



**«ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТИ
«КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ
AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY**



**«ОРТАЛЫҚ АЗИЯДАҒЫ
БИОАЛУАНТҮРЛІЛІКТІ САҚТАУДЫҢ МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН БОЛАШАҒЫ» атты
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯ
МАТЕРИАЛДАРЫ
Алматы, Қазақстан, 6-8 қараша 2025 ж.**

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ»
Алматы, Казахстан, 6-8 ноября 2025 г.**

**MATERIALS
OF INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
«CHALLENGES AND PROSPECTS
FOR BIODIVERSITY CONSERVATION IN CENTRAL ASIA»
Almaty, Kazakhstan, 6-8 november 2025**

АЛМАТЫ, 2025



**«ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
«КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ
AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY**



**«ОРТАЛЫҚ АЗИЯДАҒЫ БИОАЛУАНТҮРЛІЛІКТІ САҚТАУДЫҢ
МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН БОЛАШАҒЫ»
атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция
МАТЕРИАЛДАРЫ
Алматы, Қазақстан, 6-8 қараша 2025 ж.**

**МАТЕРИАЛЫ
международной научно-практической конференции
«ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ»
Алматы, Казахстан, 6-8 ноября 2025 г.**

**MATERIALS
of international scientific and practical conference
«CHALLENGES AND PROSPECTS
FOR BIODIVERSITY CONSERVATION IN CENTRAL ASIA»
Almaty, Kazakhstan, 6-8 november 2025**

Алматы, 2025

Ұйымдастыру комитеті:

Ж.К. Түймебаев – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің Басқарма Төрағасы-Ректоры

Крамер Маттиас - Дрезден техникалық университетінің профессоры (құрм. проф.), NETSCI GmbH басқарушы директоры

Р.В. Яценко - ҚР ҒЖБМ Зоология институтының Бас директоры, ЮНЕСКО-ның «Адам және Биосфера» бағдарламасының (ЮНЕСКО МАБ) Қазақстандық Ұлттық комитетінің төрағасы, ЮНЕСКО және ИСЕСКО істері жөніндегі ҚР Ұлттық комиссиясының мүшесі, «Тетис» ғылыми қоғамының президенті

А.Г. Гулиев - Әзірбайжан Республикасы Ғылым және білім министрлігінің Топырақтану және агрохимия институтының Бас директоры, Аграрлық ғылымдар докторы, ӘУҒА корреспондент мүшесі

А.А. Скакова - ҚР Республикасы Парламенті Мәжілісінің жанындағы Қоғамдық палатаның сарапшысы, Қазақ табиғатты қорғау қоғамының төрағасы

Т.А.Торобекова - Жүсіп Баласағұн атындағы Қырғыз Ұлттық университеті, Қырғызстан

М.М.Юсифова – Баку мемлекеттік университеті, Әзірбайжан

А.С. Актымбаева – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-нің география және табиғатты пайдалану факультетінің деканы

Т.А. Базарбаева – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-нің Тұрақты даму бойынша ЮНЕСКО кафедрасының меңгерушісі

Редакциялық ұжым:

Г.А. Садырова – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ Тұрақты даму бойынша ЮНЕСКО кафедрасының профессор - зерттеушісі

А.М.Мұхитдинов - әл-Фараби атындағы ҚазҰУ Тұрақты даму бойынша ЮНЕСКО кафедрасының аға оқытушысы

Г.М.Минжанова - әл-Фараби атындағы ҚазҰУ Тұрақты даму бойынша ЮНЕСКО кафедрасының аға оқытушысы

Ч.Ж. Алдасугурова – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ Тұрақты даму бойынша ЮНЕСКО кафедрасының аға оқытушысы

Г.Б. Сарсенбаева - әл-Фараби атындағы ҚазҰУ Тұрақты даму бойынша ЮНЕСКО кафедрасының оқытушысы

«Орталық Азиядағы биоалуантүрлілікті сақтаудың мәселелері мен болашағы» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция материалдары. – Алматы, Қазақстан, 2025 6-8 қараша –Алматы: Қазақ университеті, 2025. -262 бет

ISBN 978-601-311-462-0

Жинаққа Орталық Азиядағы биологиялық алуантүрлілікті сақтау, табиғи жүйелердің экологиялық жағдайын зерттеу, биоресурстарды тұрақты пайдалану және өңірлік экологиялық саясаттың даму перспективаларына арналған отандық және шетелдік ғалымдардың ғылыми мақалалары енгізілді.

Ұсынылған материалдардың нақтылығы мен мазмұнына автор жауапты.

ISBN 978-601-311-462-0

© КазНУ им. аль-Фараби, 2025

Организационный комитет:

Ж.К. Туймебаев – Председатель правления - Ректор КазНУ им. аль-Фараби

Крамер Маттиас - Профессор (поч.проф.) Дрезденского технологического университета, управляющий директор NETSCI GmbH

Р.В. Яценко - Генеральный директор Института зоологии МНВО РК, Председатель Казахстанского национального комитета программы ЮНЕСКО «Человек и Биосфера» (МАБ ЮНЕСКО), член Национальной комиссии РК по делам ЮНЕСКО и ИСЕСКО, президент Научного общества «Тетис»

А.Г. Гулиев - Доктор аграрных наук, член корреспондент НАНА Генеральный директор Института почвоведения и агрохимии Министерства науки и образования Азербайджанской Республики

А.А. Скакова - Эксперт Общественной Палаты при Мажилисе Парламента РК, Председатель Казахского общества охраны природы

Т.А.Торобекова - Кыргызский национальный университет имени Жусупа Баласагына, Кыргызстан

М.М.Юсифова – Бакинский государственный университет, Азербайджан

А.С. Актымбаева – Декан факультета географии и природопользования КазНУ им. аль-Фараби

Т.А. Базарбаева – Заведующая кафедрой ЮНЕСКО по устойчивому развитию КазНУ им аль-Фараби

Редакционная коллегия:

Г.А. Садырова – профессор-исследователь кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию КазНУ им аль-Фараби

А.М.Мухитдинов - ст.преподаватель кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию КазНУ им аль-Фараби

Г. М.Минжанова - ст.преподаватель кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию КазНУ им аль-Фараби

Ч.Ж. Алдасугурова – ст.преподаватель кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию КазНУ им аль-Фараби

Г.Б. Сарсенбаева - преподаватель кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию КазНУ им аль-Фараби

Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы сохранения биоразнообразия Центральной Азии» - Алматы, Казахстан, 2025, 6-8 ноября – Алматы: Қазақ университеті, 2025. – 262 с.

ISBN 978-601-311-462-0

В сборнике опубликованы научные статьи отечественных и зарубежных ученых, посвященные актуальным вопросам сохранения биологического разнообразия Центральной Азии, исследованию экологического состояния природных систем, устойчивому использованию биоресурсов и перспективам развития региональной экологической политики.

За достоверность предоставленных материалов ответственность несет автор.

ISBN 978-601-311-462-0

© КазНУ им. аль-Фараби, 2025

Organizing committee:

Zhanseit Tuimebayev - Chairman of the Board – Rector of Al-Farabi Kazakh National University

Matthias Kramer - Professor (ret.) at the Dresden University of Technology, Managing Director of NETSCI GmbH

Roman Jashenko - Director General of the Institute of Zoology, MNVO RK, Chairman of the Kazakhstan National Committee of the UNESCO “Man and the Biosphere” Programme (MAB UNESCO), Member of the National Commission of the Republic of Kazakhstan for UNESCO and ISESCO, President of the “Tethys” Scientific Society

Alovsat Guliyev - Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of NASA, General Director, Institute of Soil Science and Agrochemistry, Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan

Aizhan Skakova - Public Chamber Expert under the Mazhilis of the Parliament of the Republic of Kazakhstan, Chairperson of the Kazakh Society for Nature Conservation

T.A. Torobekova - Kyrgyz National University named after Jusup Balasagyn, Kyrgyzstan

M.M. Yusifova – Baku State University, Azerbaijan

A.S. Aktymbaeva – Dean of the Faculty of Geography and Environmental Management of Al-Farabi Kazakh National University

T.A. Bazarbayeva – Head of the Unesco Chair in Sustainable Development at Al-Farabi Kazakh National University

Editorial team:

G.A. Sadyrova – Research Professor of the Unesco Chair in Sustainable Development at Al-Farabi Kazakh National University

A.M. Mukhitdinov – Senior Lecturer of the Unesco Chair in Sustainable Development at Al-Farabi Kazakh National University

G.M. Minzhanova – Senior Lecturer of the Unesco Chair in Sustainable Development at Al-Farabi Kazakh National University

Ch. Zh.Aldassugurova – Senior Lecturer of the Unesco Chair in Sustainable Development at Al-Farabi Kazakh National University

G.B. Sarsenbayeva – Lecturer of the Unesco Chair in Sustainable Development at Al-Farabi Kazakh National University

Materials of international scientific and practical conference «Challenges and prospects for biodiversity conservation in Central Asia». - Almaty, Kazakhstan, 2025, 6-8 November – Kazakh University, Almaty: - 2025 – 262 p.

ISBN 978-601-311-462-0

The collection includes scientific articles by domestic and international researchers addressing current issues related to the conservation of biological diversity in Central Asia, the assessment of the ecological condition of natural systems, the sustainable use of biological resources, and the prospects for the development of regional environmental policy.

The author bears full responsibility for the accuracy of the materials provided.

ISBN 978-601-311-462-0

© КазНУ им. аль-Фараби, 2025

АЛҒЫСӨЗ

«Орталық Азияның биоәртүрлілігін сақтау мәселелері мен перспективалары» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция – тек білім мен тәжірибе алмасу алаңы ғана емес, сонымен қатар биоәртүрлілікті сақтау және қалпына келтіру бағытындағы жаңа серіктестік пен бірлескен бастамаларды қалыптастыру мүмкіндігі.

Қазақстан және Орталық Азия елдері аймақтың экологиялық тұрақтылығын қамтамасыз етуде ерекше экожүйелік әлеуетке және стратегиялық маңызға ие.

әл-Фараби атындағы ҚазҰУ шанырағы астында біз аймақтың биоәртүрлілігіне төнген негізгі қатерлерді талқылап, оларды шешудің ықтимал жолдарын қарастырамыз. Әлемнің жетекші ғалымдары мен сарапшылары қоршаған ортаны қорғау саласындағы білімдерімен, тәжірибелерімен және инновациялық тәсілдерімен бөлісіп, экожүйелерді сақтау бойынша тиімді шараларды әзірлеуге бағытталған маңызды ұсыныстар жасайды. Бұл Орталық Азия биоәртүрлілігін қорғауға арналған ғылыми негізделген шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді.

Конференцияда келесі бағыттар бойынша баяндамалар ұсынылды:

1. Орталық Азиядағы биоалуантүрлілікті сақтау және тұрақты даму.
2. Ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың рөлі.
3. Биоалуантүрлілік пен экотуризм мониторингінде ГАЖ және цифрлық технологияларды қолдану.
4. Экологиялық білім және ағарту биологиялық әртүрлілікті және экожүйе қызметтерін сақтау құралы ретінде.
5. Батыс Қазақстан өңірінің жасыл өсу контексіндегі табиғи -шаруашылық және әлеуметтік -экономикалық жүйелерінің тұрақты дамуы.

Конференцияға 15 елден келген 100-ден астам жетекші әлемдік сарапшылар қатысып, Орталық Азияның өсімдіктер мен жануарлар әлемінің биоәртүрлілігін зерттеу саласындағы өзекті мәселелер, сын-қатерлер мен жетістіктерді талқылады. Сондай-ақ іс-шара аясында Сиверс алмасын сақтау, қоршаған ортаны қорғау, экологиялық туризм және өңірдің тұрақты дамуы мақсатындағы экологиялық білім беру мәселелері де қарастырылды.

Конференция барысында табиғи экожүйелерді сақтаудың тиімді шараларын әзірлеуге белсенді қатысуға және биоәртүрлілікті қорғауға арналған ғылыми негізделген шешімдер ұсынылып Тұрақты даму мақсаттарымен (ТДМ), атап айтқанда: ТДМ 13 «Климаттың өзгеруімен күрес», ТДМ 14 «Теңіз экожүйелерін сақтау» және ТДМ 15 «Құрлық экожүйелерін сақтау» тікелей байланысты болды.

Конференцияға отандық және шетелдік ғалымдар, профессорлық-оқытушылар құрамы, магистранттар мен PhD докторанттар, ғылыми қызметкерлер, мемлекеттік мекемелердің, зерттеу ұйымдарының және коммерциялық компаниялардың мамандары, сондай-ақ су ресурстарын бағалау мен болжаудың озық әдістері мен технологияларына қызығушылық танытқандар шақырылды. Конференцияға өз жұмыстарын жіберген барлық Қазақстандық және шетелдік әріптестерімізге алғыс айтамыз.

Ұйымдастыру комитеті

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международная научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы сохранения биоразнообразия Центральной Азии» представляет собой не только площадку для обмена знаниями и опытом, но и возможность для формирования новых партнёрств и совместных инициатив в области сохранения и восстановления биоразнообразия.

Страны Казахстан и Центральной Азии обладают особым экосистемным потенциалом и стратегическим значением в обеспечении экологической устойчивости региона.

Под эгидой КазНУ имени аль-Фараби мы обсуждаем основные угрозы биоразнообразию региона и рассматриваем возможные пути их решения. Ведущие учёные и эксперты мира делятся знаниями, опытом и инновационными подходами в сфере охраны окружающей среды, выдвигая важные предложения, направленные на разработку эффективных мер по сохранению экосистем. Это создаёт предпосылки для принятия научно обоснованных решений, направленных на защиту биоразнообразия Центральной Азии.

В рамках конференции были представлены доклады по следующим направлениям:

1. Сохранение биоразнообразия и устойчивое развитие в Центральной Азии.
2. Роль особо охраняемых природных территорий.
3. Применение ГИС и цифровых технологий в мониторинге биоразнообразия и экотуризма.
4. Экологическое образование и просвещение как инструмент сохранения биоразнообразия и экосистемных услуг.
5. Устойчивое развитие природно-хозяйственных и социально-экономических систем Западно-Казахстанского региона в контексте зеленого роста.

В конференции приняли участие более 100 ведущих мировых экспертов из 15 стран, которые обсудили актуальные вопросы, вызовы и достижения в исследовании биоразнообразия флоры и фауны Центральной Азии. В рамках мероприятия также были рассмотрены вопросы сохранения яблони Сиверса, охраны окружающей среды, экологического туризма и экологического образования в целях устойчивого развития региона.

В ходе конференции были предложены научно обоснованные решения и отмечена необходимость активного участия в разработке эффективных мер по сохранению природных экосистем, что напрямую связано с Целями устойчивого развития (ЦУР), в частности: ЦУР-13 «Борьба с изменением климата», ЦУР-14 «Сохранение морских экосистем» и ЦУР-15 «Сохранение экосистем суши».

В конференции приняли участие отечественные и зарубежные ученые, профессорско-преподавательский состав, магистранты и PhD-докторанты, научные сотрудники, специалисты государственных учреждений, исследовательских организаций и коммерческих компаний, а также все, кто проявляет интерес к охране окружающей среды, сохранению биоразнообразия, ботаническим исследованиям и развитию экотуризма.

Оргкомитет выражает благодарность всем казахстанским и зарубежным коллегам, представившим свои научные работы для участия в конференции

Оргкомитет

PREFACE

The International Scientific and Practical Conference «*Challenges and prospects for biodiversity conservation in CENTRAL Asia*» serves not only as a platform for the exchange of knowledge and experience, but also as an opportunity to establish new partnerships and joint initiatives in the field of biodiversity conservation and restoration.

The countries of Kazakhstan and Central Asia possess a unique ecosystem potential and strategic importance in ensuring the environmental sustainability of the region.

Under the auspices of Al-Farabi Kazakh National University, we discuss the major threats to the region's biodiversity and consider possible ways to address them. Leading scientists and experts from around the world share their knowledge, experience, and innovative approaches in environmental protection, offering important recommendations aimed at developing effective measures for ecosystem conservation. This creates a foundation for making scientifically grounded decisions directed at protecting the biodiversity of Central Asia.

The conference featured presentations in the following areas:

1. Biodiversity conservation and sustainable development in Central Asia.
2. The role of protected natural areas.
3. Application of GIS and digital technologies in biodiversity and ecotourism monitoring.
4. Environmental education and awareness as a tool for biodiversity and ecosystem services conservation.
5. Sustainable development of natural, economic, socio-economic systems of the Western-Kazakhstan region in the context of green growth.

More than 100 leading experts from 15 countries participated in the conference, discussing current issues, challenges, and achievements in the study of the flora and fauna biodiversity of Central Asia. The event also addressed the conservation of the Sievers apple, environmental protection, ecotourism development, and environmental education aimed at ensuring the region's sustainable development.

During the conference, scientifically grounded solutions were proposed, and the importance of active participation in developing effective measures for the conservation of natural ecosystems was emphasized. These efforts are directly aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs), in particular SDG 13 "Climate Action," SDG 14 "Life Below Water," and SDG 15 "Life on Land."

The conference brought together domestic and international scientists, faculty members, master's and PhD students, researchers, specialists from government institutions, research organizations and commercial companies, as well as all those interested in environmental protection, biodiversity conservation, botanical research, and the development of ecotourism.

The Organizing Committee expresses its gratitude to all Kazakhstani and international colleagues who submitted their scientific works for participation in the conference.

Organizing Committee

**ОРТАЛЫҚ АЗИЯДАҒЫ БИОАЛУАНТҮРЛІЛІКТІ САҚТАУ ЖӘНЕ ТҰРАҚТЫ
ДАМУ**

**СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ
ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ**

**BIODIVERSITY CONSERVATION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN
CENTRAL ASIA**

ПАТОГЕНДІК ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІНЕН САЗАН БАУЫРЫНЫҢ МОРФОЛОГИЯЛЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРІ

¹ А. К. Жанбырбаева

¹ әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан, ainur.kairgalievna@mail.ru

Андатпа. Бауыр – метаболизм мен детоксикацияның негізгі мүшелерінің бірі, әрі регенерацияға ерекше қабілеті бар мүше болып табылады. Алайда уытты заттардың, инфекциялардың және өзге де патогендік факторлардың әсерінен гепатоциттердің құрылымы бұзылып, некроз және қабыну процестері дамиды. Гематоксикоз-эозиндік бояуды қолданған морфологиялық зерттеулер зақымданудың сипатын және орналасуын анықтауға мүмкіндік береді, бұл клиникалық диагностика мен терапияны таңдауда маңызды. Осы мақалада айқын патологиялық өзгерістері бар бауыр микропрепараттарының талдауы ұсынылған. Зерттеу әдісі 10% формалинде фиксацияланған, парафинделген және стандартты әдістеме бойынша гематоксикоз мен эозинмен боялған бауыр үлгілерінде жүргізілді. Нәтижесінде бауырда бауырлық долькалар мен бауыр балкаларының құрылымдық бұзылыстары, паренхиманың некрозына тән кең ашық аймақтардың пайда болуы байқалды. Айқындалған құрылымдық өзгерістер зақымданудың ауырлығын көрсетіп, патологиялық үдерістің клиникалық ағымын бағалауға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде емдеу әдістерін әзірлеуде қажетті элемент болып табылады. Алынған деректер морфологиялық талдаудың дәл диагноз қоюда, зақымданудың айқындылығын бағалауда және бауыр ауруларын мониторингтеуде маңыздылығын дәлелдейді, әрі адекватты емдеу тәжірибесін таңдауда шешуші рөл атқарады.

Кілт сөздер: бауыр, гепатоциттер, некроз, дегенерация, гистологиялық талдау.

Кіріспе. Мақала Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің АР23486220 «Антропогендік жүктеме жағдайында Іле-Балқаш бассейнінің негізгі кәсіпшілік балық түрлерінің маңызды орган жүйелерінің реактивтілігін зерттеу» жобасы (2024-2026 жж.) аясында жазылған. Іле-Балқаш бассейні – Жер шарындағы ең ірі көлдік экожүйелердің бірі болып табылады. Трансшекаралық бассейн ретінде ол көршілес мемлекеттер үшін ғылыми тұрғыдан да, шаруашылық тұрғысынан да үлкен қызығушылық тудырады. Қазіргі уақытта табиғи және әсіресе антропогендік факторлардың ықпалынан ихтиофаунаның сапалық құрамында және сандық көрсеткіштерінде елеулі өзгерістер орын алуда. Үнемі өзгермелі гидрологиялық және гидрохимиялық жағдайлар әсерінен Іле-Балқаш бассейніндегі балықтар тіршілік ету ортасының өзгерістеріне бейімделуге мәжбүр болады. Мұндай бейімделулер тұтас ағза деңгейінде де, тіндер мен жасушалық құрылымдар деңгейінде де жүзеге асады.

Морфологиялық зерттеулер бауыр жағдайының белгілі бір өзгерістері экологиялық факторларға және балықтардың өз биологиясына қаншалықты тәуелді екенін анықтауға мүмкіндік береді. Балықтар су және теңіз экожүйелерінің тепе-теңдігін сақтауда маңызды рөл атқарады, себебі олар бұл жүйелердің негізгі компоненттерінің бірі болып табылады [1–3]. Сазан – су ортасында кең таралған әрі экологиялық ластануларға сезімтал түр ретінде қоршаған ортаға түсетін биологиялық әсердің деңгейін айқын көрсететін балық.

Сазан бауыры – зат алмасу, детоксикация және синтетикалық қызметтерді атқаратын өмірлік маңызы бар мүше болып табылады. Бауыр тінінің морфологиялық жағдайы оның функционалдық белсенділігіне және қалпына келу қабілетіне тікелей ықпал етеді. Бауырдағы құрылымдық өзгерістерді зерттеу, әсіресе қабыну, уытты әсерлер және некротикалық процестер жағдайында, клиникалық және биологиялық тұрғыдан аса маңызды. Түрлі зақымдаушы факторлардың әсерінен бауырда дистрофиялық және некротикалық өзгерістер дамып, жасушалық элементтердің жойылуына және бауыр долькаларының қалыпты

архитектурасының бұзылуына алып келеді. Бұл өзгерістер қабыну реакциясымен, микроциркуляцияның бұзылуымен және бауыр тінінің құрылымдарының дезорганизациясымен қатар жүреді, ал соңында мүшенің функционалдық жеткіліксіздігіне себеп болуы мүмкін.

Морфологиялық өзгерістердің сипатын және олардың айқындылық дәрежесін түсіну зақымданудың ауырлығын бағалауға, аурудың ықтимал нәтижесін болжауға және тиісті емдеу әдістерін әзірлеуге мүмкіндік береді. Морфометрияны қолдану некротикалық аймақтардың аумағын, тіршілікке қабілетті және дегенеративті гепатоциттердің пайызын, қабыну инфильтрациясының дәрежесін және қантамыр арнасының жағдайын өлшеуге мүмкіндік береді, бұл микроскопиялық зерттеудің ақпараттылығын айтарлықтай арттырады [4–9].

Осыған байланысты, біз сазан бауырының айқын некротикалық және дегенеративтік өзгерістері бар микропрепараттарына морфологиялық және морфометриялық талдау жүргіздік. Бұл құрылымдық бұзылыстардың сандық бағасын алуға, гепатоциттер мен қантамырлардың зақымдану ерекшеліктерін анықтауға, сондай-ақ қабыну реакциясының деңгейін белгілеуге мүмкіндік берді. Алынған деректер аурудың клиникалық көрінісін толықтырып, бауыр патогенезі мен регенерациясының механизмдерін зерттеуге негіз болмақ.

Алынған деректер мен зерттеу әдістері. Морфологиялық талдау жүргізу үшін диагностикалық немесе эксперименттік процедуралар барысында алынған бауыр үлгілері пайдаланылды. Материал тін құрылымын сақтау мақсатында 10% нейтралды формалинде фиксацияланды. Фиксациядан кейін үлгілер парафинделіп, қалыңдығы 4–5 мкм болатын сериялық кесінділер дайындалды және жасушалық пен тіндік құрылымдарды айқындау үшін стандартты протоколға сәйкес гематоксилин және эозинмен боялды. Микроскопиялық зерттеу жарық микроскопында 40× үлкейтуде жүргізілді. Негізгі назар тіннің үш компонентін бағалауға аударылды: гепатоциттер, синусоидалды капиллярлар және бауыр балкалары, сондай-ақ некроз және дегенерация ошақтарының болуына. Жасушалардың морфологиялық сипаттамалары (пішіні, өлшемі, ядроларының жағдайы), бауыр долькаларының анатомиясы мен қантамырлық құрылымдары сипатталды.

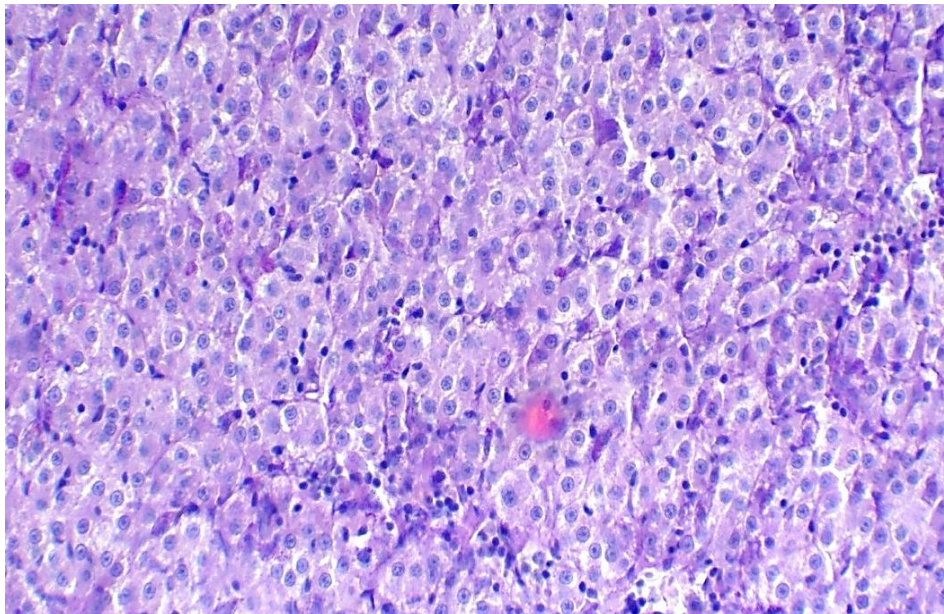
Нәтижелер. Балық ағзасында бауыр метаболизмді, ақуыз синтезін, детоксикацияны және қоректік заттарды сақтауды қоса алғанда, көптеген маңызды қызметтерді атқарады. Паренхима негізінен гепатоциттерден тұрады, олар бауыр балкалары түрінде ұйымдасқан, ал олардың арасында синусоидалды капиллярлар орналасқан. Өртүрлі патологиялық факторлардың (инфекциялар, уытты агенттер, ишемия, аутоиммундық үдерістер және т.б.) әсерінен бауырдың қалыпты гистологиялық архитектурасы бұзылады. Әсіресе, гепатоциттерде дистрофиялық және некротикалық өзгерістер дамып, ағзаның функционалдық белсенділігін едәуір төмендетеді және бауыр жеткіліксіздігінің дамуына әкелуі мүмкін.

Гематоксилин-эозинді қоса алғанда, стандартты бояу әдістерімен жүргізілген бауыр тінінің морфологиялық бағасы зақымданудың дәрежесін және сипатын анықтауға, ыдырау мен некроз аймақтарының болуын белгілеуге, сондай-ақ бауыр балкалары мен тамырлық компоненттің жағдайын бағалауға мүмкіндік береді. Мұндай өзгерістерді талдау бауыр ауруларының патогенезін түсінуге ықпал етіп, диагноз қою мен емдеу жоспарын жасауда маңызды кезең болып табылады.

Гистологиялық микропрепарат №1 (Сурет 1) зерттелгенде сазан бауырының классикалық құрылымы айқын көрінеді, бұл оның қалыпты архитектурасының сақталғанын көрсетеді. Тіннің негізгі элементтері ірі, көпқырлы пішінді гепатоциттерден тұрады. Олар шеткері аймақтан орталық венаға қарай созылатын радиалды қатарлар немесе трабекулалар түрінде орналасып, жасушалық құрылымдардың ұйымдасқан торын түзеді. Гепатоциттердің дөңгелек ядролары айқын көрінеді және әр жасушаның ортасында орналасқан. Кейбір гепатоциттерде екі ядро бар, бұл осы тін үшін қалыпты құбылыс болып саналады және жасушалық метаболизмнің белсенділігін немесе бөліну процесін көрсетеді.

Гепатоциттер түзетін трабекулалар радиалды бағытталған бауыр балкаларын құрап, реттелген торлы құрылым жасайды. Осы балкалардың арасында жіңішке қуыстар - синусоидтар орналасқан. Олар капиллярлық қантамыр қуыстарымен берілген және арнайы

эндотелий мен Купфер жасушалары (бауыр макрофагтары) арқылы қапталған. Бұл қантамырлар қан мен гепатоциттер арасындағы зат алмасуды қамтамасыз етіп, қоректік заттар мен оттегінің түсуін және алмасу өнімдерінің шығарылуын реттейді. Осылайша, Сурет 1 бауыр тінінде қалыпты жағдайындағы көріністі сипаттайды (Сурет 1).



Сурет 1. Қалыпты жағдайдағы бауырдың микропрепараты.
Бояу: гематоксин и эозин $\times 40$

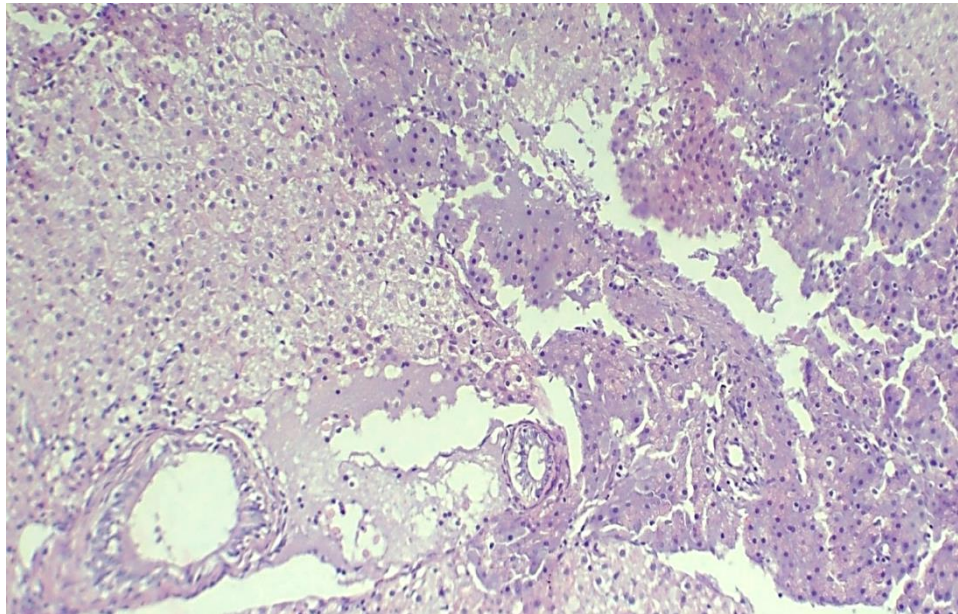
Дайындалған гистологиялық кесінділерде синусоидтардың қуыстарында ұсақ, қою түсті нүктелік құрылымдар айқын көрінеді. Бұл құрылымдар – қан жасушаларының ядролары болып табылады, олар қантамырлардың саңылауларында орналасып, ағын бойымен пульсацияланып қозғалады. Мұндай құбылыс зерттеліп отырған мүшеде қалыпты гемодинамикалық белсенділіктің сақталғанын және қан айналымының физиологиялық деңгейде жүріп жатқанын айғақтайды. Гепатоциттер балкаларының арасындағы кеңістіктер белгілі бір заңдылықпен орналасып, дұрыс геометриялық тор түзеді. Бұл жағдай бауыр тінінің пластинкалы құрылысына тән ерекшелікті айқындайды және сау ағзаға сәйкес келетін гистологиялық бейнені көрсетеді.

Жалпы гистологиялық көрініс бауырдың күрделі әрі функционалдық маңызы жоғары архитекtonикасының сақталғанын дәлелдейді. Бұл ең алдымен айқын байқалатын бауыр балкаларынан, жақсы дамыған синусоидальды тордан және маманданған қанайналымдық құрылымдардың болуымен сипатталады. Осындай морфологиялық ұсақ реттілік пен құрылымдық үйлесімділік айқын деструктивтік өзгерістердің жоқтығын көрсетеді және берілген үлгіде бауырдың гистоархитектурасының сақталғандығының сенімді белгісі болып табылады.

Ал, микропрепарат №2 (Сурет 2) бауыр үлгісін зерттеу барысында айқын морфологиялық өзгерістер тіркелді. Олар ең алдымен некроздың дамуымен және бауыр долькаларының архитекtonикасының едәуір дәрежеде бұзылуымен сипатталды. Мұндай патологиялық өзгерістер токсикалық немесе инфекциялық гепатиттің некротикалық компонентімен үйлесімді келетінін болжауға мүмкіндік береді. Гепатоциттердің бірқатар аймақтарында құрылымдық элементтердің сақталғаны байқалғанымен, бауыр долькаларының жалпы гистологиялық ұйымдасуы айқын дезорганизацияға ұшырағаны анықталды.

Бауыр балкаларының арасында және паренхиманың ішінде көлемді ашық түсті ошақтар көрініп, олар ыдырау аймақтары мен некроздық өзгерістерді көрсетеді. Бұл морфологиялық көрініс жасушалық элементтердің жаппай жойылғанын айғақтайды. Патологиялық

ошақтардағы гепатоциттер әртүрлі күйде кездеседі: кейбір жасушаларда ядроның сақталғаны байқалса, олардың көп бөлігі дегенеративті немесе толықтай ыдыраған күйде көрінеді. Сонымен қатар, көптеген жасушаларда пикнотикалық ядролар тіркелген. Яғни ядроның хроматині шектен тыс конденсацияланып, қара түсті ұсақ құрылымға айналған. Бұл белгі морфологиялық тұрғыдан жасушалық өлімнің соңғы сатыларының көрсеткіші болып табылады. Осылайша, Сурет 2 бауыр тінінде анықталған құрылымдық өзгерістер зақымдану процесінің ауырлығын және патогенездің айқын некротикалық бағытын сипаттайды (Сурет 2).



Сурет 2. Күрделі паренхималық деструкция белгілері бар сазан бауырының микропрепараты.

Бояу: гематоксилин және эозин $\times 40$

Бірқатар аймақтарда жасушалық құрылымдардың толықтай бұзылуы, жасуша мембраналарының тұтастығының жоғалуы тіркелді. Гепатоциттерден түзілетін бауыр балкалары орталық веналарға қатысты өздеріне тән радиалды бағдарлануын жоғалтып, айқын дезорганизацияға ұшыраған. Бұл құбылыс бауыр долькаларының қалыпты архитектурасының бұзылғанын және құрылымдық гомеостаздың айтарлықтай дәрежеде бұзылуын айғақтайды. Синусоидальды капиллярлар мен қан тамырларының саңылауларының кеңеюі, олардағы қабыну жасушаларының инфильтрация ошақтарының пайда болуы және қан элементтерінің жиналуы реактивті өзгерістердің дамығанын және ықтимал гемодинамикалық бұзылыстардың бар екенін көрсетеді.

Бауырдың перифериялық бөліктерінде орналасқан порталды трактілерде қан тамырлары мен дәнекер тін элементтері сақталғанымен, тіннің пластинкалы және торлы ұйымдасуы айтарлықтай дәрежеде бұзылған. Гематоксилин-эозинмен боялған бауыр микропрепараттарын морфологиялық талдау паренхимадағы ауыр патологиялық өзгерістерді анықтады. Олар некротикалық және дистрофиялық сипатқа ие болып, органның функционалдық белсенділігінің едәуір төмендегенін көрсетеді. Гепатоциттердің некрозы мен дистрофиясы қалыпты трабекулярлық архитектураның бұзылуымен, синусоидтардың айқын кеңеюімен және қабыну инфильтрациясының күшеюімен қатар жүрді. Бұл өзгерістер кешенді патогенетикалық процесті бейнелейді, оның құрамына жасушалардың тікелей зақымдануы ғана емес, сонымен қатар микроортаның реактивті жауабы да кіреді.

Осындай құрылымдық өзгерістер бауыр жеткіліксіздігінің дамуына және метаболикалық қызметтердің нашарлауына алып келеді. Бұл жағдай клиникалық тұрғыдан аса маңызды

болып табылады, себебі ол аурудың болжамына және терапиялық стратегияларды таңдауға тікелей әсер етеді. Дегенмен, алынған микропрепараттарда айтарлықтай саны сақталған, ядролары бүтін және ультрақұрылымдық ұйымдасуы бұзылмаған гепатоциттердің анықталуы тінінің регенерацияға қабілеттілігін көрсетеді. Мұндай феномен бауыр тінінің пластикалық қасиеттерін және зақымдаушы факторларды уақтылы түзету жағдайында өзін-өзі қалпына келтіру әлеуетін дәлелдейді. Сонымен қатар, патогенетикалық тұрғыдан негізделген емдік шараларды қолдану жағдайында бұл жасушалық элементтердің регенерация процестеріне қатысу мүмкіндігі жоғары.

Алынған нәтижелер бауыр морфологиясын бағалауда кешенді тәсілдің қажеттілігін ерекше атап көрсетеді. Бұл тәсіл дәстүрлі морфометриялық әдістермен қатар, заманауи визуализация технологиялары мен жасушалық және субжасушалық компоненттерді талдаудың қосымша әдістерін қамтуы тиіс. Әсіресе, иммуногистохимиялық әдістерді қолдану апоптоз, пролиферация, жасушалық цикл компоненттері және қабыну факторларының экспрессиясындағы өзгерістерді нақтылауға мүмкіндік береді. Ал молекулалық-биологиялық әдістер – ПТР, секвенирлеу, протеомдық талдау – жасушалық өлім мен регенерация процестерін реттейтін нақты механизмдерді анықтауда, сондай-ақ патологиялық процестің үдеуіне ықпал ететін факторларды айқындауда маңызды қолдау көрсетеді.

Жалпы алғанда, бауыр тінінің морфологиялық және молекулалық деңгейде кешенді зерттелуі паренхиманы барынша сақтау мен регенерациялық процестерді ынталандыруға бағытталған жаңа терапиялық стратегияларды әзірлеудің болашағын ашады. Бұл қазіргі таңда бауыр ауруларының жоғары таралуы мен ауыр ағымын ескере отырып, сондай-ақ тиімді емдеу әдістерінің шектеулі жағдайында ерекше өзекті мәселе болып табылады.

Төмендегі 1-кестеде некротикалық және дегенеративтік өзгерістері айқындалған бауыр микропрепараттарының морфометриялық талдау нәтижелері көрсетілген. Параметрлер пайыздық көрсеткіштермен беріліп, микроскоптың көру өрісінде әртүрлі құрылымдық компоненттердің үлесін бейнелейді.

Кесте 1. Сазан бауырының морфометриялық талдау нәтижелері.

Морфометриялық параметр	Мәні (%)	Пікірлер
Некротдық аймақтар аймағы	35,7 ± 6,4	Жасушаның ыдырауы мен жоғалуының кең аумақтары
Ядролары сақталған гепатоциттердің пайызы	42,5 ± 5,1	Тіршілікке қабілетті жасушалардың сақталуын көрсетеді
Пикноздық ядролары бар гепатоциттердің пайызы	18,3 ± 3,7	Өлім жағдайындағы жасушаларға тән
Кеңейген тамыр люмендерінің аймағы	22,1 ± 4,2	Микроциркуляцияның бұзылуын көрсетеді
Қабыну инфильтрация аймағы	12,4 ± 3,0	Реактивті қабынудың болуы

Кестеде ұсынылған мәліметтерді талдау бауыр тініндегі морфологиялық өзгерістердің кешенді және сандық тұрғыдан толыққанды бейнеленуін көрсетеді. Некротдық аймақтардың орташа шамасы $35,7 \pm 6,4\%$ құрап, паренхиманың айтарлықтай бөлігінің деструкцияға ұшырап, жасушалық элементтерін жоғалтқанын дәлелдейді. Бұл көрсеткіш бауыр тінінде кең ауқымды некротикалық процестердің бар екенін және құрылымдық тұтастықтың терең бұзылғанын айғақтайды. Мұндай көлемді зақымданулар патологиялық жағдайдың ауырлығының маркері ретінде қызмет етеді және органның морфофункционалдық гомеостазының айқын бұзылғанын көрсетеді.

Ал, $42,5 \pm 5,1\%$ деңгейінде тіркелген сақталған ядролары бар гепатоциттердің үлесі морфологиялық бүтіндігін сақтаған және функционалдық әлеуеті бар өміршең жасушалардың үлесін сипаттайды. Бұл сан бауыр тінінің репаративтік және регенерациялық әлеуетін айқындайтын негізгі көрсеткіш болып табылады, себебі зақымданбаған гепатоциттер пролиферацияға және репарация процестеріне қабілетті, бұл өз кезегінде патогендік факторларға қарсы тіннің бейімделу мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Сонымен қатар, $18,3 \pm 3,7\%$ мөлшерінде анықталған пикнотикалық ядролары бар гепатоциттердің үлесі жасушалардың терминалды өлім сатысында тұрғанын айғақтайды. Мұндай өзгерістер апоптотикалық механизмдермен де, некротикалық процестермен де шартталуы ықтимал. Бұл көрсеткіштің артуы жасушалық деңгейде деструкцияның белсенді үдеуін көрсетеді және морфологиялық зақымданудың айқындылығын сандық түрде дәлелдейді.

Зерттелген аймақтың $22,1 \pm 4,2\%$ бөлігін құрайтын кеңейген қан тамырларының саңылаулары микроциркуляциялық бұзылыстардың бар екенін білдіреді. Мұндай өзгерістер қабынулық процестермен және гемодинамикалық ауытқулармен байланысты болып, синусоидтар мен капиллярлардың кеңеюіне, қан ағымының баяулауына, метаболизмдік алмасудың бұзылуына және гипоксияның дамуына әкеледі. Бұл факторлар өз кезегінде бауыр тінінің зақымдануын тереңдетіп, патологиялық үдерістің үдеуіне ықпал етеді.

Қабынулық инфильтрацияның көлемі орташа $12,4 \pm 3,0\%$ шамасында анықталды. Бұл көрсеткіш иммундық-қабынулық жауаптың айқындылығын білдіреді және паренхимада лейкоцитарлық элементтердің жинақталуын сипаттайды. Мұндай құбылыс ағзаның зақымдануға физиологиялық жауап беруін көрсетіп, әрі қарай дегенеративтік және некротикалық өзгерістердің дамуына ықпал етеді.

Жалпы алғанда, морфометриялық талдау нәтижелері бауыр тінінің айқын зақымданғанын, бірақ сонымен қатар өміршендігін сақтаған гепатоциттердің елеулі бөлігінің бар екенін сандық тұрғыда дәлелдейді. Бұл деректердің диагностикалық және прогностикалық маңызы зор: олар патологиялық процестің ауырлық дәрежесін бағалауға, органның регенерациялық әлеуетін айқындауға және емдік тәсілдерді бейімдеуге мүмкіндік береді. Сонымен бірге, алынған нәтижелер бауыр тініндегі құрылымдық өзгерістерді кешенді мониторинг жүргізудің маңыздылығын көрсетеді, бұл өз кезегінде терапияны дұрыс жоспарлауға және оның нәтижелілігін арттыруға негіз болады.

Қорытынды. Жүргізілген морфометриялық талдау зерттеліп отырған патологиялық жағдайда бауырдың морфологиялық құрылымында айқын өзгерістердің бар екенін көрсетті, бұл органның елеулі деңгейде зақымданғанын және гепатоцеллюлярлық өлімнің үдемелі үдерісін дәлелдейді. Орташа есеппен $35,7\%$ тін аумағын қамтыған кең ауқымды некроздық аймақтар паренхиманың терең деструктивтік өзгерістерін бейнелейді және бауырдың құрылымдық-функционалдық тұтастығының айтарлықтай бұзылуына алып келеді.

Сонымен қатар, сақталған ядролары бар гепатоциттердің едәуір үлесі — жалпы жасушалық популяцияның 40% -дан астамы — тіркелуі, бауырда регенерация мен құрылымдық-функционалдық қалпына келуді қамтамасыз ете алатын өміршең жасушалық резервтің бар екенін айғақтайды.

Пикнотикалық ядролардың жоғары деңгейде анықталуы жасушалық өлімнің белсенді жүріп жатқанын көрсетіп, зақымданудың үдемелі сипатын айқын бейнелейді. Тамырлық саңылаулардың елеулі түрде кеңеюі микроциркуляцияның бұзылыстарын көрсетеді, ол өз кезегінде тіндік перфузияның төмендеуіне және зақымдаушы факторлардың әрі қарай күшеюіне ықпал етеді. Қабынулық инфильтрацияның анықталуы иммундық-қабынулық реакцияның белсенділігін дәлелдейді және оның патогенез бен деструктивтік өзгерістердің дамуындағы тікелей рөлін көрсетеді.

Алынған мәліметтер бауыр зақымдануының ауырлық дәрежесін, сондай-ақ оның қалпына келу әлеуетін кешенді түрде бағалауға мүмкіндік береді. Бұл деректер клиникалық тәжірибеде ауру сатыларын нақты айқындау және емдеу тактикасын дұрыс таңдау үшін ерекше маңызды.

Осыған байланысты бауырдың жағдайын және аурудың болжамын неғұрлым дәл бағалау мақсатында морфологиялық, молекулалық және функционалдық әдістерді біріктіретін кешенді зерттеу тәсілдерін одан әрі қолдану ұсынылады.

Түйін

1. Морфометриялық талдау бауыр паренхимасының ауыр зақымдануын көрсететін айқын некроз аумағын ($35,7 \pm 6,4\%$) анықтады. Сонымен бірге сақталған ядролары бар гепатоциттердің елеулі үлесі ($42,5 \pm 5,1\%$) тіркеліп, регенерацияға қабілетті өміршен жасушалық пулдың бар екенін дәлелдейді.

2. Пикнотикалық ядролары бар гепатоциттердің жоғары үлесі ($18,3 \pm 3,7\%$) жасушалық өлім үдерісінің белсенді жүріп жатқанын көрсетеді. Сосудтық саңылаулардың кеңеюі ($22,1 \pm 4,2\%$) микроциркуляцияның бұзылысын бейнелейді, ол гипоксияның дамуына және зақымданудың күшеюіне ықпал етеді.

3. Қабынулық инфильтрацияның ($12,4 \pm 3,0\%$) анықталуы айқын иммундық-қабынулық жауаптың бар екенін дәлелдейді, ол патологиялық үдерістің динамикасына тікелей әсер етеді. Жүргізілген кешенді морфологиялық талдау бауыр зақымдану дәрежесін және оның қалпына келу әлеуетін бағалаудың маңызды құралы болып табылады, бұл емдеу стратегиясын таңдауда ескерілуі тиіс.

Әдебиеттер:

1. Козлова В.П., Белявского А.Н. Клиническая гистология // М.: Медицина, – 2020. – Т.30. – №2. – С. 5-36.
2. Шумаков Е. В. Лекции по гистологии с основами цитологии и эмбриологии // – СПб.: Питер, – 2019. – 512 с.
3. Попов Ю. А., И. А. Савельев. Гистопатология печени: учебное пособие // М.: ГЭОТАР-Медиа, – 2021. – 284 с.
4. Ritter M. A., Dameshek W. The pathology of hepatic necrosis // Journal of Hepatology. – 2019. – V. 71, № 3. – P. 512–520.
5. Kumar V., Abbas A. K., Aster J. C. Basic Pathology // Philadelphia: Elsevier, 2018. – 11th ed. – 952 p.
6. Воробьев А. Н., Иванова М. С. Морфологические аспекты воспалительных заболеваний печени // Российский журнал гистологии. – 2020. – Т. 15, № 2. – С. 56 - 64.
7. Кузнецова Е. В., Левина Т. А. Регенерация печени: молекулярные и морфологические методы исследования // Вестник экспериментальной биологии и медицины. – 2019. – Т. 167, № 6. – С. 879-885.
8. Меркулова И. Г., Смирнов С. П. Клиническая и патоморфологическая характеристика некротических процессов в печени // Патология. – 2021. – Т. 14, № 3. – С. 112–119.
9. Popper H., Schaffner F. Hepatic Necrosis: Morphology and Pathogenesis // Hepatology. – 2017. – V. 65, № 1. – P. 123–130.

ДЕГРАДАЦИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

М. Kurambaeva^{1*}, Sh. Murodov²

¹ Scientific Research Institute for Environmental Protection and Nature Conservation Technologies, 111104,
Tashkent, Uzbekistan

*Corresponding author e-mail: mokhira@ya.ru

Аннотация. Рассматривается деградация биоразнообразия в Центральной Азии, вызванная изменением климата и нерациональным использованием природных ресурсов. Анализируются основные причины и последствия утраты биологических видов и деградации экосистем, а также влияние этих процессов на экологическую и национальную безопасность. Предлагаются меры по устойчивому управлению ресурсами, адаптации к климатическим изменениям и интеграции экологической политики в национальные стратегии безопасности. Центральная Азия — регион с высокой степенью эндемизма, уязвимыми экосистемами и обладает уникальным биоразнообразием, сформировавшимся в условиях резко континентального климата и разнообразия ландшафтов. Однако антропогенное давление, изменение климата и деградация природных экосистем ведут к стремительному сокращению флоры и фауны. В статье рассматриваются ключевые угрозы биоразнообразию, существующие охранные механизмы, а также предлагаются перспективные решения, включая создание трансграничных охраняемых территорий, внедрение зеленых технологий и развитие экологического образования. Предложены подходы к сохранению биоразнообразия: создание трансграничных охраняемых территорий, ре-интродукция исчезающих видов, цифровой мониторинг, развитие эко-просвещения, устойчивого природопользования и механизм финансирования.

Ключевые слова: Биоразнообразие ЦА, деградация, изменение климата, эко-системные ресурсы, охрана природы, устойчивое развитие, эндемизм, трансграничные охраняемые территории, ре-интродукция, мониторинг.

Введение

Центральная Азия (Казахстан, Узбекистан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан) - регион множественных климатических зон и биомов: от высокогорий Тянь-Шань и Памира до пустынь (Кызылкум, Каракум) и речных долин Амударьи и Сырдарьи. Несмотря на суровый климат, регион содержит значительное биоразнообразие, особенно флоры, с большим количеством эндемичных таксонов. По оценкам, в Узбекистане известно около **27 000 видов** живых организмов, из них ~11 000 видов растений, ~15 600 видов животных, (biofin.org). В отношении сосудистых растений, в Центральной Азии зафиксировано для Узбекистана около **4 222 вида**, из которых ~301 эндемичный вид, (MDPI). Однако этот богатый биологический фонд находится под угрозой из-за ускоренного изменения климата и интенсивного нерационального использования природных ресурсов. Эти процессы ведут к деградации экосистем, снижению численности видов, что в конечном итоге влияет на экологическую устойчивость региона и его национальную безопасность.

В этой статье мы рассмотрим конкретные проблемы для редких видов флоры и фауны ЦА, проанализируем причины деградации, и предложим практические меры защиты и восстановления.

Проблемы деградации биоразнообразия в Центральной Азии

Изменение климата проявляется в росте температуры, изменении режима осадков и увеличении частоты экстремальных погодных явлений. В Центральной Азии наблюдается:

– Усыхание и сокращение ледников в горах, что приводит к уменьшению речных стоков и снижению доступности водных ресурсов.

– Усиление засушливости и деградация почв, что влияет на растительность и приводит к опустыниванию территорий.

– Нарушение миграционных путей животных и смещение ареалов видов, что снижает биологическое разнообразие.

Основными формами нерационального природопользования являются:

– Интенсивное и неконтролируемое выпас скота, приводящий к деградации пастбищ и разрушению растительного покрова.

– Увеличение сельскохозяйственного освоения земель без применения агро-технологий, способствующих сохранению почв и биоразнообразия.

– Чрезмерное водозаборство и регулирование речных систем для ирригации, что снижает водные экосистемы и способствует гибели водных и прибрежных видов.

– Браконьерство и незаконный сбор растений и животных, что ведет к сокращению редких и исчезающих видов.

Последствия для экологической и национальной безопасности

Утрата биоразнообразия и деградация экосистем:

– Снижают устойчивость природных систем к климатическим стрессам.

– Уменьшают возможности для обеспечения продовольственной безопасности через потерю генетического ресурса.

– Ведут к социально-экономическим проблемам - ухудшению качества жизни, миграции населения, конфликтам за ресурсы.

– Увеличивают риски природных катастроф (наводнения, засухи, опустынивание).

Специфические проблемы (вызовы) для флоры и фауны региона

Угроза исчезновения и сокращение ареалов у фауны

1. Снежный барс (*Panthera uncia*)

Этот вид считается индикатором здоровья горных экосистем. Сокращение ареала, фрагментация, конфликты с пастухами и браконьерство — основные угрозы для барсов.

2. Джейран (*Gazella subgutturosa*)

Давление охоты, потеря и фрагментация степных местообитаний, конкуренция с домашними копытными — ключевые факторы снижения численности.

3. Краснозобая казарка (*Branta ruficollis*)

Этот мигрирующий водоплавающий вид зависит от водно-болотных угодий. Сокращение и деградация таких территорий, изменение гидрологии рек и строительство плотин приводит к утрате мест гнездования.

4. Бухарский олень (*Bukhara deer, Cervus elaphus bactrianus*)

Зависит от пойменных лесов и заливных лесных полос (тугаи). Резкое сокращение этих лесов из-за хозяйственной деятельности угрожает выживанию этого подвида.

5. Малые и редкие виды амфибий и рептилий

Например, *Turkestanian salamander* (*Hynobius turkestanicus*) известен лишь по единичным находкам и, возможно, уже вымер. Среди рептилий много эндемичных видов, которые особенно чувствительны к изменениям среды и микроклимату.

6. Пики (напр. *Turkestan red pika, Ochotona rutila*)

Хотя этот вид не критически уязвим по IUCN, локальные популяции могут страдать от изменения температур, уменьшения связности местообитаний и ограниченной репродуктивной способности.

Проблемы флоры:

редкие виды, исчезающие лесные сообщества и дикорастущие родственники культурных растений

1. Эндемичные растения и реликтовые виды В флоре Узбекистана ~8 % видов сосудистых растений являются эндемичными. Реликтовые виды (например, туранская берёза, различные эндемичные кустарники и лекарственные растения) особенно уязвимы из-за медленного роста, узких экологических ниш и низкой способностью к миграции.

2. **Дикорастущие родственники культурных растений (Wild Relatives of Cultivated Plants, WRCP)** Они играют важную роль в генетическом резерве для сельского хозяйства. В Узбекистане зарегистрировано 202 вида дикорастущих родственников культурных растений (в 24 семьях). Эти виды подвергаются давлению из-за изменения землепользования, агрохимического загрязнения, разрыва популяций.

3. **Уничтожение пойменных лесов (тугаев), прибрежных растительных сообществ** Особенно уязвимы леса вдоль рек Амударья и Сырдарьи, где развитие ирригации, водозаборов и регулирование водного потока приводят к осушению и деградации.

4. **Опустынивание, эрозия, деградация почв и солончаки** В сухих районах Центральной Азии нарушение растительного покрова, эрозия ветром и водой приводят к деградации местообитаний, уменьшению связности, утрате растительности.

5. **Инвазивные виды и сорняки** Внедрение чужеродных видов, особенно агрессивных сорняков, может вытеснять местные виды, нарушать экологические взаимодействия.

6. **Климатические изменения** Повышение температуры, изменение осадков и режимов таяния снегов влияет как на флору, так и на фауну, особенно на виды, чувствительные к температурным стрессам и влажности.

Исходные данные и методы исследования.

В основу анализа легли данные Государственного комитета по экологии Узбекистана, Национального доклада по биоразнообразию (2023), а также отчеты МСОП (IUCN), национальных стратегий по охране биоразнообразия, полевых исследований в рамках проектов GEF и UNDP, а также публикаций научных институтов региона. Использовались методы сравнительного анализа экологической статистики за последние 20 лет, полевые наблюдения в охраняемых природных территориях, а также экспертные оценки угроз и потенциала восстановления биоразнообразия.

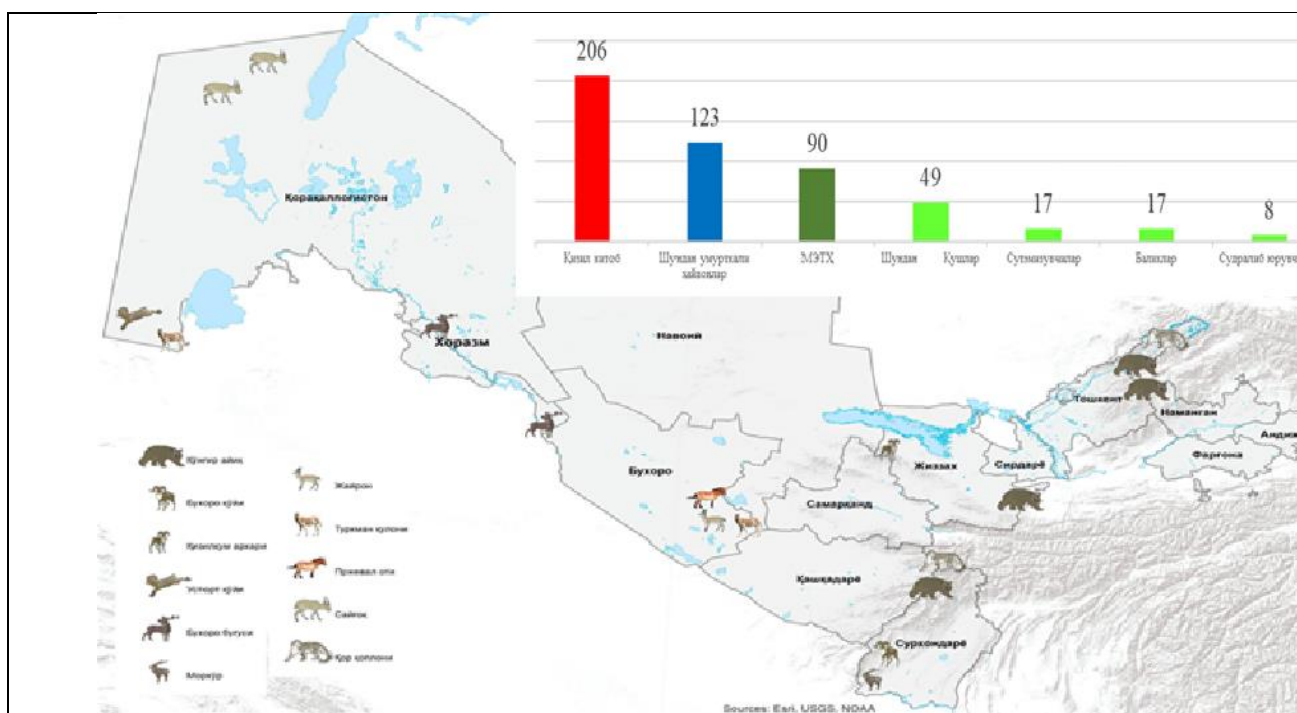
Таблица 1 – Основные угрозы биоразнообразию Узбекистана

Угроза	Причина	Последствия
Опустынивание	Ирригация, вырубка, климатические изменения	Снижение продуктивности экосистем
Изменение водных режимов	Строительство ГЭС, водозабор	Гибель водной флоры и фауны
Урбанизация и инфраструктура	Рост населения, строительство	Фрагментация природных территорий
Загрязнение	Агрохимикаты, промышленные отходы	Токсическое воздействие на виды

Таблица 2 – Уязвимые виды флоры и фауны ЦА и основные угрозы

Вид	Регион	Категория угрозы (МСОП)	Основные угрозы
Джейран (<i>Gazella subgutturosa</i>)	Казахстан, Узбекистан	Уязвимый (VU)	Браконьерство, потеря местообитаний
Снежный барс (<i>Panthera uncia</i>)	Тянь-Шань, Памир	Уязвимый (VU)	Уничтожение ареала, конфликты с людьми

РЕДКИЕ ВИДЫ ЖИВОТНЫХ, ОБИТАЮЩИЕ НА ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ



Результаты

Центральная Азия теряет биоразнообразие с тревожной скоростью. Снежный барс, как индикатор сохранности горных экосистем, сталкивается с фрагментацией ареала и конфликтами с пастухами. Среди флоры особенно уязвимы редкие древесные и кустарниковые формы, такие как туранская берёза, встречающаяся только в нескольких локациях на юге Узбекистана и Таджикистана.

Особое беспокойство вызывает распространение инвазивных видов (например, амброзии и сорго алеппского), вытесняющих местную флору и нарушающих пищевые цепи. Недостаток финансирования и координации между странами региона усугубляет ситуацию.

На сегодняшний день в Узбекистане зарегистрировано около 27 000 видов биоты, включая более 15 000 видов насекомых, 4 500 видов сосудистых растений, 424 вида птиц и 97 видов млекопитающих. Согласно последним оценкам, около 15% из них находятся под угрозой исчезновения. Основные усилия по охране биоразнообразия включают систему заповедников и заказников, охватывающих около 5% территории страны. Однако этой меры недостаточно.

Перспективным направлением является создание биокоридоров между охраняемыми территориями и развитие трансграничных резерватов, таких как проект "Западный Тянь-Шань", включающий территории Казахстана, Узбекистана и Кыргызстана. Также необходимо усилить мониторинг состояния видов и инвестировать в цифровизацию данных о биоразнообразии. Вовлечение местного населения в экотуризм и экопросвещение повышает устойчивость охранных мер.

Пути решения и рекомендации

Интеграция устойчивого природопользования и климатической адаптации

- Внедрение систем устойчивого управления пастбищами и лесными ресурсами с участием местных сообществ.
- Разработка и применение агротехнологий, минимизирующих негативное воздействие на почву и биоразнообразие.
- Восстановление природных водных режимов с учетом потребностей экосистем.

Усиление мониторинга и научных исследований

- Создание и развитие систем мониторинга состояния биоразнообразия и экосистем с применением современных технологий (ГИС, спутниковый мониторинг).
- Исследования влияния изменения климата на отдельные виды и экосистемы для разработки адаптационных мер.

Формирование и реализация национальных и региональных стратегий

- Включение биоразнообразия и устойчивого управления ресурсами в национальные программы экологической и национальной безопасности.
- Разработка и внедрение механизмов финансирования природоохранных мероприятий, включая государственные и международные проекты.

Образование и вовлечение общества

- Повышение экологической грамотности населения и формирование культуры бережного отношения к природе.
- Поддержка инициатив местных сообществ в области охраны природы и устойчивого развития.

Трансграничные охраняемые территории и экологические коридоры

- Создание и управление **трансграничными заповедниками и биокоридорами** между странами ЦА (например, между Кыргызстаном и Таджикистаном, Казахстаном и Узбекистаном) поможет обеспечить миграцию и генетический обмен между популяциями.
- Применение концепции **OECM (Other Effective Area-based Conservation Measures)** и включение таких территорий в международные стандарты, как **IUCN Green List**, для обеспечения эффективного и справедливого управления. [IUCN](#)
- Проект **One Health Central Asia**, запущенный IUCN, направлен на консолидацию систем охраны природы и снижение риска зоонозов через связь здоровья людей, животных и экосистем, ([UzDaily.uz+1](#)).

Реставрация и восстановление местообитаний

- Реставрация пойменных лесов и заливных экосистем тугаев: посадка автохтонных видов, восстановление гидрологии рек (регулирование водозабора, контроль осушения).
- Борьба с эрозией и внедрение устойчивых методов сельского хозяйства: террасирование, посев покровных культур, контроль выпаса, восстановление растительности в маргинальных зонах.
- Создание питомников для редких растений, восстановление популяций эндемических и реликтовых видов с последующим расселением в естественные места.

Реинтродукция и переполуднение (reintroduction / augmentation)

- Программы возвращения исчезающих видов, когда условия местообитания восстановлены (например, проекты по возвращению джейрана, бухарского оленя).
- Поддержка генетического разнообразия через использование разных исходных популяций, контроль инбридности.
- После выпуска — длительный мониторинг адаптации и выживаемости.
- Создание центрального гена-банка СА “Eco Geno-Nature”, обеспечивающий восстановление редких исчезающих видов флоры и фауны.

Мониторинг, научные исследования и цифровые технологии

- Внедрение **ГИС и дистанционного зондирования** для отслеживания изменений ландшафта, динамики растительности и деградации.
- Разработка открытых баз данных биоразнообразия (включая наблюдения, генетические данные, распределения) и их межграничный обмен.
- Применение технологии фотоловушек, акустического мониторинга, спутникового мониторинга — для отслеживания животных и их передвижений.
- Моделирование климатических сценариев и оценка уязвимости видов (Climate-envelope models) для прогнозирования перемещений ареалов и определения «климатических убежищ».

Экологическое образование и вовлечение местных сообществ

- Программы для сельских школ, общин, фермеров по значению биоразнообразия и устойчивого природопользования.
 - Интеграция «природоохранных» доходов — экотуризм, устойчивое использование лесных/растительных ресурсов, оплата эко-системных услуг.
 - Стимулы и компенсации для сообществ, которые охраняют окружающую среду, посредством грантов, микрофинансирования, программ «зеленой экономики».
- Политика, финансирование и институциональные механизмы
- Разработка **национальных стратегий биоразнообразия** с четкими целями, адаптированными к современному **Глобальному рамочному соглашению по биоразнообразию (Post-2020 GBF)**.
 - Включение биоразнообразия во все сектора — сельское хозяйство, водные ресурсы, инфраструктура, энергетика.
 - Механизмы устойчивого финансирования — экологические сборы, «зеленые облигации», международные донорские проекты, платежи за экосистемные услуги (PES).
 - Координация межведомственных органов, создание трансграничных организаций и платформ сотрудничества между странами ЦА.

Выводы.

Проблема сохранения биоразнообразия в Центральной Азии требует системного и междисциплинарного подхода. Современные вызовы, включая климатические изменения, требуют координированных действий на региональном уровне. Необходимо:

- расширение сети охраняемых территорий,
- внедрение адаптивного управления экосистемами,
- развитие трансграничного экологического сотрудничества,
- поддержка научных исследований и цифрового мониторинга биоразнообразия,
- интеграция вопросов биоразнообразия в экономические и социальные стратегии региона.

Без принятия срочных мер регион может столкнуться с необратимыми экологическими потерями, что негативно скажется не только на природе, но и на устойчивом развитии общества.

1. Проблемы биоразнообразия в Центральной Азии многогранны — от исчезновения редких видов до деградации экосистем и климатических стрессов.

2. Эффективная охрана требует сочетания **научных методов, восстановления среды, реинтродукции, мониторинга и местного участия.**

3. Трансграничное сотрудничество жизненно важно: границ для природы не существует, а миграции многих видов проходят через несколько стран.

4. Финансовая устойчивость и институциональные механизмы должны быть встроены в долгосрочные стратегии.

5. Образование, просвещение и вовлечение, местного населения — ключевой элемент устойчивой охраны биоразнообразия.

Деградация биоразнообразия в Центральной Азии — одна из ключевых проблем, обусловленных климатическими изменениями и нерациональным использованием экосистемных ресурсов. Без комплексного подхода к решению этих вопросов невозможно обеспечить экологическую устойчивость и национальную безопасность региона. Совместные усилия государств, научного сообщества и общества необходимы для реализации эффективных мер по сохранению природы и обеспечению устойчивого развития.

Литература:

1. Зельдович Я.Б., Бучаченко А.Л., Франкевич Е.Л. Магнитно-спиновые эффекты в химии и молекулярной физике // Успехи физ. наук. — 1988. — Т.155. — №1. — С. 3–45.
2. Johnson R.C., Merrifield R.E., Avakian P., Flippen R.B. Effects of magnetic fields on the mutual annihilation of triplet excitons in molecular crystals // Phys. Rev. Lett. — 1967. — V.19. — №2. — P. 285–287.
3. UNDP Uzbekistan. National Biodiversity Strategy and Action Plan. — Tashkent: UNDP, 2023. — 78 p.
4. IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org> — Accessed: 2025.

5. Министерство экологии Узбекистана. Национальный доклад о состоянии окружающей среды. – Ташкент, 2024.
6. IUCN Red List of Threatened Species. – <https://www.iucnredlist.org> – Accessed: 2025.
7. UNDP. Biodiversity Conservation in Central Asia: Regional Strategies. – UNDP Publication, 2024. – 112 p.
8. Миссион Р. и др. Экосистемы Центральной Азии под давлением: проблемы и пути их решения // Экологический вестник. – 2023. – №2. – С. 34–49.
9. Сатпаев Б.К., Абдуллаева Р.Ф. Биоразнообразие Казахстана: угрозы и охрана // Природные ресурсы. – 2022. – №4. – С. 22–30.
10. Алимов А.Ф. Современные проблемы сохранения аридной флоры Средней Азии // Ботанический журнал. – 2021. – Т.106. – №6. – С. 58–67.
11. Мухаммадиев Б.К., Ахмедов Ш.С. Климатические изменения и их влияние на биоразнообразие в Центральной Азии // Экология и природопользование. – 2022. – Т.12. – №3. – С. 45–56.
12. United Nations Development Programme (UNDP). Sustainable natural resource management in Central Asia: Challenges and opportunities. – 2021.
13. Назаров А.Р., Турсунов Д.С. Влияние нерационального землепользования на деградацию экосистем в Узбекистане // Журнал охраны природы. – 2023. – Т.5. – №1. – С. 23–35.
14. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. – 2022.
15. ООН Экономическая комиссия для Европы (UNECE). Environmental security and sustainable development in Central Asia. – 2020.

ВЛИЯНИЕ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ЭКОСИСТЕМЫ НА РАЗВИТИЕ ЛИЧИНОК ЗЕМНОВОДНЫХ: ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ

^{1*} А.Ж. Хамитов , ¹ Г.А. Садырова , ² С.Т. Калдыбаева

^{1*} NJSC «Al-Farabi Kazakh National University», Almaty, Kazakhstan

² «Gylm Ordasy Museum», Almaty, Kazakhstan., e-mail: elapheardak@gmail.com

Abstract. This review focuses on herpetological research in Central Asia and Kazakhstan, a region that is considered part of Central Asia in modern terminology. Studies of the herpetological diversity of Central Asia have a long history, constituting a field of independent research. The article highlights several stages associated with early expeditionary research in Central and Central Asia. Initially, herpetological research was not identified as a separate scientific field and was conducted as part of comprehensive zoological studies. Subsequently, in the twentieth century, large-scale herpetological research was launched, a preliminary faunal inventory was conducted, many species were described, a synopsis of species composition was created, and a zoogeographic analysis of the arid territories of Central and Central Asia was conducted. This article examines in detail the history of research in the twentieth century and current trends in the herpetological branch of zoology, which require an analytical understanding of the descriptive and comparative data accumulated over previous periods. It is shown that the use of an integrative approach in zoological research, incorporating the results of studies of diversity structure, modes of speciation, and ecogeographic trends in a phylogenetic context, is becoming increasingly relevant. The application of an integrative approach using molecular genetic methods has made it possible to address issues that have perplexed generations of herpetologists. The data obtained have practical implications for the development of proposals for the designation of protected areas and the assessment of the conservation status of specific species within model groups, including reptiles. Examples of integrative studies in model groups of reptiles (various groups of turtles and lizards) are provided.

Key words: Invasive species, vegetation, amphibians, urban environment.

Аннотация. Бұл шолу қазіргі терминологияда Орталық Азияның бөлігі болып саналатын Орталық Азия мен Қазақстандағы герпетологиялық зерттеулерге бағытталған. Орталық Азияның герпетологиялық әртүрлілігін зерттеудің ұзақ тарихы бар, ол өзіндік зерттеу саласын құрайды. Мақалада Орталық және Орта Азиядағы алғашқы экспедициялық зерттеулермен байланысты бірнеше кезең атап өтілген, онда бастапқыда герпетологиялық зерттеулер жеке ғылыми сала ретінде анықталмаған және кешенді зоологиялық зерттеулердің бөлігі ретінде жүргізілген. Кейінірек XX ғасырда кең ауқымды герпетологиялық зерттеулер басталды, фаунаға алдын ала түгендеу жүргізілді, көптеген түрлер сипатталды, түр құрамы синтезделді және Орталық және Орта Азияның құрғақ аймақтарының зоогеографиялық талдауы жүргізілді. Бұл мақалада XX ғасырдағы зерттеулердің тарихы және герпетологиялық зоологиядағы қазіргі үрдістер егжей-тегжейлі қарастырылады, бұл алдыңғы кезеңдер бойынша жинақталған сипаттамалық және салыстырмалы деректерді аналитикалық түсінуді талап етеді. Зоологиялық зерттеулерде әртүрлілік құрылымын, түрлену тәсілдерін және экогеографиялық үрдістерді филогенетикалық контексте зерттеу нәтижелерін қамтитын интегративтік тәсілді қолдану бүгінгі таңда өзекті болып келе жатқаны дәлелденді. Молекулярлық-генетикалық әдістерді қолдана отырып, интегративтік тәсілді қолдану герпетологтардың ұрпақтарын шатастырған мәселелерді шешуге мүмкіндік берді. Алынған деректер қорғалатын аумақтарды белгілеу бойынша ұсыныстар әзірлеу және модельдік топтардағы, соның ішінде бауырымен жорғалаушыларды қоса алғанда, нақты түрлердің сақталу мәртебесін бағалау үшін практикалық маңызы бар. Бауырымен жорғалаушылардың модельдік топтарындағы

(тасбақалар мен кесірткелердің әртүрлі топтары) интегративті зерттеулердің мысалдары келтірілген.

Кілт сөздер: Инвазивті түрлер, өсімдіктер, қосмекенділер, қалалық орта.

Аннотация. Данный обзор посвящен герпетологическим исследованиям в Средней Азии и Казахстане – регионе, который в современной терминологии позиционируется в составе Центральной Азии. Исследования герпетологического разнообразия Средней Азии имеют долгую историю, которая составляет область самостоятельных исследований. В статье выделяются несколько этапов связанные с ранними экспедиционными исследованиями Средней и Центральной Азии, где на первоначальном историческом этапе герпетологические исследования не были выделены в отдельную научную сферу и проводились в составе комплексных зоологических работ. Далее в двадцатом веке были развернуты широкомасштабные герпетологические исследования, была проведена предварительная инвентаризация фауны, описаны многие виды, создан синопсис видового состава, проведен зоогеографический анализ аридных территорий Средней и Центральной Азии. В данной статье подробно рассматривается история исследований в двадцатом веке и современные тренды герпетологической ветви зоологии, которые требуют аналитического осмысления накопленных за предшествующие периоды описательных и сравнительных данных. Показано, что на сегодняшний день все более актуальным становится использование в зоологических исследованиях интегративного подхода, включающего в себя результаты изучения структуры разнообразия, модусов видообразования и экогеографических трендов в филогенетическом контексте. Применение интегративного подхода с применением молекулярно-генетических методов позволил подойти к решению вопросов, которые ставили в тупик многие поколения герпетологов. Полученные данные имеют практическое значение при подготовке предложений по выделению охраняемых территорий и оценке природоохранного статуса конкретных видов модельных групп, в том числе, и пресмыкающихся. Приведены примеры интегративных исследований в модельных группах пресмыкающихся (в различных группах черепах и ящериц).

Ключевые слова: Инвазивные виды, растительность, земноводные, городская среда.

Introduction

На сегодняшний день урбанизированные экосистемы и составляющие их элементы, взаимодействующие между собой, а так же взаимно влияющие друг на друга, получили большое значение и актуальность в мире. Урбанизированная среда, как среда обитания, в частности земноводных, имеет большое значение. Водоемы, где обитают земноводные подвергаются всестороннему влиянию городской среды. Здесь наблюдаются негативные явления, которые влияют на рост и развитие личинок амфибий. Потеря и фрагментация среды обитания, воздействие сложного набора биотических и абиотических факторов, в условиях городской среды приводит к снижению видового разнообразия и численности отдельных популяций по мере приближения к центрам городов и поселков. В условиях городской и пригородной среды возможностей к расселению у амфибий значительно уменьше. Тем не менее реакция на стремительно меняющуюся городскую среду у разных видов земноводных разная. Амфибии — важнейшие составляющие экосистем, который участвует в контроле численности насекомых, а также служат пищей для многих позвоночных, являются индикаторами качества среды и выступают как идеальные лабораторные животные для постановки экспериментов по выявлению возбудителей и способов борьбы с ними. Основные факторы влияющие на благополучие вида это – изменение качества и температуры воды, усиление конкуренции за ресурсы и физические препятствия, такие как дороги, препятствующие расселению животных, перекрытие потоков воды в каналах и арычной системе многое другое. Процессы урбанизации приводят к полной потере мест обитания или к мозаичному характеру распространения земноводных. Места обитания часто заменяются искусственными водоемами с непроницаемым дном, которое может оказаться непригодным

для жизни и развития личинок амфибий. Арычная ситема города, городские реки, и пруды имеют изменения химического состава воды, рН и повышение температуры воды, что в свою очередь может отрицательно сказаться на развитии личинок. Городская среда изменяет разнообразие и распространенность паразитов, поражающих земноводных, где более высокая плотность населения в городских районах может привести к сокращению ресурсов и усилению конкуренции, что в свою очередь приводит к уменьшению индивидуальных размеров личинок. Физические барьеры, такие как дороги, здания и заборы, мешают взрослым амфибиям достигать подходящих мест размножения, а молодым амфибиям — расселяться от них. Распад некогда единого ландшафта на более мелкие, изолированные участки среды обитания может затруднить земноводным поиск пары и завершение жизненного цикла. Дороги представляют значительный риск смертности земноводных, особенно в период их расселения, и могут оказывать серьезное воздействие на местные популяции. Большие изменения происходят в составе сообщества, где виды-универсалы с низкими требованиями к расселению, как правило, более успешны в городских районах, что приводит к снижению общего видового богатства и численности. Амфибии, которые обладают широкой адаптацией к различным условиям или имеют более низкие требования к миграции, как правило, легче приспосабливаются к жизни в городских и пригородных условиях. Несмотря на общее снижение численности амфибий, зарегистрированное в последние десятилетия, информация об их экологии в городских и пригородных районах, особенно в тропических и субтропических зонах, по-прежнему является недостаточной. Будущие исследования амфибий в этих ландшафтах смогут значительно выиграть от применения долгосрочных исследований вдоль градиентов между городскими и сельскими зонами, как на локальном, так и на более широком ландшафтном уровне [1,2,3,4,5,6,7].

Процессы урбанизации в Казахстане, особенно в пределах крупных мегаполисов, таких как Алматы, оказывают возрастающее воздействие на естественные экосистемы. Развитие городской инфраструктуры, загрязнение водоёмов, изменение микроклимата и гидрологического режима приводят к существенным изменениям местообитаний водных и полуводных организмов. Земноводные, обладающие высокой чувствительностью к химическим и физическим параметрам среды, выступают важными биоиндикаторами состояния природных экосистем.

Угрозы биоразнообразию сопряжены с каскадными последствиями для экосистем — снижение численности земноводных нарушает пищевые цепи, приводит к всплескам вредителей и, как следствие, снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Таким образом, гибель земноводных косвенно влияет и на аграрный сектор, нанося экономический ущерб.

Город Алматы и его агломерация представляют уникальную модель для изучения воздействия урбанизации на природные популяции земноводных. Здесь наблюдается контраст между густонаселёнными районами с высоким уровнем антропогенной нагрузки и относительно стабильными природными участками (Алматинский заповедник, нацпарк «Иле-Алатау», окрестности Каскелена). Сложная гидрологическая сеть города, состоящая из речных систем Малой и Большой Алматинки, прудов, арыков и искусственных каналов, создаёт разнообразные микробиотопы, подходящие для размножения и развития личинок амфибий.

Качество местообитаний земноводных определяется множеством факторов, включая количество и тип растительности в водоёмах, болотах или ручьях, а также в прилегающих наземных экосистемах; продолжительность гидропериода; качество воды; наличие хищников и конкурентов; распространённость заболеваний и характер, а также частота антропогенных воздействий.

Местообитания земноводных обеспечивают необходимые ресурсы как для размножения, так и для внеразмножительных периодов - включая кормление, расселение, укрытия и места зимовки.

При рассмотрении воздействия урбанизации на земноводных и особенностей их экологии в городских районах необходимо учитывать, включает ли естественный ареал вида территории, которые сейчас заняты городами и поселками.

Популяции могут обитать на менее благоприятных участках по периферии своего естественного ареала, где как правило, более фрагментированы. Поэтому маловероятно, что локальные популяции земноводных, находящиеся на краю своего естественного распространения в пределах урбанизированных и пригородных территорий, смогут долговременно сохраняться.

С учётом эффекта «городского теплового острова» и глобального потепления, виды земноводных, естественный ареал которых ранее не включал урбанизированные или пригородные зоны могут получить возможность создавать новые популяции в таких районах.

Эти виды могут быть интродуцированы как непреднамеренно, так и преднамеренно за пределы своего естественного ареала в результате деятельности человека (коммерческой или рекреационной).

Изменение гидропериода водоёмов, болот и ручьёв — частое следствие урбанизации. Способность видов земноводных приспосабливаться к изменениям гидропериода во многом зависит от их адаптивных черт и поведения, а также от того, совпадает ли период размножения взрослых особей с временем, когда водоёмы заняты хищными рыбами.

Выживаемость до стадии метаморфоза повышается у головастиков тех видов, которые способны ускорять развитие в условиях высыхающего водоёма или обладают соответствующими защитными механизмами — химическими, морфологическими или поведенческими — для избегания хищников в более постоянных водоёмах.

Наблюдается сокращение численности видов с быстрым развитием личинок в которых отсутствовали интродуцированные рыбы, в урбанизированных ландшафтах не обладают приспособлениями для избегания хищников.

Многие виды амфибий, эволюционировавшие в условиях отсутствия хищных рыб, вероятно, не имеют адаптаций для взаимодействия с новыми видами хищников, включая экзотические виды. Поэтому использование субоптимальных местообитаний может приводить к локальным сокращениям численности популяций.

Так, домашние (аквариумные) земноводные могут сбегать или освобождаться человеком в новые местообитания, а некоторые амфибии могут быть случайно перенесены на большие расстояния вместе с товарами — например, с фруктами и овощами

Виды с сложным жизненным циклом, такие как амфибии, размножающиеся в прудах, часто зависят от ландшафтной комплементации — взаимосвязи между различными местообитаниями для размножения и внеразмножительных стадий, которые соединяются посредством перемещений, обеспечивая завершение жизненного цикла.

Земноводные с простым жизненным циклом, например наземные саламандры с прямым развитием, могут требовать специализированных типов местообитаний.

Местообитания низкого качества, как правило, не способны поддерживать жизнеспособные популяции, и такие маргинальные участки могут превращаться в экологические ловушки или «стоки» — участки, где численность особей сокращается, истощая метапопуляцию в более широком пространственном масштабе.

Несмотря на наличие данных по фауне амфибий юго-восточного Казахстана [4,5,8], комплексных исследований, направленных именно на оценку влияния урбанизированной среды на личиночные стадии земноводных в условиях Алматы, до сих пор не проводилось.

Materials and research methods

Объектом исследований явились личинки земноводных и изменение развития этих личинок под влияние урбанизированной экосистемы.

Исследования состояния популяций озерной лягушки (*Pelophylax ridibundus* Pallas, 1771) и зеленой жабы (*Bufo viridis* Laurenti, 1768) проводились в пределах Алматинской агломерации — одного из наиболее урбанизированных и антропогенно трансформированных регионов Казахстана. Территория агломерации включает города Алматы, Талгар, Есик, Каскелен, а также прилегающие сельские населённые пункты и естественные водоёмы в радиусе 60 – 80 км. Общая площадь района исследований составляет около 3,5 тыс. км². Географически он расположен в пределах южного подножья Заилийского Алатау, в переходной зоне между горными и предгорно-степными ландшафтами.

Климат региона континентальный, с жарким сухим летом и относительно мягкой зимой. Среднегодовая температура воздуха составляет +9...+10 °С, абсолютные минимумы опускаются до – 25 °С, максимумы достигают +38 °С. Среднегодовое количество осадков колеблется от 500 до 700 мм, причём основная их часть приходится на весенне-летний период. Сезон активности амфибий, включая озёрную лягушку, продолжается с конца марта – начала апреля до конца сентября.

Гидрографическая сеть агломерации включает реки Малую и Большую Алматинку, Есик, Талгар, Каскелен, множество оросительных каналов, прудов и искусственных водоёмов, а также остаточные естественные пойменные биотопы. Основные места обитания озёрной лягушки приурочены к слабопроточным участкам рек, оросительным системам, заболоченным прибрежным зонам и искусственным водоёмам. В условиях урбанизированного ландшафта наблюдается высокая фрагментация местообитаний, что делает изучение популяционной структуры данного вида особенно актуальным.

К тому же, правление ливневыми стоками в городских водосборах может изменять гидрологический режим (гидропериод) городских болот и водоёмов, повышая вероятность их пересыхания, особенно в засушливые сезоны. Это происходит из-за перенаправления воды, которая ранее поступала в болота, в системы сбора и удержания ливневых вод или напрямую в ручьи.

Прямые гидрологические изменения городских и пригородных водоёмов и болот могут также происходить в результате их засыпки, осушения, прокладки канав и устройства дамб. Подобные вмешательства снижают успешность размножения земноводных в городских и пригородных районах, если личинки не успевают пройти метаморфоз до высыхания водоёма, либо вовсе препятствуют нересту, если болото пересыхает слишком рано.

Кроме того, уже метаморфозировавшие особи могут погибнуть от пересыхания, если не успеют переместиться в другие водоёмы или во влажные микробиотопы в прилегающих сухопутных участках.

Исследования проводились на территории г. Алматы и его агломерации. Территория исследования охватывала урбанизированные водоёмы: пруды Боралдай, Сайран, участок реки Малая Алматинка в пределах города, арычная система Бостандыкского района, а также пригородные водоёмы, которые находятся в Карасайском и Талгарском административных районах, пос. Отеген Батыр, пос. Бескайнар. Контрольные природные участки: водоёмы Чиликского прудхоза и пос. Таргап.

Каждый водоём обследовался в течение трёх сезонов (весна — активная фаза размножения, лето — рост личинок и ювенильные миграции, осень — подготовка к перезимовке).

Икра, личинки и головастики до метаморфоза размещались в аквариумах размером 50 см × 37 см × 30 см, заполненных на 30 литров дехлорированной водопроводной воды и отфильтрованной. Эксперимент проводился в течении 2 месяцев. Каждый аквариум аэрировался. За два дня до начала эксперимента мы добавили сушеные листья тополя или дуба в часть аквариумы объемом 50 л (т. е. 15 г листьев на аквариум). В аквариумы с контрольными группами ничего не добавлялось. Головастиков кормили сухим кормом. Мы использовали сухой корм для мелких животных без добавок.

Все головастики выращивались до метаморфоза. Регистрировались дата, редукции хвоста, вес молодой особи.

Мы регистрировали активность головастика на 15-й день с начала эксперимента. Наблюдения за головастиками велось с 9 до 12 часов. Мы не наблюдали изменений в поведении головастика (например, прекращения кормления и попыток заплыть в убежища) по мере приближения наблюдателя к аквариуму.

Средняя плотность особей составила $12,4 \pm 1,3$ экз./100 м береговой линии, варьируя от 4,8 экз./100 м в антропогенно трансформированных участках (например, вдоль арыков микрорайона Мамыр) до 25 – 30 экз./100 м на мало нарушенных территориях (в частности, поймы реки Талгар и прудов близ пос. Панфилово).

В исследуемый период соотношение полов в совокупных выборках было близко к 1:1 (самцы — 51,3 %, самки — 48,7 %).

Однако по сезонам отмечалась выраженная динамика: весной (апрель–май) доля самцов достигала 65–70 %, что объясняется их большей активностью в брачный период и вокализацией, делающей их более заметными при учёте. Летом и осенью соотношение выравнивалось.

Возрастная структура популяций характеризовалась преобладанием половозрелых особей (около 60 %), молодых — 30 %, личинок — около 10 %.

В пригородных биотопах (вблизи арыков и прудов садоводческих товариществ) отмечено снижение доли молоди, что, вероятно, обусловлено высокой смертностью на ранних стадиях развития из-за загрязнения и колебаний уровня воды.

Анализ распределения показал, что *Pelophylax ridibundus* проявляет высокую экологическую пластичность, заселяя как естественные, так и антропогенные водоёмы.

Наиболее благоприятные условия отмечены в водоёмах глубиной 0,3–1,5 м, густой прибрежной растительностью, низким уровнем антропогенного воздействия, устойчивым гидрологическим режимом.

В таких местообитаниях плотность и разнообразие возрастных групп были максимальны. Наоборот, в сильно урбанизированных районах (Западный и Северный Алматы) отмечено сокращение численности и фрагментация местообитаний.

Некоторые популяции (пруды вблизи пос. Отеген Батыр, канал по ул. Сейфуллина), в настоящее время полностью исчезли в связи с осушением или застройкой территории.

Активность озёрной лягушки в регионе начиналась в конце марта — начале апреля, при устойчивом прогреве воды до +10...+12 °С, и сохранялась до конца октября.

Максимум активности приходился на май–июнь, когда происходили брачные игры и массовая вокализация самцов. Во второй половине лета (июль–август) наблюдалось снижение активности из-за жары и падения уровня воды в мелких водоёмах. Осенью лягушки концентрировались в глубоких участках, готовясь к зимовке.

Продолжительность активного сезона в городской черте была на 15–20 дней короче, чем на периферии агломерации (например, в пойме Талгара), что связано с изменённым микроклиматом и урбанизационным эффектом “теплового острова”, ускоряющим сезонные ритмы.

Основными угрозами популяциям озерной лягушки в пределах Алматинской агломерации являются: загрязнение водоёмов (бытовые и строительные стоки, моющие средства, нефтепродукты); утрата местообитаний вследствие застройки берегов и спрямления русел малых рек; интродукция рыб и беспозвоночных, питающихся личинками и молодью лягушек; рекреационное воздействие — вытапывание прибрежной зоны, сбор лягушек детьми и рыбаками; изменение гидрологического режима — осушение водоёмов в летний период, особенно в годы с малым стоком.

На ряде участков зафиксированы случаи поражения лягушек грибковыми заболеваниями кожи (предположительно *Batrachochytrium dendrobatidis*), однако масштаб явления требует отдельного микробиологического анализа.

Если в 1990-х годах вид регистрировался даже в черте города (пруды в районе Тастака и Ботанического сада), то к 2020-м годам его численность здесь резко снизилась или вид полностью исчез.

Модификация гидрологического режима водоёмов, болот и ручьёв является частым следствием урбанизации [1]. Способность отдельных видов земноводных приспосабливаться к изменениям гидропериода в значительной степени зависит от их адаптивных черт и поведенческих стратегий, а также от того, совпадает ли период размножения взрослых особей с периодами, когда водоёмы заняты рыбами-хищниками [1].

Выживаемость головастиков до стадии метаморфоза увеличивается у тех видов, которые способны ускорять развитие при высыхании водоёма, либо обладают соответствующими защитными механизмами (химическими, морфологическими) или поведенческими стратегиями для избегания рыб-хищников в более постоянных водоёмах [37, 38].

Например, бычки лягушки (*Rana catesbeiana*) способны сохраняться в постоянных водно-болотных угодьях урбанизированных ландшафтов восточной части США, поскольку их личинки малопривлекательны для рыб-хищников и обладают поведенческими механизмами избегания рыб. В то же время восточные тритоны (*Notophthalmus viridescens*) размножаются в водоёмах с коротким гидропериодом, где рыбы, как правило, отсутствуют, поскольку их личинки не имеют защитных механизмов против рыбного хищничества [36, 37].

Виды с быстрым развитием личинок, такие как тихоокеанская древесная лягушка (*Pseudacris regilla*) и длиннопалый тритон, чаще встречаются в водно-болотных угодьях, где отсутствуют интродуцированные рыбы, в пределах урбанизированного ландшафта долины Уилламетт (штат Орегон), так как они не обладают чертами, позволяющими избегать хищников. Многие виды земноводных, эволюционировавшие в отсутствие рыб-хищников, вероятнее всего, не имеют приспособлений для выживания при появлении новых, в том числе инвазивных видов рыб, и использование ими субоптимальных местообитаний (например, водоёмов с рыбой) может приводить к локальному сокращению численности [36, 38].

Results and discussions

Методы объединяют полевые наблюдения, лабораторные эксперименты, молекулярно-микробиологические исследования, химический анализ воды и статистическую обработку данных.

Полевые наблюдения проводились в течение 2025 года, включая три основных этапа

№ п.п	Этапы	Период	Основные виды работ	Примечание
1	I	Март – май	Ранняя активность амфибий, выявление мест зимовки, начало репродуктивного периода	
2	II	Июнь – август	Массовое размножение, наблюдения за динамикой численности, сбор биометрических данных	
3	III	Сентябрь – октябрь	Завершение сезона активности, фиксация молодых особей, подготовка к зимовке	

Градиент урбанизации. Исследование проводится вдоль реплицированного градиента урбанизации, включающего: (а) интенсивно урбанизированные участки (центральные городские территории и прилегающие парковые водоёмы), (б) пригородные/периурбанные зоны, и (в) сельские/референтные природные территории (контроль). На каждой категории отбирается несколько водоёмов для обеспечения статистической мощности и учёта внутрикатегориальной вариабельности [1, 9, 10].

Выбор объектов исследования. Приоритет отдается общим и широко распространенным видам земноводных, у которых личиночная стадия хорошо изучена и которые встречаются по

всему градиенту (например, роды *Rana*/*Pelophylax*, *Bufo*). Выбор конкретных видов выполняется с учётом присутствия в исследуемом регионе и возможности сравнительного анализа между ландшафтами [1, 10, 11].

Временной охват. Длительность мониторинга — минимум два последовательных сезона (два года) для учёта межгодовой изменчивости; при возможности рекомендуется лонгитюдный мониторинг 3–5 лет для выявления трендов и отслеживания накопительных эффектов [12, 13, 14].

Полевые методы

Отбор проб личинок

— Метод кеппинга и сачка: отбор личинок осуществляется стандартным сачком (например, 250–500 μm) по фиксированным траекториям вдоль береговой линии и в прибрежной растительности. Для каждой реплики отбираются 30–50 личинок суммарно, из которых 15–20 используются для морфометрических и физиологических анализов, а остальные могут быть помещены в полевые вивариумы/мезо-эксперименты или законсервированы для молекулярных исследований [10, 11].

— Географическая привязка: каждая выборка маркируется GPS-координатами, фиксируются глубина, тип донного субстрата, наличие растительности, процент покрытия тины и коряг, а также присутствие рыб и крупных беспозвоночных-хищников. Эти параметры регистрируются стандартизированной формой наблюдения для последующего ландшафтного анализа [9, 10].

— Отбор воды и донных осадков: параллельно с биологической выборкой отбирают пробы воды (3 $\times$ 1 л — по краю, середине и глубине) и пробы донного осадка (3 пробоотборника по 50–100 г). Пробы сохраняют в прохладе и доставляют в лабораторию для анализа химических параметров и наличия органических загрязнителей [3, 15].

Измерение физико-химических параметров на месте

На каждой из точек замера фиксируются: температура воды ($^{\circ}\text{C}$), pH, растворённый кислород ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$), биохимическое потребление кислорода (БПК), мутность. Используются переносные мультипараметрические приборы, калибруемые в полевых условиях до начала работы. Кроме того, ведется запись погодных условий, уровня воды и времени суток (важно для оценки влияния светового микроклимата) [16, 17].

Оценка ландшафтных и антропогенных параметров

— GIS-анализ: вокруг каждого водоёма создается буферная зона радиусом 500 м и 1000 м. Для этих зон рассчитываются: процент импермеабиллизированной поверхности (асфальт, здания), доля зелёных зон, длина береговой линии, плотность дорог и расстояние до ближайшего источника сточных вод. Используются открытые спутниковые данные (Landsat, Sentinel) и локальные ортофотопланы. Расчеты ландшафтной композиции и фрагментации позволяют связать локальные биотические показатели с масштабными антропогенными параметрами [3, 9].

— Оценка стока и канализации: фиксируется наличие ливневых стоков, входов сточных вод, очистных сооружений и инфраструктурных объектов, которые могут являться источниками загрязнения. При наличии — отбираются пробные точки непосредственно у точек впуска для анализа контаминации [9, 18].

Лабораторные методы

Морфометрия и оценка развития

— Госнеровская шкала развития: каждая особь оценивается по шкале Госнера (1960) для стандартизованной стадии; фиксируются масса (влажная масса ± 0.01 г), длина туловища, длина хвоста, длина конечностей (при наличии), индекс кондиции (масса/длина) и параметры соотношения длина/масса. Применяется унифицированный протокол измерений с повторными измерениями для оценки технической погрешности [3, 10].

— Частота деформаций: регистрируются внешние аномалии (деформации конечностей, расщелины, опухоли), при необходимости применяется фотодокументация с калибровочным

масштабом и последующая морфометрическая обработка изображений (ImageJ или аналог) [12, 15].

Экспериментальные экспозиции (мезокосмы и контрольные аквариумы)

— Мезокосмы в полевых условиях: для проверки причинно-следственных связей применяются мезокосмы — изолированные сетчатые и/или пластиковые кантейнеры, помещённые в естественный водоём и заполненные местной водой и субстратом. В каждом мезокосме заселяется строго заданное число личинок (например, 10 особей) и проводится контроль за температурой, качеством воды и доступностью корма. Мезокосмы используются для тестирования влияния: (а) присутствия рыб (имитация хищничества), (б) изменения температуры (с использованием погружных нагревателей), (в) добавления экологически релевантных концентраций загрязнителей (пестицидов, тяжёлых металлов) [3, 11, 20].

— Лабораторные тесты на токсичность: стандартные 96-часовые и более длительные (до метаморфоза) тесты проводятся в контролируемых условиях с использованием концентрированных растворов исследуемых токсикантов (например, атразин, хлорпирифос, меди). Измеряют смертность, скорость роста, время метаморфоза и маркеры сублетального стресса [11, 17, 21, 22].

Гистология и микроскопия

— Гистологическое исследование органов: отобранные образцы печени, почек и жаберного эпителия фиксируются в 10% нейтральном формалине, проходят стандартную гистологическую обработку и окрашиваются гематоксилином-эозином (H&E) для выявления морфологических изменений: некрозы, воспалительные инфильтраты, дегенеративные изменения [11, 20].

— Микроскопия скелетных элементов: для оценки деформаций и аномалий костной ткани выполняется химеризация/скелетирование (Alcian blue/Alizarin red) у образцов поздней личиночной стадии и метаморфов. Это дает возможность выявить скрытые аномалии скелета и хрящевой патологии.

Химический и токсикологический анализ воды и донных осадков

— Металлы: определения проводятся методом индуктивно-связанной плазменной масс-спектрометрии (ICP-MS) или атомно-абсорбционной спектрометрии (AAS) для Cu, Pb, Hg и др. Концентрации сравниваются с региональными/международными нормативами и с показателями в контрольных водоёмах [20,23].

— Органические загрязнители: анализ пестицидов и ПАУ выполняется методом газовой хроматографии — масс-спектрометрии (GC-MS) или жидкостной хроматографии высокого давления (HPLC) в зависимости от класса соединений. Для фармацевтических микропримесей используются специализированные HPLC-MS/MS методики [11, 22].

— Микропластик: пробы фильтруются через мембраны и анализируются методом микроскопии в сочетании с FTIR-спектроскопией для идентификации полимерных типов и оценки частоты частиц на единицу объёма/массы осадка [24].

— Параметры качества воды: BOD, COD, нитраты, нитриты, аммоний-азот, фосфаты — стандартные методы по APHA/ISO.

Микробиота и патоген-аналитика

— Анализ кожной и кишечной микробиоты: отбор смывов с поверхности тела личинок и образцов кишечного содержимого для секвенирования 16S rRNA (Illumina MiSeq или аналог). Анализ микробиоты включает оценку альфа- и бета-разнообразия, присутствие потенциально защитных или патогенных таксонов, а также идентификацию возможных биоиндексов, связанных с устойчивостью к Bd и другим патогенам [25, 26].

— Детектирование *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) и других патогенов: qPCR-анализ на ДНК Bd на основе протоколов Boyle et al. (2004) и дополнительных молекулярных тестов для обнаружения *Ranavirus* и бактериальных патогенов; при положительных результатах проводится секвенирование для уточнения штаммов [27, 28].

Экологическая и статистическая обработка данных

— Статистика: для анализа влияния градиента урбанизации используется многомасштабная статистика: линейные и нелинейные смешанные модели (LMM/GLMM) с фиксированными эффектами «тип ландшафта», «концентрация конкретного загрязнителя», «температура», и случайными эффектами «водоём/год». Модели подбираются по AIC, проводится оценка мультиколлинеарности (VIF) и проверка остатков на нормальность и гомоскедастичность [29, 30].

— Многофакторный анализ: для выборки биомаркеров и микробиоты применяется многомерный анализ (PCA, NMDS, RDA) для оценки корреляций между химическими/физическими параметрами среды и биологическими показателями (рост, масса, частота деформаций, экспрессия генов) [28, 31].

— Моделирование риска: на основе собранных данных строятся модели выживаемости (Cox proportional hazards или Kaplan–Meier для лонгитюдных наблюдений) и прогнозирование популяционных последствий с использованием демографических матриц и моделей жизненных циклов для оценки влияния изменения выживаемости личинок на долгосрочную динамику популяции [12, 14].

Этические и законодательные аспекты

— Получение разрешений на отлов и эксперименты: все полевые и лабораторные работы осуществляются при наличии разрешений соответствующих природоохранных и этических комитетов, с соблюдением принципов минимизации стресса и смертности у исследуемых организмов. В экспериментах предпочтение отдается неперсистирующим методам, а при необходимости эвтаназии используется гуманная методика с инъекцией измельченного соединения по утвержденным протоколам.

— Биобезопасность и утилизация материалов: все образцы, содержащие патогенные микроорганизмы или загрязнители, утилизируются по правилам лабораторной безопасности и экологической утилизации.

Conclusion

Урбанизация формирует мультифакторный стрессовый комплекс для личинок земноводных. Химические загрязнители (тяжёлые металлы, пестициды, ПАУ, фармацевтические микропримеси, микропластик) в сочетании с физико-химическими изменениями (повышенная температура, пониженный растворённый кислород, колебания уровня воды) создают условия, приводящие к уменьшению скорости роста, удлинению или дестабилизации времени метаморфоза и увеличению частоты морфологических аномалий. Эти выводы подкреплены экспериментальными и полевыми данными в разных биогеографических регионах [11, 21, 32, 33, 16, 17, 20].

Сублетальные концентрации загрязнителей приводят к значимым биологическим эффектам. Даже при концентрациях, не вызывающих мгновенной смертности, наблюдается угнетение кормовой активности, снижение индекса кондиции, повышение окислительного стресса (увеличение активности SOD, CAT, GPx и MDA) и подавление иммунного ответа, что повышает восприимчивость к патогенам (включая Bd) и усиливает суммарный стресс от климатических и экологических факторов [12, 16, 21, 22].

Температурный стресс как усиливающий модификатор токсичности. Эффект «городского теплового острова» повышает скорость метаболизма личинок, что увеличивает потребность в пище и кислороде; при ограниченной кормовой базе и сниженной растворимости кислорода это приводит к образованию «маленьких» и физиологически уязвимых метаморфов с пониженной выживаемостью в наземной фазе. Повышенные температуры также усиливают действие многих токсикантов и патогенов, создавая синергетические эффекты [16, 24, 25].

Изменение микробиоты и рост патогенов — ключевой фактор заболеваемости. Урбанизированные водоёмы изменяют состав кожной и кишечной микробиоты личинок, что ослабляет местные противоинфекционные барьеры. Совместное воздействие загрязнения и микробиомного дисбаланса повышает распространённость и тяжесть инфекций, включая chytridiomycosis (Bd) и вирусные болезни (Ranavirus) [25, 26, 27, 28].

Адаптация и потенциал толерантности: амфибии способны к частичной локальной адаптации, но с затратами. В отдельных городских популяциях обнаружены механизмы толерантности (повышенная экспрессия металлотионинов, изменения в экспрессии детоксикации), однако такие «адаптации» часто сопровождаются снижением генетического разнообразия и возможными затратами на фитнес (рекоммерция жизненного цикла, снижение репродуктивной способности), что делает популяции уязвимыми в долгосрочной перспективе [34, 35].

Фрагментация местообитаний и барьеры для миграции сокращают демографический резерв. Инфраструктурные барьеры (дороги, застройки) ограничивают миграции взрослых особей к местам размножения, снижая реколонизационный потенциал и выравнивающую роль метапопуляций; в результате локальные популяции в городах более подвержены вымиранию при локальных стресс-событиях [9, 10, 15].

Мезокосмы и полевые биоассаы являются ключевым инструментом для подтверждения причинно-следственных связей. Использование реплицированных мезокосмов и комбинированных лабораторно-полевых подходов позволяет отделить прямое токсическое влияние от косвенных эффектов (потеря кормовой базы, хищничество, изменение микробиоты) и оценить взаимодействия факторов (например, загрязнение × температура × хищничество) [11, 31, 32].

К тому же, нельзя игнорировать факт гибели личинок, головастиков, сеголеток и взрослых амфибий от хищников. Наличие хищных рыб, особенно интродуцированных (чужеродных) видов, в водоёмах, болотах и ручьях часто приводит к снижению численности и разнообразия земноводных. Водные личинки многих видов земноводных уязвимы к хищничеству со стороны экзотических рыб.

Хищные рыбы, как правило, отсутствуют в водоёмах и болотах с коротким гидропериодом, поскольку такие водоёмы часто пересыхают. Напротив, хищные рыбы обычно сохраняются в более постоянных водоёмах, которые нередко преобладают в городских и пригородных районах [36, 37, 38]. Рыбы чаще встречаются в постоянных водно-болотных угодьях городских и пригородных территорий, чем в менее устойчивых по водному режиму сельских болотах в центральной Пенсильвании (США) [36, 37, 38]. Соответственно, они установили, что городские водно-болотные угодья характеризуются меньшим видовым разнообразием личинок земноводных по сравнению с сельскими.

Кроме того, многие городские и пригородные водоёмы, болота и ручьи подвергаются как преднамеренному, так и случайному вселению чужеродных видов рыб, что снижает их пригодность в качестве мест обитания для земноводных, не способных сосуществовать с рыбами [36, 37, 38]. Строительство постоянных прудов и интродукция чужеродных видов рыб во влажные экосистемы долины Уилламетт (штат Орегон, США), способствующие распространению интродуцированной бычьей лягушки (*Rana catesbeiana*), были признаны факторами, связанными с сокращением численности пятнистой лягушки Орегона (*Rana pretiosa*) [36, 37, 38].

Мониторинг должен быть мультидисциплинарным и многоуровневым. Для адекватной оценки состояния популяций и прогнозирования долгосрочных тенденций необходимы интегрированные протоколы, включающие: химический мониторинг воды и донных осадков, биомаркеры (физиологические и молекулярные), оценку микробиоты, демографические исследования и ландшафтно-экологический анализ (GIS). Только комбинированный подход позволяет выделять управляющие факторы и проектировать эффективные меры смягчения [15, 12, 25, 29].

Рекомендации по управлению и снижению риска. На основе доказательной базы целесообразны следующие практические меры:

сохранение и восстановление мелководных временных водоёмов без ввоза рыб (они служат «убежищами» для личинок) [8, 20];

внедрение зелёной инфраструктуры для ливневой фильтрации и снижения стока загрязнителей (биопруды, фильтрационные полосы) [10, 29];

ограничение применения наиболее биотоксичных пестицидов в пригородной зоне и внедрение интегрированных схем управления вредителями [6, 24];

мониторинг микропластика и фармацевтических следов в водоёмах как новых угроз; разработка политик по утилизации и очистке сточных вод [15, 11];

создание экологических коридоров и мер по снижению дорожной смертности (подземные переходы для амфибий, временные ограждения при миграциях) [21, 29].

Приоритеты для будущих исследований. Необходимы:

лонгитюдные (мультигодовые) исследования для оценки накопительных эффектов и адаптивных изменений [28];

механистические эксперименты по мультистрессорам (ускоренное тестирование сочетаний токсикантов и температурных сценариев) для выявления пороговых эффектов и синергий [4, 24];

исследования роли микробиоты в защите от патогенов и потенциальные микробиом-терапии как инструмент сохранения [17, 25];

генетические и эпигенетические исследования адаптации городских популяций и оценка долговременной устойчивости таких адаптаций [19, 20, 27].

Результаты нашего обзора показывают, что продолжающаяся урбанизация ландшафтов по всему миру в настоящее время представляет серьёзную угрозу для многих видов земноводных. Несмотря на то, что изменение местообитаний является одной из основных причин снижения численности земноводных, а сохранение многих видов зависит от поддержания их популяций в антропогенно преобразованных ландшафтах, в последнее время наблюдается смещение акцентов научных исследований. Всё большее внимание уделяется изучению причин так называемых «необъяснимых» сокращений популяций, в то время как последствия утраты и трансформации местообитаний остаются менее изученными.

Кроме того, существует крайне малое количество исследований, посвящённых влиянию изменений местообитаний на земноводных, и ещё меньше — работ, рассматривающих влияние урбанизации, которая в настоящее время является основным фактором потери природных территорий во многих регионах мира.

References

1. Andrew J. Hamer, Mark J. McDonnell. Amphibian ecology and conservation in the urbanising world: A review. // Biological Conservation. -2008. – Vol. 141. - Issue 10. – P. 2432-2449.
2. Жукова Т.И., Никифорова Т.Н. Биология размножения озерной лягушки и зеленой жабы на Северном Кавказе // Герпетология. Краснодар, 1979. С. 19—36.
3. Терентьев П.В. Лягушка М., 1950. 345с.
4. Исакова К.И. Биология озерной и сибирской лягушки в Казахстане: Дис. ... канд.биол. наук. Алма-Ата, 1954. С. 1 – 194
5. Исакова К.И. Земноводные Казахстана. Алма-Ата, 1959. С. 1 – 92.
6. Банников А.Г., Даревский И.С., Ищенко В.Г., Рустамов А.К., Щербак Н.Н. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. М.: Просвещение. 1977. 415 с.
7. Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР. М., 1999. 298 с.
8. Дуйсебаева Т.Н., Березовиков Н.Н., Брушко З.К., Кубыкин Р.А., Хромов В.А. Озерная лягушка (*Rana ridibunda pallas*, 1771) в казахстане: изменение ареала в хх столетии и современное распространение вида// Современная герпетология. 2005. Том 3/4. С. 29 – 59
9. Matsuzaki S.-I.S., et al. Effects of agricultural and urban landscapes on the distribution of amphibian species. Landsc. Urban Plan. 2009;90(3–4):189–197. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2008.10.021.
10. Collin S.J., Russell R.W. Amphibian declines in urban ponds: the role of water quality and habitat structure. Freshw. Biol. 2009;54(2):313–325. DOI: 10.1111/j.1365-2427.2008.02064.x
11. Relyea R.A. The lethal impacts of Roundup and predatory stress on six species of North American tadpoles. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 2005;48(3):351–357. DOI: 10.1007/s00244-004-0086-0.
12. Semlitsch R.D. Principles for management of aquatic-breeding amphibians. J. Wildl. Manage. 2000;64(3):615–631. DOI: 10.2307/3802732.
13. Rohr J.R., et al. Evaluating the links between climate, disease, and declines of amphibians. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2008;105(45):17436–17441. DOI: 10.1073/pnas.0806368105.
14. Mott B., et al. Epigenetic responses to environmental stressors in amphibians: potential for transgenerational effects. Sci. Total Environ. 2022; (см. 2022). DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.15

15. Semlitsch R.D. Principles for management of aquatic-breeding amphibians. *J. Wildl. Manage.* 2000;64(3):615–631. DOI: 10.2307/3802732.
16. Goessens T., et al. Agricultural contaminants in amphibian breeding ponds in Flanders: occurrence and implications. *Sci. Total Environ.* 2022. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.152
17. Brühl C.A., et al. Terrestrial pesticide exposure of amphibians: field and lab evidence of high toxicity to juvenile stages. *Sci. Rep.* 2013;3:1135. DOI: 10.1038/srep01135.
18. Oertli B., Parris K.M. Review: Toward management of urban ponds for freshwater biodiversity. *Ecosphere.* 2019;10(7):e02810. DOI: 10.1002/ecs2.2810.
19. Blaustein A.R., Romansic J.M., Kiesecker J.M., Hatch A.C. Ultraviolet radiation, toxic chemicals and amphibian population declines. *Divers. Distrib.* 2003;9(2):123–140. DOI: 10.1046/j.1472-4642.2003.00026.x.
20. Hopkins W.A., et al. Effects of heavy metals on amphibian development and survival. *Environ. Toxicol. Chem.* 1999;18(8):1771–1777. DOI: 10.1002/etc.5620180812.
21. Hayes T.B., Collins A., Lee M., et al. Hermaphroditic, demasculinized frogs after exposure to the herbicide atrazine at low ecologically relevant doses. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2002;99(8):5476–5480. DOI: 10.1073/pnas.082121499.
22. Brühl C.A., et al. Terrestrial pesticide exposure of amphibians: field and lab evidence of high toxicity to juvenile stages. *Sci. Rep.* 2013;3:1135. DOI: 10.1038/srep01135.
23. Semlitsch R.D. Principles for management of aquatic-breeding amphibians. *J. Wildl. Manage.* 2000;64(3):615–631. DOI: 10.2307/3802732.
24. Szkudlarek M., et al. Microplastics pollution in larvae of toads, frogs and newts: prevalence and characterization. *Glob. Change Biol. / Sci. Rep.* 2023/2024; (studies 2023–2024) — DOI: 10.1038/s41598-024-61432-5
25. Bókony V., et al. Tadpoles develop elevated heat tolerance in urban heat islands regardless of sex. *Evol. Dev. / Evol. Biol.* 2024. DOI: 10.1007/s11692-024-09626-7.
26. Walke J.B., et al. Amphibian skin microbiome: implications for disease resistance and urban impacts. *Microb. Ecol.* 2021. DOI: 10.1007/s00248-021-017.
27. Zhou J., et al. Urbanization increases stochasticity and reduces the ecological stability of microbial communities in amphibian hosts. *Front. Microbiol.* 2023;13:1108662. DOI: 10.3389/fmicb.2022.1108662.
28. Rohr J.R., et al. Evaluating the links between climate, disease, and declines of amphibians. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2008;105(45):17436–17441. DOI: 10.1073/pnas.0806368105.
29. Collin S.J., Russell R.W. Amphibian declines in urban ponds: the role of water quality and habitat structure. *Freshw. Biol.* 2009;54(2):313–325. DOI: 10.1111/j.1365-2427.2008.02064.x.
30. Wall S.C., Barichivich W.J., Brown M.E. Drought, deluge and declines: the impact of precipitation extremes on amphibians. *Biology (Basel).* 2013;2(3):399–418. DOI: 10.3390/biology2030399.
31. Thompson C.M., et al. Carryover effects of pesticide exposure and pond drying on amphibian growth and survival. *J. Zool.* 2022; (cm. ZSL publications). DOI: 10.1111/jzo.12975.
32. Relyea R.A., Diecks N. An unforeseen chain of events: lethal effects of pesticides on frogs at sublethal concentrations. *Ecol. Appl.* 2008;18(7):1728–1742. DOI: 10.1890/08-0454.1.
33. Brühl C.A., Schmidt T., Pieper S., Alscher A. Terrestrial pesticide exposure of amphibians: an underestimated cause of global decline? *Sci. Rep.* 2013;3:1135. DOI: 10.1038/srep01135.
34. Denoël M., Ficetola G.F. Adaptive tolerance to metals in urban frog populations: evidence from field and lab. *Aquat. Toxicol.* 2015; DOI: 10.1016/j.aquatox.2015.0
35. Mott B., et al. Epigenetic responses to environmental stressors in amphibians: potential for transgenerational effects. *Sci. Total Environ.* 2022; DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.15
36. Paul, M.J., Meyer, J.L., 2001. Streams in the urban landscape. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32, 333–365.
37. Kentula, M.E., Gwin, S.E., Pierson, S.M., 2004. Tracking changes in wetlands with urbanization: sixteen years of experience in Portland, Oregon, USA. *Wetlands* 24, 734–743.
38. Semlitsch, R.D., 2002. Critical elements for biologically based recovery plans of aquatic-breeding amphibians. *Conservation Biology* 16, 619–629.
39. Adams, M.J., 1999. Correlated factors in amphibian decline: exotic species and habitat change in western Washington. *Journal of Wildlife Management* 63, 1162–1171.

ВЫБОРОЧНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА КЕНТАУ КАК ВАЖНОЕ УСЛОВИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ

¹Г.Д. Беркинбаев, ¹Н.А. Яковлева, ^{1,2*}Е.К. Садвакасов, ²Т.А. Базарбаева,
¹Ю.С. Борисова

1 - ТОО «ЭКОСЕРВИС-С», г. Алматы, ул. Толе би 202А, erbota02@mail.ru

2 – Казахский национальный университет им аль-Фараби, г. Алматы, пр. Аль-Фараби, 71,
email: tursynkul.bazarbayeva@gmail.com

Аннотация. Городские зеленые насаждения выполняют важные экологические, природоохранные и культурные функции, включая сохранение биоразнообразия и повышение благополучия человека. Развитие зеленых насаждений может способствовать реализации пяти из 17 целей устойчивого развития, принятых ООН в 2015 году. Исследования по выборочной оценке состояния зеленых насаждений показали, что в Кентау насчитывается более 50 видов деревьев. Из них преобладающими породами являются вяз мелколистный (*Ulmus parvifolia*), клен ясенелистный (*Acer negundo*), можжевельник виргинский (*Juniperus virginiana*), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*), сосна крымская (*Pinus pallasiana*), биота восточная (*Platycladus orientalis*) и бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare*). Однако 53% древесных насаждений повреждено листогрызущими, стволовыми вредителями и болезнями. Наиболее пораженными оказались деревья клена ясенелистного и вяза мелколистного (степень поражения составила 79% и 69% соответственно). При этом клен ясенелистный в основном поражен болезнями, а вяз мелколистный - стволовыми вредителями. Для улучшения состояния зеленых насаждений необходимо проводить регулярные мероприятия по защите от вредителей и болезней, осуществлять обновление основных древесных пород и пополнение ассортимента новыми адаптированными видами.

Ключевые слова: зеленые насаждения, оценка состояния, Кентау, биоразнообразие, устойчивое развитие

Введение. Организация Объединенных Наций на конференции в 1992 г., приняла концепцию устойчивого развития, а в 2015 г. ООН были приняты 17 целей устойчивого развития. При этом зеленые насаждения могут способствовать реализации четырех из указанных целей (ЦУР 6 – Чистая вода и санитария, 11 – Устойчивые города и населенные пункты, 13 – Борьба с изменением климата, 15 – Сохранение экосистем суши) [1]. Уровень озеленения и состояние зеленого фонда промышленных территорий также является важной основой формирования благополучной среды обитания человека [2], что соответствует ЦУР 3. Это тем более важно для регионов с резко-континентальным климатом, с жарким и засушливым летним периодом, к которым относится территория города Кентау.

Особая роль в регулировании теплового баланса селитебной территории отводится зеленым насаждениям. Влияние городских зеленых насаждений на температурно-влажностный режим в городском пограничном слое атмосферы описано во многих исследованиях, проводившихся в различных странах. Зеленые насаждения создают тень, увлажняют воздух, регулируют среднюю радиационную температуру [3,4,5]. Также городские зеленые насаждения обеспечивают важные экологические, природоохранные и культурные преимущества, включая сохранение биоразнообразия и повышение благополучия человека [6]. В кроне древесных насаждений и в тени под ней формируются «очаги прохлады», отличающиеся от воздуха прилегающей территории на 5-7⁰С [7].

Стратегическим направлением устойчивого развития города является управление зелеными насаждениями в городской среде [8]. Зеленые насаждения заслуживают особого

внимания в свете прогресса в области экологических наук и технологий, проблемы формирования городских островов тепла, современного понимания устойчивого развития не только городских территорий, но и пригородной зоны [9].

Во времена Советского Союза г. Кентау был широко известен в качестве одного из самых зеленых городов страны. Так, по данным открытых источников, по состоянию на 1970 год на семьдесят тысяч жителей города Кентау приходилось 2 миллиона 100 тысяч деревьев и кустарников более пятидесяти видов. Имелись десятки километров аллей из берез и акаций, тополей и кленов, создающих микроклимат города. Питомник комбината ежегодно давал 50-60 тысяч саженцев. За ними приезжали не только из ближайших районов, но даже из Шымкента и Кызылорды [10].

В настоящее время в городе Кентау имеется 8 зеленых зон общего пользования, площадь которых занимает более 51 га. В среднем на каждого жителя города приходится порядка 7,5м², что соответствует требованиям по озеленению существующей градостроительной документации [11]. В городе планируется дальнейшее увеличение площади зеленых насаждений общего пользования.

По данным отдела жилищно-коммунального хозяйства акимата г. Кентау, в городе имеются разновозрастные зеленые насаждения (год высадки 1953-2019). Озеленение города Кентау и прилегающих к нему населенных пунктов выполняется по утвержденной программе «Жасыл аймак». Приживаемость саженцев около 70-75%. Организация полива зеленых насаждений в Кентау производится с использованием 3 насосных станций и водовоза.

Учитывая важность сохранения существующего зеленого фонда города как важного элемента биоразнообразия и устойчивого развития, объективной оценки его текущего состояния, была проведена выборочная оценка состояния древесно-кустарниковых насаждений на ряде основных улиц города. Исследование проведено в течение вегетационного периода с июня по сентябрь 2020 года. Работа выполнена в рамках проекта «Комплексная оценка состояния окружающей среды и здоровья населения города Кентау и прилегающих населенных пунктов» по заказу акимата г. Кентау.

Исходные данные и методы исследования. Для проведения выборочной оценки состояния зеленого фонда на территории г. Кентау была проведена инвентаризация деревьев и кустарников, произрастающих вдоль основных магистралей города.

В ходе инвентаризации были исследованы деревья и кустарники, произрастающие на центральных улицах города: Абая, Абылайхана, Кунаева, Яссави, Толе би. Обследование, сбор информации о растениях проводились по единой методике, в соответствии с разработанным алгоритмом.

При проведении инвентаризации учитывались основные показатели деревьев и кустарников: порода, диаметр, высота, категория санитарного состояния, повреждения насекомыми-вредителями и болезнями, наличие механических повреждений, наличие устройства для полива. На основе данных инвентаризации формировались ГИС-карты, где указаны участки и маршруты, по которым проводилась оценка состояния зеленых насаждений, характеристика зеленых насаждений.

Результаты.

Согласно полевым работам, выполненным в рамках выборочной инвентаризации, было установлено, что в г. Кентау насчитывается более пятидесяти видов деревьев. Наиболее распространенными породами в зонах исследования были вяз мелколистный (*Ulmus parvifolia*), клен ясенелистный (*Acer negundo*), можжевельник виргинский (*Juniperus virginiana*), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), биота восточная (*Biota orientalis*), бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare*), вяз гладкий (*Ulmus laevis*). Доля различных видов деревьев на основных улицах г.Кентау (в %) по результатам выборочной инвентаризации представлена на Рисунке 1.

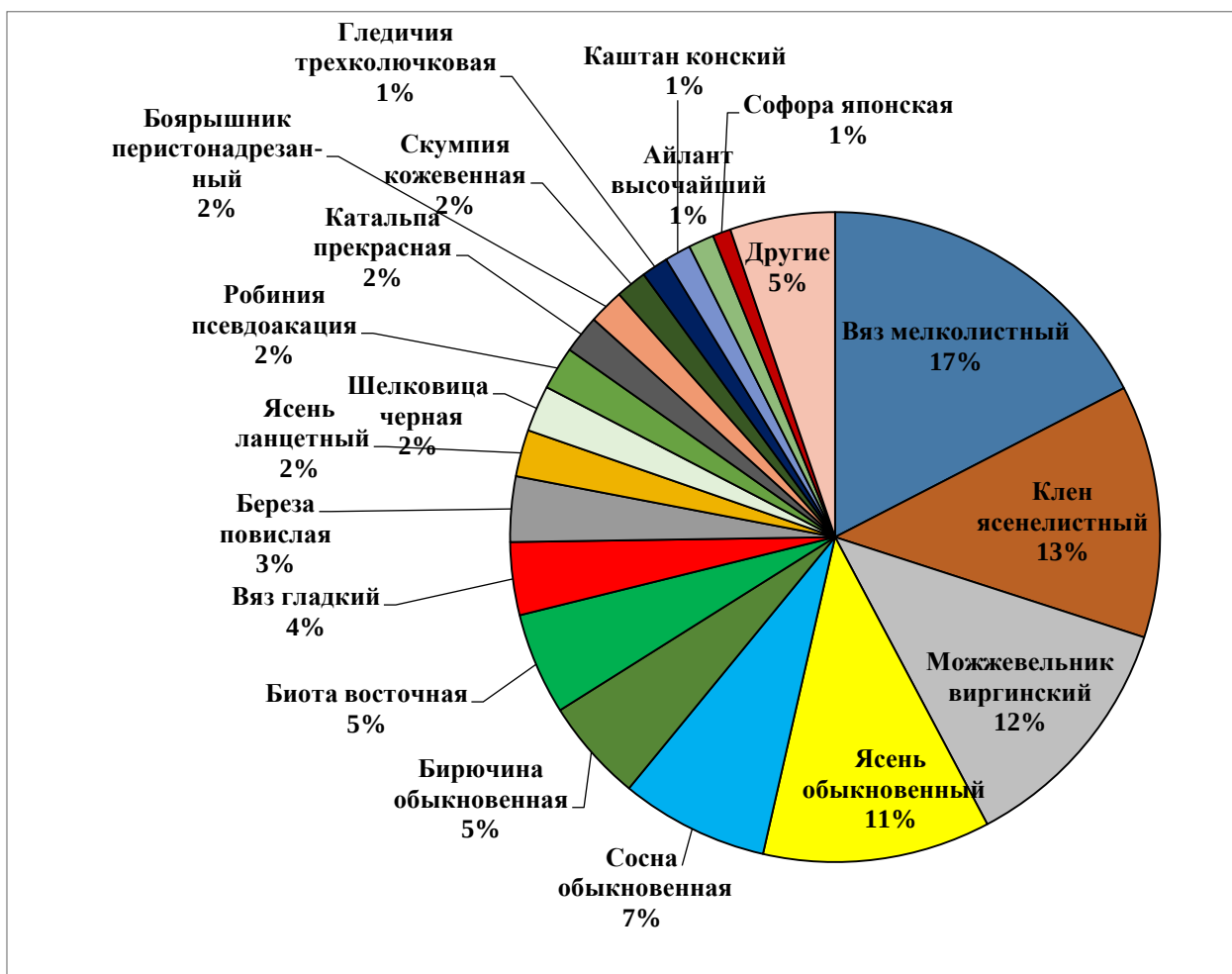


Рисунок 1. - Видовой состав деревьев на основных улицах г. Кентау (% по результатам выборочной инвентаризации)

В результате проведения выборочной инвентаризации было установлено, что более половины деревьев (53%) поражены повреждены листогрызущими и стволовыми вредителями и разными видами болезней (Рисунок 2).

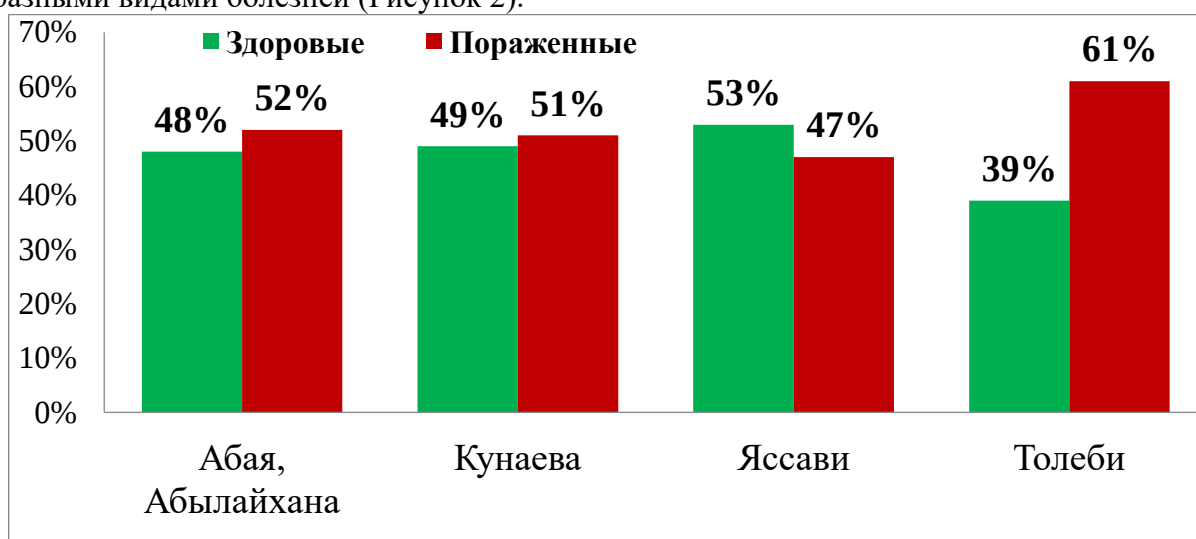


Рисунок 2 – Доля пораженных деревьев на основных улицах г. Кентау, % (по результатам выборочной инвентаризации)

Среди признаков повреждения растений, которые учитывались при проведении инвентаризации (болезни, листогрызущие вредители, стволовые вредители, механические повреждения, сухие ветви первого порядка, суховершинность), наиболее часто встречались деревья с наличием листогрызущих вредителей, стволовых вредителей и с механическими повреждениями (Рисунок 3).

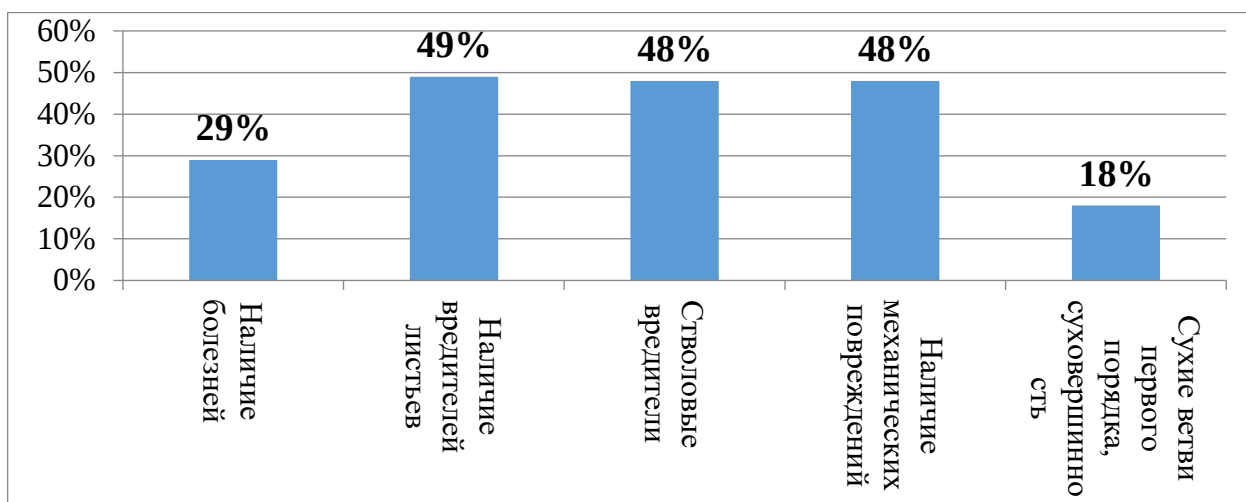


Рисунок 3 – Виды поражения деревьев на основных улицах г.Кентау (% от количества обследованных, результаты выборочной инвентаризации)

На Рисунке 4 представлена распространенность различных видов поражения и повреждения деревьев на отдельных основных улицах г.Кентау, выявленная в результате проведения выборочной инвентаризации зеленых насаждений.

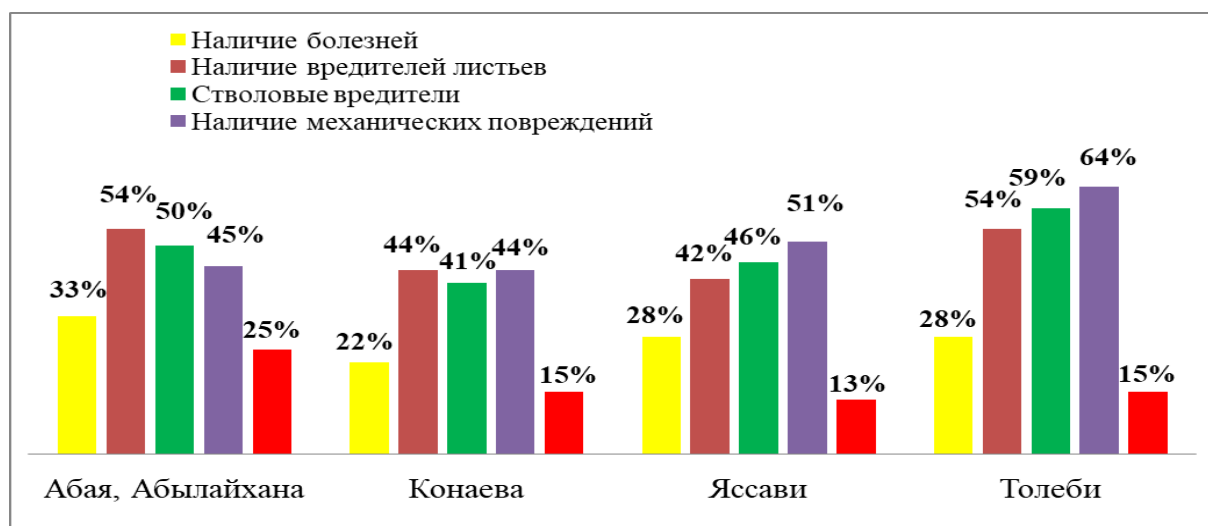


Рисунок 4 – Виды поражения деревьев на отдельных основных улицах г.Кентау (% от количества обследованных, результаты выборочной инвентаризации).

В целом, среди всех обследованных по основным улицам г. Кентау деревьев, наиболее пораженными оказались деревья клена ясенелистного (*Acer negundo*) (до 79% от общего числа деревьев данного вида) и вяза мелколистного (*Ulmus parvifolia*) (до 69% от общего числа деревьев данного вида). При этом клен ясенелистный в большинстве своем поражен болезнями, а вяз мелколистный поврежден стволовыми вредителями. На Рисунке 5 приведены примеры поражений деревьев в г. Кентау.



Вяз мелколистный (*Ulmus parvifolia*)



Клен ясенелистный (*Acer negundo*)

Рисунок 5 – Примеры пораженных деревьев в г. Кентау

Одним из наиболее распространенных видов вредителей, обнаруженных на территории г. Кентау, является стволовой вредитель Сартский усач (*Aeolesthes sarta*) (городской усач, узбекский усач), который откладывает в стволах свои личинки, а те, выгрызая ходы в древесине, приводят к угнетению или даже гибели заселенного дерева. Оказалось, что среди обследованных деревьев различного вида наиболее поражен стволовыми вредителями вяз мелколистный (*Ulmus parvifolia*). Причем, доля пораженных деревьев возрастает с увеличением возраста деревьев. На примере вяза мелколистного можно увидеть, что деревья старше двадцати лет на 95% поражены вредителями (рисунок 6). Согласно имеющейся информации, именно саженцы вяза мелколистного являются наиболее распространенным посадочным материалом в г. Кентау. Следовательно, без осуществления лесозащитных мероприятий по мониторингу и контролю за численностью вредных насекомых, состояние биоразнообразия и устойчивого развития территории города находятся под угрозой.

В процессе выборочной инвентаризации давалась экспертная оценка проводимым уходным работам, были выявлены основные направления для их оптимизации. В первую очередь, это касается обеспечения растений достаточным количеством поливной воды. Обрезка деревьев, их кромирование также нуждаются в корректировке.

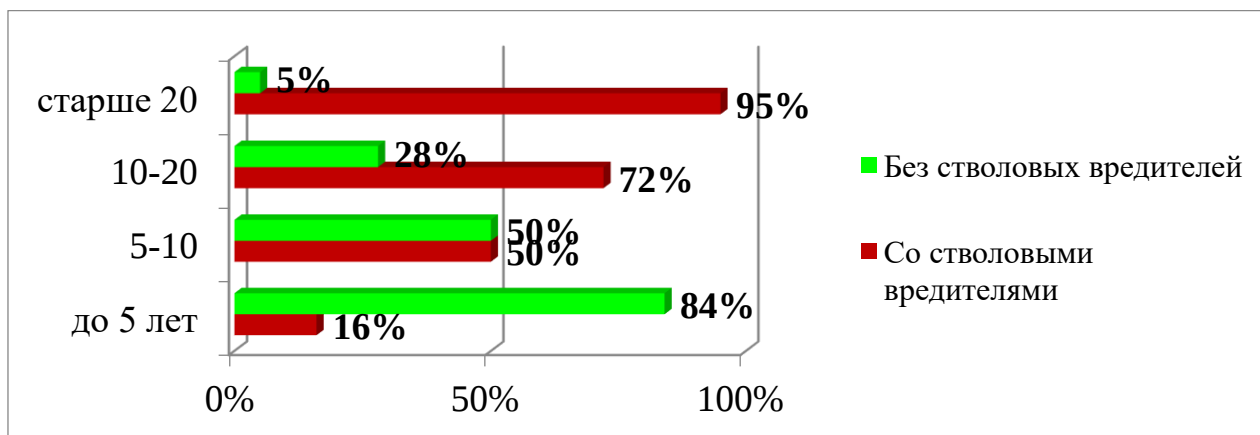


Рисунок 6 – Пораженность вяза мелколистного стволовыми вредителями в зависимости от возраста дерева (%)

На Рисунке 7 приведен пример широко распространенного в г. Кентау способа обрезки, лишаящего деревья кроны, что не позволяет выполнять им защитную функцию, в том числе формировать тень в пешеходной зоне.



Рисунок 7 – Пример некорректного кронирования деревьев в г. Кентау

Особого внимания заслуживает острая необходимость организации борьбы с болезнями и вредителями древесно-кустарниковой растительности. На Рисунке 8 приведены результаты обобщенной экспертной оценки потребности в проведении отдельных видов работ по обследованным улицам, основанные на результатах инвентаризации.

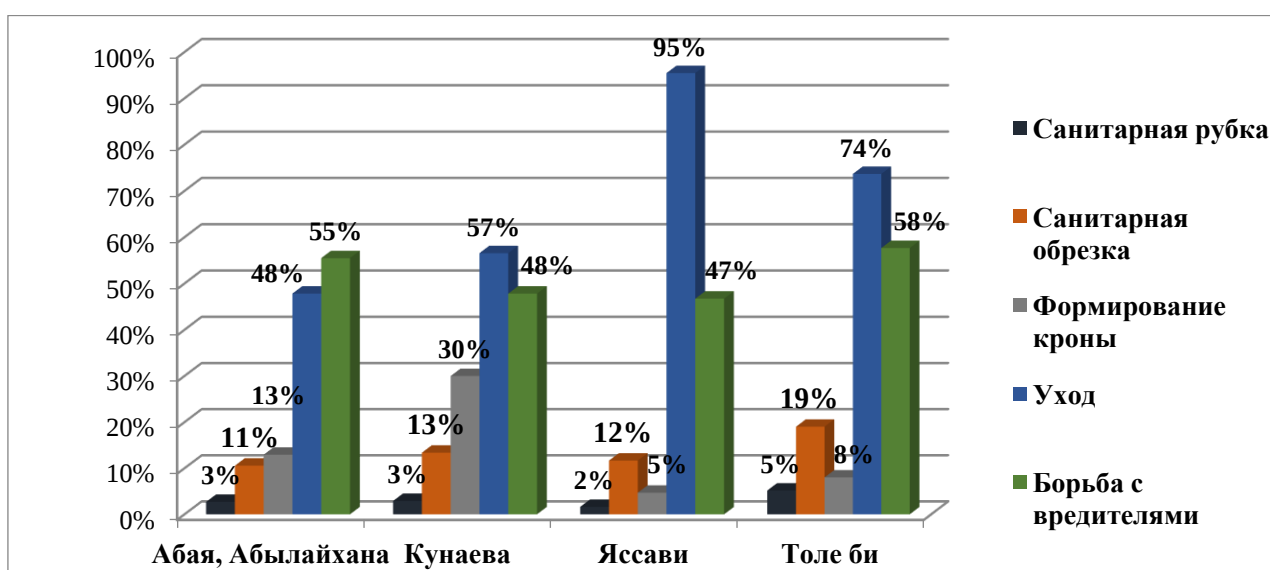


Рисунок 8 – Экспертная оценка потребности зеленых насаждений в проведении уходовых работ (% от количества обследованных деревьев, результаты выборочной инвентаризации)

В результате выборочной инвентаризации была сформирована база данных о более чем четырех тысячах деревьев и кустарников, в которой указаны результаты измерений и оценки, приведены географические координаты, представлены фотодокументы текущего состояния растения. База данных является основанием для районирования исследованной территории по показателям состояния растительности, построения карт в ГИС-формате. Она позволяет оценивать состояние учтенных зеленых насаждений в динамике.

На рисунке 9 представлена карта с указанием территории проведения выборочной инвентаризации древесных и кустарниковых пород.

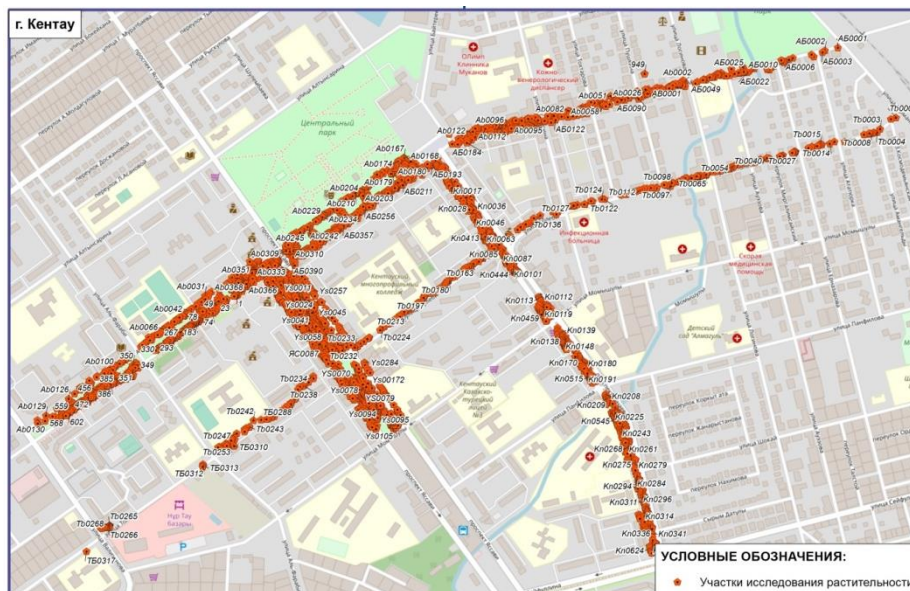


Рисунок 9 – Зоны проведения выборочной инвентаризации древесных и кустарниковых пород в г. Кентау

Результаты выборочной инвентаризации зеленых насаждений города Кентау свидетельствуют о наличии серьезных проблем, решение которых будет способствовать обеспечению экологической устойчивости городской среды, внесет вклад в достижение Целей устойчивого развития (ЦУР).

Как было указано ранее, зеленые насаждения способствуют реализации ЦУР 3 «Хорошее здоровье и благополучие», обеспечивая формирование комфортной и безопасной среды проживания. Вместе с тем, по результатам выборочного обследования установлено, что в г. Кентау до 53 % деревьев повреждены вредителями и болезнями, при этом степень поражения клена ясенелистного достигает 79 %, а вяза мелколистного — 69 %. Снижение жизненного состояния деревьев приводит к ухудшению их санитарно-гигиенической и климаторегулирующей функции, что отражается на качестве городской среды и здоровье населения. Проведение регулярных мероприятий по защите насаждений будет способствовать улучшению их санитарного состояния и повышению экологической устойчивости территории.

Вклад зеленых насаждений в реализацию ЦУР 6 «Чистая вода и санитария» заключается в рациональном использовании водных ресурсов и улучшении состояния городской почвенно-гидрологической системы. Внедрение адаптированных засухоустойчивых видов (шелковица белая, гребенщик, чингиль и др.), а также модернизация систем полива позволят повысить эффективность использования водных ресурсов и снизить нагрузку на коммунальную инфраструктуру.

В контексте ЦУР 11 «Устойчивые города и населенные пункты» озелененные территории выполняют ключевую градостроительную функцию. В г. Кентау площадь зеленых зон общего пользования составляет более 51 га, обеспеченность населения зелеными насаждениями — 7,5 м² на человека, что соответствует действующим нормативам. Однако, значительная доля больных и ослабленных деревьев требует системного подхода к уходу и реконструкции. Формирование базы данных о более чем 4000 деревьях и создание ГИС-карт может стать основой разработки дендрологического плана города как элемента стратегического управления зеленым фондом и устойчивого развития городской территории.

ЦУР 13 «Борьба с изменением климата» реализуется через климаторегулирующую функцию городской растительности. В условиях резко континентального климата с жарким и засушливым летом зеленые насаждения снижают температуру воздуха вблизи земной

поверхности на 5–7 °С, формируя так называемые «острова прохлады». Ухудшение состояния древесных насаждений снижает их способность поддерживать микроклиматические параметры, в то время как реализация мер по их восстановлению способствует повышению климатической устойчивости городской экосистемы.

Роль зеленых насаждений в достижении ЦУР 15 «Сохранение экосистем суши» выражается в поддержании биоразнообразия городской флоры. В исследовании было показано, что наиболее распространенные виды — вяз мелколистный и клен ясенелистный — подвержены поражению стволовыми вредителями, особенно в старовозрастных группах (до 95 % пораженности). Без проведения защитных мероприятий возможно дальнейшее сокращение видового разнообразия. Рекомендовано проведение замены уязвимых пород на более устойчивые и организация постоянного мониторинга фито- и лесопатологического состояния насаждений для сохранения стабильности городской экосистемы.

Таким образом, результаты исследования подтверждают, что зеленые насаждения города Кентау выполняют комплексную экологическую, санитарно-гигиеническую и градостроительную функцию, напрямую способствуя реализации ключевых Целей устойчивого развития, связанных с охраной здоровья населения, рациональным природопользованием, устойчивостью городской среды, адаптацией к изменению климата и сохранением биоразнообразия.

Выводы. Результаты оценки состояния и выборочной инвентаризации древесных и кустарниковых пород, произрастающих вдоль основных магистралей г. Кентау, выявили высокую долю поражения зеленых насаждений. В условиях растущей урбанизации, сложной экологической обстановки г. Кентау, зеленые насаждения являются элементом естественного оздоровления окружающей среды, поддержания биоразнообразия, а также источником благотворного влияния на население, что соответствует целям устойчивого развития. В связи с этим, должны быть приняты неотложные меры по преодолению негативной ситуации.

Жизненное состояние многих древесных видов города Кентау находится в угнетенном положении, процент пораженности деревьев варьирует от 10 до 85 %. Необходимо проводить регулярные мероприятия по защите зеленых насаждений от вредителей и болезней в городе и его окрестностях, осуществлять обновление основных традиционных древесных пород и пополнение ассортимента новыми адаптированными видами, перспективными для озеленения и садово-паркового строительства в данном регионе. Для улучшения экологической обстановки и борьбы с засухой необходимо культивировать местные адаптированные виды растений, такие как шелковица белая (*Morus alba*), ива козья (*Salix caprea*), гребенщик аральский (тамарикс) (*Tamarix aralensis*) и чингил серебристый (*Halimodendron halodendron*).

Результаты выборочного исследования свидетельствуют о необходимости проведения инвентаризации всех зеленых насаждений города Кентау, осуществления лесопатологических обследований, а также разработки Дендрологического плана данной территории с формированием мероприятий по охране, защите и воспроизводству зеленых насаждений, как важного элемента биоразнообразия и устойчивого развития. Это будет способствовать улучшению жизненного состояния зеленых насаждений и повышению здоровья и благополучия городского населения.

Литература:

1. Кудрявцева О.В., Чернявский С.В., Куликова Т.А. Роль зеленой инфраструктуры в устойчивом развитии городов // Вестн. Том. гос. ун-та. Экономика. – 2023. – №62. – С.6-18 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tol-zelenoy-infrastruktury-v-ustoychivom-razviti-gorodov> (дата обращения: 02.10.2025).
2. Попова И.В., Бурак Е.Э., Воробьева Ю.А. Оценка роли зеленых насаждений в формировании микроклиматических условий в летний период // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. – 2019. – №2. – С.47-55
3. Katzchner L. Urban bioclimate and open space planning // Fifth International Conference on Urban Climate. Lodz. – 2003. – Vol.2. – P.55-61
4. Косицына Э.С., Рубанова Е.Ю. К вопросу о роли и влиянии озеленения на формирование микроклимата городов степной и полупустынной зон // Вестник ВолгГАСУ. Сер. Строительство и архитектура. – 2012. . – Вып.27 (46). – С.170-173

5. *Ланпони М.* Возвращение в природу // Зеленая инфраструктура городской среды: современное состояние и перспективы развития: матер. междунар. науч.-практ. Конф. Воронеж. – 2018. URL: <http://greenconf.ru>
6. *Paudel Sh., States S.L.* Urban green spaces and sustainability: Exploring the ecosystem services and disservices of grassy lawns versus floral meadows // *Urban Forestry & Urban Greening*. – 2023. – V. 84. – P. 127932 <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.127932>
7. *Гиясов А., Баротов Ю.Г.* Роль зеленых насаждений в оздоровлении микроклимата городской застройки южных районов СНГ // *Градостроительство и планирование сельских населенных пунктов*. – 2018. – №3. – С.90-97
8. *Жучков Д.В., Фетисов Д.М., Макаренко В.П.* Функции зеленых насаждений городов в обеспечении целей устойчивого развития // *Вестник ПГУ им. Шолом-Алейхема*. – 2023. – №2(51) . – С.38-60 <https://cyberleninka.ru/article/n/funktsii-zelyonyh-nasazhdeniy-gorodov-v-obespechenii-tseley-ustoychivogo-razvitiya> (дата обращения: 02.10.2025)
9. *Cheshmehzangi A., Butters C., Xie L., Dawodu A.* Green infrastructures for urban sustainability: Issues, implications, and solutions for underdeveloped areas // *Urban Forestry & Urban Greening*. – 2021. – V.59. – P. 127028. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127028>
10. https://kentuki.kz/istorya_kentau-8.html
11. СНиП РК 3.01-01-2008 Градостроительство Планировка и застройка городских и сельских населенных пунктов

КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ ҚАЗАҚСТАНДЫҚ БӨЛІГІНІҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ АЛУАНТҮРЛІГІ, ҚАЛЫПТАСҚАН ПРОБЛЕМАЛАРЫ ЖӘНЕ ШЕШІЛУ ЖОЛДАРЫ

¹Ж.Қ.Тұхфатов, ²А.Ж.Мустафина, ²М.Қ. Джексенов, М.М. ³Абдибаттаева, ⁴Е.С.Нуров

¹НГДУ «Доссормұнайгаз» АҚ «Ембімұнайгаз», Атырау, Қазақстан

²Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, Атырау, Қазақстан

³Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

⁴«Ойыл өзені» қоғамдық қоры, Атырау облысы, Қазақстан

e-mail: asemgul1985@mail.ru

Аңдатпа Мақалада Каспий өзенінің қазақстандық бөлігіндегі мұнай өндіруші компаниялардың каспий теңізінің экологиялық жүйесіне тигізген экологиялық салдары әңгімеленеді. Каспий теңізінде орналасқан бес мемлекеттердің теңіз экологиясын қорғау үшін ортақ қабылданған іс шаралары айтылған. Теңіздің экологиялық мәселелері: мұнай өнімдерімен теңіздің ластануы, теңіздегі тірі ағзалардың ауруы (итбалықтар, құстар, теңіз өсімдіктер мен жануарлар әлемі), артық аулау және браконьерлік, эвтрификация, фенолдар және ауыр металдардың су сынамаларында кездесуі. Теңіз деңгейінің климаттық өзгерістерге байланысты су деңгейінің төмендеуі. Қалпына келтіру шаралары: құқықтық шаралар, табиғи ресурстарды басқару, жасанды балық өсіру зауыттарын дамыту, итбалықты қорғау бағдарламаларын жүзеге асыру, Қизаи өзеніндегі лотос гүлдері плантациясы, әлем бойынша өте сирек кездесетіндіктен, экожүйесін бастапқы қалпында сақтау және экотуризм ұйымдастырып, тұрғындардың табиғатты қорғауға санасын тәрбиелеу. Жоғарыдағы қалыптасқан ауыр экологиялық жағдайларды шешу үшін, Қазақстан басылылығы Каспий теңізінің экожүйесін қорғау мақсатында бірнеше заңдылықтар қабылдады. Ақтауда Каспий теңізінің экологиясын зерттеумен айналысатын негізгі мекеме «Каспий теңізі проблемалары институты», 2024 жылы Қазақ Каспий ғылыми-зерттеу институты құрылып, өз жұмысын атқаруда.

Түйін сөздер: биологиялық алуантүрлілік, эвтрификация, лотос гүлдері, браконьерлік, теңіздің ластануы.

Аннотация

В статье рассматривается воздействие нефтяных компаний на экологическую систему Каспийского моря в казахстанской части Каспийского моря. Пять государств, граничащих с Каспийским морем, совместно приняли меры по защите морской среды. Экологические проблемы моря: загрязнение моря нефтепродуктами, болезни морских организмов (тюленей, птиц, морских растений и животных), перелов и браконьерство, эвтрофикация, наличие фенолов и тяжелых металлов в пробах воды. Снижение уровня моря из-за изменения климата. Меры по восстановлению экосистем моря: правовые меры, управление природными ресурсами, развитие искусственных рыбоводных хозяйств, реализация программ по защите тюленей, посадка цветков лотоса на реке Кизаи, которые очень редки в мире, а также организация экотуризма и повышение осведомленности населения в целях охраны природы. Для решения вышеупомянутых сложных экологических условий руководство Казахстана приняло несколько законов по защите экосистемы Каспийского моря. Основным учреждением, занимающимся исследованием экологии Каспийского моря в Актау, является «Институт проблем Каспийского моря», а в 2024 году создан и функционирует Казахский Каспийский научно-исследовательский институт.

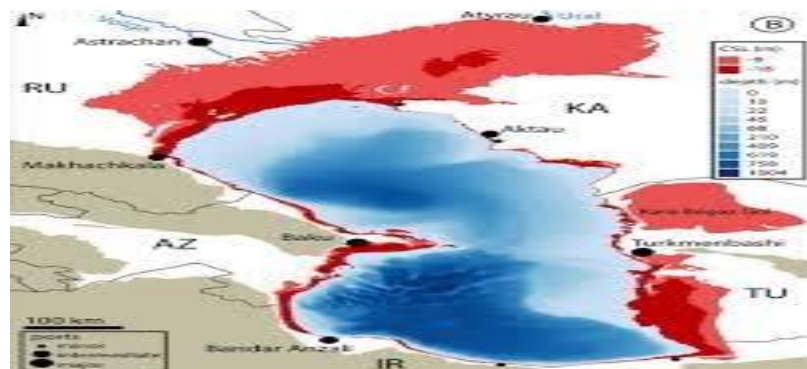
Ключевые слова: биоразнообразие, эвтрофикация, цветки лотоса, браконьерство, загрязнение морской среды.

Abstrakt

This article examines the impact of oil companies on the Caspian Sea ecosystem in the Kazakh part of the Caspian Sea. Five states bordering the Caspian Sea have jointly adopted measures to protect the marine environment. Environmental problems of the sea include oil pollution, marine diseases (seals, birds, marine plants and animals), overfishing and poaching, eutrophication, and the presence of phenols and heavy metals in water samples. Sea level decline due to climate change. Restoration measures include legal measures, natural resource management, development of artificial fish farms, implementation of seal protection programs, planting lotus flowers on the Kigash River, which are very rare in the world, as well as organizing ecotourism and raising public awareness for environmental conservation. To address these challenging environmental conditions, the Kazakh leadership has adopted several laws to protect the Caspian Sea ecosystem. The main institution engaged in the study of the ecology of the Caspian Sea in Aktau is the "Institute of Caspian Sea Problems", and in 2024 the Kazakh Caspian Research Institute was established and is now operating.

Keywords: biodiversity, eutrophication, lotus flowers, poaching, pollution of the marine environment.

Кіріспе. Бүгінде Каспий теңізі жылдам таяздану қаупіне тап болып отыр. Бұл құбылыс ғаламдық жылынудың салдарынан буланудың жеделдеуімен, сондай-ақ Еділ мен Жайық секілді өзендердің су ағысының азаюымен байланысты. Нәтижесінде теңіздің су айдыны мыңдаған шаршы шақырымға қысқарып үлгерді, ал 2050 жылға қарай теңіздің солтүстік бөлігі мүлдем жойылып кетуі мүмкін.



1-сурет. Су деңгейі төмендеген Каспий теңізі

2025 жылғы деректерге сәйкес, 2006 жылдан бері Каспий теңізінің деңгейі 2,14 метрге төмендеген. Су деңгейінің төмендеуіне байланысты теңіздің су бетінің ауданы 2006 жылдан бері 34,4 мың км²-ге қысқарды. (1-сурет)

Ғаламдық жылынудың нәтижесінде температураның көтерілуінен буланудың күшеюі таязданудың басты себептерінің бірі болып отыр, деп атап өтеді ғалымдар.

Каспийді негізгі сумен қамтамасыз ететін Еділмен Жайықтың жылдық су ағысы орташа деңгейден төмендеп кетті. Сонымен қатар өзен сулары егіндіктерді суаруға және тұрмыстық-коммуналдық қажеттіліктерге кеңінен пайдаланылуда.

Салдарынан Теңіз экожүйесіне экологиялық апатты жағдай қаупі төнуде. Су айдыны азайып, түбінің жалаңаштануы теңіз тіршілік иелеріне зиян келтіреді. Егер қазіргі үрдіс жалғаса берсе, теңіздің жағалау жолағы өзгеріске ұшырады.

Ғалымдардың айтқан болжамдары мен әрекеттері бойынша 2100 жылға қарай теңіз деңгейі климаттың өзгеру сценарийлеріне байланысты 5-21 метрге дейін төмендеуі ықтимал. Тығырықтан шығуға бірлескен күш-жігермен мәселені шешу үшін Каспий маңы

мемлекеттерінің бірлескен шаралары қажет. Ресей теңіздің таяздануына қарсы күрес бағдарламасын әзірлеуде, ал Қазақстан да осы проблемамен бетпе-бет келіп отыр.

Қазақстан тәуелсіздік алғаннан кейін (1991 жылдан бастап) Каспий маңындағы мұнай-газ секторын игеру үшін әлемнің ірі шетелдік инвесторлары келді. Олар Қазақстанға капитал, технология және өндірістік тәжірибе әкелді, бірақ сонымен қатар Каспий теңізінің экожүйесіне елеулі экологиялық салдар қалдырды.



2-сурет. Каспий теңізінен мұнай өндірген шет елдік мұнай компаниясы.

Каспий өңірінде жұмыс істеген ірі шетелдік мұнай компаниялар қатарында Теңіз (Теңізшевройл – ТШО) 1993 ж. құрылған, оның серіктестері Chevron (АҚШ), ExxonMobil (АҚШ), «ҚазМұнайГаз» (Қазақстан), «ЛукАрко» (кейін Lukoil, Ресей). Орналасқан жері Атырау облысы Жылой ауданына қарасты теңіз жағалауында Теңіз мұнай кен орны орналасқан. Қашаған (NCOC – North Caspian Operating Company) Консорциум құрамында әр жылдары болған серіктестері ENI (Италия), Royal Dutch Shell (Нидерланд/Ұлыбритания), TotalEnergies (Франция), ExxonMobil (АҚШ), CNPC (Қытай), Inpex (Жапония), «ҚазМұнайГаз» (Қазақстан) Қашаған мұнай кен орны Каспий қайраңында теңізде орналасқан.

Жоғарыдағы аталған компаниялардың Каспий экожүйесіне тигізген зардаптарына тоқталар болсақ, мұнай өндіру кезінде теңізге төгілген мұнайдан, балықтар, әсіресе бекіре тұқымдас балықтарға зиян тиді. Күкірт қалдықтары (әсіресе Теңіз кен орнында) үлкен үйінділерде жиналды, күкірт диоксиді ауаға тарап, адамдар мен жануарлардың денсаулығына қауіп төндірді.

Каспийдің бірегей жануарлары – құрылықтағы киіктер мен теңіздегі Каспий итбалығы, бекіре балығы – өндірістік факторлар мен ластанудан зардап шекті. Итбалықтардың жаппай қырылу оқиғалары 2000-жылдары бірнеше рет тіркелді.

Газ жағу (факелдер) нәтижесінде ауаға парниктік газдар бөлінді. Жергілікті ауылдардың экологиялық жағдайы нашарлап, тұрғындар арасында тыныс алу жолдарының аурулары көбейді. Атырау облысының климаты бүлініп, жергілікті халықтың денсаулығына теріс әсер етті.

Каспий теңізінің экожүйесі өте нәзік. Инфрақұрылым салу (платформалар, құбырлар, порттар) су айналымына, теңіздің гидрологиялық тепе-теңдігіне әсер етті.

Қазақстанға келген шетелдік мұнай компаниялары экономикаға миллиардтаған инвестиция құйып, жаңа технология енгізді. Алайда олардың қызметі Каспийдің табиғи

жүйесіне ауыр зардап әкелді: теңіз ластанып, биоалуантүрлілік қысқарды, жергілікті халықтың денсаулығына қауіп төнді.

Бастапқы деректер мен зерттеу әдістері.

ҚР Білім және ғылым министрлігіне ҚазҰТУ хабаршысы журналының № 1 (77) 2010 жылғы санында профессор М.К.Жексенов «Каспий теңізінің қоршаған ортасын қорғау бойынша Қазақстан Республикасы қабылдап жатқан шаралар» атты мақаласында төмендегідей деректер келтіреді:

«Солтүстік Каспий теңіздің жалпы су көлемінің 0,5%-ын ғана алып жатыр. Жағалау және теңіз аймақтарында көмірсутектерді қарқынды игеру нәтижесінде теңіз мұнай өнімдерімен және олармен байланысты токсиканттармен ластануға ұшырайды. Сонымен қатар, Каспий теңізі бес Каспий жағалауындағы мемлекеттің жағалауларын шайып, теңізге әртүрлі ластаушы заттарды тасымалдайтын өзен ағынын қабылдайтын трансшекаралық су айдыны болып табылады. Мұның барлығы теңіздің антропогендік ластану деңгейінің артуына ықпал етеді, бұл Каспий маңы елдерінің мамандарының зерттеулерінде атап өтілген. Каспий теңізінің ластану көздері әртүрлі, әсіресе теңіз аймақтарында. Мұнай ұңғымалары және басқа да нысандар теңіз деңгейінің көтерілуіне байланысты Каспий теңізіне айтарлықтай қауіп төндіреді.

Жағалаудағы мұнай кен орындары, барлау ұңғымалары мен көлік құрылыстарындағы апаттар, Еділ, Жайық және басқа да өзендер бойындағы ластаушы заттардың (металлдардың, мұнай өнімдерінің және т.б.) трансшекаралық тасымалдануы кезінде орын алуда.

Мұнай өнеркәсібі отын-энергетика кешенінің барлық басқа салаларынан қоршаған ортаға теріс әсерінің тереңдігі мен әртүрлілігі бойынша асып түседі. Бұл әсерлер көмірсутек шикізаты мен мұнай өнімдерін өндіру, дайындау, өңдеу және тасымалдау кезінде көбірек байқалады. Осы экологиялық мәселелерді шешу үшін мұнайды игеру кезінде қоршаған экожүйелерге келтірілген нақты зиянды жан-жақты зерттеу қажет.

Каспий өңірлік тақырыптық орталығының (КТРК) мәліметтері бойынша жыл сайын теңізге 122 350 тоннаға дейін мұнай өнімдері, 890 200 тонна азот, 95 800 тонна фосфор, 149 тонна кадмий, 17 тонна сынап және басқа да көптеген ластаушы заттар түседі.

«Қазгидромет» РМК мәліметінше, мұнай өнімдерінің концентрациясының шекті рұқсат етілген концентрациядан асатын жағдайлары орын алған. Көбінесе теңізге ағызылатын ластаушы заттардың лақтырылуы апатты толқындар кезінде пайда болады. Жеңіл мұнай өнімдері қалқып, жер бетіне таралады, ал ауыр мұнай өнімдері теңіз түбіне шөгеді. Барлық теңіз биоценоздарын қалпына келтіру және байыту үшін бастапқы өндірісті қамтамасыз ететін жағалаудағы тұзсыздандырылған сулар ластануға барынша бейім.

Соңғы 10 жылдағы Солтүстік Каспийдегі тіркелген ластаушы заттардың жыл аралық динамикасы келесі негізгі көрсеткіштермен сипатталды: мұнай өнімдерінің орташа жылдық ластануы ШРК 1-ден 4 есеге дейін, ШРК 11 еселенген ШРК. Каспий теңізі бассейніндегі көмірсутек ресурстарын қарқынды игерумен және қолданыстағы теңіз ұңғымаларын пайдаланумен байланысты теңізде мұнай мен мұнай өнімдерінің шоғырлануының жоғарылау үрдісі байқалады. Солтүстік Каспийде мұнай өндірудің ластануы соңғы жылдарға дейін шамалы болды, бұл теңіздің осы бөлігінің барлау деңгейінің төмендігі мен ерекше қорғалатын мәртебесіне байланысты.» - деп атап өткен екен.

Каспий теңізі – бірегей экожүйе



3-сурет. Каспий теңізін ортақ қорғаушы 5 мемлекет.

Каспий теңізі - бес мемлекетке (Қазақстан, Ресей, Әзірбайжан, Түрікменстан, Иран) ортақ, сондықтан оның экологиясын қорғау үшін арнайы халықаралық құқықтық құжаттар қабылданды. (3-сурет). Атап айтар болсақ, Тегеранда 2003 жылы «Каспий теңізі теңіз ортасын қорғау жөніндегі негіздемелік конвенция»-сы. Бес мемлекет бекіткен бұл құжат теңіз ортасын ластаудан қорғауды, мұнай төгінділерінің алдын алуды, биоалуантүрлілікті сақтауды мақсат етті. Сонымен қатар Тегеран конвенциясын нақтылайтын бірқатар «Мұнай төгінділеріне дайындық және ден қою хаттамасы» (2011 ж., Алматы) - апат болған жағдайда мемлекеттердің бірлескен іс-қимылы, «Биоалуантүрлілікті сақтау хаттамасы» (2014 ж., Ашхабад) – сирек кездесетін жануарлар мен өсімдіктерді қорғау, соның ішінде Каспий итбалығы мен бекіре тұқымдастарын, «Қоршаған ортаға трансшекаралық әсерді бағалау хаттамасы» (2018 ж.) – ірі жобалар басталар алдында экологиялық әсерін бірге бағалау туралы қосымша хаттамалар қабылдады. Ақтау саммитінде 2018 ж «Каспий теңізінің құқықтық мәртебесі туралы конвенция»-сында теңізді ортақ пайдалану ережелері анықталып, соның ішінде экология саласында ынтымақтастықты күшейтуге келісімге келді. Әрбір мемлекет Каспий экожүйесін қорғау үшін ұлттық заңдарын жетілді. Қазақстан - «Жасыл Қазақстан» ұлттық жобасы, Каспий итбалығын қорғау бағдарламалары. Ресей – балық ресурстарын қорғау мен Еділ арқылы түсетін ластануды азайту шаралары. Әзірбайжан - мұнай өндіру кезіндегі экологиялық қауіпсіздік нормаларын күшейту. Түрікменстан - жағалаудағы табиғи аймақтарды қорғау. Иран - теңіз ортасын қорғау жөніндегі арнайы ұлттық жоспар. Халықаралық ұйымдармен әріптестік орнап, БҰҰ Даму бағдарламасы (UNDP), Дүниежүзілік банк, Еуропалық одақ сияқты ұйымдар Каспий экологиясын қорғауға арналған бірлескен жобалар жүргізуде. Бүгінгі таңда Каспий мәселесі өте өзекті, Каспий аймақтың ортақ экологиялық нысаны болып қала береді. Оны ортақ шешпесе экологиялық апатқа әкеліп соғады, ол ақыр соңында әрбір мемлекеттің жеке жоспарларына және даму болашағына әсер етеді. Сонымен, Каспий теңізінің негізгі экологиялық проблемаларын қарастырайық.



4-сурет. Теңіз жағалауында өліп жатқан Каспий итбалығы (*Pusa caspica*)

Каспий теңізіндегі Каспий итбалығы (*Pusa caspica*) — теңіздегі жалғыз сүтқоректі жануар әрі жойылып бара жатқан эндемик түр. Соңғы жылдары Қазақстанның Ақтау (Маңғыстау облысы) мен Атырау облысы жағалауларында итбалықтардың жаппай қырылу жағдайлары жиілеп кетті. Итбалықтардың жаппай қырылу оқиғалары 2000 ж. -Маңғыстау мен Атырау облыстарында 10 мыңнан астам итбалықтың өлі табылғаны тіркелді. 2006–2007 жж. - тағы бірнеше мыңдаған итбалық қырылды. 2010-2020 жж. - жыл сайын ондағаннан жүздегенге дейін өлі итбалықтар жағалауға шығып отырды. 2022 ж. көктемі - Маңғыстау облысы, Түпқараған ауданында шамамен 2,5 мың итбалықтың өлімі тіркелді. 2023-2024 жж. - Атырау мен Ақтау маңында тағы да жүздеген өлі итбалықтар жағалаудан табылды. Негізгі себептеріне мұнай өндірісі мен кеме қатынасынан теңіз суларының ластануы, төгінділер, химиялық заттар итбалықтарға зиян тигізеді. Каспий теңізінің деңгейінің төмендеуінен мекендеу ортасының қысқаруына әкелді. Ағынды сулар мен өнеркәсіп қалдықтары мен уытты заттар балыққа, ал балықпен қоректенетін итбалықтарға әсер етті. Аурулар мен індеттердің таралуы салдарынан популяцияның әлсіреуіне байланысты вирустық және бактериялық аурулар таралуда. Ауа райы мен климаттың жылынуынан мұздықтар азайып, итбалықтардың көбеюіне кедергі келтіреді. Кейбір жағдайларда итбалықтар заңсыз ауланған. Каспий итбалығы – Каспийдің экожүйелік тепе-теңдігінің көрсеткіші. Оның қырылуы теңіздің жалпы экологиялық жағдайының нашарлағанын білдіреді.

Қорғау шаралары 2008 жылдан бастап Каспий итбалығы Қазақстанның Қызыл кітабына енгізілген. 2020 жылдан бастап Халықаралық табиғатты қорғау одағы (IUCN) оны «жойылып кету қаупі бар түр» деп таныды. Қазақстан мен Ресей итбалықтарды сақтау бойынша бірлескен бағдарламалар жүргізіп келеді. Соңғы жылдары Ақтау (Маңғыстау облысы) мен Атырау облыстарының жағалауында итбалықтардың жаппай қырылуы Каспий теңізінің экологиялық апатты жағдайда екенін айқын көрсетеді. Бұл мұнай өндірісі, теңіздің таяздануы, климаттың өзгеруі және антропогендік қысым салдарынан болып отыр.

Каспий теңізінің басты ластанушысы – сөзсіз мұнай. Мұнаймен ластану Каспийдегі фитобентос пен фитопланктонның (көк-жасыл және диатомды балдырлар) дамуын тежейді, оттегінің түзілуін азайтады. Ластанудың артуы су беті мен атмосфера арасындағы жылу-, газ-және ылғал алмасуына да кері әсер етеді. Кең көлемде таралатын мұнайлы қабық булану жылдамдығын бірнеше есе төмендетеді. Каспий теңізінің ластануы сирек кездесетін балықтар мен басқа да тірі ағзалардың жаппай қырылуына әкеледі. Мұнаймен ластанудың әсерін су құстарына тигізген зиянынан айқын көруге болады. Бекіре тұқымдас балық қоры үздіксіз азайып барады. Мұнай шикізатын басқа шикізатпен алмастыруға болады, ал бекірені ештеңемен алмастыруға болмайды және оны мұнай долларына еш жерден сатып ала алмайсың. Демек, теңіздің ластануы ондағы тірі ағзалардың ауруға шалдығуына алып келеді.

Жақын уақытқа дейін бөгде түрлердің ену қаупі айтарлықтай маңызды мәселе болып саналмаған. Керісінше, Каспий теңізі балық өнімділігін арттыру мақсатында жаңа түрлерді жерсіндіру полигоны ретінде қолданылып келген. Алайда, бөгде ағзалардың басқа теңіздер мен көлдерден Каспийге енуі жағдайды күрт өзгертті. Мәселен, Каспий теңізі үшін нағыз

апатқа айналғаны – мнemiопсис атты ескекаяқтың жаппай көбеюі. Мнemiопсис алғаш рет он жыл бұрын Азов теңізінде пайда болды және 1985–1990 жылдары Азов пен Қара теңізді түгелдей дерлік құлдыратты. Оны, ең ықтимал, Солтүстік Американың жағалауларынан кемелердің балласт суларымен бірге жеткізген, одан әрі Каспийге енуі қиындық туғызбады. Мнemiопсис негізінен зоопланктонмен қоректенеді, тәулігіне өз салмағының шамамен 40%-ын тұтына отырып, Каспий балықтарының азықтық қорын жояды. Жылдам көбеюі мен табиғи жауларының болмауы оны планктон тұтынушылар арасында бәсекесіз етеді. Ол сондай-ақ бентостық ағзалардың планктондық түрлерімен де қоректеніп, аса құнды бекіре тәрізді балықтарға қауіп төндіреді. Балықтардың шаруашылық тұрғыдан маңызды түрлеріне әсері тек қоректік базаны азайту арқылы жанама түрде ғана емес, тікелей жойып жіберу арқылы да байқалады. Егер Каспийдегі жағдай Азов пен Қара теңіздегідей жалғаса берсе, теңіздің балық шаруашылығындағы маңызы толық жойылады. Каспий теңізіндегі бекіре тұқымдас балықтардың күрт жойылуы басты себептерінің бірі – браконьерлік. Ресми емес деректердің шынайылығын ғылыми қауымдастық та растайды, бекірені заңсыз аулау арқылы жойылуына браконьерлердің үлесі зор. Табиғи биогеохимиялық циклдердің өзгеруі. Еділ мен Жайық өзендерінде салынған ірі гидротехникалық құрылыстар балықтардың табиғи мекендерін жойып, басқа да мәселелерге, мысалы, өзен арнасының лайлануына әкелді. Теңіздің және оған құятын өзендердің жоғары деңгейдегі ластануы Каспийде оттегісіз аймақтардың пайда болу қаупін бұрыннан тудырып келген. Әсіресе бұл қауіп Түрікмен шығанағынан оңтүстікке қарай орналасқан аудандар үшін өзекті. Бұл мәселе басты проблемалардың қатарына енгізілмесе де, органикалық заттың синтезі мен ыдырауы арасындағы тепе-теңдіктің бұзылуы елеулі, тіпті апатты өзгерістерге әкелуі мүмкін.

Осылайша, біз экологиялық салдардың катастрофалық екенін көреміз. Көпшілігі бүгін бұл жағдайдың қаншалықты қауіпті екенін сезіне бермейді. Егер эвтрофикацияға қарсы шұғыл шаралар қолданылмаса, онда апаттың болуы әбден мүмкін.

Бұл апатты болдырмау нақты көп мақсатты, перспективалық ғылыми-зерттеу бағдарламаларының көмегімен, Каспий теңізін ластанудан қорғау арқылы жүзеге асырылуы мүмкін.

Өндірістік процестердің қоршаған ортаға әсеріне байланысты мәселелер жергілікті мұнай өндірушілерге қоғам мен ластаушы нысандар арасындағы қатынастардың жақсы үлгісін ұсынамыз. Жоба жоғары деңгейде қарастырылады: күрделілігі мен ауқымына қарамастан, әрбір деталь есепке алынады, көпнұсқалылық әдісі қолданылады, барлық артықшылықтары мен кемшіліктері сарапталады, әрі басты принципке – «биосфераға зиян келтірме» қағидасына ерекше көңіл бөлінеді. Экологиялық мәселелерді қоғаммен кездесулер ұйымдастырып отырады: көзден таса қалған немесе ескерілмеген мәселелерді де анықтауға тырысады.

Каспийді ластанудан қорғаудың тағы бір шарасы – теңіздің қоршаған ортасын қорғау бойынша халықаралық ынтымақтастық. Бұл жобаның мақсаты – Каспийдің экологиялық мәселелерін шешуге бағытталған бірлескен іс-қимыл жоспарын әзірлеу, оған беделді халықаралық ұйымдардың (ЮНЕП, ПРООН, ГЭФ, ЕС-ТАСИС, Дүниежүзілік банк) қолдау көрсетуі.

Каспий теңізі Прикаспий аймағының ортақ экологиялық нысаны болып табылады және оның бір бөлігіндегі дағдарыс бүкіл теңізге ортақ экологиялық апатқа әкелуі мүмкін. Бұл, түптеп келгенде, әрбір мемлекеттің жеке жоспарларына және даму болашағына әсер етеді. Мұнай ресурстарын прикаспий мемлекеттері арасында бөлу мәселесі қалай шешілетініне қарамастан, Каспийде мұнай операциялары мен жалпы жағдайға тиімді экологиялық бақылау тек жағалаудағы мемлекеттердің бірлескен бақылауы арқылы ғана мүмкін. Мұндай бақылау прикаспий мемлекеттері құрған және тиісті өкілеттіктермен қамтамасыз етілген мемлекетаралық экологиялық орган арқылы жүзеге асырылуы ықтимал. Ол органның міндетіне мұнай жобаларына алдын ала экологиялық сараптама жүргізу, экологиялық қауіп немесе жоғары тәуекел болған жағдайда жобаларды тоқтату немесе тоқтата тұру, сондай-ақ экологиялық сипаттағы бірлескен бағдарламаларды әзірлеу және іске асыру кіруі тиіс.

Фенолдар - ароматты көмірсутектердің гидроксилді туындылары (ұшқыш және ұшпайтын). Ұшқыш фенолдар анағұрлым уытты және күшті иіске ие. Табиғи жағдайда фенолдар су организмдерінің метаболизмінде және органикалық заттардың биохимиялық тотығуы кезінде түзіледі. Олар мұнай өңдеу және басқа да өнеркәсіптік кәсіпорындардың сарқынды суларымен табиғи суларға түсетін кең таралған ластаушы заттар болып табылады. Фенолдардың ауыз судағы және балық шаруашылығына арналған су айдындарындағы шекті рұқсат етілген концентрациясы - 1 мкг/л. Фенолдар химиялық тұрғыдан тұрақсыз және суда белсенді ыдырауға бейім. Теңіз суының фенолдардан өзін-өзі тазалау процесі микроағзалардың бөлуімен жүретін ферменттердің әсерінен биохимиялық тотығу арқылы жүзеге асады. Зерттеулерге сәйкес, Солтүстік Каспийдегі сейсмобарлау жұмыстарының табиғи ортаға әсерін бағалау кезінде (ADL, 1994) теңіздің таяз бөліктерінде судың фенолдар құрамы 8 мкг/л-ге жеткен. Б.М. Куандыков және басқалардың (1995) деректері бойынша, Солтүстік Каспий суындағы фенолдардың орташа құрамы 60 мкг/л-ге дейін жетеді, ал бұл ауданға тән орташа мән – 3 мкг/л. «Қазгидромет» деректеріне сәйкес (1992 жылғы су сапасының жылнамасы), соңғы уақытта суда фенолдардың орташа концентрациясы 6 ШРК-ге дейін (0.006 мг/л) өскен. 1996 жылы Каспийдің шығыс жағалауы маңындағы суда фенолдардың орташа құрамы 3.9 мкг/л (3.9 ШРК) болған, бұл көрсеткіш басқа авторлардың деректерімен сәйкес келеді.

1985–1990 жылдар аралығында фенолдардың орташа мөлшері 3.0-ден 9.0 мкг/л-ге дейін өзгерген. Максималды концентрациялар (30.0 мкг/л) Жайық өзенінің сағалық бөлігінде және Орал ойпатында тіркелген (Косарев, Яблонская, 1994).

Геофизикалық зерттеулер кезеңінде жүргізілген қоршаған ортаның жай-күйін мониторингтеу бағдарламасы аясында (ADL, 1994) фенолдардың 20.0 мкг/л-ден аспайтын көрсеткіштері анықталған. Солтүстік-шығыс Каспийді зерттеу кезінде (АГРА, 1997) де бұл көрсеткіштен асқан жағдай тіркелмеген.

Каспий теңізінің теңіз ортасында көмірсутектермен қатар ауыр және ауыспалы металдар да ластаушы факторлар болып табылады. Олар табиғи көздерден де (ерітінділер және тұнбалар), сондай-ақ өнеркәсіптік қалдықтар құрамында өзен ағысымен енеді.

Металдар қоршаған ортаға түрлі әсер етеді және әртүрлі түрленуге ұшырайды (физикалық, химиялық, биологиялық). Микроэлементтер ретінде металдардың балықтар мен басқа гидробионттардың тіршілігінде үлкен маңызы бар: олар ферменттердің, витаминдердің, гормондардың құрамына кіреді, биохимиялық процестерге қатысады. Бірақ суда тым көп мөлшерде болғанда ақуыздарды денатурациялайды, тиол топтарын бөгеп, тіршілік процестеріне антибиотикалық әсер етеді және генетикалық өзгерістер тудырады.

Жиналған деректерді талдау нәтижесінде Шығыс Каспийдің суындағы ауыр және ауыспалы металдардың ең жоғары концентрациялары мыс, мырыш және барийге тиесілі екендігі анықталды (АГРА, 1996). Бұл элементтердің судағы мөлшері мыс пен мырыш үшін 20 мкг/л-ге (ШРК – 10 мкг/л) және барий үшін 50 мкг/л-ге жеткен. Қалған элементтердің мөлшері төменірек: мышьяк пен хром – 6 мкг/л-ден аз; қорғасын, ванадий, никель – 10 мкг/л-ден төмен; кадмий – 1.5 мкг/л-ден аз; сынап – 0.1 мкг/л-ден төмен, яғни балық шаруашылығы нормасынан аспайды.

Косарев пен Яблонская (1994) Солтүстік Каспий суындағы ауыр металдардың мынадай көрсеткіштерін келтіреді: мыс – 7 мкг/л, мырыш – 22 мкг/л, қорғасын – 1.3 мкг/л, кадмий – 0.5 мкг/л. Қазіргі таңда мыс мөлшері айтарлықтай артқан, ал мырыш көрсеткіштері сол шамада қалған.

Англия жағалауы мен көршілес теңіз сулары бойынша деректермен (Laslett, 1995) салыстырғанда: онда металдардың ең жоғары концентрациялары мырыш – 25; мыс – 4.7; кадмий – 0.13; қорғасын – 1.1; никель – 9.4 мкг/л болған, Каспий суындағы кейбір металдардың деңгейі бұдан асып түсетіні байқалады, әсіресе улы кадмий мен қорғасын. Топырақ Каспий теңізінің түбіндегі шөгінділерде ауыр металдардың жиналуы бірқатар ерекшеліктермен сипатталады. Барий мен қорғасын түбіндегі лайда аз қозғалмалы, бірақ қосжақтаулы және бауыраяқты моллюскалар арқылы жақсы сіңіріледі.

Қорғасынның әлсіз еруі оның өзен ағысымен көбіне қалқымалы күйде келуіне әкеледі, сондықтан оның түбіндегі шөгінділердегі таралуы мозаикалық сипатта болады. Қорғасынның төмен мөлшері Жайық сағасына жақын, ал жоғары концентрациялары таяз лайлы аймақтарда байқалады. Ең көп мөлшері Еділ мен Жайықтың теңізге шығатын бөлігінде шөгеді және аз ғана бөлігі терең су аймақтарына өтеді. Металдардың көші-қонына гидробионттар да белсенді қатысады.

Металдардың ең көп шоғырлануы ұсақ алевритті шөгінділер таралған аймақтарда байқалады. Металдардың айтарлықтай бөлігі трофикалық тізбектер арқылы миграцияға қатысып, моллюскалардың қабықтарында мен жұмсақ тіндерінде, кейін балықтарда жиналады.

Мырыш біршама қозғалмалы болып келеді, оның жоғары концентрациясы Жайық сағалық аймағында және Урал ойпатының солтүстік жиегінде байқалған.

Органикалық заттармен күрделі қосылыстар түзіп, сорбция және тұндыру процесі Каспийде мыстың айтарлықтай шоғырлануына әкеледі. Ең жоғары көрсеткіштері өзен арналарының маңында байқалады, ең төменгілері – Урал ойпатында.

Никель азғана мөлшері құмдарда және қабыршақтарда төменгі деңгейде, ал ұсақ алевритті және сазды лайда жоғары деңгейде байқалады. Никельдің тұнуы мен жиналуына гидробионттар да қатысады.

Солтүстік Каспийдегі тұнба жиналу үлгісінде дондық шөгінділердің элементтік құрамына және олардың кеңістіктік таралуына әсер ететін әртүрлі параметрлерді түсінуге болады.

Солтүстік Каспийдің шөгінділерінде металдардың шоғырлану деңгейі топырақ құрылымы мен түріне, майда дисперсті бөлшектердің болуына (элементтердің негізгі сорбенттері) айқын тәуелді екені анықталды.

Солтүстік-шығыс бөлігіндегі теңіздің кең аумағы бойынша алынған құрғақ топырақ массасындағы элементтердің орташа мөлшері (Агро, 1996):

мырыш – 2.0–28.0 (орташа 8); мыс – 1.0–15 (орташа 4.0); кадмий – <0.02–0.34 (орташа 0.073); қорғасын – <2.0–8.0 (орташа 3.0); хром – 4.0–27.0 (орташа 10.0); никель – <4.0–27.0 (орташа 10.0); барий – 32.0–140.0 (орташа 70.0); ванадий – 5.0–32.0 (орташа 13.0);

сынап – <0.005–0.075 (орташа 0.019); темір – 1032.0–12100.0 мкг/г (орташа 3995.0 мкг/г).

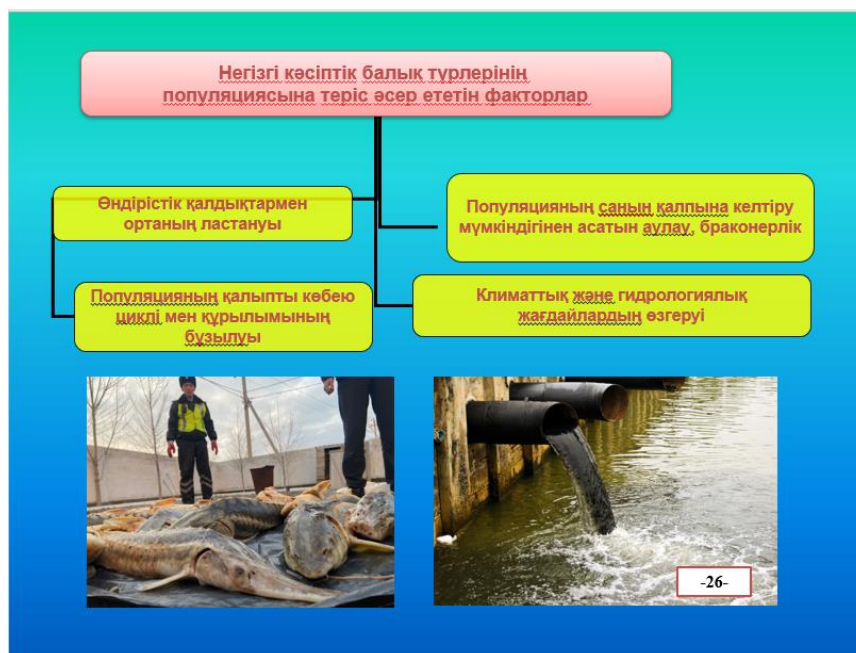
Илдегі мышьяқтың орташа концентрациясы әдістің сезімталдық шегінен төмен болды (<10.0 мкг/г).

Каспий шөгінділеріндегі химиялық элементтердің мөлшерін әлемнің басқа аймақтарымен салыстырғанда, теңіздің солтүстік-шығыс бөлігінің теңіз шөгінділерінде ауыр және өтпелі металдардың деңгейі жоғары екені байқалады.

Балық Каспий теңізінің теңіз биотасы бірегей химиялық құрамға және химиялық элементтер мен қосылыстар жиынтығына ие (Саенко, 1987), сондықтан ол қоршаған ортаның ластануын және экологиялық жағдайын көрсететін индикатор ретінде пайдаланылуы мүмкін.

Солтүстік-шығыс Каспийдегі экологиялық жағдай оның биотасының сапалық және сандық көрсеткіштеріне айтарлықтай әсер етеді.

Каспий теңізінің сулары салыстырмалы түрде орташа ластанған болса да, бұл оны антропогендік әсерден қорғалған дегенді білдірмейді. О.В. Попова және басқалардың (1997) зерттеулері нәтижесінде дельта сулары мұнай өнімдерімен, ауыр металдармен қатты ластанғаны анықталды. Олардың ішінде мырыш, темір және мыс басты орын алады. Сондықтан теңізге түсетін өнеркәсіптік ағын сулардағы ауыр метал тұздары қазіргі таңда бентоста, планктонда және балықтарда токсиканттардың жиналуының негізгі көзі болып отыр (Хорошенко және т.б., 1996; Костров және т.б., 1996; Попова және т.б., 1996).



5-сурет.

Осыған байланысты Каспий гидроценоздарының, соның ішінде бекіре тұқымдас балықтарының құрамындағы ауыр және өтпелі металдармен ластануын бақылау және мониторинг жүргізу қажет. Бұл мақсатқа Солтүстік-шығыс Каспийдің қоршаған ортасының фондық жағдайына жүргізілетін заманауи экологиялық зерттеулер қызмет етеді. Олар мұнай-газды барлау және өндіру жұмыстарына байланысты жүзеге асырылуда.

1996 жылдың мамыр айында балықтардың ағзалары мен тіндеріндегі зерттелген металдардың орташа деңгейі келесі диапазондарда болды:

Бауырда: барий – 0.3–4.6 кадмий – табылған жоқ/0.9 дейін хром – табылған жоқ/0.7 дейін мыс – 12.5–60.6 темір – 193.8–975.0 сынап – табылған жоқ/0.6 дейін мырыш – 77.5–737.5 мкг/г

Бұлшықеттерде: барий – 0.3–4.6 хром – 0.8–4.9 мыс – 1.3–21.2 темір – 8.9–46.5 сынап – 0.1–1.9 никель – табылған жоқ/4.9 дейін қорғасын – табылған жоқ/0.9 дейін мырыш – 19.5–57.3 мкг/г

Уылдырықта: барий – 0.7–7.6 хром – 0.6–3.5 мыс – 3.1–11.4 темір – 62.6–166.3 сынап – табылған жоқ/0.1 дейін никель – табылған жоқ/2 дейін қорғасын – табылған жоқ/0.1 дейін мырыш – 40.7–104.8 мкг/г

Әрбір зерттелген балық үлгісінде басым металдар мырыш, мыс, барий және темір болды. Кадмий мен ванадий өте аз мөлшерде анықталды.

Әртүрлі элементтердің шоғырлану деңгейлері балық тіндеріне байланысты өзгерді: бауырда темір, мырыш, мыс көп жиналды, уылдырықта бұл деңгей бұлшықетке қарағанда жоғары болды. Барий мен хром барлық үлгілерде шамамен бірдей болды. Никель мен қорғасын бұлшықетте аздаған мөлшерде табылды, бірақ бауыр мен уылдырықта кездеспеді. Сынап бауыр мен бұлшықетте аз мөлшерде анықталды, уылдырықта табылған жоқ.

Әдеби деректермен салыстырғанда (мысалы, Неміс шығанағындағы ерш бауыры немесе Еуропа суларының треска бауыры), Каспий балықтарындағы металл мөлшерлері шамалас және ұқсас тенденциялар көрсеткен. Солтүстік-шығыс Каспий ихтиофаунасының өкілдеріндегі металдардың жиналу деректері осы аймақтағы токсикологиялық жағдайды сипаттайтын маңызды көрсеткіш болып табылады.

Каспий мен оның жағалауындағы экологиялық мәселелер аймақ елдерінің экстенсивті экономикалық дамуы тарихының салдары болып табылады. Бұған ғасырлық теңіз деңгейінің ауытқулары, климаттың өзгеруі сияқты ұзақ мерзімді табиғи факторлар да, қазіргі кезеңдегі

өткір әлеуметтік-экономикалық мәселелер де (өтпелі кезең, экономикалық дағдарыс, қақтығыстар, трансұлттық корпорациялардың енуі және т.б.) қосылып отыр.

Каспий теңізінің Қазақстан бөлігіндегі биологиялық алуантүрлілік ерекше әрі құнды, себебі теңізде эндемик түрлер көп кездеседі және ол бүкіл аймақтың экожүйелік тұрақтылығында маңызды рөл атқарады.



6-сурет

Бекіре тұқымдастары (қорытпа, бекіре, шоқыр, пілмай) – Каспийдің ең құнды эндемиктері. Олар қара уылдырығымен белгілі, бірақ қазіргі кезде сирек кездеседі.

Каспий майшабағы, килька, табан, сазан, көксерке, қаракөз сияқты кәсіптік маңызы бар балықтар көп.

Каспий жағалауында қоқиқаз, бірқазан, аққұтан, қаздар мен үйректердің көптеген түрлері ұялайды.



7-сурет



8-сурет

Маңғыстау маңындағы ылғалды аймақтар құстардың қоныс аудару жолында маңызды аялдау нүктесі.

Өсімдіктер әлемі жағалауда қамыс, қоға, су балдырлары таралған. Атырау облысының Құрманғазы ауданындағы Қиғаш өзенінің Каспиге құяр сағасында әлемде сирек кездесетін лотос гүлдері өседі. Олар балықтардың уылдырық шашуына қолайлы орта жасайды.



9-сурет



10-сурет. Теңізге құяр Қиғаш сағасындағы лотос гүлдер плантациясына экосаяхат

Мақаламызда Каспий теңізінің биологиялық алуан түрлігіне кедергі келтіретін болашақта жойылуына ұшырататын себептерін санамалай кетеміз: заңсыз балық аулау, әсіресе бекіре тұқымдастарының уылдырығы үшін; теңіздегі төгінділер, бұрғылау жұмыстары экожүйеге зиян келтіреді; Еділ мен Жайық ағыны төмендеп, балықтардың табиғи уылдырық шашу орындары қысқаруда; климаттық өзгерістерге байланысты су деңгейі төмендеуде; қорғау шараларына қарамастан заңсыз аулау кең таралған; ауыл шаруашылығы мен өнеркәсіп қалдықтары су сапасын нашарлатады.

Каспий экологиялық жүйесін қалпына келтіру үшін жасалатын іс-шаралар:

Бекіре тұқымдастарын аулауға тыйымды қатаң сақтау. Экологиялық заңдарды күшейту, браконьерлерге қарсы күресті күшейту. Уылдырық шашатын жерлерді қорғау. Жайық өзенінің су ағысын сақтау үшін трансшекаралық ынтымақтастық. Жасанды балық өсіру зауыттарын дамыту (бекіре, пілмай, шоқыр өсіру). Итбалықтарды қорғау бағдарламаларын іске асыру. Каспий экожүйесін тұрақты ғылыми бақылау. Мұнай-газ өндірудің экологиялық талаптарын қатаңдату. Каспий теңізінің экологиясын қорғау тек мемлекет пен мұнай компанияларының жұмысы емес, сонымен қатар жергілікті халықтың белсенділігіне де байланысты.

Атап айтар болсақ, тұрғындар арасында жүргізілетін іс-шаралар халықтың экологиялық мәдениетін арттырып, теңізді қорғауға тікелей үлес қосады. Экологиялық ағарту және білім беру - мектептерде, ЖОО-ларда, жергілікті қауымдастықтарда экологиялық сабақтар, дәрістер өткізу, Каспийдің биоәртүрлілігі, оның маңызы және ластанудың салдары туралы халыққа қолжетімді ақпарат тарату және БАҚ пен әлеуметтік желілер арқылы экобілім беру науқандарын жүргізу. Жағалауды тазалау және қалдықтарды басқару үшін тұрғындардың қатысуымен «Таза жағалау», «ЭкоКаспий» сияқты сенбіліктер өткізу, қоқысты бөлек жинауды (пластик, шыны, металл, қағаз) насихаттау және жағалаудағы заңсыз қоқыс орындарына қарсы бақылауды күшейту жатады. Сонымен қатар жергілікті қауымдастықтардың экологиялық бастамаларын қолдау, тұрғындардан құралған экоклубтар, жастар ұйымдары мен еріктілер қозғалысын дамыту, балықшылар мен аңшыларды браконьерлікке қарсы күреске тарту және әдет-ғұрып пен дәстүрлерге сүйене отырып «теңіз – аманат» қағидатын насихаттау.

Су ресурстарын ұқыпты пайдалану әрбір тұрғынның жадында жүруге тиіс. Ол үшін тұрғындарды тұрмыстық деңгейде суды үнемдеуге үйрету және теңізге жуық ауылдарда сарқынды суларды тазарту жүйелерін дұрыс пайдалану жөнінде түсіндіру жұмыстарын үнемі жүргізуіміз керек. Ол үшін тұрғындар арасында қоғамдық бақылау және жауапкершілікті күшейтуіміз қажет. Халықты теңіздегі мұнай төгінділері, заңсыз балық аулау немесе ластану фактілерін жедел хабарлауға ынталандыру. «Экологиялық патрульдерге» жергілікті тұрғындарды тарту.

Сонымен қатар мәдени-экологиялық іс-шараларды жиі өткізіп тұру. Биыл 2025 жылы Атырау облысы Құрманғазы ауданында Каспий теңізіне Қиғаш өзені құяр сағасында лотос гүлдерінің көрме мерекесі өтіп, оған республика тұрғындары ғана емес, алыс, жақын шетелдік қонақтар да лотос гүлдері плантациясын бірге тамашалады. Болашақта да, жергілікті атқарушы органдар «Каспий күні» сияқты мерекелік-танымдық шараларды ұйымдастырып, өнер арқылы (ән, сурет, театр) экология мәселелерін халыққа жеткізуіміз қажет. Бұл шараларды өткізу арқылы жергілікті тұрғындар арасында экологиялық мәдениетті арттыру, жауапкершілікті күшейту және экологиялық еріктілікті дамыту – Каспийдің болашағы үшін өте маңызды деп есептейміз.

Сонымен бірге ғылыми-зерттеу әдістерін қолдану да өте маңызды. Мұндай әдістер теңіздегі ластану көздерін, олардың таралуын, әсер ету ауқымын және экожүйеге тигізетін салдарын анықтауға көмектеседі.

Қазіргі таңда, Ақтау қаласындағы Каспий теңізі проблемаларын зерттеу институты Каспийдің экологиясын қорғауда қолданылатын зерттеу әдістеріне су сапасын мониторинг жасау, физика-химиялық талдау (мұнай өнімдерінің, ауыр металдардың, тұздардың, фосфор, азот қосылыстарының деңгейін анықтау), гидробиологиялық бақылау (планктон, бентос, балықтар құрамын зерттеу арқылы теңіз биоресурстарының жағдайын бағалау), биотестілеу әдісі (су организмдерінің реакциясын зерттеу арқылы ластанушы заттардың уыттылығын анықтау). Аэроғарыштық және қашықтықтан зондтау әдістеріне - жер серіктері мен дрондар арқылы мұнай дақтарының таралуын, су бетінің өзгерістерін қадағалау, спектрлік талдау арқылы ластану көздерін анықтау. Теңіз түбі шөгінділерін зерттеу әдістері - теңіз түбінен алынған шөгінділерде ауыр металдар мен мұнай өнімдерінің жиналуын анықтау, ластанудың ұзақ мерзімді динамикасын бақылау.

Биоиндикаторлық әдістері - белгілі бір түрлердің (моллюскалар, балықтар, балдырлар) популяциясына қарап ластану деңгейін бағалау, мысалы кейбір моллюскалар ауыр металдарды жинақтайды, оларды зерттеу арқылы судағы токсиндердің мөлшері анықталады. Математикалық модельдеу және болжау арқылы ластану көздерінің таралуын (мұнай төгінділері, өзен ағыстары арқылы) компьютерлік модельдермен болжауға және қоршаған ортаға әсер ету сценарийлерін құру жұмыстары жүруде. Экологиялық аудит және тәуелсіз сараптама жүйелі түрде мұнай өндіруші және тасымалдаушы кәсіпорындардың табиғат қорғау нормаларын сақтауын тексереді. Сол арқылы қауіпті апаттар сценарийлерін бағалап, оның орын алмауын қадағалайды. Бұл әдістер кешенді түрде қолданылғанда ғана Каспийдің экологиялық жағдайын нақты бағалауға және оны қорғауға бағытталған шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді.

Нәтижелері.

Жоғарыдағы мақаланы баяндай келе авторлар, Каспий теңізінің экожүйесінің тепе-теңдігін сақтау үшін, еліміздің президенті Қасым-Жомарт Тоқаев Каспий теңізінің экологиясына қатысты бірнеше рет ресми жиындарда және Жолдауларында пікір білдіріп, осы мәселені шешуде, Үкіметке төмендегідей тапсырмалар жүктеді.

Мысалы, 2022 ж. 29 маусымда Ашхабад қаласында өткен (Каспий маңы мемлекеттері басшыларының VI саммиті): «Каспий - ерекше табиғи аймақ. Оны қорғау - біздің ортақ жауапкершілігіміз. Экология мәселелері, соның ішінде теңіздің деңгейінің төмендеуі, биологиялық әртүрліліктің азаюы мемлекеттеріміз үшін үлкен сын-қатерге айналып отыр» деп бес мемлекеттің басшыларына Каспий теңізінде қалыптасқан жағдайды жеткізді.

Сонымен қатар, 2023 ж. Қазақстан халқына Жолдауында: «Каспий теңізінің деңгейі жылдан жылға төмендеп барады. Бұл үрдіс аймақтың экожүйесіне, балық шаруашылығына және жергілікті халықтың өміріне тікелей қауіп төндіреді. Сондықтан Каспийді құтқару - ұлттық қауіпсіздігіміздің аса маңызды бөлігі» екенін атап өтті.

Нақтылып айтар болсақ, Президент Қ.Тоқаевтың 2025 ж. Үкіметке тікелей тапсырма беріп, «Каспий итбалығы мен бекіре тұқымдастарын сақтау үшін нақты шаралар қажет. Бұл тек табиғатты қорғау мәселесі ғана емес, сонымен бірге біздің болашақ ұрпақ алдындағы

жауапкершілігіміз» - деп, Каспий экологиясына ұлттық және аймақтық қауіпсіздік деңгейінде мән беріп отырғанын көрсетеді.

Нәтижесінде Президент 2022–2023 жылдары айтқан сөздерінде Каспийдің таяздануы Қазақстан үшін өте қауіпті экологиялық мәселе екенін атап өтті. Оның айтуынша, теңіздің деңгейі соңғы жылдары айтарлықтай төмендеп, бұл Атырау мен Маңғыстау облыстарының халқының тұрмысына, балық шаруашылығына және экожүйеге қатер төндіріп отыр. Халықаралық ынтымақтастыққа, Қ.Тоқаев Каспийдің экологиясын сақтау тек Қазақстанның емес, барлық бес прикаспийлік мемлекеттің ортақ міндеті екенін айтты. Ол 2022 жылғы Каспий маңы мемлекеттері басшыларының Ашхабадтағы саммитінде Каспийді «бірегей табиғи аймақ, ортақ жауапкершілік нысаны» деп атап, халықаралық келісімдерді толық орындауға шақырды.

Жолдауларындағы үндеу 2023 жылғы Қазақстан халқына Жолдауында Қ.Тоқаев Каспийдің экологиялық жағдайын ерекше атап өтіп, «Каспий теңізін құтқару – ұлттық қауіпсіздік пен аймақтық тұрақтылықтың мәселесі» деді. Ол Каспий итбалығы мен бекіре тұқымдас балықтарды қорғау, заңсыз аулауды тоқтату және табиғатты қорғау шараларын күшейтуді тапсырды. Ұлттық шаралар Президент экология министрлігіне Каспий жағалауында қорық аймақтарын кеңейту, теңіздегі қоршаған ортаны бақылау жүйесін күшейту жөнінде тапсырмалар берген. 2024 жылы Үкіметке «Каспий теңізінің экожүйесін сақтау жөніндегі кешенді бағдарлама» әзірлеуді міндеттеді.

Қорытынды.

Каспий теңізі - Қазақстан үшін стратегиялық маңызы бар экожүйеге жатады. Басты назарымыз теңіздің таяздану қаупін азайтуға, балық пен итбалық популяциясын қорғауға, халықаралық ынтымақтастықты күшейтуге, теңіздегі экологиялық қауіпсіздікті ұлттық қауіпсіздік деңгейінде қарастыруға тиіспіз.

Каспий теңізінің Қазақстан бөлігіндегі қалыптасқан табиғи биологиялық алуантүрлілікті - ұлттық әрі ғаламдық маңызы бар табиғи байлығымыз деп санаймыз. Оны сақтап қалу үшін мемлекетаралық ынтымақтастықты жолға қою, ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу, қатаң құқықтық бақылау орнату және халықтың экологиялық мәдениетін көтеру болып табылады.

Әдебиеттер:

1. Тоқаев Қ., Қазақстан халқына Жолдауы 02.09.2023
2. Тоқаев Қ., Каспий маңы мемлекеттері басшыларының VI саммитінде Президент Қ.Тоқаевтың сөзі 29.06.2022 ж., Ашхабад
3. Ахмеджанов Т.К. и др. // Способ разработки нефтяного месторождения на шельфе. Положительное решение на заявку 2008/1300.1 от 27.04.2008 г.
4. Ахмеджанов Т.К. Скак А.С. // Разработка шельфовых месторождений. Учебное пособие. Алматы, 2006, с.187.
5. Джексенов М.К., Кенжегалиев А.К., Жолдасов Е. Мониторинг Каспия необходимая и первоочередная задача государства // Международная научно-практическая конференция «Бурение и крепление скважин в осложненных условиях континента и морского шельфа», Тезисы докладов, г.Алматы, 12-14.10.1998. С.21.
6. Джексенов М.К., Кенжегалиев А.К., Жолдасов Е.Бозахоева З.Б. Состояние загрязнения Казахстанского сектора Каспийского моря нефтепродуктами.// Материалы III Ассамблеи Ассоциации Университетов Прикаспийских государств, г.Актау 19-21.10.1998. С. 49
7. Джексенов М.К., Жуковский А.Н. Роль переподготовки кадров и формирование региональных экологических программ // Сборник статей «Современные методы анализов в экологии» Санкт-Петербург 1992, Часть 1. С.44
8. Джексенов М.К., Некоторые аспекты экологических бедствий Атырауской области // Информационный листок Казгос ИНТИ Атырауской ЦНТИ, г.Атырау, 1993
9. Джексенов М.К., Влияние деятельности нефтегазового комплекса на окружающую среду // Научно-техническая конференция «Перспективы открытия добычи и транспортировки нефти и газа Атырауской области Атырау, 1998г. С.63
10. Джексенов М.К., Утепкалиев С.У. Шахназарян О.Б., Насиров Р.Н. Обеспечение соблюдения экологических требований и норм при проведении нефтяных операции на море // Международная научная

конференция «Казахстанско-российское сотрудничество: проблемы и перспективы», Атырау, 13-14 декабря 2004 г.

11. Джексенов М.К., Ахметжанов Т.К., Кенжетасов Г.Ж., Есенаманова М.С., Альмухамбетова Ш.К., Бермухамбетов В.А., Способ самозахоронения радиоактивных отходов// Авторское свидетельство № 46988 Комитета ИС МЮ РК от 08.01.2004.

12. Джексенов М.К., Утепкалиев С.У., Шахназарян О.Б., Насиров Р.Н. Организация региональной системы экологического мониторинга и прогнозирования казахстанского сектора Каспийского моря // Атырау, 13-14 декабря 2004 г.

13. Джексенов М.К., G.K. Baimukhashova, Sh.S. Bisenova, R. Nasirov EPR Dating of large periods of the Caspian sea-level oscillation in late Pleistocene and early Holocene based on natural radiation effects. // Доклады национальной Академии Наук Республики Казахстан, Алматы, 2005, Журнал №5, С.49

14. Джексенов М.К., Обеспечение соблюдения экологических требований и норм при проведении нефтяных операции на море. // Доклады национальной Академии Наук Республики Казахстан, Алматы, 2005, Журнал №6, С.21

15. Джексенов М.К., Организация региональной системы экологического мониторинга и прогнозирования казахстанского сектора Каспийского моря. // Доклады национальной Академии Наук Республики Казахстан, Алматы, 2005, Журнал №6, С.107

16. Джексенов М.К., Актуальные проблемы охраны природных ресурсов Республики Казахстан//Информационный бюллетень «Актуальные проблемы охраны»биоресурсов Волго-Каспийского бассейна: междисциплинарный подход», Астрахань, 2007.

17. Джексенов М.К., Тарасов А.С., Насиров Р.Н., Раннеголоценовое вселение Cerastoderma Sp. в Каспий и Арал: вероятный палеогеографический сценарий // Доклады НАН Республики Казахстан, Алматы, 2008

18. Джексенов М.К., Меры, принимаемые Республикой Казахстан по охране окружающей среды Каспийского моря // Вестник КазНТУ им. К.Сатпаева, №1, Алматы, 2010, С.12-16

19. Джексенов М.К., Ахметжанов Т.К., Болатханов Б.Б., Разработка способа увеличения добычи нефти на шельфе с минимальным воздействием на Каспийское море // УДК 504.4.054; 504.4.062 Международная научно-практическая конференция «Роль научно-инжинирингового комплекса в развитии нефтегазовой промышленности», проведенной в честь 70-летия АО НИИ «Каспиймунгаз», г.Атырау, 03.09.2010, с.226-229.

20. Bocharov V.M., Khalturina I.I. On the Formation of Various Complexes of Potassium-Magnesium Salts in the Caspian Evaporite Formation // Structure and Conditions of Formation of Potassium Salt Deposits. Novosibirsk: Nauka, 1981. pp. 139-144.

21. Чернова Г.Х., Сохранение биологического разнообразия Каспийского моря как необходимость устойчивого развития биосферы // Земли Центр эколого-правовой инициативы «Глобус» 20.08.2023.

ЕРЕКШЕ ҚОРҒАЛАТЫН ТАБИҒИ АУМАҚТАРДЫҢ РӨЛІ
РОЛЬ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ
THE ROLE OF PROTECTED NATURAL AREAS

ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ ЭНТОМОФАУНЫ (ARTHROPODA, INSECTA) В ЗАПАДНОМ КАЗАХСТАНЕ

Р.Х. Кадырбеков, А.М. Тлеппаева, Б.В. Златанов, С.В. Титов

РГП на ПХВ «Институт зоологии» КН МНВО РК; г. Алматы, Казахстан:
rustem.kadyrbekov@zool.kz; aizhan.tleppaeva@zool.kz bor_zlat@mail.ru sergey.titov@zool.kz

Аннотация: Кадырбеков Р.Х., Тлеппаева А.М., Златанов Б.В., Титов С.В. Итоги изучения энтомофауны (Arthropoda, Insecta) в Западном Казахстане

В Западном Казахстане по нашим данным отмечено 2180 видов насекомых из 11 отрядов (Odonata, Orthoptera, Mantodea, Dermaptera, Phasmida, Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Diptera, Neuroptera), 119 семейств и 1061 рода. Абсолютно доминируют отряды полужесткокрылых (Hemiptera), жесткокрылых (Coleoptera) и чешуекрылых (Lepidoptera) насекомых. Это вполне характерная особенность любой локальной фауны. В Красной книге насекомых Казахстана для этой территории приводятся 18 видов: *Anax imperator* Leach, 1815 (Odonata, Aeschnidae), *Bolivaria brachyptera* Pallas, 1773 (Mantodea, Mantidae), *Saga pedo* Pallas, 1771 (Orthoptera, Tettigoniidae), *Porphyrophora polonica* Linnaeus, 1758 (Hemiptera, Margarodidae), *Calosoma* (Callisthenes) *reticulatus* Fabricius, 1787 (Coleoptera, Carabidae), *Lucanus cervus* Linnaeus, 1758 (Coleoptera, Lucanidae), *Dorcus parallelipedus* Linnaeus, 1758 (Coleoptera, Lucanidae), *Bolboceras armiger* Scopoli, 1772 (Coleoptera, Geotrupidae), *Cnemisus rufescens* Motschulsky, 1868 (Coleoptera, Scarabaeidae), *Haplosoma ordinatum* Semenov, 1889 (Coleoptera, Scarabaeidae), *Scolia maculata* Drury, 1773 (Hymenoptera, Scoliidae), *Scolia hirta* Schrenk, 1781 (Hymenoptera, Scoliidae), *Hoplitis* (Megalosmia) *fulva* Eversmann, 1852 (Hymenoptera, Megachilidae), *Zerynthia polyxena* Denis et Schiffermuller, 1775 (Lepidoptera, Papilionidae), *Microzegrus pyrothoe* Eversmann, 1832 (Lepidoptera, Pieridae), *Scolitantides bavius* Eversmann, 1832 (Lepidoptera, Lycaenidae), *Philotes rapore* Eversmann, 1851 (Lepidoptera, Lycaenidae). В этом регионе обитает 60 эндемичных видов насекомых, что составляет 2,8 % от выявленной фауны. Имеется также эндемичный род – *Metopeuraphis* Narzikulov et Smailova, 1975 (Hemiptera, Aphidomorpha). Рассмотрены лимитирующие факторы, влияющие на биоразнообразие энтомофауны Западного Казахстана.

Ключевые слова: насекомые, фауна, эндемики, редкие виды, лимитирующие факторы, Западный Казахстан.

Аннотация: Біздің деректеріміз бойынша, Батыс Қазақстанда жәндіктердің 11 тобына (Odonata, Orthoptera, Mantodea, Dermaptera, Phasmida, Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Diptera, Neuroptera) жататын 2180 түрі, 119 туыстасы және 1061 тұқымдасы тізімге тіркелді. Айқын басым топтарға Жартылай қаттықанаттылар (Hemiptera), қаттықанаттылар (Coleoptera) және қабыршаққанаттылар (Lepidoptera) өкілдері болды. Бұл — кез келген жергілікті фаунаға тән ерекшелік. Қазақстан жәндіктердің Қызыл кітабында осы аймақ үшін *Anax imperator* Leach, 1815 (Odonata, Aeschnidae), *Bolivaria brachyptera* Pallas, 1773 (Mantodea, Mantidae), *Saga pedo* Pallas, 1771 (Orthoptera, Tettigoniidae), *Porphyrophora polonica* Linnaeus, 1758 (Hemiptera, Margarodidae), *Calosoma* (Callisthenes) *reticulatus* Fabricius, 1787 (Coleoptera, Carabidae), *Lucanus cervus* Linnaeus, 1758 (Coleoptera, Lucanidae), *Dorcus parallelipedus* Linnaeus, 1758 (Coleoptera, Lucanidae), *Bolboceras armiger* Scopoli, 1772 (Coleoptera, Geotrupidae), *Cnemisus rufescens* Motschulsky, 1868 (Coleoptera, Scarabaeidae), *Haplosoma ordinatum* Semenov, 1889 (Coleoptera, Scarabaeidae), *Scolia maculata* Drury, 1773 (Hymenoptera, Scoliidae), *Scolia hirta* Schrenk, 1781 (Hymenoptera, Scoliidae), *Hoplitis* (Megalosmia) *fulva* Eversmann, 1852 (Hymenoptera,

Megachilidae), *Zerynthia polyxena* Denis et Schiffermuller, 1775 (*Lepidoptera*, *Papilionidae*), *Microzegrus pyrothoe* Eversmann, 1832 (*Lepidoptera*, *Pieridae*), *Scolitantides bavius* Eversmann, 1832 (*Lepidoptera*, *Lycaenidae*), *Philotes panope* Eversmann, 1851 (*Lepidoptera*, *Lycaenidae*) - 18 түр келтірілді. Бұл өңірде жәндіктердің 60 эндемик түрі мекендейді, бұл анықталған фаунаның 2,8%-ын құрайды. Сондай-ақ бір эндемик тұқымдас бар — *Metopeuraphis Narzikulov et Smailova*, 1975 (*Hemiptera*, *Aphidomorpha*). Батыс Қазақстан энтомофаунасының биологиялық әртүрлілігіне әсер ететін шектеуші факторлар қарастырылды.

Кілт сөздер: жәндіктер, фауна, эндемик, шектеуші факторлар, Батыс Қазақстан

Abstract. Kadyrbekov R.Kh., Tleppaeva A.M., Zlatanov B.V., Titov S.V. Results of the study of entomofauna (Arthropoda, Insecta) in Western Kazakhstan

According to our data, 2,180 insect species from 11 orders (*Odonata*, *Orthoptera*, *Mantodea*, *Dermaptera*, *Phasmida*, *Hemiptera*, *Coleoptera*, *Lepidoptera*, *Hymenoptera*, *Diptera*, and *Neuroptera*), 119 families, and 1,061 genera have been recorded in Western Kazakhstan. The orders *Hemiptera*, *Coleoptera*, and *Lepidoptera* are absolutely dominant. This is a typical feature of any local fauna. 18 species: *Anax imperator* Leach, 1815 (*Odonata*, *Aeschnidae*), *Bolivaria brachyptera* Pallas, 1773 (*Mantodea*, *Mantidae*), *Saga pedo* Pallas, 1771 (*Orthoptera*, *Tettigoniidae*), *Porphyrophora polonica* Linnaeus, 1758 (*Hemiptera*, *Margarodidae*), *Calosoma* (*Callisthenes*) *reticulatus* Fabricius, 1787 (*Coleoptera*, *Carabidae*), *Lucanus cervus* Linnaeus, 1758 (*Coleoptera*, *Lucanidae*), *Dorcus parallelipedus* Linnaeus, 1758 (*Coleoptera*, *Lucanidae*), *Bolboceras armiger* Scopoli, 1772 (*Coleoptera*, *Geotrupidae*), *Cnemisus rufescens* Motschulsky, 1868 (*Coleoptera*, *Scarabaeidae*), *Haplosoma ordinatum* Semenov, 1889 (*Coleoptera*, *Scarabaeidae*), *Scolia maculata* Drury, 1773 (*Hymenoptera*, *Scoliidae*), *Scolia hirta* Schrenk, 1781 (*Hymenoptera*, *Scoliidae*), *Hoplitis* (*Megalosmia*) *fulva* Eversmann, 1852 (*Hymenoptera*, *Megachilidae*), *Zerynthia polyxena* Denis et Schiffermuller, 1775 (*Lepidoptera*, *Papilionidae*), *Microzegrus pyrothoe* Eversmann, 1832 (*Lepidoptera*, *Pieridae*), *Scolitantides bavius* Eversmann, 1832 (*Lepidoptera*, *Lycaenidae*), *Philotes panope* Eversmann, 1851 (*Lepidoptera*, *Lycaenidae*) on this territory are marked in Red Book of Insects of Kazakhstan. 60 endemic insect species are records for this region, accounting for 2.8% of the identified fauna. There is also an endemic genus: *Metopeuraphis Narzikulov et Smailova*, 1975 (*Hemiptera*, *Aphidomorpha*). Limiting factors influencing the biodiversity of the entomofauna of Western Kazakhstan are discussed.

Key words: insects, fauna, endemics, rare species, limiting factors, West Kazakhstan

Введение

Западный Казахстан – обширный географический регион, находящийся на территориях Восточной Европы и Центральной Азии. В его состав входят 4 области: Атырауская, Западно-Казахстанская, Актюбинская и Мангыстауская. Регион граничит на севере с Россией, а на юге — с республиками Узбекистан и Туркменистан, на западе омывается Каспийским морем, а на востоке граничит с Костанайской, Кызылординской областями и областью Улытау Республики Казахстан. Общая площадь территории: 736 241 км². Значительную площадь Западного Казахстана занимает зона пустынь, меньшую площадь занимает сухостепная зона. Есть также аридные низкогорья: горы Актау, Актолагай, Мугалжары и Каратау. Интразональными экосистемами являются речные поймы (Жем, Иргиз, Илек, Каргалы, Урал) и солончаки с солонцами. Наибольшая площадь солончаков приходится на Атыраускую область.

Полных обзоров насекомых Западного Казахстана нет. Первые сведения о насекомых этого региона приведены С.М Журавлевым [Журавлев, 1914 а, б] Первые, и соответственно, последние комплексные исследования по фауне насекомых Западного Казахстана были проведены лабораторией энтомологии Института зоологии АН Казахской ССР в 1969–1974 гг. К сожалению, нам не удалось найти всех томов тех исследований, и мы использовали только имеющиеся у нас в наличии тома по равнокрылом (*Insecta*, *Homoptera*) и чешуекрылым (*Insecta*, *Lepidoptera*) насекомым [Айбасов и др., 1974].

Данные по отдельным видам насекомых, обитающих в Западном Казахстане, имеются в монографиях по тлям (Hemiptera, Aphidomorpha) [Кадырбеков, 2017], цикадовым [Митяев, 1974, 2002], жукам-листоедам (Coleoptera, Chrysomelidae) [Лопатин, Куленова, 1986], пластинчатоусым жукам (Coleoptera, Scarabidae) [Николаев, 1987], жукам-дендрофагам (Coleoptera, Buprestidae, Cerambycidae) [Костин, 1973] и булавоусым чешуекрылым (Lepidoptera, Rhopalocera) [Zhdanko, 2005] Казахстана.

В литературе имеются обзоры различных таксономических групп насекомых, посвященных Западному Казахстану [Божко и др., 1971; Горбунов, 2011; Горбунов, Муханов, 2009; Кадырбеков, 2003, 2004 а, б, 2009, 2011, 2021; Кадырбеков, Казенас, 2009; Кадырбеков, Тлеппаева, 2004; Лер, 1964; Николаев и др., 2009; Ромадина, 1954; Сараев и др., 2003; Смаилова, 1974; Тлеппаева, 2009, 2012; Шапошников, 1952; Четвериков, 1906]. Сведения об отдельных видах насекомых, найденных в Западном Казахстане, содержатся в целом ряде статей [Ивановская, 1960; Игнатъев, Золотухин, 2005; Кадырбеков, 2002; Kadyrbekov, 2003, 2004, 2014 а, б, 2022; Кумаков, Коршунов, 1979; Мельдебек и др., 2009; Моргун, 2003; Плавильщиков, 1958; Смаилова, 1980; Anikin et al., 2000; Jendek, Grebennikov, 2011; Obydov, 1998]. Наконец, имеется достаточное количество описаний новых видов насекомых, найденных в Западном Казахстане [Абрамов, 2015; Калашян, Волкович, 2023; Danilevsky, 2001, 2012; Kabak, Solodovnikov, 2016]

Материалы и методы

Учет насекомых проводился с помощью постановки почвенных ловушек Барбера, использования метода кошения сачком, визуальных наблюдений по трансектам шириной 3 метра, «стряхивания» с деревьев на подстеленный тент, привлечения ночных видов источниками света [Голуб и др., 2012; Палий, 1970; Фасулати, 1971].

Кроме работы с литературными источниками мы пользовались материалами, хранящимися в энтомологической коллекции РГП «Институт зоологии» КН МНВО РК.

Таксономию приведенных в отчете насекомых, мы выверяли по определителям и каталогам [Определитель насекомых Европейской части СССР, 1964, 1965, 1986; Catalogue of Palearctic Coleoptera, 2003, 2004, 2006, 2010; Fibiger, 1990; Fibiger et al., 2007, 2009, 2010; Goater et al., 2003].

Результаты

В результате проведения наших исследований в 2024-25 гг. в Западном Казахстане было выявлено 2180 видов насекомых из 11 отрядов (Odonata, Orthoptera, Mantodea, Dermaptera, Phasmida, Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Diptera, Neuroptera), 119 семейств и 1061 рода (Таблица 1).

Таблица 1. – Соотношение по отрядам количества семейств, родов и видов насекомых в Западном Казахстане

Отряды	Семейства	Роды	Виды
Odonata	3	5	6
Orthoptera	9	38	48
Mantodea	2	3	3
Dermaptera	2	2	2
Phasmida	1	1	1
Hemiptera	38	359	799
Coleoptera	32	243	453
Lepidoptera	14	324	690
Hymenoptera	9	41	91
Diptera	7	43	85
Neuroptera	2	2	2
Итого	119	1061	2180

Из данных, приведенных в таблице 1 видно, что в Западном Казахстане абсолютно доминируют отряды полужесткокрылых (Hemiptera), жесткокрылых (Coleoptera) и чешуекрылых (Lepidoptera) насекомых. Это вполне характерная особенность любой локальной фауны.

В Красной книге насекомых Казахстана [Красная книга Казахстана, 2006] для Западного Казахстана приводятся 18 видов из отрядов Odonata (*Anax imperator* Leach, 1815), Mantodea (*Bolivaria brachyptera* Pallas, 1773), Orthoptera (*Saga pedo* Pallas, 1771, *Ceraeocercus fuscipennis* Uvarov, 1910), Hemiptera (*Porphyrophora polonica* Linnaeus, 1758), Coleoptera (*Calosoma* (*Callisthenes*) *reticulatus* Fabricius, 1787, *Lucanus cervus* Linnaeus, 1758, *Dorcus parallelipipedus* Linnaeus, 1758, *Bolboceras armiger* Scopoli, 1772, *Cnemisus rufescens* Motschulsky, 1868, *Haplosoma ordinatum* Semenov, 1889), Hymenoptera (*Scolia maculata* Drury, 1773, *Scolia hirta* Schrenk, 1781, *Hoplitis* (*Megalosmia*) *fulva* Eversmann, 1852), Lepidoptera (*Zerynthia polyxena* Denis et Schiffermuller, 1775, *Microzegrus pyrothoe* Eversmann, 1832, *Scolitantides bavius* Eversmann, 1832, *Philotes panope* Eversmann, 1851).

Четыре вида из этого списка: *Lucanus cervus*, *Dorcus parallelipipedus*, *Bolboceras armiger* *Philotes panope* – отмечались в Казахстане только в начале 20 века. Темнокрылый Кузнечик (*Ceraeocercus fuscipennis*) не был известен в Западном Казахстане. Он найден нами совсем недавно (2008 г.) в Мангистауском Каратау

В Западном Казахстане обитает 60 видов эндемичных насекомых из отрядов Hemiptera – 16 видов (*Protaphis chondrillae* (Mordvilko, Tarbinsky et Plaviltchikov, 1948), *Xerobion desertorum* Kadyrbekov, 2014, *Brachyunguis tigrochaudus* Kadyrbekov, 2014, *B. shaposhnikovii* (Ivanovskaja, 1960), *Chaitaphis shaposhnikovii* Kadyrbekov, 2002, *Staticobium suffruticosum* Kadyrbekov, 2003, *Metopeuraphis atriplicis* Narzikulov et Smailova, 1975, *Macrosiphoniella* (*Macrosiphoniella*) *sarmatica* Kadyrbekov, Tleppaeva et Kolov, 2022, *Agallia mangyschlaki* Mitiajev, 1969, *A. urdensis* Mitiajev, 1975, *Chlidochrus mitiajevi* Emeljanov, 1962, *Achetica halocnemi* Emeljanov, 1964, *Neoliturus argillaceus* Mitiajev, 1975, *Handianus fertilis* Mitiajev, 1975, *Pentastiridius ovatus* (Metcalf, 1955), *Falcidiopsis kirgisorum* Kusnetzov, 1930; Coleoptera – 36 таксонов (*Dorcadion glycyrrhizae androsovi* Suvorov, 1909, *D. glycyrrhizae chuvilini* Danilevsky, 2012, *D. glycyrrhizae dalilae* Kadyrbekov, 2004, *D. glycyrrhizae dostojevskii* Semenov, 1899, *D. glycyrrhizae dubianskii* B. Jakovlev, 1906, *D. glycyrrhizae eugeniae* Abramov, 2015, *D. glycyrrhizae fedorenkoi* Danilevsky, 2001, *D. glycyrrhizae glycyrrhizae* (Pallas, 1774), *D. glycyrrhizae inderiensis* Suvorov, 1911, *D. glycyrrhizae murati* Danilevsky, 2013, *D. glycyrrhizae uvarovi* Suvorov, 1911, *D. glycyrrhizae striatum* Goeze, 1777, *Psilotarsus brachypterus hemipterus* Motschulsky, 1845, *Cortodera villosa aktolagaica* Miroshnikov, 2007, *Vadonia bipunctata urdensis* Danilevsky, 2014, *Sphenoptera epistomalis* Obenberger, 1927, *Calosoma panderi* Fischer von Waldheim, 1822, *Pseudotaphoxenus kazakhstanicus* Kabak et Solodovnikov, 2016, *Pachybrachys kazakhstanicus* Lopatin, 1974, *Telyterotarsus regeli bergi* Jacobson, *Chrysolina turgaica* Jacobson, 1910, *Psylliodes rhaica* Jacobson, 1922, *Lethrus cephalotes* (Pallas, 1771), *L. lamillifer* Nikolajev, 1976, *L. aequidentatus* Nikolajev, 1968, *L. dostojevskii* Semenov, 1899, *L. mugodzharcus* Nikolajev, 1987, *Cnemisus rufescens* Motschulsky, 1868, *Aphodius aralicus* Nikolajev, 1979, *Achranoxia expallida* (Semenov, 1935), *Adoretops plexus* (Zoubkov, 1833), *Chioneosoma astrachanica* Semenov, 1902, *C. kazakorum* Semenov, 1902, *C. obengergeri* Semenov et. Medvedev, 1936, *C. rimskii* Semenov et. Medvedev, 1936, *C. aralense* Semenov et. Medvedev, 1936), Lepidoptera) – 8 (*Rhymnaria kazakhstana kazakhstana* (Lukhtanov, 1990), *Rhymnaria kazakhstana karaliusi* Zhdanko et Churkin, 2001, *Athamantia athamantis* (Eversman, 1854), *Paleophilotes panope* (Eversman, 1854), *Plebejus bergi* Kusnetzov, 1908, *Chelis pardalina* (Püngeler, 1898), *Drasteria indecora* (John, 1910), *Brachygalea leptographa* Ronkay et Gyulai, 1997).

Имеется также эндемичный род – *Metopeuraphis* Narzikulov et Smailova, 1975 (Hemiptera, Aphidomorpha). Уровень эндемизма Западно-Казахстанской энтомофауны по нашим данным составляет 2,8 % от всей рассматриваемой фауны.

В Западном Казахстане обнаружен один карантинный вид – узбекский усач (*Aeolesthes sarta*). Это – злостный вредитель тополей (*Populus alba*, *P. euphratica*, *P. nigra*, *P. tallasica*, *P. pruinosa*) в городских насаждениях Туркестанской и Жамбылской областей (Жуалинский район). В связи с потеплением климата этот вид за 30 лет продвинулся от города Чимкента, до хребта Сырдарьинский Каратау (г. Кентау) и Жуалинского (п. Момышулы) района Жамбылской области. Есть опасность продвижения этого вида на восток до г. Тараза и далее по трассе в сторону Алматы. Видимо, обнаружение этого вида в городе Актау связано не с завозом с дровами, потому что тополь не является ценной породой деревьев, а с его естественным продвижением из Туркменистана по местам произрастания туранговых тополей (*P. euphratica*, *P. pruinosa*).

Aeolesthes sarta (Solsky, 1871) – узбекский или городской усач

Личинка живет в древесине различных видов тополя (*Populus* spp.). Генерация трехгодичная. Имаго активны в июне-июле. В 2018 г. был отмечен в древесных насаждениях г. Актау (Мангистауская область). Численность не изучена. Опасный карантинный вид, недавно отмеченный в Западном Казахстане.

Рассмотрим основные лимитирующие факторы, влияющие на биоразнообразие насекомых в современную эпоху глобального потепления климата.

Основной угрозой, лимитирующей благополучие популяций супралиторальных насекомых, является водообеспеченность водных артерий региона. При нынешнем сильно зарегулированном стоке реки Урал есть угроза высыхания имеющихся проток, что приведет к потере нынешнего видового разнообразия насекомых, населяющих пойменные леса. Это касается и других рек Западного Казахстана (Жем, Иргиз, Илек, Каргалы, Темир, Торгай).

Водообеспеченность в первую очередь, коснется стенобионтных видов. Для того, чтобы избежать подобных изменений необходимы ежегодные попуски воды с имеющихся водохранилищ.

Другими лимитирующими факторами для пойменных экосистем являются длительные засухи и обширные пожары, приводящие к сильной деградации наземных экосистем, и, как следствие, к потере биоразнообразия растительного и животного мира. Не следует забывать и о перевыпасе, который в нынешние времена наблюдается именно в пойме рек, раннем сенокосении, приводящем к потере видового разнообразия насекомых-фитофагов, и не регулируемых местах водопоя скота, приводящих к деградации береговой кромки и поступлению органических веществ в воду. Не менее важной проблемой является не контролируемый туризм, приводящий к захламлению мест отдыха органическими отходами, возможным пожарам и вырубкам древесной растительности.

При нынешней зарегулированности водостока Урала будет идти с нарастающей быстротой деградация наземных экосистем со сменой лесной экосистемы на кустарниково-луговую с отдельно стоящими деревьями, влажно луговой экосистемы на сухо луговую, а сухо луговой на галофитную. Кстати, это уже происходит в низовьях реки Урал в пределах Атырауского района Атырауской области.

Все вышеперечисленные угрозы, относятся к пойменной экосистеме, при этом основные площади в Западном Казахстане занимают пустыни и сухие степи, высоки также площади солонцов и солончаков, кроме того, есть также аридные низкогорья.

Теперь рассмотрим эти экосистемы в плане их уязвимости при влиянии природных и антропогенных факторов и оценим их уязвимость по пятибалльной шкале.

Зона пустынь. Пустыни, благодаря разреженности растительного покрова, и приспособленности обитающих в них растений и животных к влагодефицитности являются одной из самых устойчивых к антропогенным и природным факторам природной экосистемой. Пожары не могут нанести большого урона этой экосистеме из-за разомкнутости растительного покрова, также она устойчива к засухе. Поэтому энтомофауне этой экосистемы и в настоящем, и в будущем не грозит серьезной деформации ее структуры. Единственной серьезной антропогенной угрозой для пустынь является перевыпас, но он наблюдается только

в окрестностях населенных пунктов. По пятибалльной шкале оценки, можно этой экосистеме дать максимальное количество баллов.

Пойменные леса. Об основных угрозах этой экосистемы мы уже говорили выше. Эта экосистема в Западном Казахстане является самой богатой в плане видового и таксономического разнообразия населяющих ее насекомых. Однако, учитывая нахождение этих лесов в крайне засушливой зоне, и зависимость их от гидрологического режима рек, а также возможного серьезного ущерба от пожаров, засухи, высыхания рек мы можем сделать прогноз, что при серьезной экологической катастрофе эта экосистема, соответственно, и насекомые населяющие ее, будет неуклонно деградировать. По пятибалльной шкале оценки, можно дать этой экосистеме только 2 бала и отнести ее к «красной» зоне.

Кустарниковые степи. Эта экосистема является также одной из самых богатых в отношении энтомофауны. Равнинные степи способны вынести локальные, но не масштабные пожары, когда большая часть видов насекомых, кроме самых мобильных, погибает и прежний видовой состав восстанавливается долгие годы. Влияет на такие степи и перевыпас, однако в нынешние времена поголовье скота значительно уступает советскому периоду. Сейчас значительный перевыпас имеется возле населенных пунктов, где степи значительно деградированы, а видовой состав насекомых крайне беден, однако при этом численность немногих, способных выжить в таких условиях эврибионтных видов насекомых бывает крайне высокой. Надо отметить, что умеренный выпас скота благоприятно сказывается на состоянии степной растительности, и, следовательно, на состоянии степной энтомофауны. Влияют на состояние растительности и животного мира также участвовавшие засухи, тоже приводящие к деградации видового состава насекомых. Тоже можно сказать и сенокосах, которые проводятся в июле, в самый пик размножения большинства видов насекомых-фитофагов. По пятибалльной шкале оценки, можно этой экосистеме дать 4 бала.

Аридные низкогорные массивы. Представлены в Западном Казахстане Мугалжарами и Мангыстауским Каратау. Эта экосистема также является одной из самых богатых в отношении энтомофауны. При этом она, как степи и пустыни, приспособлена к дефициту влаги, однако длительные засухи крайне отрицательно сказываются на видовом составе насекомых, обитающих в этих горах. Редкие виды при таких засухах исчезают и нарушается общее равновесие в структуре энтомофауны. Другими антропогенными факторами, способными резко изменить сбалансированность этой экосистемы являются перевыпас, который нами наблюдался во время наших исследований, и стихийные степные пожары, иногда происходящие в горных степях. Сделаем прогноз на будущее. После степных пожаров эта экосистема хоть и медленно, но способна восстановиться, а вот если интенсивность перевыпаса, которую мы наблюдали во время наших исследований, сохранится на прежнем уровне, то в течение ближайших 10 лет эта экосистема сильно деградирует и из растительности и насекомых останутся лишь массовые и часть обычных видов. Поэтому, в плане уязвимости, оценим эту экосистему на 3,5 бала.

Березово-осиновые леса. Имеются только в Мугалжарах. Также, как и для пойменных лесов, основным лимитирующими факторами для этой экосистемы являются пожары, длительные засухи и превыпас. По сравнению с пойменными лесами колки распространены по территории более мозаично, поэтому в случае выгорания одного такого леса, есть надежда, что не пострадают другие лесные островки. В плане уязвимости, оценим эту экосистему в 3 бала.

Солончаки и солонцы имеют сравнительно невысокое, но крайне специфическое видовое и таксономическое разнообразие насекомых. Распространены они по всей пустынной и, иногда, степной зоне. Больше всего, солонцов и солончаков находится в Атырауской области. Как и пустыням, этой экосистеме не страшны пожары и длительные засухи. Не страдают они и от перевыпаса. Это очень пластичная экосистема, имеющая, в связи с глобальным потеплением климата, тенденцию к постепенному увеличению площади. Мы оцениваем ее экологическую устойчивость в 5 баллов.

Теперь попытаемся оценить динамику изменения численности некоторых насекомых. Обитающих в этом регионе.

Мы не имеем хороших многолетних наблюдений за динамикой численности насекомых, обитающих в Западном Казахстане. Исключением является Атырауская область, где один из авторов достаточно регулярно проводил наблюдения за фауной пустынных насекомых в течение длительного периода (2002–2010 гг.), и Карашаганакское газо-конденсатное месторождение, находящееся в Бурлинском районе Западно-Казахстанской области, где тот же автор работал в 1999–2001 и 2020 гг. За период этих работ мы не заметили заметных изменений в численности массовых и, большинства, обычных видов насекомых. Для некоторых видов насекомых, способных набирать значительную численность, например, непарного шелкопряда (*Lymantria dispar*, (LINNAEUS, 1758), стадных видов саранчовых, характерна многолетняя цикличность численности. Так, пустынная саранча (*Locusta migratoria*) набирает свою численность с минимальной до максимальной, примерно, в течении 5–6 лет, после чего наступает резкий спад численности и затем очередной, постепенный подъем. От циклов численности саранчовых зависит также численность жуков-нарывников (Coleoptera, Meloidae), личинки которых паразитируют в кубышках саранчовых.

Однако, для большинства насекомых характерна относительно устойчивая численность в течение многих лет. Поэтому, повторяю, мы не заметили за период работы в Атырауской и Западно-Казахстанской областях заметных колебаний численности основных фоновых видов насекомых. Краснокнижные виды насекомых были действительно редкими и постоянно наблюдались в единичном числе экземпляров.

В связи с глобальным потеплением климата серьезная тенденция сокращения численности, вплоть до полного исчезновения, грозит пустынным и степным видам насекомых с весенней активностью имаго. Это не летающие узко локальные виды жуков-дровосеков (Coleoptera, Cerambycidae) из рода *Dorcadion* и жужелиц (Coleoptera, Carabidae) из рода *Calosoma* (*Callisthenes*).

Регулярные ранние весенние потепления воздуха приводят к раннему выходу имаго выше названных таксонов, которые попадают под неоднократные похолодания, что приводит к ежегодному сокращению численности этих видов и многие из них являются кандидатами для попадания в «Красную книгу» Республики Казахстан.

У летних видов общая ситуация не выходит за обычные рамки численности, кроме более раннего выхода взрослых особей у некоторых из них. Но нашим наблюдениям срок активности большинства летних видов насекомых передвинулся на 10–12 дней вперед.

Заключение

В целом энтомофауна Западного Казахстана достаточно своеобразна и обладает довольно высоким процентом узко эндемичных видов. Особый интерес вызывают, конечно, пустынные, степные и галофильные виды насекомых. Именно среди них отмечены все известные для региона эндемики. В сравнении, пойменные виды насекомых, за немногим исключением, имеют обширные ареалы, однако именно здесь сосредоточено наиболее высокое видовое разнообразие. Также мы постарались выделить современные лимитирующие факторы, угрожающие видовому разнообразию насекомых и здоровью природных экосистем этого интересного с научной точки зрения региона. Очертили мы еще и круг видов, которые в связи с нынешним глобальным потеплением являются главными кандидатами для попадания в «Красную книгу» Республики Казахстан.

Благодарности.

Исследования выполнены при финансовой поддержке ПФИ URN BR21882122 Комитета науки, Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Литература:

1 Журавлев С.М. Материалы по фауне жуков Уральской области // Труды Русского энтомологического общества. – 1914. – Т. 41. – Вып. 3. – С. 1–61.

- 2 Журавлев С.М. Материалы к фауне чешуекрылых окрестностей гор. Уральска и других мест Уральской области // Труды Русского энтомологического общества. – 1914. – Т. 41. – С. 415–563.
- 3 Айбасов Х.А. Фауна чешуекрылых (Lepidoptera) Западного Казахстана. – Насекомые (полужесткокрылые, жесткокрылые, чешуекрылые) Западного Казахстана. // Насекомые (Insecta, Homoptera) Западного Казахстана. – Алма-Ата: Деп. ВИНТИ 18.03.1975 № 765-75). – 1974. – С. 102–150.
- 4 Кадырбеков Р.Х. Тли (Hemiptera: Aphidoidea, Phylloxeroidea) Казахстана (Аннотированный список). – Алматы: «ТОО 378», 2017. – 584 с. ISBN: 978-601-80591-3-1.
- 5 Митяев И.Д. Фаунистический обзор цикадовых (Homoptera, Cicadoidea) Западного Казахстана // Равнокрылые хоботные (Insecta, Homoptera) Западного Казахстана. – Алматы: Депонировано в ВИНТИ, № 1565. – 1974. – С. 2–76.
- 6 Митяев И.Д. Фауна, экология и зоогеография цикадовых (Homoptera, Cicadinea) Казахстана – Алматы: Tethys Entomological Research. – 2002. – V. 5. – Р. 1-168.
- 7 Лопатин И.К., Куленова К.З. Жуки – листоеды (Coleoptera, Chrysomelidae) Казахстана (определитель). – Алма-Ата: Наука, 1986. – 199 с.
- 8 Николаев Г.В. Пластинчатоусые жуки (Coleoptera, Scarabaeoidea) Казахстана и Средней Азии. – Алма-Ата: Наука, 1987. – 232 с.
- 9 Костин И.А. Жуки-дендрофаги Казахстана – Алма-Ата: Наука, 1973 – 288 с.
- 10 Zhdanko A.B. Butterflies (Lepidoptera, Papilionoidea, Hesperioidea) of Kazakhstan // Tethys entomological Researcher. – 2005. – Vol. XI. – Р. 85–152.
- 11 Божко М.П., Линдеман Г.В., Пахомова В.Е. Дендрофильные тли (Homoptera, Aphidinea) Джанибекского стационара и его окрестностей // Животные искусственных лесных насаждений в глинистой пустыне. – Москва: Наука, 1971. – С. 104–119.
- 12 Горбунов, П.Ю. Macrolepidoptera пустынь и южных степей Западного Казахстана. Обзор фауны. – Екатеринбург, 2011. – 192 с.
- 13 Горбунов П.Ю., Муханов А.Ш. К фауне дневных бабочек (Lepidoptera, Rhopalocera) Устьюртского заповедника и сопредельных территорий. Ыстырт мемлекеттік табиғи қорығының, ҒЕ. – Жаңаөзен, 2009. – С. 52–70.
- 14 Кадырбеков Р.Х. Обзор фауны тлей (Homoptera, Aphididae) казахстанской части Аральского региона // Selevinia. – 2003. – Т. 11. – С. 39–46.
- 15 Кадырбеков Р.Х. К фауне тлей (Homoptera, Aphididae) Западного Казахстана // Tethys Entomological Research. – 2004. – V.10. – Р. 5–8.
- 16 Кадырбеков Р.Х. Тли (Homoptera, Aphididae) Мангыстауской области // Ыстырт мемлекеттік табиғи қорығының, ҒЕ. – Жаңаөзен, 2009. – С. 100–110.
- 17 Кадырбеков Р.Х. К фауне тлей (Homoptera, Aphididae) Атырауской области // Selevinia. – 2011. – Т. 19. – С. 58–65.
- 18 Кадырбеков Р.Х. Обзор фауны тлей (Hemiptera, Aphidomorpha) Актыубинской области (Казахстан) // Selevinia. – 2021. – Т. 29. – С. 15–39.
- 19 Кадырбеков Р.Х., Казенас В.Л. Материалы по фауне беспозвоночных животных на акватории Северного Каспия // Труды Ин-та зоологии МОН РК. – 2009 б. – Т. 50. – С. 66–78.
- 20 Кадырбеков Р.Х., Тлеппаева А.М. Фаунистический обзор жуков-ксилофагов (Coleoptera: Buprestidae, Cerambycidae) казахстанской части Приаральского региона// Известия НАН РК, серия биологическая и медицинская. – 2004 б. – № 5. – С. 37–43.
- 21 Лер П.А. Ктыри (Diptera, Asilidae) полуострова Мангышлак // Труды НИИ защиты растений Министерства сельского хозяйства Казахской ССР. – 1964. – Т. VIII. – С. 297–309.
- 22 Николаев Г.В., Кадырбеков Р.Х., Тлеппаева А.М., Колов С.В., Муханов А.Ш. К фауне жесткокрылых насекомых (Insecta, Coleoptera) Устьюртского заповедника// Ыстырт мемлекеттік табиғи қорығының, ҒЕ. – Жаңаөзен, 2009. – С. 161–167.
- 23 Ромадина К.Г. Личинки древогрызущих жуков-усачей (Cerambycidae) долины р. Урал // Труды зоологического института АН СССР. – 1954. – Т. XVI. – С. 213–228.
- 24 Сараев Ф.А., Джангазиева Б.Ж., Колов С.В. Жуки-нарывники (Coleoptera, Meloidae) нижнего течения Урала // Вестник Казахского Национального Университета, серия биологическая. – 2003. – 3 (21). – С. 124–127.
- 25 Смаилова Н.Е. Фаунистический обзор тлей (Homoptera, Aphidoidea) Западного Казахстана // Равнокрылые хоботные (Insecta, Homoptera) Западного Казахстана. – Алматы: Депонировано в ВИНТИ, № 1565. – 1974. – С. 94–122.
- 26 Тлеппаева А.М. Обзор жуков-златок (Coleoptera, Buprestidae) Мангыстауской области // Ыстырт мемлекеттік табиғи қорығының – Жаңаөзен, 2009. – С. 348–355.
- 27 Тлеппаева А.М. К фауне жуков-златок (Coleoptera, Buprestidae) северо-востока Прикаспийской низменности // Материалы Международной научно-практической конференции «Животный мир Казахстана и сопредельных территорий», посвященной 80-летию Института зоологии Республики Казахстан 22-23 ноября 2012 год. – Алматы, 2012. – С.167–169.
- 28 Шапошников Г.Х. Дендрофильные тли степной и пустынной зон Приуралья // Труды Зоологического института АН СССР. – 1952. – Т. 11. – С. 92–110.

- 29 Четвериков С.С. Список бабочек с берегов Аральского моря. // Известия Туркестанского отделения Русского Географического общества IV. – 1906. – Вып. VII. – С. 30–36.
- 30 Ивановская О.И. Ксеробионты подтрибы Aphidina (Homoptera) Советского Союза // Труды биологического института АН СССР. Сибирское отделение. – Новосибирск, 1960. – Вып. 6. – С. 87–154.
- 31 Игнатьев Н.Н., Золотухин В.В. Обзор лжепестрянок (Lepidoptera: Syntomidae) России и сопредельных территорий. Часть 1. Род *Syntomis* Ochsenheimer, 1808. – Eversmannia. – 2005 – No 3–4. – С. 28–55.
- 32 Кадырбеков Р.Х. Таксономическое изучение тлей родов *Chaitaphis* Nevsky, 1928 и *Titanosiphon* Nevsky, 1928 трибы Macrosiphini (Homoptera, Aphididae) // Tethys Entomological Research. – 2002. – V.6. – P. 49–64.
- 33 Kadyrbekov R.Kh. Materials to taxonomy and systematic of the aphids from *Staticobium* Mordvilko, 1914 genus (Homoptera, Aphididae, Macrosiphini) with the description of three species // Selevinia. – 2003. – Vol. 11. – P. 16–23.
- 34 Kadyrbekov R.Kh. New taxa of Longicorn beetles of Dorcadionini tribe (Coleoptera, Cerambycidae) from Kazakhstan and China//Tethys Entomological Research. – 2004. – V. 10. – P. 93–96
- 35 Kadyrbekov R.Kh. A revision of genus *Xerobion* Nevsky, 1928 (Homoptera: Aphididae) // Russian Entomological Journal. – 2014. – Vol. 3 (23). – P. 169–178.
- 36 Kadyrbekov R.Kh. New species of *Brachyunguis* B. Das, 1918 (Homoptera: Aphididae) from Kazakhstan // Russian Entomological Journal. – 2014. – Vol. 4 (23). – P. 283–292.
- 37 Kadyrbekov R.Kh., Tleppeeva A.M., Kolov S.V. Two new species of the aphid genus *Macrosiphoniella* del Guercio, 1911 (Hemiptera; Aphidomorpha; Aphidinae), living on *Achillea millefolium* from Kazakhstan // Far East Entomologist. – 2022. – N 466. – P. 1–8. <https://doi.org/10.25221>.
- 38 Кумаков А.П., Коршунов Ю.П. Чешуекрылые Саратовской области. – Саратов: Издательство Саратовского университета, 1979. – 240 с
- 39 Мелдебеков А.М., Байжанов М.Х., Казенас В.Л., Бекенов А.М., Кадырбеков Р.Х., Гисцов А.П., Есенбекова П.А., Тлеппаева А.М., Митяев И.Д., Чильдебаев М.К., Жданко А.Б. Животный мир Мангистауской области и его мониторинг // Труды Ин-та зоологии МОН РК. – 2009. – Т. 51. – С. 1–293.
- 40 Моргун Д.В. Булавоусые чешуекрылые (Lepidoptera: Rhopalocera) Астраханской области. // Russian Entomological Journal. – 2003. – V. 2 (12) – С. 222–238.
- 41 Плавильщиков Н.Н. Жуки-дровосеки. Подсемейство Lamiinae. Часть 3 // Фауна СССР. Жесткокрылые. – Москва–Ленинград: Изд. АН СССР, 1958. – Т. 23. – Вып. 1. – С. 1–592.
- 42 Смаилова Н.Е. Дополнение к фауне тлей (Homoptera, Aphididae) Западного Казахстана // Труды Института зоологии АН Казахской ССР. – 1980. – Т. 39. – С. 44–48.
- 43 Anikin, V., Sachkov, S., Zolotukhin, V. Fauna lepidopterologica Volgo-Uralensis 150 years later: changes and additions. –Part 2 (Bombyces and Sphinges) // Atalanta. – 2000. – Vol. 31 (2). – P. 265–292.
- 44 Jendek E., Grebennikov V. *Agrilus* (Coleoptera, Buprestidae) of East Asia. – Prague: Jan Farka, 2011. – 362 pp.
- 45 Obydov D. A review of the *Callisthenes panderi* species group (Coleoptera, Carabidae // Coleopters. – 1998. – Vol. 2 (4). – P. 13–28.
- 46 Абрамов А.Е. Новый подвид *Dorcadion glycyrrhizae* (Pallas, 1774) (Coleoptera: Cerambycidae) из Северо-Западного Казахстана // Кавказский энтомологический бюллетень. – 2015. – Т. 11. – вып. 1. – С. 39–41.
- 47 Калашян М.Ю. Волкович М.Г. Новый подрод рода *Sphenoptera* dejean, 1833 с переописанием *S. epistomalis* Obenberger, 1927 (Coleoptera, Buprestidae) // Энтомологическое обозрение. – 2023. – Т. 102. – вып. 4. – С. 737–744.
- 48 Danilevsky M.L. Review of subspecies structure of *Dorcadion* (s. str.) *glycyrrhizae* (Pallas, 1774) (Coleoptera: Cerambycidae) // Les cahiers Magellanes. – 2001. – No 5. – P. 1–27.
- 49 Danilevsky M.L. New subspecies from West Kazakhstan // Mun. Ent. Zool. – 2012. – Vol. 1 (7). – P. 46–50.
- 50 Kabak I., Solodovnikov I.A. A new species of the genus *Pseudotaphoxenus* (Coleoptera: Carabidae: Sphodrini) from Kazakhstan // Zoosystematica Rossica. – 2016. – Vol. 1 (25). – P. 157–162.
- 51 Голуб В.Б., Цуриков М.Н., Прокин А.А. Коллекции насекомых: сбор, обработка, хранение материала. – Москва: КМК, 2012 – 339 с.
- 52 Палий В.Ф. Методика изучения фауны и фенологии насекомых. – Воронеж, 1970. – 189 с.
- 53 Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. – Москва: Высшая школа, 1971. – 424 с.
- 54 Определитель насекомых Европейской части СССР. Низшие, древнекрылые, с неполным превращением // М.-Л.: Наука, 1964. – Т. 1. – 935 с.
- 55 Определитель насекомых Европейской части СССР. Отряд Coleoptera – Жесткокрылые, или жуки // М.-Л.: Наука, 1965. – Т. 2. – 666 с.
- 56 Определитель насекомых Европейской части СССР. Чешуекрылые // Л.: Наука, 1986. – Т. 4. (3). – С. 232–244.
- 57 Catalogue of Palearctic Coleoptera. Archostemata – Myxophaga – Adephaga (Lobl I., Smetana A. Eds.) – Stenstrup: Apollo Books, 2003. – Vol. 1. – 798 p.
- 58 Catalogue of Palearctic Coleoptera. Hydrophiloidea – Histeroidea – Staphylinoidea (Lobl I., Smetana A. Eds.) – Stenstrup: Apollo Books, 2004. – Vol. 2. – 918 p.
- 59 Catalogue of Palearctic Coleoptera. Scarabaeoidea – Scyrtoidea – Dascilloidea – Buprestoidea – Byrrhoidea

- (Lobl I., Smetana A. Eds.) – Stenstrup: Apollo Books, 2006. – Vol. 3. – 674 p.
- 60 Catalogue of Palearctic Coleoptera (Lobl I., Smetana A. Eds.) – Stenstrup: Apollo Books, 2010. – Vol. 6 – 924 p.
- 61 Fibiger M. Noctuidae Europaeae. –: Noctuinae I. – Sorø: Entomological Press, 1990. – Vol. 1 – 208 p.
- 62 Fibiger M., Hacker H. Noctuidae Europaeae. Amphipyridae, Condicionae, Eriopinae, Xyleninae (part). – Sorø: Entomological Press, 2007. – Vol. 9. – 410 p.
- 63 Fibiger M., L.Ronkay, A.Steiner, A.Zilli. Noctuidae Europaeae. Pantheinae, Dilobinae, Acronictinae, Eustrothiinae, Nolinae, Bagisarinae, Acontiinae, Metoponiinae, Heliethinae and Bryophilinae. – Sorø: Entomological Press, 2009. – Vol. 11. – 504 p.
- 64 Fibiger M., Ronkay L., Yela J.L., Zilli A. Noctuidae Europaeae. Rivulinae, Boletobiinae, Hypenodinae, Araeopterinae, Eublemminae, Herminiinae, Hypeninae, Phytometrinae, Euteliinae and Micronoctuidae. – Sorø: Entomological Press, 2010. – Vol. 12 – 451 p.
- 65 Goater, L., Ronkay, L., Fibiger M.. Noctuidae Europaeae. Catocalinae & Plusiinae. – Sorø: Entomological Press, 2003. – Vol. 10. – 452 p.
- 66 Красная книга Казахстана (Беспозвоночные). – Алматы: Тетис, 2006. – Т. 1.(2). – 232 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПОДХОДЫ В ОЦЕНКЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ КАЗАХСТАНА

Т.Р. Рыспеков, Ж.К. *Алимсеитова, С.Р. Турганалиев

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан,
zhanar_igd@mail.ru

Аннотация. В статье показаны изменения использования территорий Казахстана после 1991 г. Авторы привели причины происходящих антропогенных воздействий и отклик на это биологических организмов. Первым делом на временно-естественных ландшафтах уменьшаются шумы, механическое воздействие на природные компоненты, выносы растительной продукции и другие. Восстановление экосистем начинается за счет усиления функций “не посевной” растительности, влияющих на почвы, животный мир и другие компоненты ландшафта. Чем ближе временно-естественные ландшафты находятся к природным, тем быстрее и больше они заселяются «аборигенной» растительностью и животными. Авторы считают, что наименьший срок восстановления экосистем следует ожидать на участках с небольшими размерами площади. С увеличением площади временно-естественных ландшафтов происходит удаление от границ природных территорий. На восстановление экосистем влияют сроки нахождения в естественных условиях, сроки и величина бывшей антропогенной нагрузки, рельеф, климат и другие факторы. Одновременно улучшается экология природной среды, которая контактирует или находится на некотором удалении от временно-естественных ландшафтов, то есть от восстанавливающихся экосистем. Здесь тоже играет роль длина контактирующей зоны, площади взаимодействующих экосистем, сроки контактов.

Привязали происходящие процессы с окружающей средой, привели систематизацию трансформации новообразованных территорий по некоторым угольям в разных областях, где меняется растительный состав и животный мир. На различных угольях изменения происходили по-разному. Это первым делом сказалось на фиторазнообразии таких ландшафтов. Новообразованные территории стали пополняться дикими животными. Показаны различные стадии сукцессий растительности.

Ключевые слова: временно естественные ландшафты, сроки использования, биоразнообразие растений, количество живых организмов.

Аннотация. Мақалада 1991 жылдан кейінгі Қазақстан аумақтарын пайдалану өзгерістері көрсетілген. Авторлар болып жатқан антропогендік әсерлердің себептерін және оған биологиялық организмдердің жауабын келтірген.

Бірінші кезекте, уақытша-табиғи ландшафттарда шу, табиғи компоненттерге механикалық әсер, өсімдік өнімдерінің шығарылуы және тағы басқалар азаяды. Экожүйелердің қалпына келуі топыраққа, жануарлар дүниесіне және ландшафтың басқа компоненттеріне әсер ететін «егілмеген» өсімдіктердің функцияларының күшеюі есебінен басталады. Уақытша-табиғи ландшафттар табиғи ландшафттарға неғұрлым жақын болса, олар «аборигендік» өсімдіктермен және жануарлармен соғұрлым тезірек және көп қоныстанады. Авторлар экожүйелерді қалпына келтірудің ең аз мерзімін шағын аумақты учаскелерде күту керек деп санайды. Уақытша-табиғи ландшафттардың ауданы ұлғайған сайын, табиғи аумақтардың шекараларынан алыстау орын алады. Экожүйелердің қалпына келуіне табиғи жағдайларда болу мерзімдері, бұрынғы антропогендік жүктеменің мерзімдері мен шамасы, жер бедері, климат және басқа факторлар әсер етеді. Сонымен қатар, уақытша-табиғи ландшафттармен жанасатын немесе олардан белгілі бір қашықтықта орналасқан табиғи ортаның экологиясы жақсарады, яғни қалпына келетін

экожүйелердің. Мұнда да жанасатын аймақтың ұзындығы, өзара әрекеттесетін экожүйелердің ауданы, контактілердің мерзімдері маңызды рөл атқарады.

Болып жатқан процестерді қоршаған ортамен байланыстырып, өсімдік құрамы мен жануарлар дүниесі өзгертін әртүрлі алқаптардағы жаңадан пайда болған аумақтардың трансформациясын жүйелеуді келтірген. Әртүрлі алқаптардағы өзгерістер әр түрлі болды. Бұл бірінші кезекте мұндай ландшафттардың фитәртүрлілігіне әсер етті. Жаңадан пайда болған аумақтар жабайы жануарлармен толыға бастады. Өсімдіктер сукцессиясының әртүрлі кезеңдері көрсетілген.

Түйін сөздер: уақытша-табиғи ландшафттар, пайдалану мерзімдері, өсімдіктердің биоәртүрлілігі, тірі организмдердің саны.

Abstract. The article shows the changes in the use of Kazakhstan's territories after 1991. The authors presented the causes of the ongoing anthropogenic impacts and the response of biological organisms to them.

First of all, on temporary-natural landscapes, noise, mechanical impact on natural components, removal of plant products, and others are reduced. The restoration of ecosystems begins due to the strengthening of the functions of “non-crop” vegetation affecting soils, wildlife, and other landscape components. The closer the temporary-natural landscapes are to natural ones, the faster and more they are populated by “aboriginal” vegetation and animals. The authors believe that the shortest recovery period for ecosystems should be expected in areas with small sizes. As the area of temporary-natural landscapes increases, they move away from the borders of natural territories. The restoration of ecosystems is influenced by the duration of time spent in natural conditions, the duration and magnitude of the former anthropogenic load, relief, climate, and other factors. Simultaneously, the ecology of the natural environment that contacts or is at some distance from the temporary-natural landscapes, i.e., from the recovering ecosystems, improves. Here, too, the length of the contacting zone, the areas of interacting ecosystems, and the duration of contacts play a role.

The ongoing processes are linked to the environment, and a systematization of the transformation of newly formed territories across certain lands in different regions, where plant composition and fauna change, is presented. The changes occurred differently on various lands. This primarily affected the phytodiversity of such landscapes. The newly formed territories began to be replenished with wild animals. Various stages of vegetation successions are shown.

Key words: temporary-natural landscapes, terms of use, plant biodiversity, number of living organisms.

Введение. Территория Республики Казахстан, занятая сельскохозяйственными угодьями, располагается на равнинных и горных ландшафтах, занимая большие площади с различными природно-климатическими зонами и подзонами. На равнинной территории существенная часть ландшафтов на черноземах, каштановых почвах распаивалась большими массивами. Экстенсивное освоение больших территорий Республики Казахстан в течение 60-70 в северных и интенсивное освоение - 80-90 лет в южных регионах, соответственно, существенно сказалась на многих компонентах ландшафтов.

Предгорные ландшафты на каштановых почвах, сероземах осваивались и осваиваются на меньших площадях, с применением различных севооборотов и орошения. Сочетание больших массивов неорошаемых земель равнинной территории и небольших орошаемых площадей предгорных территорий является одной из отличительных особенностей изменения биоразнообразия в Республике Казахстан.

На фоне преобладающих в настоящее время процессов разрушения и деградации экосистем на Земле наблюдается восстановление почвенно-экологических систем в Республике Казахстан. Потому что теперь многие территории распаиваются, но более дискретно. На равнинных ландшафтах, используемых под пастбища, местами резко сократилась антропогенная нагрузка.

Наряду с уменьшением антропогенных нагрузок на многие земли сельскохозяйственного, промышленного назначения и других территорий, сочетаются территории с усилением нагрузок на компоненты среды. Получаемая информация становится более разнообразной. В некоторых случаях информация вызывает противоречивые прогнозы, а это требует дополнительного изучения и обработки полученной информации.

В нашей республике, на многих территориях из года в год стала восстанавливаться естественная растительность, а с каждым годом увеличивалось количество и разнообразие животного мира. После того как на ранее осваиваемых под земледелие и пастбища территориях прекратилось возделывание культурных растений и выпас домашнего скота стала улучшаться экологическая обстановка и на прилегающих к ним территориях.

Цель работы – взаимосвязи уменьшения антропогенной нагрузки на сельскохозяйственные угодья с увеличением разнообразия растительности и животного мира на этих территориях в Республике Казахстан.

Задачи для достижения цели:

- показать процесс растительной сукцессии на неиспользуемых пашнях и пастбищах;
- показать рост количества диких животных на неиспользуемых пространствах.

В работе [1] подчеркивается, что в отличие от восточно-европейских степей, азиатские в меньшей мере освоены земледелием, а также что растениеводство имеет дело не только с почвой, но и с природным комплексом в целом. Переход на рыночные условия развития Республики Казахстан вызвало сокращение посевных площадей сельскохозяйственного производства. Это является огромной территорией. К этому можно добавить и часть посевных площадей переданных в крестьянские хозяйства, которые не полностью осваиваются [2].

Исходные данные и методы исследования. Визуальные наблюдения за растительностью и животным миром в периоды 1985-1991, 2002-2008, 2015-2019, 2021-2023 гг. по территории Казахстана от предгорных сероземов до обыкновенных черноземов.

Наблюдения за растительностью в периоды 1985-1991 гг. показывали о деградации естественной растительности биогеоценозов, о повсеместной распашке плодородных земель и возделывании на них культурных растений. Выезды на общие физико-географические практики 2002-2008 гг. показали, что в окружающей природной среде произошли изменения. Научные полевые экспедиции 2015-2019 гг. показали разнообразие видового состава растительности на зарастающих полях.

Возникли временно естественные ландшафты, которые следует делить по территории как бывшие пастбищные, сенокосные и распаханые. Объекты изучения на них: растительность на неиспользуемых по различным срокам территориях (бывшие пашни и пастбища); животный мир на неиспользуемых территориях.

Совокупность растений (фитоценоз), животных (зооценоз) и микроорганизмов (микробоценоз), населяющих относительно однородное жизненное пространство (биотоп) в течение 15-18 лет, до 34 лет перестали испытывать антропогенные нагрузки. Прекращение или уменьшение воздействия непосредственно на почвы, растительный и животный мир, косвенно на поверхностные воды, почво-грунты и т.д., привели к тому что, нарушенное тесное взаимодействие компонентов ландшафта, основанное на постоянном обмене веществом и энергией, стало восстанавливаться. Нарушения функций биогеоценозов в ландшафтах были вызваны длительным выпасом животных и вытаптывания ими почвы на пастбищах, а на возделываемых полях из-за обработки почвы, выноса питательных веществ и т.д. Сукцессии на данное время выполняют особую роль в восстановлении биологического круговорота, в котором принимают участие автотрофы, гетеротрофы и редуценты этих территорий.

Изменение структуры трофических цепей в сукцессионных биоценозах приводят к многочисленным вариантам фитогенной и зоогенной сукцессий, это усложняет прогнозы их численности. Сукцессионные процессы восстановления ландшафтов происходят за счет увеличения числа видов, усложнения круговоротов веществ, увеличение мортмассы и связанных с нею трофических каналов.

Результаты. Происходящие процессы на различных территориях запаса интересны для изучения, так как одновременно с растительностью увеличивалась численность животного мира. Территории бывшие пашнями и пастбищами накладывают свой отпечаток на состав организмов в природных условиях местности.

Тридцатилетние аграрные обработки на этих площадях ликвидировали естественные травяные ассоциации, исчезла дернина, верхний гумусовый слой гомогенизировался с нижним. Верхний 20-30 см слой почвы стал рыхлым и влагоемким.

Все это на начальных стадиях растительных сукцессий в основном и способствует развитию двудольных растений на этих площадях. Доля злаковых определяется в основном овсягом, пыреем,острецом. На многих брошенных полях доминируют корнеотпрысковые растения. Так, в середине лета на брошенных полях осот уже подошел к фазе выброса семян, на этой стадии и козлобородник, а на обрабатываемых рядом полях осот находился в стадии бутонизации и начала цветения, и, конечно, в изреженном виде.

Признаками для увеличения численности вида и видов являются: тип опыления, семенная продуктивность, размер семян, вегетативное размножение, пластичность видов, функциональные параметры, отношение к фитофагам, жизненная форма. В статье [3] считают, что признаки, помогающие виду внедриться в новое для него сообщество, выявляются довольно легко, но они весьма разнообразны. Тип опыления – это ключевой признак для расселения вида, так как при отсутствии агента-опылителя вид не приживается [3].

Различные семена по-разному распространяются и произрастают в почве. В степной зоне на временно естественных ландшафтах хорошо распространяются, а затем размножаются осот полевой, козлобородник, потому что имеют семена с летательными аппаратами. Одним из первых и наиболее густо растет овсяг на этих ландшафтах.

Корневищные растения пырей,острец быстро размножаются вегетативно, особенно на тех участках, где почвы временно естественных ландшафтов снова обрабатываются и затем опять забрасываются (некоторые «клетки» мелких крестьянских хозяйств). Корневищные злаки доминируют из-за того, что для них создаются наиболее оптимальные условия в этот период.

В предгорной зоне увеличились площади адраспана, вегетативные побеги которого животные не поедают. То же самое относится к доннику, щавелю конскому, растущим в более увлажненных местах. Однако, под кустарниками (спирея, шиповник и др) и колючими травами (различные виды кузиний, особенно кузиния жесткая – *cousinia rigida*) растительность была типичной и полностью вызревала.

На количество и разнообразие флоры и фауны временно естественных ландшафтов сказывается влияние не только площади и сроки неиспользуемости, но и большие пространства разных климатических зон. На начальных стадиях это позволяет увеличить миграционную способность животных. В Республике Казахстан из-за сокращения поголовья скота с 1991 по 1999 гг. уменьшилась нагрузка на луга и пастбища. Большие территории пастбищ частично оказались в естественных условиях. Сравнительные наблюдения за ландшафтами еще в периоды 2002-2008 гг. показывали об уменьшении или прекращении антропогенных нагрузок, что повлекло за собой восстановление на этих участках растительности, животных, которые изменились в сторону увеличения биомассы, биоразнообразия растений, животных и т.д.

Это способствует восстановлению растительности, живых организмов этих территорий, качество и численность которых мигрирует и на временно естественные ландшафты.

В современном мире отсутствуют такие большие площади земель, которые оказались временно в естественных условиях и одновременно в различных природно-климатических зонах, они могут быть в дальнейшем или использованы, или не использованы в системе земледелия. Увеличилось сочетание разнообразных ландшафтов, которые влияют друг на друга. Это может отложить различный отпечаток на экологию регионов.

Из-за пересеченности местности, склонов различной крутизны предгорные почвы не распаиваются сплошным массивом, как каштановые и черноземные почвы на равнине. Это

разнообразит ландшафт и оберегает природную среду. Пересеченность местности и взаимовлияние растительных сообществ разных поясов вертикальной зональности способствуют сохранению разнообразия растительных сообществ, групп живых организмов и способствуют большей устойчивости природной среды. антропогенным нагрузкам. Связь разнообразия растений с устойчивостью среды отразилось как в вертикальном направлении между компонентами ландшафтов, так и в горизонтальном. Биоразнообразие улучшается при сопряженном росте растений, микроорганизмов и диких животных с природным комплексом в целом.

Понятие «залежи» в основном связано с небольшими, прерывистыми территориями, целенаправленно оставленными на восстановление плодородия почвы. «Залежи» не играют большой роли в функционировании ландшафтов, а тем более не влияют на функционирование других ландшафтов. За исключением распространения семян. Это продолжается не много лет, потому что условия возделывания полей, к которым адаптируются сорные растения, прекращаются. На их смену приходят местные «аборигенные» виды растений.

Поэтому важную роль в определении видов растительности на местах играют сроки нахождения территории (ныне не осваиваемые под земледелие территории пашни и пастбища) в неиспользуемом состоянии. Только за последние наметилась тенденция к присоединению части временно естественных ландшафтов к земледелию (продолжению освоения).

Временно естественные ландшафты охватывают большую территорию в различных природно-климатических зонах и подзонах. Поэтому травостой в этих ландшафтах отличается друг от друга, соответственно и функции отличаются. На некоторых территориях растительная биомасса временно естественных ландшафтов играет роль в накоплении опада, увеличении численности и популяции животных.

Уменьшение пастбищной нагрузки за эти годы показывали о более быстрой степени восстановления растительных сообществ. Потому что на территории растения вызревают полностью. Чем больше проходит время, тем растительные сообщества лучше восстанавливались. Последнее сказывается и на восстановлении животного мира там.

Следует полагать, что на территории других государств (сопредельных с нашей Республикой) имелись или имеются тенденции в уменьшении нагрузки на природную среду. А это обязательно повлияет на биоту, на восстановление биоразнообразия (в разной степени) на ландшафтах этих территорий. Автор работы [4] приводит данные сокращения площадей пашни Российской Федерации со 132,4 млн.га в 1991 по 125,3 млн.га в 1999 гг. В работах [5, 6] говорится, что в Российской Федерации за последние 10-15 лет в связи с неудовлетворительным экономическим состоянием сельского хозяйства происходило ежегодное сокращение площади пахотных угодий. В [6] приводится работа Карлович И.А. (1998), где говорится, что каждый 6-й гектар пахотной земли бросается и переходит в разряд пахотных пустошей.

В работе [7] исследуется не косимый последние 20 лет луг, который с краев зарастает лесом. В этой работе [7] показано, что сукцессионные процессы происходят соответственно этой зоне. Так, уже на стадии зарастающего луга снижается величина отмирающей растительной биомассы и флористическое разнообразие – разнотравье и бобовые постепенно замещаются осоками, мхами и лиственной деревьев [7].

За период с 1991-2005, 2014-2023 гг. экология в нашей республике несколько восстановилась. В основном это отразилось на травостое ландшафтов. В различных регионах республики травостой восстанавливается по-разному, если полагать, что одинаковый срок неиспользования территории. На данном этапе эти растительные ассоциации следует выделить и охарактеризовать; проследить их эволюционный путь, выделяя стадии сукцессии. В растительных ассоциациях могут восстановиться популяция редких видов растений, организмов.

Наши экспедиционные исследования оказываются плодотворными при точной оценке нынешних ситуаций по биоразнообразию. Так как мы наблюдаем наличие территорий, где можно будет оценивать развитие растений в естественных условиях за разные годы. Такие

ситуации интересны на отдельных биогеоценозах, и урочищах и так далее. Главное требование к собранной информации состоит в том, чтобы изучить естественные связи происходящие между сроками не используемости и видами.

Растения на таких площадях должны быть защищены с определенной экологической позиции, которые являются источником синтеза органической массы, при использовании воды, углекислого газа и солнечной энергии. То есть происходит процесс выполнения функций фотосинтеза естественным путем. Кроме того, появление временно-естественных ландшафтов привело к возможности улучшения экологической обстановки окружающей среды и начальным стадиям восстановления агросистем снова в экосистемы.

На многих временно естественных полях доминируют корнеотпрысковые растения. Так, в полях осот, козлобородник, молочай (*euphorbia*), выюнок создают определенную густоту и защиту не только почвенному покрову, но и диким животным. Эти растения отличаются тем, что имеют длинные вегетативные побеги и стержневые корни. А ранее здесь высевались, в основном, зерновые злаковые культуры (пшеница, ячмень), которые относительно низкорослые, с мочковатой корневой системой. Появляются дополнительные ареалы, где находят дополнительное питание животный мир с прилегающих естественных экосистем. Со временем живые организмы приспосабливаются к этим территориям и находят там убежище. Например, на рисунке 1 представлена поверхность каштановой почвы, где накопилась растительная масса за 3-5 лет неиспользования этой почвы. Остатки растений предыдущих лет более темные по цвету, находятся под опадом растений этого года. С низу пробивались растущие растения.



Рисунок 1. Поверхность каштановой почвы у подножия Иле Алатауских гор за 3-5 лет неиспользования. Автор фотографии Рыспеков Т.Р. (2021)

Появляются дополнительные ареалы, где находят дополнительное питание животный мир с прилегающих естественных экосистем. За период 2005-2008 гг. в пустынно-степной зоне увеличилось количество сайгаков, дрофы (джек). На новых ландшафтах в лесостепной и степной зонах появляются крупные животные: лоси, сибирские косули (2014 г.). Уже говорит об увеличении и сохранении и других видов, которых сложно обнаружить визуально.

Следует полагать об уменьшении количества краснокнижных растительных и животных организмов.

Если основное изменение в составе растений, в количестве живых организмов, происходит на больших территориях, также происходят и иные изменения, которые наблюдаются в локальных условиях городов.

Большие территории не только заросли «дикими» травами, отличающиеся как от природных растительных ассоциаций, так и от культурных. По данным [8] аналитического отчета на 1 ноября 2022 г. площадь земель запаса составляла 67297,6 тыс. га. Такая по площади территория и способствовала развитию как растительным сообществам, так и других живых организмов. В экспедициях 2003-2004 гг. было замечено, что количество зайцев, лис, сибирских косуль, птиц увеличилось по сравнению с периодами 1984-1992 гг.

В эти годы стали возникать новые популяции птиц. Наше изучение воробьиных, показало резкое сокращение численности воробьев в городах. Данная экологическая ситуация возникла вследствие действия чужеродных видов птиц. Учет межвидовой конкуренции в экосистемах позволяет применять метод исключения, то есть не следует искать особо опасного токсиканта, который в городской среде подействовал на воробьев таким образом, что они все исчезли. Также следует ожидать подобного действия птиц майны и на другие организмы.

Усиление воздействий на компоненты природной среды особенно заметно в больших городах. Эти воздействия происходят без перерыва, то уменьшаясь, то усиливаясь. Поэтому экологическая обстановка города тоже требует постоянного контроля за состоянием окружающей среды. Нами определены изменения, где подвергающимися воздействию окружающей городской среды являются птицы.

О них пишет автор [9], в которой говорится о надвигающейся на человечество беде, таящейся в пагубном действии химических веществ на природу. Современные представления о накоплении токсикантов в экологических системах давали в работе [10].

Сложность и важность данного направления исследования связано с различными ситуациями, которые на первый взгляд трудно поддаются анализу. Так возьмем обычную ситуацию, к которой мы привыкли с детства – присутствие воробьев во всех уголках страны. Однако, уже в первой половине лета 2013 года обнаружилось отсутствие воробьев в г. Алматы. В то же время хорошо было заметно присутствие птицы майны. Эти птицы отличаются более крупными (в несколько раз) размерами, чем воробьи, и агрессивным поведением к окружающим их организмам.

Рендомизированный учет по различным районам города и опрос граждан показал «неожиданное» отсутствие воробьев. Мы 24-25 августа 2012 г. этих птиц на протяжении 4-х часов поиска не могли обнаружить в скверах города Шымкент. В таких маленьких городах как Манкент, мы также обнаружили отсутствие воробьев. В то же время присутствие птицы майны постоянно имело место во всех осматриваемых участках. Не большие населенные пункты не только менее загазованы и менее подвержены шумам, но и организмы в трофических цепочках менее подвержены попаданию химикатов. То есть процесс экологической магнификации не играет существенной роли в исчезновении воробьев, хотя и, возможно, имеет место, влияя на устойчивость организмов к различным загрязняющим воздействиям.

На птиц в условиях города Алматы постоянно действуют не только загрязненный воздух, шум, но и отсутствие постоянных источников чистой воды. Последнее заставляет птиц пить воду из грязных источников, которыми служат сточные воды. Эти источники часто загрязнены. Такому загрязнению способствуют в основном автотранспорт, который выбрасывает в атмосферу выхлопные газы, превышающие по количеству загрязняющих веществ допустимую норму, а также и тот транспорт, у которых еще и из двигателя просачивается машинное масло и попадает на асфальт, смешивается с дорожной пылью.

На фоне такого экологически чистого города как Манкент, отсутствие воробьев в городах трудно увязать с другими причинами, кроме как их вытеснения или уничтожения новой для этих мест популяцией птиц. Чужеродные птицы в г. Алматы, г. Шымкент и г. Манкент присутствовали во всех осматриваемых местах стайками, парами и в одиночку. В возможной зависимости присутствия индуцированных видов скворцов и отсутствия воробьев имеется, так как в данном случае воробьи являются более слабым видом. Слаба надежда на то, что воробьи покинули городскую среду и переместились за город. То есть в городе даже изредка воробьи не попадались на глаза.

На нынешнем этапе количество птиц майна в городе Алматы заметно увеличилось, по сравнению с 2013 годом.

Примеры действия интродукции на различные виды растений и животных приведены в работах [6, 5]. В работе [5] приводится пример коренной перестройки экосистемы под воздействием интродукции чужеродных видов. Так, после запуска в озеро Балхаш мальков судака, жереха и сома, привело к исчезновению аборигенных видов, таких, как маринка и голый осман, резкому сокращению численности окуня и значительному снижению общего уровня биопродуктивности экосистемы. Здесь же [5] говорится и о птицах, что птица майна практически вытеснила отовсюду обыкновенного скворца и расселился на большей части нашей республики. А большая синица заселила город и весь пояс лиственного макросклона Заилийского Алатау, значительно потеснив аборигена – тянь-шаньского князька, который стал довольно редким.

Однако воробьи в данном случае относятся к биоиндикаторам по критериям «обнаружение тенденций развития окружающей среды» и «фиксация скорости проходящих изменений в окружающей среде», но не по химическому наличию определенных веществ, а по биологическому виду.

На ландшафтах нашей республики тоже необходимо изучать структуру мезофауны на различных стадиях сукцессии ландшафтов. Так в середине лета 2008 г. (не далеко от трассы) г. Алматы – г. Балхаш на территории серо-бурых почв на кустарничках замечено интересное расположение пауков. Кустарнички располагаются на определенном расстоянии друг от друга и не соприкасаются. Между всеми кустарничками располагались одинаковые пауки среднего размера на своих паутинках. Их расположение в пространстве было идеально. Они занимали равные участки во всех направлениях. Эта идеальная картина возникает, скорее всего, по причине длительного отсутствия выпаса мелкого рогатого скота, который раньше здесь имелся.

Появились новые проблемы, в которых существенную роль играют сложившиеся современные ситуации.

Сейчас нужно сопоставить и выразить конкретные соотношения всех присутствующих в этой среде птиц. Каждый вид в природной экосистеме занимает определенную нишу и потому не вступает в жесткую конкуренцию с другими сообитателями [11]. Популяция устойчиво сохраняется только при присущих данному виду оптимуме численности, целостности сообщества, а при изменении численности, внедрении новых видов ослабляется конкурентоспособность и выживаемость. Уязвимость воробьиных заключается и в том, что они выют открытые гнезда: воробьи на деревьях и крышах построек, жаворонки - прямо на земле.

Однако на данный момент имеющаяся ситуация требует всестороннего анализа специалистами данного профиля. Вот что пишут [11]: «Вся система стратегических подходов и планов действий направлена на сохранение биологического разнообразия в основном в естественном их состоянии и предполагает выработку ряда правовых, экономических механизмов, совершенствование структуры управления, финансового обеспечения».

Ранее в средствах массовых информационных появлялись данные о проблемах в аэропортах, возникших с ростом численности птиц на взлетных полосах самолетов, увеличением численности одного вида птиц в городах. В некоторые годы мы отмечаем массовое размножение гусениц, которые сильно поедают листья некоторых деревьев. Как решаются эти вопросы и насколько они безопасны для окружающей среды?

Изменение структуры трофических цепей в сукцессионных биоценозах приводят к многочисленным вариантам фитогенной и зоогенной сукцессий, это усложняет прогнозы их численности. Сукцессионные процессы восстановления ландшафтов происходят за счет увеличения и изменения числа и соотношения видов, усложнения круговоротов веществ, увеличение мортмассы и связанных с нею трофических каналов. В таких условиях развития экосистем трудно найти конкретную причину изменений. Не совсем просто подобрать биоиндикаторы. Роль биоиндикаторов становится зависимым не только от наличия

загрязнителей в окружающей среде, но и других причин. Поэтому данная экологическая ситуация позволяет применять метод исключения, то есть не следует искать особо опасного токсиканта, который в городской среде подействовал на воробьев таким образом, что они все исчезли. И также не следует прогнозировать подобного действия возможного загрязнителя на другие организмы и человека. То есть, оставшиеся из вышеперечисленные особенностей биоиндикаторов относительно воробьев не требуются. Также не требуются сведения об источниках поступления и закономерностях распространения и превращения в окружающей среде химических веществ, вызывающих у воробьев токсические эффекты, сопровождавшиеся их гибелью.

Дальнейшее развитие зоогенной сукцессии должно развиваться в направлении сдерживания роста величины S_i , а затем и его уменьшения, так как уменьшилось число особей величины V . Возможно появление болезней и видов в сообществе, которые повлияют тоже на численность особей S_i . Только в таком варианте может произойти самосохранение и самовосстановление популяций природного сообщества.

Вот что пишет автор [12]: «Пара птиц, загнездившаяся в общем вольере, в период гнездования стала настолько агрессивной, что забила насмерть одного из серых скворцов, содержащаяся с ними в течение года». В этой работе [12] автор описывает, что обыкновенная майна, или саранчовый скворец (*Acridotheres tristis*) появилась в 40-х годах двадцатого столетия, а в Алматы – в 1962 [13] и быстро размножилась. Так как майна принадлежит к семейству скворцов у них много общего с местным видом обыкновенным скворцом. Но в тоже время майна не улетает на зиму в другие края, и приспосабливаются, поедая зимнюю долю пищи местных птиц. Наиболее сильный урон местным популяциям майна, скорее всего, наносит в весенний период. Агрессивность в период гнездования позволяющая им забить насмерть взрослого скворца, еще легче и быстрее позволит уничтожить воробьев, жаворонков вместе с птенцами или кладками яиц. В местных условиях вытеснив или (возможно) уничтожив обыкновенного скворца, птицы майна, скорее всего, оказывают подобное воздействие и на особей других воробьиных.

На современном этапе в Казахстане можно выделять одновременно существующих несколько территорий, где находятся растения и животные. Они образовались на фоне постоянно используемых земель под пашни и пастбища.

При этом самовосстановление этих сообществ на территориях за 20-30 лет характеризуются постоянством и непостоянством процесса. Поэтому следует учитывать, что сукцессионные процессы происходят в следующих различных условиях.

- 1 Агрогенные сукцессии сообществ на непрерывно используемых пашнях.
- 2 Сукцессии сообществ на кратковременно не используемых, которые через некоторое время используются, то есть прерывно используемых пашнях (не системное чередование).
- 3 Сукцессии сообществ на длительно не используемых пашнях.
- 4 Сукцессии сообществ на не используемых под укос посевах многолетних трав.
- 5 Агрогенные сообществ сукцессии на непрерывно используемых пастбищах и сенокосах.
- 6 Сукцессии сообществ на кратковременно не используемых, которые через некоторое время используются, то есть прерывно используемых пастбищах и сенокосах (не системное чередование).
- 7 Сукцессии сообществ на длительно не используемых пастбищах и сенокосах.

По данным [8] пишут о внесении изменений от 07.12.2021 № 867 «О некоторых вопросах коммунального государственного учреждения «Улытауское хозяйство по охране лесов и животного мира» Управления природных ресурсов и регулирования природопользования Карагандинской области». Принять в установленном законодательном порядке территорию общей площадью 58,9 тыс. гектар. То есть территории Государственных национальных природных парков с 2667,4 тыс. га в 2021 году, увеличились до 2726,3 тыс. га в 2022 году.

В статье [14] пишут о новых условиях для оптимизации природной среды: «На данный момент имеются новые условия для оптимизации природной среды, так как раньше были

изучены природные совокупности различных видов растений, животных и микробов, взаимодействующих между собой и с окружающей средой. Они соединены множеством видов связи, главными из которых являются пищевые и хорологические, образуют пищевую цепь и экологическую пирамиду».

На основе вышеизложенного рекомендуем: при проведении полевых практик по физической географии, ландшафтоведению, землеустройству, а также полевых практик биологического направления учитывать наличие восстанавливающих экосистем на территории Республики Казахстан. Изменение травостоев, произошедших вследствие большой пастбищной нагрузки за период до 1990 г., ухудшило их функции накопления органической массы и другие. А современное состояние растительных ассоциаций, за период после 1990-1992 гг., на естественных ландшафтах восстанавливаются и приближаются к природным. На брошенных распаханых землях восстановление растительных ассоциаций и, соответственно, их функций, скорее всего невозможно или этому этапу предстоит пройти долгий путь стадийных развитий.

Выводы. Для правильной оценки биоразнообразия на территории Казахстана следует учитывать увеличения численности и состава растительного и животного мира с сокращением использования земли в разных местностях. Таким образом, сложившаяся ситуация с 1991-1992 гг. позволяет проводить прогнозирование на временно естественных ландшафтах восстановления растительных сообществ, животного мира, водных ресурсов. Эти компоненты ранее используемых территорий быстрее восстанавливают биоразнообразие при тесном взаимодействии с компонентами мало используемых и не используемых территорий. Такие ландшафты являются объектами для их оценки по рациональному использованию природных ресурсов, охране, оздоровлению и обогащению окружающей человека среды. Это следует учитывать при проведении полевых исследований по географии, биологии, экологии, а также землеустроительных работ.

Литература:

1. Николаев В.А. Концепция агроландшафта//Вестник МГУ. Сер 5, география. – 1987. № 2. С. 22-27.
2. Есполов Т.И. Эффективность агропродовольственного комплекса Казахстана. – Алматы: Агроуниверситет, 2002. - 450 с.
3. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Адвентивизация растительности в призме идей современной экологии//Журнал общей биологии, 2002, Т. 63, №6, с. 500-508.
4. Родзевич Н.Н. Геоэкология и природопользование. М., 2003. 255 с.
5. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв. – М., 2007. – 237 с.
6. Карлович И.А. Геоэкология. М., 2005. 551 с.
7. Владыченский А.С., Телеснина В.М. Особенности постагрогенных почв южной тайги (На примере Костромской области) / 4-ая Всероссийская науч. конф. с международным участием «Отражение био-гео-антропосферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове», посвященная 80-летию кафедры почвоведения и экологии почв ТГУ, 1 – 5 сентября 2010 года. – Т. 2. – Томск. – 2010. – С. 35-38.
8. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2022 год. – Астана. – 2022. – 318 с.
9. Зеленин К.Н. Что такое химическая экотоксикология // Соросовский образовательный журнал. – 2000. - Т.6. - № 6. – С. 32-36.
10. Стрельников В.В., Хмара И.В., Чернышева Н.В. Экологическая токсикология. – Краснодар, 2015. – 253 с.
11. Национальная стратегия и план действий по сохранению и сбалансированному использованию биологического разнообразия National strategy and action plan on conservation and sustainable use of biological diversity. – Кокшетау, 1999. – 335 с.
12. Майны <http://zooclub.ru/birds/vidy/303.shtml> (дата обращения: 09.01.2014).
13. <http://www.birds.kz/species.php?species=712&l=ru> (дата обращения: 09.01.2014).
14. Рыспеков Т.Р. Пространственно-временное состояние экосистем и их сочетание в юго-восточной части Казахстана на нынешний период // Гидрометеорология и экология. – 2019. - № 4 (95). – С.84-95.

ҚАЗАҚСТАН ҰЛТТЫҚ ПАРКТЕРІНДЕГІ ФЛОРАЛЫҚ БИОАЛУАНТҮРЛІЛІКТІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ

¹Ш.Н.Дурмекбаева, ^{2*}Г.Өнерхан, ¹С.К. Мемешов, ¹Г.Т.Кыздарбекова,
¹О.Н.Бабенко, ³Е. Жумай

¹Ш.Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау, Қазақстан

^{2*}Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан

³«Көкшетау» мемлекеттік ұлттық табиғи паркі, Көкшетау, Қазақстан

durmekbaeva@mail.ru *guline@mail.ru

Аннотация. Бұл мақалада Қазақстан Республикасындағы мемлекеттік ұлттық табиғи парктер флорасының алуан түрлілігі мен зерттелу деңгейіне шолу жасалған. 2024 жылғы Президент Жарлығымен бекітілген «Қазақстан Республикасының 2029 жылға дейінгі ұлттық даму жоспары» аясында ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың (ЕҚТА) үлесін арттыру және экожүйелік тәсіл негізінде биоалуантүрлілікті кешенді қорғау шараларының өзектілігі көрсетілген. Ұлттық парктер флорасының таксономиялық құрамын, эндемді және сирек түрлердің таралуын, олардың экологиялық бейімделуін және табиғатты қорғаудағы рөлін айқындауға бағытталған зерттеу жұмыстарына шолу жасалған. Баянауыл, Алтынемел, Қарқаралы, Бурабай, Катонқарағай, Шарын, Сайрам-Өгем, Көлсай көлдері, Жоңғар Алатауы, Бұйратау, Тарбағатай, Ұлытау және Көкшетау ұлттық парктерінің флоралары бойынша деректер талданып, өсімдіктердің түрлік байлығы мен экологиялық-фитоценодикалық ерекшеліктері сипатталған. «Көкшетау» мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің (МҰТП) Қызыл кітапқа енген өсімдіктері филиалдар бойынша талданған. Зерттеу нәтижесінде Көкшетау ұлттық паркінің флорасы бойынша цифрлық деректер базасын құрудың маңызы көрсетілген. Бұл база флораның таксономиялық, ареалдық ақпараттарын біріктіріп, экологиялық мониторинг пен ғылыми зерттеулерге қолжетімділікті қамтамасыз етеді. Цифрландыру ұлттық парктердің биоалуантүрлілігін сақтау мен басқарудағы инновациялық бағыт ретінде қарастырылып, болашақта аймақтық экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз етудің тиімді құралы бола алады.

Кілт сөздер. Мемлекеттік ұлттық табиғи парк, флора, биоалуантүрлілік, таксономия, Қызыл кітап.

Abstract. This article presents a review of the diversity and research status of the flora in the State National Natural Parks of Kazakhstan. Within the framework of the “National Development Plan of the Republic of Kazakhstan until 2029,” approved by the Decree of the President of the Republic of Kazakhstan in 2024, the urgency of increasing the share of specially protected natural areas (SPNAs) and implementing comprehensive biodiversity conservation measures based on an ecosystem approach is emphasized. A review of studies was conducted focusing on the taxonomic composition of the flora of national parks, the distribution of endemic and rare species, their ecological adaptations, and their role in nature conservation. The data on the flora of Bayanaul, Altyn-Emel, Karkaraly, Burabay, Katon-Karagay, Charyn, Sayram-Ugam, Kolsay Lakes, Dzungarian Alatau, Buyratau, Tarbagatay, Ulytau, and Kokshetau national parks were analyzed, and the species richness of plants as well as their ecological and phytocoenotic characteristics were described. In the territory of the Kokshetau State National Nature Park, rare and endangered plant species listed in the Red Book were analyzed, taking into account their distribution across the park’s branches. The results highlight the importance of developing a digital database on the flora of the Kokshetau State National Park. This database integrates taxonomic and areal information on plant species, ensuring accessibility of data for ecological monitoring and scientific research. Digitalization is viewed as an innovative approach in the conservation and management of the

biodiversity of national parks and can serve as an effective tool for ensuring regional environmental stability in the future.

Keywords: State National Natural Park, flora, biodiversity, taxonomy, Red Book.

Аннотация. В данной статье представлен обзор разнообразия и уровня изученности флоры государственных национальных природных парков Республики Казахстан. В рамках «Национального плана развития Республики Казахстан до 2029 года», утверждённого Указом Президента Республики Казахстан в 2024 году, подчеркнута актуальность увеличения доли особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и реализации комплексных мер по сохранению биоразнообразия на основе экосистемного подхода. Был проведён обзор исследований, направленных на определение таксономического состава флоры национальных парков, распространения эндемичных и редких видов, их экологической адаптации и роли в охране природы. Были проанализированы данные по флоре национальных парков Баянауыл, Алтынемел, Каркаралы, Бурабай, Катон-Карагай, Чарын, Сайрам-Угам, Кольсайские озера, Джунгарский Алатау, Бұйратау, Тарбағатай, Ұлытау и Қоқшетау, охарактеризованы видовое богатство растений и их эколого-фитоценоотические особенности. На территории Государственного национального природного парка «Қоқшетау» проанализированы редкие и исчезающие виды растений, занесённые в Красную книгу, с учётом их распределения по филиалам. По результатам исследования показано значение создания цифровой базы данных по флоре Қоқшетауского национального парка. Эта база объединяет таксономическую и ареальную информацию о флоре, обеспечивая доступность данных для экологического мониторинга и научных исследований. Цифровизация рассматривается как инновационное направление в сохранении и управлении биоразнообразием национальных парков и может стать эффективным инструментом обеспечения региональной экологической устойчивости.

Ключевые слова: Государственный национальный природный парк, флора, биоразнообразие, таксономия, Красная книга.

Кіріспе

Қазақстан Республикасында биоалуантүрлілікті сақтау және оны тиімді реттеп отыру мақсатында практикалық шараларды қолдану аса маңызды. Мемлекеттік реттеудің жаңа құралдарын қолданудың шұғыл қажеттілігін ескере отырып, Қазақстан Республикасы Президентінің 2024 жылғы 30 шілдедегі № 611 Жарлығымен «Қазақстан Республикасының 2029 жылға дейінгі ұлттық даму жоспары» бекітілді. Ұлттық жоспардың негізгі басымдықтарының бірі ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың үлесін ұлғайту болып табылады. Биоалуантүрлілікті сақтау және оны тиімді басқару үшін кешенді экожүйелік тәсілді әзірлеу жоспарланған. Бұл тәсіл экожүйелерді тұрақты мониторинктеуді, экологиялық қатерлерді бағалауды, мекендеу орталарын қалпына келтіру мен қорғауға бағытталған басқарушылық стратегияларды әзірлеуді және енгізуді қамтиды. Сонымен қатар, табиғатты қорғау саласындағы заңнаманы жетілдірумен қатар, биоалуантүрлілікті сақтау мен қалпына келтіру бойынша ғылыми зерттеулер жүргізуге және практикалық іс-шараларды жүзеге асыруға қажетті қаржыландыру мен ресурстарды қамтамасыз ету мәселелері қарастырылған [1]. Флора – табиғи-тарихи тұрғыда қалыптасқан құбылыс және экожүйенің ажырамас бөлігі. Көптеген онжылдықтар бойы табиғи экожүйелер ауылшаруашылығы, туризм, өнеркәсіп, көлік және өрттер сияқты қарқынды антропогендік әсерге ұшырап, флораның түрлік әртүрлілігіне елеулі ықпал етті. Осыған байланысты флораның түрге қанықтылығын, типологиялық алуан түрлілігін, өсімдіктердің динамикасын және биологиялық әртүрлілікті сақтаудағы рөлін айқындайтын бірыңғай ғылыми түсініктер жүйесін қалыптастыру ерекше маңызды.

Биоалуантүрлілікті сақтау және оны ұтымды пайдалану – қазіргі заманның жаһандық басымдықтарының бірі, себебі ол ғаламдық экологиялық өзгерістер жағдайында адамзаттың өмір сүруін қамтамасыз ету мен тұрақты дамудың негізгі алғы шарты болып табылады [2].

Жасыл өсімдіктер автотрофты организмдер ретінде трофикалық тізбектердің алғашқы деңгейін алып жатыр. Өсімдік түрлерінің алуантүрлілігі барлық табиғи экожүйелердің тұрақтылығын бақылайтын негізгі фактор болып табылады.

Қазақстан флорасы жоғары сатыдағы өсімдіктердің бай түрлік құрамымен ерекшеленеді, оның айтарлықтай бөлігі эндемді және реликттік түрлерден тұрады. Флораның аса құнды бөлігін сирек және жойылып кету қаупі бар түрлер құрайды. Оларды зерттеу мен сақтауда ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың, соның ішінде мемлекеттік ұлттық табиғи парктердің (МҰТП) рөлі шешуші мәнге ие. Соңғы онжылдықта ұлттық парктер аумағында флораны түгендеу, сирек түрлерді картографиялау, популяциялық-экологиялық мониторинг және фитоценотикалық талдау жұмыстары жүйелі түрде кеңейтіліп келеді.

Фитоценоздардың түрлік құрамының өзгеруі, сондай-ақ жеке түрлердің морфологиялық және химиялық көрсеткіштері зерттеліп отырған аумаққа жақын орналасқан шаруашылық, туристік және рекреациялық қызметке, сондай-ақ өнеркәсіптік кәсіпорындарға тікелей байланысты.

Зерттеу материалдары мен әдістер

Қазақстан Республикасының Баянауыл, Алтынемел, Қарқаралы, Бурабай, Катонқарағай, Шарын, Сайрам-Өгем, Көлсай көлдері, Жоңғар Алатауы, Бұйратау, Тарбағатай, Ұлытау және Көкшетау сияқты мемлекеттік ұлттық табиғи парктерінің аумақтарының флорасына қатысты ғылыми әдебиеттер талданып, өсімдіктердің түрлік құрамы мен экологиялық-фитоценотикалық ерекшеліктері сипатталды. Талдау жұмыстары ұлттық парктер флорасының таксономиялық құрамын анықтауға, эндемді және сирек кездесетін түрлердің таралуын, олардың экологиялық бейімделуін және табиғатты қорғаудағы рөлін айқындауға бағытталған.

Зерттеу жұмыстары «Көкшетау» мемлекеттік ұлттық табиғи паркі аумағында жүргізілді. Далалық зерттеулер маршруттық-аймақтық тәсіл негізінде, А.И. Толмачевтің [3] әдістемесіне сәйкес жүзеге асырылды. Гербарий үлгілерін жинау мен өңдеу кезінде А.К. Скворцовтың [4] жалпы қабылданған әдісі қолданылды. Жиналған өсімдік материалдары кейін зертханада түрлік анықтау және жүйелеу жұмыстарына пайдаланылды.

Өсімдік түрлерін анықтау барысында «Флора Казахстана» [5] және «Иллюстрированный определитель растений Казахстана» [6] еңбектері пайдаланылды. Туыстар мен түрлердің латынша атаулары С.К. Черепановтың [7] номенклатурасына сәйкестендіріліп берілді.

Қызыл кітапқа енген өсімдіктер Қазақстан Республикасы Қызыл кітабы [8] бойынша анықталды.

Әдебиеттерге шолу

Қазақстан – Еуразиядағы ең ірі мемлекеттердің бірі. Жалпы аумағы 2,725 млн км² құрайды және көлемі жағынан әлемде тоғызыншы орында тұр. Табиғи байлықтары мен флоралық әртүрлілігі бойынша да ерекше орын алады. Ел аумағында шамамен 6000-ға жуық түтікті өсімдік түрі белгілі. Н.В. Павлов және әріптестерінің 1956–1966 жылдары жүргізген зерттеулері бойынша Қазақстан флорасында 5631 түтікті өсімдік түрі кездесетіні анықталған. Бұл түрлер 1022 туыс, 126 тұқымдасқа жатады [5].

Қазақстанның өсімдіктер жабыны Б.А. Быковтың (1966) деректері бойынша 4474 өсімдік түрін қамтиды. Олардың ішінде 46 түрі – папоротниктәрізділер, 21 түрі – ашық тұқымдылар, қалғаны – гүлді өсімдіктер (жабық тұқымдылар). Барлық өсімдіктердің ішінде 68 түрі (1,5%) – ағаштар, 266 түрі (5,8%) – бұталар, 433 түрі (9,6%) – бұташықтар, жартылай бұталар мен жартылай бұташықтар, 2598 түрі (66,0%) – шөптесін өсімдіктер, 849 түрі (18,9%) – біржылдық шөптер. Осылайша, Қазақстан флорасы негізінен шөптесін өсімдіктермен сипатталады, ағаш түрлері аз, бірақ бұталар, жартылай бұталар мен бұташықтардың үлесі айтарлықтай. Бұл аймақтың климаттық және эдафикалық жағдайларына сәйкес келеді [9].

С. Абдуллина құрастырған тізімде 159 тұқымдасқа және 1067 туысқа жататын 5658 түтікті өсімдік түрі келтірілген [10].

Биоалуантүрлілік биосфера тұрақтылығының негізгі факторы болып табылады. Оның ғылыми және практикалық маңызы зор, себебі ол табиғатты қорғауға қатысты маңызды

мәселелерді шешуге мүмкіндік береді. Биоалуантүрліліктің басты құрамдас бөлігі – түтікті өсімдіктердің әртүрлілігі [11].

Қазіргі кезеңдегі биологиялық ғылымдардың негізгі міндеттерінің бірі – өсімдік түрлерінің алуан түрлілігін сақтау. Жасыл өсімдіктер автотрофты организмдер ретінде қоректік тізбектің алғашқы трофикалық деңгейін құрайды. Өсімдік түрлерінің байлығы табиғи экожүйелердің тұрақтылығын қамтамасыз ететін негізгі факторлардың бірі. Фитоценоздардың түрлік құрамындағы өзгерістер, сондай-ақ жекелеген өсімдіктердің морфологиялық және химиялық көрсеткіштері адамның шаруашылық, туристік және рекреациялық қызметімен, сондай-ақ зерттелетін аумаққа жақын орналасқан өнеркәсіптік кәсіпорындардың ықпалымен тікелей байланысты.

Қазақстан Республикасындағы мемлекеттік ұлттық табиғи парктер флорасы жер бедерінің әртүрлілігіне және табиғи ерекшеліктеріне сәйкес алуан түрлі болып келеді. Бұл мақалада ұлттық парктердің өсімдік түрлеріне және олардың зерттелу деңгейіне ғылыми тұрғыдан қысқаша шолу жасалды.

Баянауыл мемлекеттік ұлттық табиғи паркі (БМҰТП) мәліметі бойынша парк аумағында, ҚР Қызыл кітабына енгізілген өсімдіктердің 5 түрі кездеседі (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Adonis vernalis* L., *Pulsatilla patens* L., *Stipa pennata* L., *Tulipa patens*). Ғылыми-мониторинг бөлімі флоралық байлықты жүйелі тіркеумен, сирек және қорғалатын түрлерді қадағалаумен айналысады. Олардың материалдары парктің биоалуантүрлілігін сақтау саясатын негіздейді.

А. Н. Куприянов XX ғасырдың екінші жартысында осы өңірден материалдар жинап, жаңа және сирек түрлерді анықтап, Баянауыл тауларының флоралық құрамын сипаттаған [12]. Баянауыл флорасы экологиялық-фитоценодикалық тұрғыдан сипатталған [13].

Жүргізілген зерттеулерге сәйкес, Баянауыл мемлекеттік ұлттық табиғи паркі аумағында 518 жоғары сатыдағы өсімдік түрі өсетіні анықталған, олар 72 тұқымдас, 265 туысқа жатады. Өсімдіктердің басым көпшілігі (496 түрі) жабықтұқымдыларды құраған, яғни жалпы өсімдік түрлерінің 95,7%-ы жабықтұқымдылар, флораның 3,5%-ы (18 түр) споралы өсімдіктер [14].

Баянауыл тауларында кездесетін эндемді өсімдіктердің түрлік құрамы талданған зерттеулер аймақтық ерекшеліктерді ашып, табиғи флораның генетикалық қорын сақтау маңыздылығын көрсетті. Зерттеу нәтижелері бұл аумақта 7 тұқымдасқа, 14 туысқа жататын 16 түрдің кездесетінін анықтаған. Түрлердің басым бөлігі болып көпжылдық шөптесін өсімдіктер, ал экологиялық бейімделуі бойынша ксерофиттер табылады [15]. 2025 жылғы мәліметтерге сәйкес жалпы флоралық тізім 762 түрді құрайды [16]. БМҰТП флорасында басым тұқымдастар қатарына *Asteraceae*, *Poaceae*, *Brassicaceae*, *Fabaceae*, *Rosaceae*, *Caryophyllaceae*, *Lamiaceae*, *Apiaceae* және *Scrophulariaceae* жатады. Бұл тұқымдастарға барлық түрлердің 57,7%-ы және туыстардың 58,5%-ы кіреді. *Artemisia*, *Carex*, *Allium*, *Potentilla*, *Veronica* және *Astragalus* туыстары ең ірі туыстардың қатарына жатады, яғни, олар полиморфты болып табылады. Сонымен қатар, 7 тұқымдас, 14 туысқа жататын 16 эндемді түр анықталған. Өсімдіктердің маңызы жағынан дәрілік өсімдіктер 186 түрді (24,4%) құрайды, олар 83 туыс, 39 тұқымдасқа жатады [17].

Қазақстан аумағында (соның ішінде «Баянауыл», «Сайрам-Өгем», «Бурабай» мемлекеттік ұлттық табиғи парктерінде және Беркарин кешенді қорығында) өсетін *Rosa* L. туысына жататын түрлердің (*R. kokanica* (Regel) Regel ex Juz., *R. spinosissima* L., *R. majalis* Herzm. (*R. cinnamomea* L.), *R. acicularis* L., *R. laxa* Retz және *R. canina* L.) биологиялық әртүрлілігін зерттеу олардың таксономиялық идентификациясында морфологиялық белгілер мен молекулалық генотиптеу әдістеріне негізделген интеграцияланған тәсілді қолданудың өзектілігін көрсетеді. Алынған деректер *Rosa* L. туысының биоалуантүрлілігін одан әрі салыстырмалы талдау үшін ғылыми құндылыққа ие болып табылады және оларды медицинада, тамақ өнеркәсібінде және сәндік бақша шаруашылығында пайдалануға болады [18].

2015 жылы А.А. Иващенко парк флорасын зерттеп қырықбуындар, қыналар мен қылқанжапырақтылардың тізімін жасап, 10 тұқымдас, 15 туыс, 25 түр және 1 форманың бар екендігі анықтаса [19], 2022 жылы Іле Алатау паркі аумағында жаңа тіркелген және сирек

түрлер (*Gagea turkestanica*, *Viola dissecta* және т.б.) бар екенін баяндаған. Сонымен қатар автор аймақтық зерттелудің әлі де жеткіліксіз екенін атап көрсетеді [20].

Парктың ресми платформалары флораның шамамен 2000 түрін атап өтеді, эфир майлы, дәрілік және т.б. ресурстық топтар кең ұсынылған. Бұл деректер ғылыми мақалалардағы нақты таксономиялық тізімдерді менеджмент тұрғысынан толықтырады.

Алтын-Емел мемлекеттік ұлттық табиғи паркі флорасы ерекше бай әрі аралас: шөлді, шөлейтті және тау-далалық аймақтар кездеседі. Алтын-Емелде 84 тұқымдасқа жататын 380 туыс, 850-ден астам өсімдік түрі кездеседі. Қазақстанның Қызыл кітабына (1981) енгізілген гүлді өсімдіктердің 29 түрі кездеседі. Бұл түрлердің экологиялық бейімделуі, популяция саны және өсімдіктер қауымдастығы құрылымындағы рөлі әртүрлі болып келеді, олар парктің әртүрлі бөліктерінде таралған. Сирек және жойылып бара жатқан түрлерден бөлек, ұлттық парк аумағына және оның орналасқан аймағына ғана тән эндемді өсімдіктер де кеңінен таралған.

«Алтынемел» табиғи паркі флорасының тізіміне *Allium* L. туысының 4 түрін және *Potentilla* L. туысының 5 түрін енгізу ұсынылған. Осы түрлердің ішінде *Allium kurssanovii* M. Pop. Жоңғар Алатауы үшін алғаш рет көрсетілген. Алтынемел жотасының бір шатқалынан табылған *Potentilla recta* L. түрі Оңтүстік Жоңғар геоботаникалық ауданында алғаш рет тіркелген. Қазақстан Республикасының флорасы үшін алғаш рет *Potentilla agrimonioides* M. Bie. түрінің нақты өсу орны көрсетілген [21].

Алтын Емел МҰТП еңбектері жинағында парк аумағындағы өсімдіктер, соның ішінде сирек кездесетін өсімдіктер туралы атап көрсетілген [22, 23, 24].

Қарқаралы мемлекеттік ұлттық табиғи паркі ресми деректеріне сәйкес, Қарқаралы мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің флорасы қазіргі уақытта жабықтұқымдылардың 198 түрін, ашықтұқымдылардың 3 түрін, папоротниктәрізділердің 2 түрін, мүктердің 27 түрін, қынаның 14 түрін қамтиды. Дегенмен, әдеби деректерге сәйкес олардың саны шамамен 800 түрге жетуі мүмкін, 5 түрі Қазақстанның Қызыл кітабына енгізілген (*Berberis karkaralensis*, *Sphagnum teres*, *Betula kirghisorum*, *Papaver gracile*, *Adonis vernalis*).

Т.В. Дикарева мен Н.Б. Леонова парктегі шоқылардың қауымдастық әртүрлілігін және фитофлора ерекшеліктерін зерттеген [25].

Бурабай мемлекеттік ұлттық табиғи паркі Қазақстандағы сирек кездесетін және қорғауды қажет ететін флора элементтерінің маңызды шоғырланған аймағы болып табылады. Соңғы онжылдықтарда бұл өңірде сирек түрлердің таралу аймағын анықтау, олардың экологиялық жағдайын бағалау және антропогендік факторлардың ықпалын талдау бағытында бірқатар ғылыми еңбектер жарық көрді.

Алғашқы кешенді жұмыстардың бірі – Г.Ж. Султангазина мен А.Н. Куприяновтың (2013) зерттеулері. Олар 2010–2012 жылдары жүргізілген экспедициялық материалдар негізінде Бурабай ұлттық паркінде кездесетін 11 сирек түрді тіркеп, соның ішінде Қазақстан Қызыл кітабына енгізілген 5 өсімдіктің (*Adonis vernalis* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Cypripedium calceolus* L., *Drosera rotundifolia* L., *Sphagnum teres* (Schimp.) Ångstr.) нақты кездесетін ортасы анықталып, олардың биотоптық ерекшеліктері көрсетілген. Бұл еңбек парк аумағындағы сирек флораны түгендеудің алғашқы жүйелі қадамы ретінде ғылыми маңызға ие [26].

Осы жылдары Қазақ ұсақ шоқылығының орманды-дала белдеуінде орналасқан «Бурабай» ұлттық паркі аумағында өсетін 23 сирек өсімдік түрінің таралуы туралы мәліметтер келтірілген [27].

И.А. Хрусталева, А.Н. Куприянов және Г.Ж. Султангазинаның (2012) еңбектерінде Бурабай ұлттық паркіндегі сирек түрлердің экологиялық және географиялық ерекшеліктері кешенді тұрғыда сипатталған. Авторлар сирек флора элементтерінің биоалуантүрліліктегі маңызын айқындап, олардың сақталу мәселелеріне назар аударды [28].

2022 жылы С.А. Кубентаев және т.б. ғалымдар «Бурабай» МҰТП аумағынан Қазақстан Республикасының Қызыл кітабына енгізілген сирек кездесетін 8 өсімдік түрінің (*Adonis volgensis*, *A. vernalis*, *Pulsatilla patens*, *Cypripedium calceolus*, *Chimaphila umbelata*,

Dactylorhiza fuchsii, *Tulipa patens*, *Drosera rotundifolia*) ценопопуляцияларын, тіршілік орталарын, экологиялық-фитоценоздық көрсеткіштерін зерттеген. Анықталған түрлердің ішінде *Cypripedium calceolus*, *Drosera rotundifolia* және *Tulipa patens* популяцияларының жойылу қаупі жоғары болған [29].

Бурабай мемлекеттік ұлттық табиғи паркі флорасының зерттелуі оның аймақтық биоалуантүрлілікті сақтаудағы маңызын көрсетеді. Түтікті өсімдіктердің құрамы маршруттық-барлау әдісімен және тұрақты үлгі алаңдарында (2018 жылдан бері) жүргізілген мониторинг арқылы анықталған. Флора мынадай тіршілік формаларына бөлінген: ағаштар, бұталар, жартылай бұталар, көпжылдық, екіжылдық және біржылдық шөптер. Экологиялық топтар бойынша ксерофиттер (36,34%) мен мезофиттер (36,05%) басым, гигрофиттер (18,9%) мен гидрофиттердің (8,72%) үлесі айтарлықтай жоғары [30].

«Бурабай» мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің аумағы сирек және жойылып бара жатқан өсімдіктердің маңызды шоғырланған орталығы болып табылады. Парк аумағынан Қазақстан Республикасының Қызыл кітабына енгізілген 11 түрдің қазіргі жағдайы мен таралуы анықталды. Олардың қатарына *Pulsatilla flavescens*, *Chimaphila umbellata*, *Fritillaria meleagris*, *Adonis vologensis*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Cladium mariscus*, *Nymphaea alba*, *Goodyera repens*, *Dactylorhiza incarnata* және басқа түрлер жатады [31]. Қызыл кітапқа енгізілген түрлердің ареалдық ерекшеліктерін қарастырып, қорғау шараларын жетілдіру жөнінде ұсыныстар жасалған. Әсіресе рекреациялық қысымды төмендету, қорықтық аймақтарды кеңейту қажеттігі баса көрсетілген.

Жалпы алғанда, бұл еңбектер Бурабай ұлттық паркінің сирек флорасын зерттеудің бірнеше маңызды бағыттарын айқындайды. Біріншіден, сирек түрлердің тізімін түзу және олардың таралу аймағын нақтылау; екіншіден, популяциялық және фитоценоздық жағдайын талдау; үшіншіден, антропогендік факторлардың ықпалын бағалау; төртіншіден, ғылыми негізделген қорғау шараларын ұсыну. Бұл зерттеулердің нәтижесінде Бурабай ұлттық паркі Қазақстандағы биологиялық әртүрлілікті сақтаудың стратегиялық орталықтарының бірі екені дәлелденді.

А.Т. Хусаинов, С.К. Мемешов, Ш.Н. Дурмекбаева және т. б. ғалымдардың еңбектерінде «Бурабай» МҰТП аймағы (атмосфералық ауасы, жер үсті және жер асты суларының гидрометеорологиялық, гидрофизикалық және гидрохимиялық көрсеткіштері, топырақ және су түбі шөгінділерінің физикалық-химиялық қасиеттері; флора мен фаунаның қазіргі заманғы экологиялық жай-күйі және т.б.) кешенді зерттелген және туризмді тұрақты дамыту үшін қоршаған ортаның сапасын жақсарту, экожүйелер мен биоәртүрлілікті сақтау жөніндегі іс-шаралар мен ұсыныстар әзірленген [30, 32, 33].

Катонқарағай биосфералық қорығы аумағында шамамен 78 тұқымдасқа жататын 1000-ға жуық өсімдік түрі өседі деп болжанады. Оның ішінде 30 түрі Қазақстанның Қызыл кітабына енгізілген. Ең көп таралған тұқымдастарға мыналар жатады: астық тұқымдастар (*Poaceae*), күрделігүлділер (*Asteraceae*), раушангүлділер (*Rosaceae*), сарғалдақтар (*Ranunculaceae*), бұршақ тұқымдастар (*Fabaceae*), қияқөлеңдер (*Cyperaceae*), қалампырлар (*Caryophyllaceae*).

Г.А.Болботов, А.В.Анисимов, А.А.Кечайкин және т.б. ғалымдар (2024) Шығыс Қазақстан мен «Катонқарағай» МҰТП флорасынан жаңа 3 түрді анықтаған (мысалы, *Castilleja pallida*, *Cypripedium guttatum*, *Spiranthes australis* және т.б.). Жоғары сатыдағы өсімдіктердің 101 түрі үшін жаңа таралу орындары көрсетілген. Олардың ішінде Катон-Қарағай мемлекеттік ұлттық табиғи паркі үшін алғаш рет *Astragalus vaginatus*, *Blysmus rufus*, *Carex туысының түрлері* (*C. alba*, *C. bigelowii*, *C. buxbaumii*, *C.*, *C. diandra*, *C. heleonastes*, *C.*, *C. melananthiformis*, *C. obtusata*, *C. panicea*, *C. riparia*, *C. turkestanica*), *Castilleja pallida*, *Corallorhiza trifida*, *Cypripedium guttatum*, *Fumaria vaillantii*, *Juncus castaneus*, *Lathyrus krylovii*, *Ledum palustre*, *Lepidium apetalum*, *Luzula sibirica*, *Myricaria bracteata*, *Spiranthes australis*, *Veronica* × *sessiliflora*, *Waldheimia tridactylites* және *Ziziphora bungeana* өсімдіктері анықталған [34].

Катонқарағай мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің Арчат орман шаруашылығында барлығы 393 түр/түр тармағы, ал Черновин орман шаруашылығында 383 түр анықталған.

Huperzia selago (L.) Bernh. ex Schrank et Mart., *Paeonia anomala* L., *P. hybrida* Pall., *Rheum altaicum* Losinsk., *Rhodiola rosea* L., *Fornicium carthamoides* (Willd.) Kamelin (= *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin.), *Lilium pilosiusculum* (Freyen) Misch. (= *L. martagon* L.), *Erythronium sibiricum* (Fisch. et C.A. Mey.) Krylov және *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Sob. түрлері Қазақстанның «Сирек және жойылып кету қаупі бар өсімдіктер тізіміне» енгізілген [35].

В.М. Сұлтанова және т.б. ғалымдардың еңбектерінде Алматы облысындағы «Шарын» мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің өсімдіктер жабынының кеңістіктік құрылымын түгендеу және оның жағдайын бағалау негізінде жүргізілген зерттеу нәтижелері келтірілген. «Шарын» МҰТП өсімдіктер жабынының кеңістіктік таралуы аумақтың ландшафтық құрылымы мен өсімдіктің эколого-физиономиялық типтеріне негізделген. Парк өсімдіктерінің ботаникалық алуан түрлілігін бағалау флористикалық және фитоценодикалық әртүрлілікті бағалауды қамтыды. Парктің өсімдіктер жабынының флористикалық әртүрлілігі 406 туысқа, 84 тұқымдасқа жататын 915 өсімдік түрлерінен тұрады, бұл флораның айтарлықтай түрлік байлығын көрсетеді [36]. Сайрам-Өгем мемлекеттік Ұлттық парктің дендрофлорасының түрлік құрамы анықталып, 24 тұқымдасқа жататын 51 туысқа бірігетін 120 түр анықталған. Түрлердің басым бөлігі Rosaceae, Lamiaceae, Fabaceae, Salicaceae, Caprifoliaceae, Asteraceae, Ranunculaceae, Tamaricaceae және Rhamnaceae тұқымдастарына жатады [37].

Сонымен қатар жоғары сатыдағы өсімдіктер флорасының жалпы тізімі 1241 түрді құраған. Олардың ішінде *Juno pseudocarpnoides* (Ruksans) Mart.-Azorin et Mavrodiev Қазақстан флорасы үшін жаңа түр ретінде тіркелгені белгіленіп, Қазақстанның Қызыл кітабына 68 түр енгізілген [38]. «Көлсай көлдері» мемлекеттік ұлттық табиғи паркі бай флорасы мен фаунасы әлі күнге дейін өз табиғи ортасында сақталған. Мұндағы ағаштардың ішінде қалың тәжді Тянь-Шань шыршасы басым. Таулы беткейлерде әсем эдельвейстер өседі. Ал жидектер мен саңырауқұлақтарға келсек – олар мұнда молынан кездеседі. Ұлттық парктің флорасы 700-ден астам түрді қамтиды. Қазақстанның Қызыл кітабына енгізілген өсімдіктер де бар — *Stipa kungessana* Roshev., *Adonis chrysocyathus* Hook. f. & Thomson, *Adonis tianschanica* Regel, *Erysimum aurantiacum* Andr. ex DC., *Picea schrenkiana* Fisch. & C.A. Mey. және т.б.. Көлсай МҰТП аумағындағы азоналық және интразоналық (петрофитті, жайылма және т.б.) өсімдік қауымдастықтарын қазіргі кезде зерттеліп, доминант түрлері сипаттаған [39].

Жоңғар Алатауы мемлекеттік ұлттық табиғи паркі аумағында таралған өсімдіктердің таксономиялық тізімі 845 түрді құрайды. Оның ішінде төменгі сатыдағы өсімдіктер, яғни: балдырлар 28 тұқымдас, 33 туыс, 74 түр. Ал 771-і жоғары сатыдағы түтікті өсімдіктер, олар өз ішінде 84 тұқымдас, 320 туысқа жіктеледі. Эндемді түрлер саны 56, ал Қазақстанның Қызыл кітабына енген сирек түрлердің саны 26. Сонымен қатар тізімі толықтырылып түгенделген реликт өсімдіктер саны-13 [40].

«Бұйратау» ұлттық паркінің аумағындағы өсімдіктер аймақтың ландшафтық ерекшеліктерімен тығыз байланысты және 5 негізгі түрді қамтиды: орманды, бұталы, далалы, шалғынды және сулы-батпақты. 2012-2022 жылдардағы ботаникалық экспедициялардың қорытындысы бойынша «Бұйратау» ұлттық табиғи паркі флорасының конспектісінде бүгінгі таңда 610 түрі бар.

«Бұйратау» МҰТП эндемді және сирек өсімдік түрлерімен ерекшеленетін бірегей табиғи орта екенін атап өту қажет. Сондай-ақ, бұл аумақта Қызыл кітапқа енгізілген 10 түр, сирек және жойылып бара жатқан 26 түр бар [41].

Тарбағатай ұлттық табиғи паркі флорасы 167 эндемді түрді қамтиды, олардың ішінде 23 түрі ерекшеленеді (*Mertensia tarbagataica*, *M. Popovii*, *Stelle-ropsis tarbagataica*, *Acantholimon tarbagataicum*, *Scutellaria irregularis* және т.б.). Парк аумағында Қазақстан Республикасының өсімдіктер мен жануарлардың сирек кездесетін және құрып кету қаупі төнген түрлерінің тізбесіне енгізілген жоғары түтікті өсімдіктердің 32 түрі өседі.

Тарбағатай мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің аумағында өсетін дәрілік өсімдіктер де өте көп. Соңғы жылдары *Corydalis ledebouriana* Kar. et Kir., *Malus sieversii* және *Daphne altaica* Pall. сияқты дәрілік өсімдіктерге және олардың негізінде жасалған дәрілерге қызығушылық өсіп отыр, бұл бір жағынан өсімдік препараттарының бірегей қасиеттерімен, екінші жағынан

биология, медицина және дәрі-дәрмек өндіру салаларындағы зерттеу технологияларының қарқынды дамуына байланысты. «Тарбағатай» мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің дендрофлорасының түрлік құрамына және түрлік ерекшеліктерін айқындауға зерттеу жұмыстары да қарқынды жүргізілуде [42, 43].

Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2021 жылғы 7 желтоқсандағы №867 қаулысына сәйкес Қарағанды облысы аумағында «Ұлытау орман және жануарлар дүниесін қорғау шаруашылығының» базасында мемлекеттік ұлттық табиғи парк «Ұлытау» құрылды. Ұлттық парктің жалпы ауданы 58,9 мың гектарды құрайды, оның ішінде 7918 гектары орман алқабы болып табылады. Парк аумағы Ұлытау жотасының табиғи-географиялық ерекшеліктерін қамтиды және таулы-далалық экожүйелердің биологиялық әртүрлілігін сақтауға бағытталған. Ұлытау тауының флорасы жоғары сатыдағы өсімдіктерінің 71 тұқымдас, 282 туысқа жататын 542 өсімдік түрінен тұрады [44]. «Көкшетау» МҰТП-ның төлқұжаты бойынша жоғары сатыдағы өсімдіктер (мүктәрізділерді қоса есептегенде) – 597 түр, 324 туыс, 98 тұқымдасты қамтиды. Бұл төлқұжатта аласа төбелер мен қыраттардың етектерінде, беткейлері мен шыңдарында, сондай-ақ төбелер арасындағы жазықтар мен ойпаңдарда қарағай өсетіндігі көрсетілген [45]. Көкшетау өңірінің флорасын 1816 жылдан бастап көптеген ғалымдар зерттеп, өз еңбектерінде жариялаған. Алтай тау округінің тау-кен офицері И.П. Шангин басқарған 1816 жылғы экспедиция материалдарына негізделген Имантау және Зеренді қарағайлы ормандары жайлы алғашқы деректерді 1820 жылы Г.И.Спасский жариялаған [46]. 1878 жылы Имантау және Айыртау таулары, Зеренді мен Сандықтау шоқыларының өсімдіктерін әуесқой натуралист И.Я. Словцов сипаттап жазған. Оның жинаған өсімдіктері негізінде Э.Р. Таутфеттер 1889 жылы 451 түрден тұратын өсімдіктер тізімін жариялады. Флористикалық және геоботаникалық зерттеулерді А.Я. Гордягин (1897, 1916 жж.) жүргізіп, Көкшетау қыраттарындағы оқшау орналасқан қарағайлы ормандардың табиғи бірегейлігін анықтады [47]. 1950-1960 жылдары Қазақтың ұсақ шоқыларында КСРО Ғылым академиясы Ботаника институтының экспедициясы жұмыс жүргізіп, оның нәтижесінде Э.В. Карамышева мен Е.И. Рачковскаяның монографиясы жарық көрді [48]. Қазақ жерінің, соның ішінде Көкшетау өңірі ормандық экожүйелерінің негізгі белгілерін П.Л. Горчаковский сипаттаған. Ол Қазақтың ұсақ шоқыларының оқшау бор ормандарында бореалды реликтті 100-ден астам жоғары сатыдағы өсімдік түрлерін анықтады [49].

Нәтижелер мен талқылау

«Көкшетау» мемлекеттік ұлттық табиғи паркі – Қазақстандағы ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың бірі, онда флоралық әртүрлілік айрықша маңызға ие.

«Көкшетау» мемлекеттік ұлттық табиғи паркі Ақмола облысының Зеренді ауданы мен Солтүстік Қазақстан облысының Айыртау ауданы аумағында орналасқан. Қазіргі уақытта Ұлттық парктің жалпы ауданы 182076 га құрайды, құрамына 5 филиал енеді: Айыртау — 46 234 га; Арықбалық — 52 735 га; Шалқар -35 542 га; Зеренді – 36625 га; Орманды бұлақ — 10 940 га (1-кесте). Көкшетау қаласынан оңтүстік-батысқа қарай 60 шақырым жерде орналасқан.

Әр филиалдың табиғи жағдайлары мен экожүйелері әркелкі болғандықтан, олардың флоралық құрамы да ерекшеленеді.

1-кесте – «Көкшетау» МҰТП филиалдары мен орманшылықтары

Филиал атауы	Аумағы	Орманшылықтары
Арықбалық филиалы	52735 га	Қарауылтөбе (бұрынғы Горное), Лейковское», «Төменгі-Бұрлық», Торғай
Айыртау филиалы	46234 га	Сырымбет-түкті, Ш. Уәлиханов атындағы, Сулы
Зеренді филиалы	36625 га	Грибновское, Зеренді, Жыланды

Шалқар филиалы	35542 га	Қостөбе, Шалқар, Ақан-Сері атындағы
«Ормандыбұлақ» филиалы	10940 га	Ормандыбұлақ

«Көкшетау» МҰТП «Орманды бұлақ» филиалында 2023 жылы жүргізілген зерттеулеріміздің нәтижесінде флораның түрлік құрамы анықталып, олардың тіршілік формалары, экологиялық топтары, ботаникалық-географиялық таралуы мен экономикалық маңызы айқындалып, Қызыл кітапқа енген сирек түрлер анықталды. «Орманды бұлақ» филиалының өсімдіктері 4 бөлімге, 27 тұқымдасқа, 54 туысқа және 56 түрге жатады. Түрлерге бай тұқымдастардың қатарына *Rosaceae* Juss., *Asteraceae* Dumort., *Ranunculaceae* Juss. жатады; жетекші туыстар – *Rubus* L. және *Galium* L. болып табылады.

Зерттелген флораның басым бөлігін гүлді өсімдіктер құрайды — 51 түр немесе жалпы түр санының 91%-ы. Қалғандарын қырықбуынтәрізділер – 1 түр (1,8%), папоротниктәрізділер – 3 түр (5,4%) және ашықтұқымдылар – 1 түр (1,8%) құрайды. Қосжарнақтылар класына 46 түр (82%), ал даражарнақтылар класына 5 түр (8%) жатады.

Туыс пен түр санына қарай жетекші тұқымдастар айқындалды. Түрлер саны бойынша бірінші орында – *Rosaceae* Juss. (9 туыс, 10 түр немесе 17,8%), екінші орында – *Asteraceae* Dumort. (7 туыс, 7 түр немесе 12,5%), ал үшінші орында – *Ranunculaceae* Juss. (4 туыс, 4 түр немесе 7,2%). Келесі қатарда *Fabaceae* Lindl. және *Plantaginaceae* Juss. тұқымдастары орналасқан, олардың әрқайсысында 3 туыс, 3 түрден (5,4%). Сонымен қатар *Aspleniaceae* Newman, *Orchidaceae* Juss., *Apiaceae* Lindl., *Lamiaceae* Lindl., және *Salicaceae* Mirb. тұқымдастарының әрқайсысында 2 туыс пен 2 түрден бар (5,4%). *Rubiaceae* Juss. тұқымдасында – 1 туыс, 2 түрден, ал қалған тұқымдастарда тек 1 түрден тіркелген.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, «Көкшетау» МҰТП-нің «Орманды бұлақ» филиалы аумағында *Rubus* L. және *Galium* L. туыстары әрқайсысы екі түрден тұрады, ал басқа туыстар бір түрден тұрады. К.Раункиердің классификациясы бойынша басымдылықты гемикриптофиттер (31 түр, 55%), одан кейін фанерофиттер (12 түр, 21,4%), криптофиттер (9 түр, 16%), хамефиттер мен терофиттер (2 түр, 3,5% жалпы түр санынан) құрайды.

Экологиялық спектрде мезофиттер мен мезоксерофиттер басым, ал тіршілік формалары бойынша гемикриптофиттер, фанерофиттер және көпжылдық шөптесін өсімдіктер негізгі үлесті құрайды. Флораның ең ірі фитоценотикалық тобы – далалық шалғын. Шаруашылық тұрғысынан алғанда құнды түрлердің ішінде дәрілік және жемшөптік өсімдіктер ерекше мәнге ие [50].

2025 жылдың жаз, күз айындағы зерттеу жұмысы кезінде және ұлттық парк гербарий қоры негізінде «Көкшетау» МҰТП аумағында сирек кездесетін және Қызыл кітапқа тіркелген өсімдіктер нақтыланып, талдаулар жасалды (2-кесте).

2-кесте мәліметтері бойынша *Pulsatilla flavescens* (Zucc.) Juz. және *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo өсімдіктері барлық филиалда кездесті. Ал *Platanthera bifolia* L., *Cypripedium macranthon* Sw., *Cypripedium calceolus* L., *Goodyera repens* (L.) R. Br. түрлері тек Шалқар филиалы аумағында ғана өсетіні анықталды.

2-кесте – «Көкшетау» МҰТП филиалдары бойынша Қызыл кітапқа енген өсімдіктер

№	Өсімдік атаулары	Филиалдар				
		Зеренді	Орманды бұлақ	Шалқар	Айыртау	Арықбалық

1	<i>Pulsatilla flavescens</i> (Zucc.) Juz.	+	+	+	+	+
2	<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.	+		+		+
3	<i>Adonis vernalis</i> L.	+	+	+		+
4	<i>Adonis wolgensis</i> Stev.	+		+		
5	<i>Cladonia rangiferina</i> (L.) Weber ex F.H. Wigg	+		+	+	+
6	<i>Dactylorhiza fuchsii</i> (Druce) Soó	+	+	+	+	+
7	<i>Stipa pennata</i> L.	+	+	+		
8	<i>Nymphaea alba</i> L.		+		+	+
9	<i>Platanthera bifolia</i> L.			+		
10	<i>Cypripedium macranthos</i> Sw.			+		
11	<i>Cypripedium calceolus</i> L.			+		
12	<i>Goodyera repens</i> (L.) R. Br.			+		

Зерттеу жұмысымыз «Көкшетау» мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің өсімдіктер жабынын жан-жақты зерттеп, гербарий үлгілерін жинақтауға және оларды сандық форматқа көшіруге бағытталған. Зерттеу барысында парк аумағында өсетін түрлер жүйелі түрде анықталып, таксономиялық жіктеу бойынша тіркеледі. Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитетінің қаржыландыратын №АР26199389 ««Көкшетау» мемлекеттік ұлттық табиғи паркі флорасының түрлік биоәртүрлілігін зерттеу және цифрлық гербарий құрастыру» жобасы ауқымында орындалды.

Қорытынды

Ұлттық парктер флорасына және олардың зерттелу тарихына жүргізілген шолулар көрсеткендей, қазіргі қолда бар деректер негізінен дәстүрлі гербарийлік үлгілер мен таксономиялық тізімдер түрінде жинақталған. Мұндай тәсілдер өткен кезеңдер үшін құнды болғанымен, қазіргі заманғы ғылым талаптары ақпаратты кеңінен қолжетімді ету мен талдаудың жаңа технологиялық әдістерін қажет етеді.

Осыған байланысты «Көкшетау» және басқа да МҰТП өсімдік түрлерін электронды деректер базасына көшіру – уақыт талабы. Цифрландыру өсімдіктердің таксономиялық деректерін, ареалдық таралуын және табиғат қорғау статустарын бірізді жүйеге келтіруге мүмкіндік береді. Сондай-ақ, сандық гербарийді құру нәтижесінде зерттеушілер мен табиғатты қорғау саласының мамандары үшін мәліметтерді қашықтан пайдалану қолжетімді болуына жағдай жасалады.

Бұл зерттеу жұмыстарының нәтижесі ретінде Көкшетау ұлттық паркінің флорасы бойынша толықтырылған цифрлық база қалыптасады. Ол болашақта экологиялық мониторинг жүргізуде, сирек және эндемді түрлерді бақылауда, табиғатты қорғау шараларын жетілдіруде және аймақтық биоалуантүрлілікті сақтауда негізгі ақпараттық ресурс ретінде пайдаланылады.

Әдебиеттер:

1. Национальный план развития Республики Казахстан до 2029 года. (2024). – Астана. –75 с.
2. Концепция по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия Республики Казахстан до 2030 года. (2015). – Астана. – 75 с.
3. Толмачев А.И. (1986). Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. – Новосибирск : Наука. – 196 с.
4. Скворцов А.К. (1977). Гербарий. Пособие по методике и технике. – М. : Наука. – 199 с.
5. Флора Казахстана. (1956–1966). В 9 т. – Алма-Ата : Изд-во Акад. наук Казах. ССР.
6. Иллюстрированный определитель растений Казахстана. (1969–1972). – Алма-Ата : Наука. Т. 1 – 644 с.; Т. 2 – 571 с.
7. Cherepanov S. K. Vascular plants of Russia and adjacent states (the former USSR), (1995), p 516.

8. Қазақстан Республикасының Қызыл кітабы. (2014). Өсімдіктер. – 4-басылым. – Астана : Фолиант. – 452 б.
9. Растительный покров Казахстана. (1966). – Алма-Ата : Наука КазССР. – С. 3–37.
10. Abdulina S.A. Checklist of Vascular Plants of Kazakhstan / Edited by R.V. Kamelin, Almaty, (1999), p. 187.
11. Ebel A.L., Kupriyanov A.N., Khrustaleva I.A., Pyak A.I., Gudkova P.D., Nobis M. New records to the vascular flora of Kazakhstan (Central Asia) // Polish Botanical Journal, Vol.60, №2, (2015), pp.191–195. Doi: 10.1515/pbj-2015-0018.
12. Куприянов А.Н. (1970–1980). Материалы к флоре Центрального Казахстана (новые и редкие виды) // Ботанический журнал. – Различные выпуски.
13. Горчаковский П. Л. (1987). Лесные оазисы Казахского мелкосопочника и их флора // Растительный мир степной зоны СССР. – Л. : Наука. – С. 115–130.
14. Камкин В.А., Каденова А.Б., Камкина Е.В. (2009). Растения Баянаульского государственного национального природного парка. – Павлодар : Кереку. – 477 с.
15. Сугралина А.С. (2017). Эндемичные виды растений Баянаульских гор и их значение для сохранения биоразнообразия // Вестник Карагандинского университета. Серия биологическая. – № 4(88). – С. 56–62.
16. Жумабекова Б.К., Тарасовская Н.Е., Шакенева Д.К.-К., Клименко М.Ю., Омаров М.К., Нукенов А.С., Жексенова Д.С. (2023). Баянауыл мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің флорасын зерттеу // Қазақстанның биологиялық ғылымдары. – № 3. – С. 8–20. DOI: 10.52301/1684-940X-2023-3-8-20.
17. Zhumabekova B., Tarasovskaya N., Klimenko M., Shakenova D., Assylbekova G., Khan S. M., Manan F. Flora Checklist in the Bayanaul State National Nature Park, Kazakhstan with Special Focus on New Species of Conservation Interest. Plants. Vol. 14, № 7, Art. 1119, (2025). DOI: 10.3390/plants14071119.
18. Муранец А.П., Есимсейтова А.К., Дюсембекова Д.А., Нуртаза А.С., Калыбаев К.Р., Кожанов К.З., Какимжанова А.А. (2022). Изучение биоразнообразия дикоросов рода *Rosa* L. в Казахстане и их молекулярно-генетическая идентификация // Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. Серия Биологические науки. – № 2(139). – С. 44–66.
19. Иващенко А.А. (2015). Материалы к флоре Иле-Алатауского национального парка: высшие споровые и голосеменные // Вестник КазНУ. Серия биологическая. – № 3(64). – С. 45–52.
20. Иващенко А.А. (2022). Некоторые редкие и новые растения национальных парков юго-восточного Казахстана // Bulletin of Perm University. Biology. – № 1(56). – С. 22–30.
21. Kechaykin A., Sinitsyna T., Shmakov A., Friesen, N. Addition to the flora of the State National Natural Park “Altyn-Emel” (South-Eastern Kazakhstan), Turczaninowia. Vol. 21, № 4, (2018), pp. 73–77.
22. Данилов М.П., Веселова П.В., Кудабаява Г.М. (2016). Список видов сосудистых растений флоры ГНПП «Алтын-Эмель» // Труды ГНПП «Алтын-Эмель». – Вып. 2. – С. 63–119.
23. Иващенко А.А. (2016). О некоторых редких растениях Национального парка «Алтын-Эмель» и прилегающих территорий // Труды ГНПП «Алтын-Эмель». – Вып. 2. – С. 119–131.
24. Ситпаева Г.Т., Веселова П.В., Данилов М.П., Кудабаява Г.М., Иващенко А.А. (2016). Флора и растительность ГНПП «Алтын-Эмель» // Труды ГНПП «Алтын-Эмель». – Вып. 2. – С. 5–64.
25. Дикарева Т.В., Леонова Н.Б. (2014). Фиторазнообразие сопок Каркаралинского национального парка (Республика Казахстан) // Аридные экосистемы. – Т. 20, № 4(61). – С. 105–114.
26. Султангазина Г.Ж., Куприянов А.Н. (2013). Редкие растения на территории ГНПП «Бурабай» // Карағанды университетінің хабаршысы. Биология. Медицина. География сериясы. – № 1. – С. 11–17.
27. Султангазина Г.Ж., Куприянов А.Н. (2012). Флористические находки на территории национального парка «Бурабай» // Вестник КемГУ. – № 1(49). – С. 23–26.
28. Хрусталева И.А., Куприянов А.Н., Султангазина Г.Ж. (2012). Редкие виды растений национального парка «Бурабай» (Центральный Казахстан) // Вестник Томского государственного университета. Биология. – № 4(20). – С. 118–126.
29. Кубентаев С.А., Избастина К.С., Алибеков Д.Т., Жумагул М.Ж., Идрисова Ж.Т., Бородулина О.В. (2022). Бурабай ұлттық паркіндегі сирек кездесетін өсімдіктер популяциясының экологиялық және фитоценоздық құрылымы // ҚазҰУ Хабаршысы. Биология сериясы. – № 93(4). – С. 14–23.
30. Khussainov A. T., Shulembayeva K. M., Durmekbayeva Sh. N., Fakhrukenova I. B., Khussainova R. K., Kakabayev A. A. The vascular plant flora Burabay National Park, Kazakhstan: composition, life form classification and ecological groups // Proceedings of the National Academy of Sciences, India. Section B: Biological Sciences, Vol. 94, (2024), pp. 553–561. DOI: 10.1007/s40011-024-01550-2.
31. Аятхан М.А., Канапия П.Е. (2021). Образ исторических особенностей и флоро-фитоценотическое состояние Кокшетауского национального парка // Наука и реальность. – № 1(5). – С. 8–10.
32. Хусаинов А.Т., Дурмекбаева Ш.Н., Маханова С.Қ., Фахруденова И.Б., Курманбаева А.С., Хусаинова Р.К. (2019). «Бурабай» Мемлекеттік ұлттық табиғи паркі – қазіргі экологиялық ахуалы, жақсарту шаралары. – Көкшетау : Мир печати. – 324 б.
33. Хусаинов А.Т., Дурмекбаева Ш.Н., Маханова С.Қ., Фахруденова И.Б., Курманбаева А.С., Хусаинова Р.К. (2019). Современное экологическое состояние ГНПП «Бурабай», меры по его улучшению. – Кокшетау : Мир печати. – 324 с.

34. Болботов Г.А., Анисимов А.В., Кечайкин А.А., Шмаков А.И. (2024). Флористические находки на территории Катон-Карагайского ГНПП и Восточно-Казахстанской области // Флора и растительность Алтая. – Т. 16, № 1. – С. 77–84.
35. Artemov I. A. Floras of the Archatinskoe and Chernovinskoe Forestries of the Katon-Karagay State National Nature Park (the Republic of Kazakhstan) // Acta Biologica Sibirica,– Vol. 6, (2020), pp. 107–138. DOI: 10.3897/abs.6.e53162.
36. Sultanova B. M., Akhmetov Y. M., Aldibekova A. R., Kurmanbayeva M. S. Spatial structure of vegetation cover of Sharyn SNNP. Eurasian Journal of Ecology, Vol. 65, № 4, (2024), pp. 38–50.
37. Сихымбаев Ә.Е. (2015). Өгем жотасы дендрофлорасының флористикалық спектрі // ҚазҰУ хабаршысы. Биология сериясы. – Т. 65, № 3. – Б. 50–53.
38. Ивашенко А.А. (2020). Список флоры Сайрам-Угамского государственного национального природного парка (Казахстан) // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. – № 26. – С. 52–63.
39. Отрадных И.Г., Съедина И.А., Уалиева Б.Б. (2022). Петрофитная азональная и интразональная растительность на территории ГНПП «Кульсайские озера» // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – Т. 21, № 2. – С. 137–140.
40. Голоскоков В. П. (1984). Флора Джунгарского Алатау (Конспект и анализ). – Алма-Ата : Наука АН КазССР. – 224 с.
41. Kenzhina K. D., Kali, A., Turlybekova G., Tulegenova S. E., Rustemova A., Jussupova N. Protected, rare and medicinal plant species of the Buiratau State National Natural Park (Republic of Kazakhstan), OnLine Journal of Biological Sciences, Vol. 25, № 2, (2025), pp. 437–447.
42. Baltabay V. S., Abilkassymova A. M., Majitova M. A., Satmbekova D. K., Datkhayev U. M., Sarsenova L. K. Three Little-known Medicinal Plants Growing in the State National Natural Park "Tarbagatai" (Republic of Kazakhstan): Their Ethnobotany, Phytochemistry, and Pharmacology // J. Med. Chem. Sci, Vol. 6, Issue 1, (2023), pp. 112–120.
43. Садакова Б.Д., Сапарова Г.С., Куанышбаева М.Г., Полевик В.В. (2021). Таксономический и экологический анализ древесно-кустарниковой растительности ГНПП «Тарбагатай» // Научный журнал Globus. – Т. 7(64). – С. 13–19.
44. Абдреева Ш.Т., Турсинбаева К.С. (2015). Рекреационные ресурсы растительного мира Улытау (Центральный Казахстан) для развития туризма // Сборник научных статей по результатам пятнадцатой Международной научно-практической конференции. – С. 170–174.
45. План управления республиканского государственного учреждения «ГНПП Кокшетау» на 2024–2028 годы. (2023). – Кокшетау. – 152 с.
46. Шангин И.П. (1820). Извлечение из описания экспедиции, бывшей в Киргизскую степь в 1816 году / публ. Г. И. Спасского // Сибирский вестник. – СПб. – Ч. 9, кн. 2–3; ч. 11, кн. 7.
47. Гордягин А. Я. (1916). К флоре Акмолинской области. – Тобольск : Тип. Епархиального братства. – 56 с.
48. Карамышева З.В., Рачковская Е.И. (1973). Ботаническая география степной части Центрального Казахстана. – Л. : Наука. – 279 с.
49. Горчаковский П. Л. (1987). Лесные оазисы Казахского мелкосопочника. – М. : Наука. – 160 с.
50. Дурмекбаева Ш.Н., Кыздарбекова Г.Т., Алибек А.Б., Хамитова Г.Ж., Шакиржанова И.С. (2024). «Көкшетау» МҰТП «Орманды бұлақ» филиалының флора конспектісі // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – № 2(79). – С. 81–89.

THREATS TO BIODIVERSITY IN YEMEN'S NATURAL RESERVES

Ahlam Al-Nahari

Authority for Environment and Climate Change, Hodieda, Yemen
ahlam736196@gmail.com

Abstract. The biodiversity of Yemen's natural reserves is one of the most important environmental resources in the Arabian Peninsula. This unique geographic location and wide climatic diversity have created environments rich in rare and endemic plant and animal species. However, this natural wealth faces increasing threats, most notably war, climate change, human greed, and excessive logging. These threats have led to the deterioration of natural habitats and altered the behavior of organisms in terms of feeding, reproduction, and migration patterns. This study aims to shed light on the most prominent of these threats and analyze their behavioral and environmental impacts on species within the reserves, while offering practical solutions and scientific recommendations for biodiversity conservation. It also emphasizes the need to enhance national and international support for the inclusion of Yemen's reserves in global networks, to preserve this threatened natural heritage and ensure its sustainability for future generations.

Keywords: Biodiversity, Nature Reserves, Climate Change, War Machine, Stolen Heritage

Аннотация. Йеменнің табиғи қорықтарының биоәртүрлілігі Араб түбегінің маңызды экологиялық ресурстарының бірі болып табылады. Бірегей географиялық орналасуы мен кең Климаттық әртүрлілігі өсімдіктер мен жануарлардың сирек кездесетін және эндемикалық түрлеріне бай орта құрды. Алайда, бұл табиғи байлық өсіп келе жатқан қауіп-қатерлерге, ең алдымен соғыстарға, климаттың өзгеруіне, адамның ашкөздігіне және орманды шамадан тыс кесуге тап болады. Бұл қауіптер табиғи тіршілік ету ортасының нашарлауына және тамақтану, көбею және көші-қон үлгілері тұрғысынан организмдердің мінез-құлқының өзгеруіне әкелді. Бұл зерттеудің мақсаты-осы қауіптердің ең маңыздыларына жарық түсіру және олардың биологиялық әртүрлілікті сақтау бойынша практикалық шешімдер мен ғылыми ұсыныстарды ұсына отырып, қорықтарда өмір сүретін түрлерге мінез-құлық және экологиялық әсерін талдау. Ол сондай-ақ осы қауіп төніп тұрған табиғи мұраны сақтау және оның болашақ ұрпақ үшін тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін Йемен қорықтарын жаһандық желілерге қосуды ұлттық және халықаралық қолдауды күшейту қажеттілігін көрсетеді.

Түйін сөздер: биоалуантүрлілік, табиғи қорықтар, климаттың өзгеруі, соғыс машинасы, ұрланған мұра.

Аннотация. Биоразнообразие природных заповедников Йемена является одним из важнейших экологических ресурсов Аравийского полуострова. Уникальное географическое положение и широкое климатическое разнообразие создали среду, богатую редкими и эндемичными видами растений и животных. Однако это природное богатство сталкивается с растущими угрозами, прежде всего войнами, изменением климата, человеческой жадностью и чрезмерной вырубкой леса. Эти угрозы привели к ухудшению состояния естественной среды обитания и изменению поведения организмов с точки зрения питания, размножения и миграционных схем. Цель данного исследования – пролить свет на наиболее существенные из этих угроз и проанализировать их поведенческое и экологическое воздействие на виды, обитающие в заповедниках, предлагая при этом практические решения и научные рекомендации по сохранению биоразнообразия. В нем также подчеркивается необходимость усиления национальной и международной поддержки включения заповедников

Йемена в глобальные сети для сохранения этого находящегося под угрозой природного наследия и обеспечения его устойчивости для будущих поколений.

Ключевые слова: Биоразнообразие, Природные заповедники, Изменение климата, Военная машина, Украденное наследие

Introduction

Biodiversity is an invaluable natural resource, as it represents the foundation for the sustainability of life on planet Earth. Yemen is distinguished by its unique geographical location at the confluence of the continents of Asia and Africa and on the shores of the Red and Arabian Seas, making it one of the richest countries in the Arabian Peninsula in terms of biodiversity. This unique location has given it exceptional climatic and geographical diversity; from the warm coasts of the Red Sea and the Gulf of Aden, to mountains, plains, and valleys, passing through the dry deserts whose sands conceal life delicately adapted to harsh conditions. Therefore, Yemen abounds with rare biodiversity, including hundreds of species of birds, reptiles, plants, mammals, and marine organisms, many of which are found only on its land. Even its marine life enjoys a fertile environment and nutrient-rich waters, making it an ideal habitat for fish, coral reefs, and sea turtles.

Nature reserves form a vital network for preserving biodiversity. They protect habitats and rare species, and provide essential environmental services (water, soil, climate, pollination) that contribute to enhancing environmental sustainability and supporting scientific research and environmental education for future generations.

Recognizing this unique value, the Yemeni government has been keen since the beginning of the millennium to protect this natural wealth by declaring a number of nature reserves to preserve its environmental resources and protect this precious global heritage from the threat of extinction and deterioration. Among the declared reserves are the Bar'a Reserve (Hodeidah), the Kamaran Marine Reserve, the Atmah Reserve (Dhamar), the Malhan Reserve (Al Mahwit), and the Dhahiriya Reserve (Sa'dah), among other areas characterized by unique biodiversity. However, these efforts have faced significant challenges that have prevented the achievement of sustainable protection goals. These paradises have not been spared harm, having been torn apart by political and economic crises and the successive wars that the country has witnessed in recent years. These crises have weakened state institutions and neglected environmental oversight. Forests have been subjected to deforestation and overgrazing, and natural habitats for wildlife have dwindled. It's not just the war machine that has harmed the reserves; climate change is also casting a harsh shadow over this delicate beauty. The creatures of the Earth, who were never the cause of this climate imbalance, are now paying the price for a change they did not create, bearing the brunt of disasters they were not responsible for.

Heavy rains suddenly fall, erratically, and torrential floods sweep away farmland, along with its people, animals, and plants, leaving behind barren lands and bewildered souls searching for shelter. Droughts extend for weeks, causing crops to wither, birds to migrate, and grass to perish. Fertility turns to thirst, and life becomes a daily struggle for survival.

The creatures in Yemen's reserves—birds, Arabian leopards, gazelles, plants, insects, fish, and coral reefs—are now on the brink of danger, lacking anyone to protect them, and silently crying out in the face of a world preoccupied with its own conflicts. Who will protect this vulnerable creature? Who will listen to his groans? Who will look after him in a country exhausted by wars and lacking the means to protect it from disasters?

The environmental and global importance of Yemeni reserves

Yemen's natural reserves represent unique examples of the biodiversity of the Arabian Peninsula, hosting ecosystems rich with endemic and endangered species. In the Anah Reserve (Ibb), rare bird species such as the Yemeni bulbul and the Yemeni thrush are found, while the Malhan Reserve (Al Mahwit) houses predators such as the lynx and the Arabian leopard, along with ancient trees over 300 years old and medicinal plants of ecological and economic value.

The Bara Reserve (Al Hudaydah) is known for the presence of white-tailed mongooses and baboons, while the Kamaran Coastal Reserve is home to marine species such as dolphins and pink-backed pelicans, in addition to mangrove forests that play a vital role in coastal protection. The

Atmah Reserve (Dhamar), rich in ancient trees in large numbers and spread across multiple regions, boasts rare plants such as wild olives, atam trees, and wild pomegranates, which are found only in three countries: China, Spain, and Yemen. The red fox and the Yemeni goldfinch have also been observed. Meanwhile, the Dhaher Reserve (Saada) contains a wide variety of birds, such as the kingfisher and the golden sparrow, as well as endangered species such as the cheetah and some poisonous reptiles such as the black snake and the cobra [1]. This unique biodiversity, spread across various Yemeni reserves, reflects Yemen's importance as a vital center of natural diversity in the region and qualifies it to join the UNESCO World Heritage Site Network, given its rich and threatened natural heritage.

Initial Data and Research Methods. Main threats to biodiversity in Yemeni nature reserves:

- Environmental degradation caused by war and political crises.

Among the most prominent challenges facing Yemeni nature reserves are the effects of the ongoing war, which has led to the destruction of environmental infrastructure, the absence of institutional oversight, the expansion of poaching and logging, and the degradation of natural habitats. Waves of displacement have also put population pressure on natural resources within the reserves, increasing their depletion rates.

- Climate Change

Yemen is experiencing rapid climate change, most notably rising temperatures and declining rainfall, leading to desertification in some areas and altering the migration and reproduction patterns of many wildlife species [2]. Climate change has directly impacted plant and animal diversity, particularly sensitive species living in limited environments, such as mountain birds and wetland plants in the Bar'a and Malhan regions.

- Unsustainable Human Activities

Urban sprawl, overgrazing, firewood collection, and illegal hunting are among the serious threats facing Yemeni reserves. The lack of environmental awareness among some local communities has led to activities that degrade ecosystems and cause habitat loss.

- Weak Institutional Capacity and Financial Support

Relevant authorities suffer from limited financial and human resources and a lack of effective management plans for protected areas. The scarcity of funding and international support has also led to the suspension of many environmental monitoring and protection programs, leaving protected areas vulnerable to violations and encroachments.

- The impact of climate change, human greed, and the war machine on the deterioration of biodiversity in nature reserves.

Climate change, human greed, and the war machine have combined to create a complex chain of devastating impacts on the Yemeni environment, particularly in nature reserves that were once a safe haven for wildlife and a reservoir of biodiversity. These three factors, while differing in their causes, share similar outcomes, manifesting in accelerating environmental degradation and a painful loss of natural balance.

- The impact of human greed on the behavior of living organisms in protected areas.

- Loss of Sense of Security and Changes in Defensive Behavior

a- When organisms are exposed to repeated human pressures, such as hunting, persecution, or frequent human incursions into their territories, they develop new defensive behaviors.

b- They become more cautious, aggressive, or solitary.

c- Some species avoid daytime activity and become nocturnal to avoid humans.

d- In reserves such as Bura and Malhan, monkeys and small antelopes have become more shy and evasive when approaching humans, having been more familiar before the expansion of human activity.

- Disruption of Feeding Behavior

a- Human encroachment on agricultural and water lands within reserves reduces the availability of natural food for animals.

b- This forces organisms to change their diet or approach human settlements to search for food scraps or crops, increasing human-animal contact.

c- Some birds and animals feed on human waste, altering their natural hunting or grazing behavior and affecting their environmental health.

- *Disruption of spatial behavior (migration and internal displacement)*

a- Urban expansion or agricultural exploitation within or near protected areas leads to the shrinkage of natural habitats.

b- In response, organisms begin to migrate to new areas, sometimes unsuitable for their survival.

c- This change in spatial behavior leads to the crowding and competition of species for resources, and the loss of some of their original habitats.

d- In Yemen, uncontrolled agriculture and the expansion of qat cultivation near protected areas such as Atma and Malhan have driven many wildlife species toward the highlands, altering their distribution patterns and spatial behavior.

- *Disruption of social behavior within animal groups*

a- Some animals, such as monkeys, wolves, and birds, live in organized groups with a clear social hierarchy.

b- Indiscriminate hunting or killing of members of the group leads to the disintegration of the social structure, altering the behavior of the group as a whole.

c- This may lead to excessive aggressive behavior or disruption of reproduction and cooperation.

d- This phenomenon has been observed in many parts of the world where dominant males or foster mothers have been killed, leading to the collapse of group behavior.

Human greed not only depletes nature's resources, but also reshapes the behavior of living organisms in unnatural ways, transforming them from ecologically balanced creatures into troubled creatures seeking survival in an environment that is no longer safe. Therefore, protecting protected areas from human greed is not just an environmental issue; it is a moral and humanitarian imperative to ensure the continuation of balanced life within these unique natural systems.

- **The impact of climate change on the behavior of living organisms in protected areas.**

Changing Migration and Movement Patterns. Mobilous organisms, especially birds and wildlife, rely on the seasons to determine their migration or movement within their environments.

When temperatures rise or the rainy seasons change, these patterns are disrupted, causing some birds to begin migrating early or late, leading to an imbalance in the ecosystem.

In Yemen, it has been observed that some migratory birds through the Kamaran or Tihama Reserves have begun to change their arrival and departure seasons due to fluctuating temperatures and food sources.

Changing Breeding Times and Reproductive Behavior. Reproduction in many organisms (such as reptiles, amphibians, and birds) is linked to temperature and humidity. Higher temperatures or low rainfall lead to a delay or shortening of the breeding season, or even a decline in fertility rates.

For example, in humid mountainous areas such as the Bar'a Reserve, declining humidity has led to a decline in the activity of some amphibian and pollinating insect species that rely on humid environments for reproduction.

Changing Feeding and Foraging Patterns. Climate change leads to fluctuations in plant growth and food resources. When plants dry up or insects decline, animals are forced to alter their feeding behavior or range of movement in search of food.

This change may cause them to move beyond the boundaries of the reserve into inhabited areas, increasing contact between humans and wildlife.

Changing Diurnal Behavior (Nocturnal and Diurnal Activity). Some animals change their activity times to avoid high temperatures. For example, diurnal animals may become partially nocturnal to avoid heat stress, as is the case with some small mammals and reptiles.

This shift affects predation and feeding behavior and the balance of the food chain within the ecosystem.

Vertical Migration in the Mountains. In mountainous areas such as Atma, Malhan, and Bara, where temperatures vary between peaks and valleys, some species resort to vertical migration towards cooler elevations. This behavior sometimes leads to the crowding of species in limited areas or the loss of their original habitats in the lower slopes.

Disruption of Ecological Relationships Between Species. Climate change alters the activity schedules of various species (such as plants, pollinators, and predators), leading to ecological asynchrony. For example, plants may flower before the pollinating insect season, decreasing plant reproduction.

This phenomenon has been observed in many mountainous regions of Yemen, where recurrent droughts have affected wildflower plants and, consequently, butterflies and wild bees.

Escape Behavior or Local Extinction. When organisms lose their ideal environmental conditions, they begin to migrate outside the reserve or face local extinction. Species with limited mobility (such as plants or small reptiles) are most vulnerable to extinction. This is why some researchers classify Yemen's reserves as climate-sensitive areas.

Climate change not only threatens biodiversity in terms of numbers, but also reshapes the ecological behavior of organisms, disrupting the natural balance of reserves. Changes in reproductive, feeding, and migration behavior cascade across all elements of the ecosystem, from plants to top predators.

- The impact of the war machine on the behavior of living organisms in protected areas.

Disruption of Natural Behavior Due to Noise and Explosions. Loud sounds resulting from bombing, explosions, and the movement of military vehicles are among the most prominent factors affecting the natural behavior of organisms. These sounds cause a state of constant panic among animals and birds, causing them to abandon their natural habitats and migrate to new areas in search of safety. This sudden change in behavior disrupts reproductive and feeding cycles and affects the ecological balance within the reserve.

In some Yemeni reserves, such as Bar'a and Malhan, it has been observed that wild bird species have been significantly reduced during periods of conflict as a result of their migration from areas of bombing or unrest.

Changes in Migration and Distribution Patterns. War forces organisms to migrate away from conflict zones, even if those areas are within nature reserves. This results in an unnatural mixing of species and competition for resources in new areas, causing environmental stress within biological systems.

Animals that were previously settled within a limited area become more mobile and cautious, affecting their feeding and reproductive behavior.

Fearful and Isolated Behavior. Animals that remain in conflict zones develop new defensive or solitary behaviors to avoid danger. Some small mammals and reptiles tend to hide for longer periods than usual, reducing their feeding and breeding periods. In the long term, this leads to a decline in their numbers and weakens their ability to survive.

Uncontrolled Human Exploitation of Wildlife During War. In the absence of state institutions, poaching and logging are on the rise. This aggressive human activity is forcing species to alter their natural behavior, becoming more nocturnal, shy, or aggressive to avoid humans.

In Yemen, harsh economic conditions have led to increased poaching in reserves such as Kamaran and Atmah, significantly impacting the behavior of wild mammals and waterfowl.

Habitat Destruction and Changes in Spatial Behavior. Bombing and military operations often destroy vegetation and water sources, forcing species to change their habitats. This leads to the ecological displacement of animals and plants, and the loss of species balance in new areas.

Animals that were dependent on specific resources within the reserve are forced to seek alternatives, altering their behavior in the search for food and water.

Increased aggressive or unusual behavior. In turbulent environments, competition for scarce resources increases, generating aggressive behavior between species, especially between predators or social animals. Some organisms have also been observed to change their temporal patterns (becoming nocturnal or concealing their activity) to avoid human danger or the sounds of war.

Weak communication within species. Many organisms rely on vocal or kinetic signals to communicate (such as birds and insects). The noise generated by war disrupts these signals, leading to poor communication between individuals and affecting mating, warning of danger, and the regulation of group behavior.

The war machine not only kills humans but also profoundly disrupts the innate behavior of organisms within nature reserves. These organisms lose their sense of security and are forced to adopt unnatural defensive and survival behaviors. As the conflict continues, nature reserves become threatened by the loss of their biodiversity and natural ecological behavior, making environmental peace an integral part of human peace.

- The common denominators between war, climate change, and human greed in their impact on biodiversity

The effects of the war machine, climate change, and human greed are intertwined in a single fabric of environmental degradation, each contributing to the weakening of ecosystems' ability to survive and the dismantling of the vital relationships between organisms and their natural habitats. The most prominent commonalities among these are:

Destruction of Natural Habitat for Living Creatures

a- War leads to deforestation and land destruction due to bombing or the establishment of fortifications and military sites, which deprives animals of their habitat.

b- Climate change alters the features of natural habitats due to drought and rising temperatures, causing organisms to lose their food and water sources.

c- Human greed, through firewood harvesting, logging, and overgrazing, completes the cycle of environmental destruction.

For example: In the Bara'a Reserve, the decline in vegetation cover due to firewood harvesting and climate change has disrupted the behavior of monkeys and birds, which have begun approaching villages in search of food.

Depletion of Natural Resources and Degradation of Soil and Water

- War causes pollutants, oils, and chemicals to seep into the soil and water.

- Climate change leads to reduced rainfall and increased desertification.

- Human greed increases pressure through the overuse of groundwater and the unplanned exploitation of agricultural land.

Example: In areas near the Hawf Reserve, green spaces have shrunk due to random well drilling and overgrazing, leading to the loss of fertile soil that once supported rare plants.

Ecological Imbalance and Species Migration

War causes constant noise disturbances and vibrations, forcing some animals to migrate from their habitats.

Climate change is forcing species to migrate toward wetter or cooler areas.

Human greed is having the same effect by stripping habitats of their resources.

Example: On Socotra Island, researchers have observed changes in the distribution of some bird and plant species as a result of increasing human pressure and rising temperatures.

Loss of rare species and threat to genetic diversity

a- War prevents the implementation of monitoring and protection programs, increasing rates of poaching and illegal smuggling.

b- Climate change leads to the extinction of species that cannot withstand temperature changes or prolonged drought.

c- Human greed exploits this vacuum, smuggling and trafficking rare species.

For example, the increased smuggling of rare reptiles and plants from Socotra during periods of political and climatic unrest.

Declining role of humans as protectors of nature

These factors combined weaken awareness and oversight, transforming humans from guardians of the environment into causes of its deterioration. When war exhausts state institutions, drought strikes the countryside, and greed tempts the weak, protected areas become exposed to a wave of depletion that finds no one to stop.

What is happening today in Yemen's reserves is the result of an interaction between these three forces: climate change, greed depletes, and war destroys, leaving behind a land exhausted by drought, silent forests that have lost the sounds of birds, and creatures struggling for survival in an environment that is no longer the same.

Firewood and wood fumes: an energy crisis that threatens the ecological balance and the health of living organisms

The Republic of Yemen is facing an alarming decline in vegetation cover due to excessive logging practices, which have escalated amidst the scarcity of oil derivatives resulting from conflicts and the blockade imposed on the country. This has forced many residents, particularly in rural areas near nature reserves, to rely on firewood and charcoal as their primary source of energy for cooking and heating, leading to a decline in vegetation cover in the reserves. According to a previous study conducted by the General Authority for Environmental Protection, approximately 1,400 wood stoves consume approximately 2,800 trucks of wood per month, with each truck carrying approximately 50 trees. This brings the total annual consumption to approximately 1,600,000 trees, a figure that reflects the significant pressure on vegetation and natural resources. In the capital, Sana'a, the scope of illegal logging and tree felling has expanded in many protected areas and has rapidly worsened with the ongoing blockade and successive wars. This has transformed from an individual practice into a semi-organized activity, where forest timber and ancient trees are traded. Large areas of vegetation that once covered the green mountains and plains have disappeared. Ancient trees have been transformed into firewood and a source of trade. The vegetation has become an open market, as if nature has become a commodity where the remains of nature are bought and sold at a bargain price.

The damage caused by logging is not limited to the loss of vegetation; it also extends to the air surrounding nature reserves, affecting the health and behavioral effects of living organisms. The fumes emanating from cooking and heating with firewood and charcoal contain toxic pollutants such as carbon monoxide, nitrogen oxides, and fine particulate matter (PM_{2.5}), which directly impact the respiratory systems of wildlife and birds within the reserves, causing respiratory disorders and disruptions to growth and reproduction. It also contributes to the decline in the numbers of small organisms and pollinating insects, which are quickly affected by changes in air quality, leading to respiratory disorders and reduced growth and reproduction in wildlife and birds [3]. Hence, the need for urgent intervention by local and international bodies to provide clean energy alternatives, enhance environmental awareness, and reforest degraded areas to protect biodiversity and ensure the sustainability of life in Yemeni nature reserves.

The relationship between firewood and the worsening problem of climate change

The impact of excessive logging is not limited to the destruction of natural habitats and alteration of the behavior of living organisms; it is also a factor contributing to the exacerbation of climate change. Trees are a fundamental component of climate balance, as they absorb carbon dioxide, regulate temperatures, and maintain soil moisture. When trees are cut down in large quantities without regeneration or replacement afforestation, the carbon sequestered in their biomass is released back into the atmosphere, causing an increase in greenhouse gas concentrations.

Studies indicate that deforestation also leads to changes in local physical and biological factors, raising local temperatures by up to $+0.61 \pm 0.48$ °C in tropical regions [4].

This climate change resulting from logging is in turn reflected in the behavior of living organisms within nature reserves. Rising temperatures, lack of shade, and lack of moisture force animals to alter their daily activity schedules and migrate to cooler areas. Their reproductive and feeding patterns are also affected by changing seasons. Thus, firewood collection becomes a double-edged sword: it directly destroys habitats and contributes to exacerbating climate change, which further increases environmental pressures on biodiversity in Yemen's protected areas.

Stolen heritage.... limitless ambitions

It wasn't just the war machine and climate change that weakened Yemen's natural reserves. Human greed has been and continues to be a silent threat gnawing at the heart of biodiversity. Humans have been given free rein to collect rare plants and hunt rare birds and reptiles, and some have sought to hoard the land's resources as if they were private property, not a national heritage to be protected.

What Yemen faces today is not just environmental degradation, but the gradual loss of a great natural heritage that has accumulated over thousands of years. When rare plants are removed from their native habitats, timber is depleted from its forests, and its beaches are exploited without a shred of conscience, the country loses something of its spirit and identity.

Yemen's reserves are not merely geographical areas; they are a national and human heritage that embodies the country's identity and natural history. Tampering with them is not merely a physical act; it is a silent crime against history and identity. Therefore, protecting this heritage from human greed is no less important than protecting it from war or climate change. Preserving this heritage is a shared responsibility that transcends borders and politics, so that we can restore balance to nature, the dignity of the earth, and the right of future generations to see this beauty as God created it, not as greed and neglect have distorted it.

A Call from the Land of Yemen

Yemen, that pristine land that has captivated the eyes of those who see it since the dawn of history, pulsates with a breathtaking nature that captivates both the heart and the mind. A land draped in greenery on its slopes, its air breathes with purity, and its gentle breezes caress its towering mountains and deep valleys. In every corner of its soil, the Creator's majesty is revealed: insects crawling on the earth glorify their Creator's kingdom; birds singing harmoniously, creating the symphony of life; and clear waters flowing in their streams, murmuring with a soothing murmur. Its medicinal and aromatic plants extend between the plains and mountains, testifying to the fertility of the land and the richness of its habitats.

This beauty was not born of chance; rather, it is the fruit of a unique geographical location that has made Yemen an environmental bridge between the three continents of the world: Asia, Africa, and Europe. This climatic and geological diversity has given it a rare biological richness, from the coral reefs in its warm seas to the dense forests in its mountains and the fertile plains that shelter countless species of birds, animals, and plants. Even the marine creatures in its waters live in rare environmental bliss, finding ideal conditions for growth and reproduction in an environment rich in natural elements and life.

Nature in Yemen appears to be calling for help from its children; trying to breathe amidst the devastation, to flourish despite the drought, and to continue the cycle of life despite the loss of balance and purity. Protecting Yemen's nature reserves is no longer an environmental luxury; it has become a lifeline and a national, moral, and humanitarian duty to preserve this eternal beauty, which is a testament to the Creator's greatness and a legacy that must be preserved for future generations. Today, Yemen—despite its wounds—is trying to make its voice heard to the international community and the world at large, calling for assistance to protect its natural reserves and conserve the wildlife and marine life that constitute the essence of its environmental identity and invaluable wealth. Preserving Yemen's biodiversity is not just a local duty, but a shared human responsibility towards the nature that gives life to us all.

Yemen's environmental crisis demands immediate global prioritization.

It does not belong to its people alone, but rather to the heart of this planet, an oasis of hope for all the beauty that remains in a world that is suffocating.

Let us preserve it so that it may remain as the Creator intended it: a land brimming with life, a haven for nature, and a safe haven for the creatures that share our existence.

Results and recommendations

Yemen, despite its natural richness and environmental diversity, faces significant challenges that hinder its ability to protect its natural reserves and conserve their biodiversity. The blockade, the repercussions of war, and climate change have all cast a heavy shadow over this environmentally and economically fragile country, rendering it unable to confront these threats with its limited capabilities.

Under these circumstances, environmental responsibility remains a shared responsibility that extends beyond Yemen's borders and becomes a global humanitarian duty. Preserving Yemen's natural heritage is, in essence, protecting a portion of the world's biodiversity. Therefore, Yemen cannot succeed alone without the support and cooperation of the international community and its environmental organizations, who must provide the technical and financial resources necessary to preserve this unique heritage.

Based on our deep awareness of the magnitude of the environmental challenges facing Yemen's natural reserves, which affect the very essence of biodiversity and humanity's natural heritage, we submit these recommendations to the international community and relevant environmental and

development organizations, hoping that they will be listened to and that their consciences will contribute to saving what can be saved:

Proposed key solutions and recommendations:

1. Support national efforts to protect biodiversity:

Provide urgent technical and financial support to the General Authority for Environment and Climate Change in Yemen, with the aim of rehabilitating damaged reserves and providing the necessary capabilities for efficient and sustainable monitoring and management of natural resources.

2. Engage local communities in protection and management:

Empower residents of areas surrounding reserves—especially women and youth—to participate in natural resource management through training programs and sustainable small projects that provide them with a source of income and instill a sense of environmental affiliation.

3. Launch global awareness campaigns:

Invite the media and humanitarian and environmental organizations to highlight the Yemeni environment as a shared humanitarian and global issue, not merely a limited local concern.

4. Launch community awareness programs in rural areas adjacent to reserves to raise awareness of the importance of biodiversity and the dangers of logging and poaching.

5. Financing environmental rehabilitation projects:

Implementing international programs to rehabilitate forests and degraded areas, plant native species, and revive ecosystems affected by war, logging, and climate change.

6. Listing Yemeni reserves on the World Heritage List (UNESCO and the International Union for Conservation of Nature) to ensure their protection under international agreements. This listing allows for direct international oversight, contributing to preventing the depletion of natural resources and maintaining the ecological balance within these reserves.

7. Promoting sustainable energy alternatives (such as solar energy and biogas) to reduce reliance on firewood as a domestic energy source.

8. Strengthening control over illegal activities:

Supporting the capacity of local authorities to monitor and prevent illegal logging, logging, illegal hunting, and trafficking in rare plants and animals, while applying deterrent legal penalties and activating the oversight role of the community.

9. Encouraging regional and international cooperation:

Establishing effective partnerships with international environmental organizations and United Nations programs to exchange expertise and experiences in the areas of protected area management, pollution control, and the protection of coral reefs and endangered species.

10. Monitoring the effects of climate change and developing adaptation plans:

Supporting scientific research and studies to monitor climate change in Yemen, developing strategies to mitigate the effects of drought, floods, and desertification, and establishing early warning systems to protect people and nature.

11. Integrating the environmental dimension into peace and reconstruction efforts:

Emphasizing that Yemen's reconstruction is not complete without the reconstruction of its natural environment, and that protecting biodiversity must be a key pillar of any peace and sustainable development plan.

Conclusion

The biodiversity of Yemen's nature reserves constitutes a unique national and human resource that requires urgent and sustainable protection. With its unique geographical location and rare environmental richness, Yemen deserves to be a priority for global conservation.

Climate change, unjust human activities, and the destructive war machine have inflicted significant damage on the Yemeni environment in general, and on living organisms in various natural habitats in particular. However, the most severe damage is seen in nature reserves, which are home to rare species that are most sensitive to environmental disturbances. These species today face a deadly combination of threats: rising temperatures, air and water pollution, and the destruction of their natural habitats, placing them in real danger of extinction and threatening their very existence and continuity.

Hence, the national and international responsibility to conserve this natural heritage before the world loses a unique part of its biodiversity is highlighted. Preserving Yemen's natural reserves is not just an environmental duty, but a human and moral obligation to future generations, who have the right to inherit a vibrant land as intended by the Creator, not an environment burdened by the effects of greed and neglect.

References:

1. The natural reserves of the Republic of Yemen (2nd ed.). (2024). Sana'a, Yemen.
2. United Nations Development Programme. (2023). Climate change impact projections in Yemen. United Nations Yemen. Retrieved from <https://yemen.un.org/ar/254547>
3. Jota Baptista, C., Seixas, F., Gonzalo-Orden, J. M., & Oliveira, P. A. (2024). Editorial: Wildlife health consequences from environmental pollution. *Frontiers in Veterinary Science*, 11. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11601150/>
4. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). AR6 climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability—Cross-Chapter Paper 7: Tropical forests. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/chapter/ccp7/>

АНАТОМИЧЕСКИЕ И ФИТОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬ ВИДА *HALOXYLON PERSICUM*

^{1*}Н.В. Терлецкая, ¹Р.А. Мұсағалиева, ²О.А. Зубова

^{1*}Институт генетики и физиологии, Алматы, Казахстан, teni02@mail.ru

¹Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, факультет географии и природопользования, Алматы, Казахстан, mussagaliyevaroza@gmail.com

¹Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, факультет географии и природопользования, Алматы, Казахстан, zubova.olya.a@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена взаимосвязь анатомических и фитохимических характеристик и стрессоустойчивости *Haloxylon persicum* — важного галофита аридных экосистем Центральной Азии. Применялись методы анатомического и гистохимического анализа тканей, а также хроматографические и спектроскопические методы идентификации и количественного определения вторичных метаболитов. Установлено, что *H. persicum* обладает утолщёнными клеточными стенками сосудистых элементов, развитой механической тканью и повышенным содержанием фенольных соединений, что усиливает устойчивость к засолению, засухе и фитофагам. Практическая значимость работы заключается в возможности использования этих данных при разработке мероприятий по восстановлению деградированных земель и сохранению биоразнообразия аридных экосистем.

Ключевые слова: *Haloxylon persicum*, стрессоустойчивость, анатомия растений, фитохимия, галофиты.

Введение. Современные изменения климата, усиление процессов засоления и деградации почв создают серьёзные угрозы для экосистем аридных зон Центральной Азии. В этих условиях особое внимание уделяется видам, обладающим высокой адаптивностью и способностью стабилизировать песчаные почвы, предотвращая дальнейшее опустынивание. Одним из таких видов является *Haloxylon persicum* (саксаул белый) — доминирующий кустарник в пустынных экосистемах Казахстана, Туркменистана и Узбекистана. Он играет ключевую роль в сохранении биоразнообразия, предотвращении эрозии, формировании микроклимата и восстановлении деградированных территорий.

Несмотря на большое экологическое значение, вопросы анатомической и фитохимической адаптации *H. persicum* остаются недостаточно изученными. Ранее большинство исследований было сосредоточено на морфологии и экологии саксаула, тогда как внутренние анатомические структуры и биохимические механизмы устойчивости к стрессам изучены фрагментарно. Между тем именно сочетание анатомических признаков и биохимического состава определяет способность растения выживать в условиях дефицита влаги, повышенной температуры и засоления почв.

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью комплексного изучения адаптивных механизмов пустынных растений, что имеет важное значение для разработки экологически обоснованных стратегий сохранения и восстановления природных экосистем. *Haloxylon persicum* представляет собой модельный объект для анализа анатомо-физиологических и биохимических адаптаций галофитов, так как обладает высокой устойчивостью к экстремальным факторам среды.

Настоящее исследование направлено на выявление связи между анатомическими и фитохимическими особенностями *H. persicum*, обеспечивающими его стрессоустойчивость. Изучение анатомической структуры тканей и вторичных метаболитов позволит определить ключевые адаптивные признаки, участвующие в формировании устойчивости растения к абиотическим и биотическим стрессам. Полученные результаты могут быть использованы при

восстановлении деградированных земель, озеленении засоленных территорий и в программах сохранения биоразнообразия аридных экосистем Центральной Азии.

Цель работы — установить взаимосвязь между анатомическими и фитохимическими характеристиками *Haloxylon persicum*, определяющими его стрессоустойчивость в условиях аридных экосистем.

Исходные данные и методы исследования. Материал для исследования был собран в Казалинском районе Кызылординской области, характеризующемся аридным климатом, песчаными почвами и высокой степенью засоления.

Методы анатомического и гистохимического анализа тканей, методы идентификации и количественного определения вторичных метаболитов, а также статистические методы обработки полученных данных.

Таблица 1 – Места сбора и таксационная характеристика деревьев, с которых отбирались образцы

Место сбора		Таксационная характеристика			Наличие повреждений
координаты	местоположение	высота, м	диаметр ствола у основания, см	диаметр кроны, м	
<i>H. persicum</i>					
N 44°55'32" E 62°15'15"	Кызылординская область, Казалинский район, 89 км к югу от г. Казалинск	1,3	7,1	1,85	нет
		1,3	5,7	1,80	да
		1,4	3,8	1,10	да
		1,3	3,5	1,35	да
		1,6	4,4	1,25	нет
		1,4	3,4	1,45	нет

В Казахстане *Haloxylon* занимают около 6,73 млн га (50,5% от всех лесных угодий страны), преимущественно в Кызылординской области на юго-западе страны.

В условиях конкретного места сбора в Кызылординской области (N 44°55'32", E 62°15'15", 89 км к югу от г. Казалинск), *H. persicum* произрастал в зоне барханно- и бугристо-грядовых песков на пустынных песчаных корковых почвах, выступая эдификатором сообщества. Средневозрастные (15-20 лет) растения имели среднюю высоту $1,3 \pm 0,1$ м, диаметр ствола у основания $3,1 \pm 0,6$ см и размер кроны $1,16 \pm 0,14$ на $1,09 \pm 0,22$ м. Среднее расстояние между экземплярами составляло $2,03 \pm 0,2$ м.

Результаты. Анатомический анализ *H. persicum* показал утолщенные стенки сосудов, развитую механическую ткань и водоносную паренхиму, что обеспечивает устойчивость к засухе и способность запасать влагу.

Фитохимический анализ выявил активность путей биосинтеза жирных кислот, углеводов, фитостеролов, каротиноидов и терпенов, что способствует сохранению целостности клеточных структур и повышает выживаемость растения в стрессовых условиях.

Сравнительные данные показали, что степень повреждения *H. persicum* галлообразующими насекомыми была значительно ниже по сравнению с *Haloxylon aphyllum*. Это подтверждает гипотезу о том, что фитохимические адаптации, в частности повышенное содержание фенольных соединений, выполняют защитную функцию и снижают уязвимость растения к фитофагам.



Рисунок 1 – Галлы на побегах саксаула

Фауна вредных насекомых *Haloxylon* представлена большим числом многоядных и специализированных видов, повреждающих различные органы растений. На побегах, стеблях и ветвях *Haloxylon* spp. часто наблюдаются разнообразные галлы. В мире зарегистрировано более 17 видов галлоиндукторов, повреждающих саксауловые леса.

На юге Казахстана выявлено 213 форм галлов, вызванных различными организмами (*Homoptera proboscis*, *Coleoptera*, *Hymenoptera*, *Diptera*, *Lepidoptera* и клещи). Распределение галлов по органам растений:

- 71 форма на почках;
- 64 на побегах;
- 44 на листьях;
- 15 на цветках;
- 6 на семенах;
- 1 на корнях.

Наиболее вредоносные виды галлообразователей в Казахстане: *Caillardia robusta*, *C. azurea*, *C. pana* и *C. notata*. Согласно статистическому отчету за 2023 год, вспышки галлообразующих насекомых охватили площадь 97 817 га в Кызылординской области.

В более ранних исследованиях было выявлено, что *Haloxylon persicum* значительно меньше повреждается галлообразователями по сравнению с *H. aphyllum*. На *H. aphyllum* обнаружено 20 видов галлиц (*Asiodiplosis* – 9 видов, *Stefaniola* – 12), а на *H. persicum* – только 11 видов (*Asiodiplosis* – 4 вида, *Stefaniola* – 7).[4]

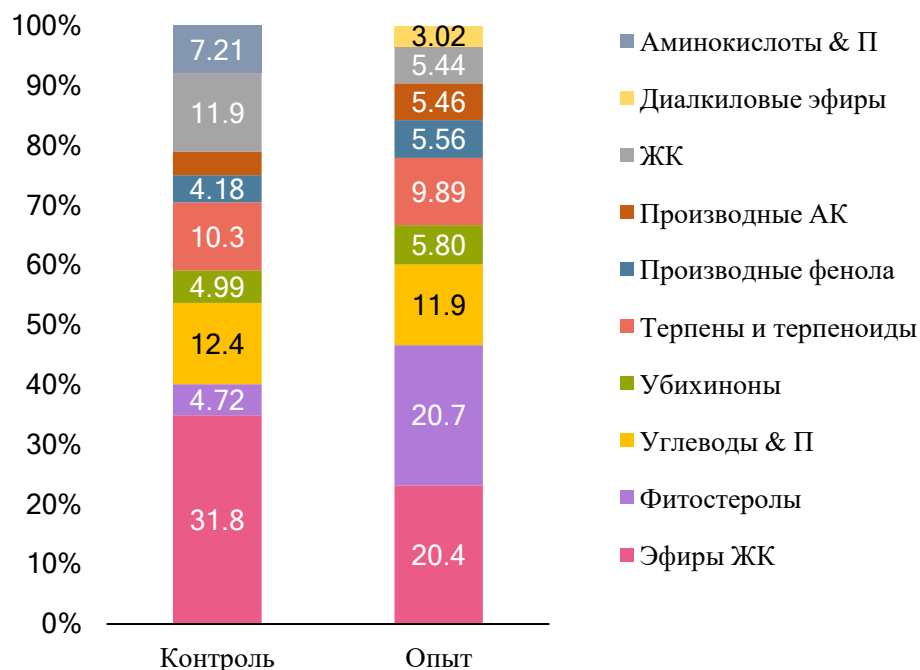


Рисунок 2. Изменение метаболомного спектра по классам биологически активных соединений в средневозрастных побегах *N. Persicum*

П – производные, ЖК – жирные кислоты, КК – карбоновые кислоты, АК – ароматические кислоты, ЖС – жирные спирты, БК – бензойная кислота, ФК – фосфорная кислота, НМЦУ – насыщенные моноциклические углеводороды.

Как следует из представленных данных, при повреждении галлообразующими насекомыми в метаболоме *N. persicum* произошли значительные изменения:

Отсутствие производных аминокислот (N,N-диметилглицин)

Увеличение содержания фенолов до 5,56% (появился 2-метокси-4-винилфенол)

Увеличение содержания фитостерина до 20,7% (за счет γ -ситостерина)

Обнаружены диалкиловые эфиры

Появление более широкого спектра веществ, включая:

Этанол, 2-(9-октадеценилокси)-, (Z)

Бензолацетонитрил, 4-метокси-

Бензолацетонитрил, 4-гидрокси-

Снижение содержания жирных кислот и их эфиров

Так, при повреждении галлообразователями выявлено повышение концентрации гексадекановой кислоты и этилового эфира линолевой кислоты, обладающих ларвицидной и токсичной для насекомых активностью. Также наблюдалось возрастание содержания 9,12,15-октадекатриеновой кислоты и ее производных, действующих как мощные антиоксиданты и обладающих антимикробными эффектами.

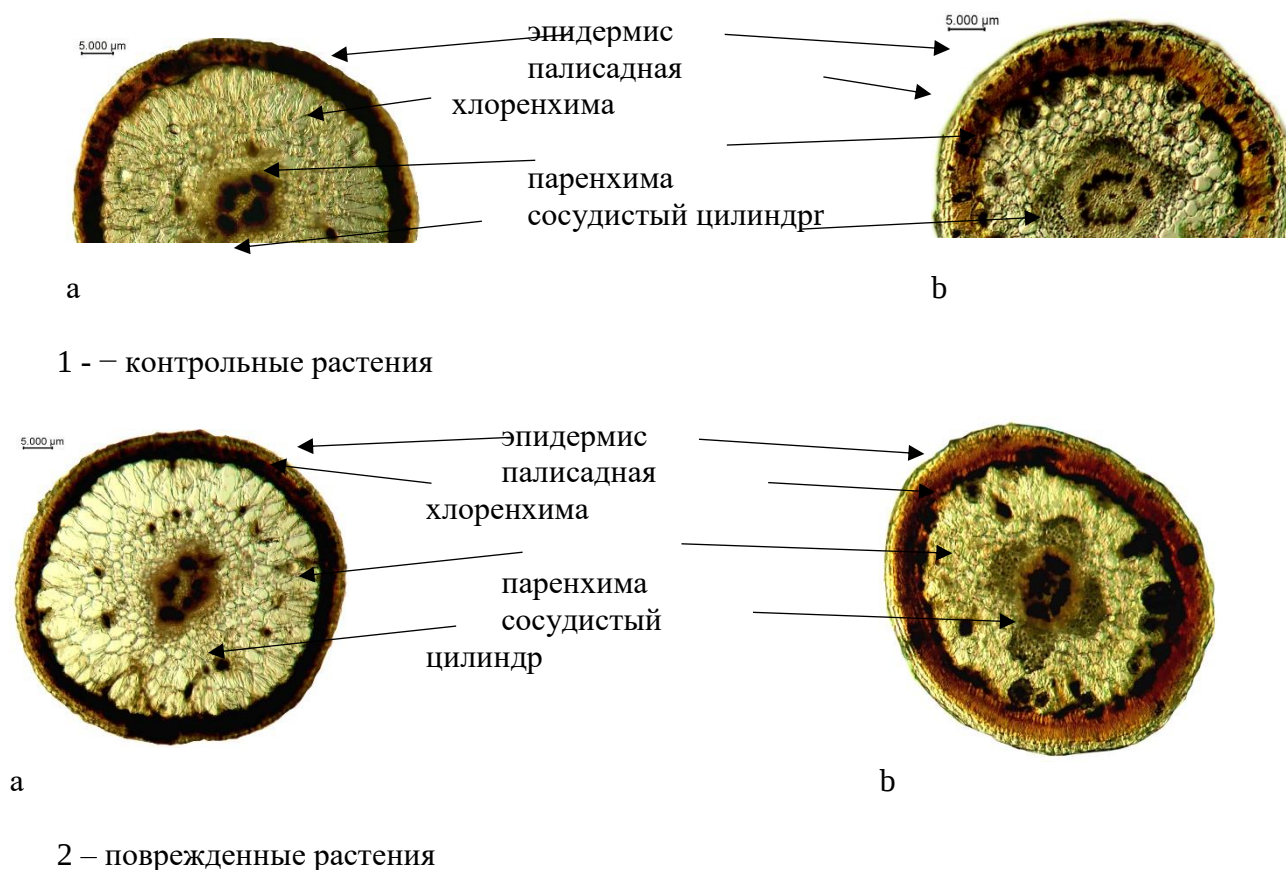


Рисунок 3 – Анатомические структуры средневозрастных побегов (а) *H. aphyllum* и (б) *H. persicum*

Мы рассматривали особенности анатомического строения вегетативных органов *Haloxylon persicum*, обеспечивающие устойчивость к стрессовым факторам, в сравнении с *H. aphyllum*.

На рисунке 3 представлены анатомические структуры средневозрастных (20 лет) побегов (а) *H. aphyllum* и (б) *H. persicum* (поврежденные растения). Было проведено сравнение анатомических характеристик средневозрастных побегов *H. aphyllum* и *H. persicum*.

Выводы. Вид *Haloxylon persicum* обладает рядом анатомических и фитохимических адаптаций, обеспечивающих его устойчивость к условиям аридных экосистем Центральной Азии.

Основными анатомическими признаками стрессоустойчивости являются утолщённые клеточные стенки сосудистых элементов, развитая механическая ткань и водоносная паренхима, способствующие сохранению влаги и защите от дегидратации.

Фитохимический анализ показал повышенное содержание фенольных соединений, флавоноидов, каротиноидов и терпенов, которые выполняют антиоксидантную и защитную функции при засолении и воздействии фитофагов.

Сравнительное исследование показало, что *H. persicum* менее подвержен повреждениям галлообразующими насекомыми по сравнению с *H. aphyllum*, что связано с более высоким уровнем фенольных соединений и развитой системой анатомических защитных структур.

Сочетание анатомических и фитохимических особенностей формирует комплексный механизм стрессоустойчивости *H. persicum*, определяющий его адаптацию к экстремальным условиям и экологическую значимость в аридных ландшафтах.

Полученные результаты могут быть использованы для разработки экологически обоснованных подходов к восстановлению деградированных земель и сохранению биоразнообразия пустынных экосистем Центральной Азии.

Литература:

1. Шамсутдинов Н. З. Галофиты: ресурсы, экологические особенности, направления использования // Аридные экосистемы. 2002. №16. С. 106-121.
2. Ruan Xiao & Wang, Qiang & Yaning, Chen & Huang, Junhua. Physio-ecological response of *Haloxydon persicum* photosynthetic shoots to drought stress. *Frontiers of Forestry in China*. 1. 2006. P. 176-181.
3. Мирзаев В. Х., Дадабаев Ш. М., Уринбоев А. Х. Восстановление деградированных пастбищ в Узбекистане с использованием *Haloxydon persicum* // *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*. – 2019. – Т. 6, № 3. – С. 455–460.
4. Vibe Y.P., Fedotova Z.A., Krekova Y.A. Saxaul plantations of the Kyzylkum: methodology, gall formers and issues of selection assessment. *Practical guide*. Kostanaj:Print Centr, 2022 P. 108108 p.
5. Горядыев Г. Ч. Пустынные леса каракума в борьбе с опустыниванием // *Princ. ekol.*. 2023. №1 (47). С. 4-12.
6. Каплин В. Г. Структурно-функциональная организация белосаксаульников (*Haloxydon persicum*) Репетекского биосферного заповедника (восточные Каракумы) // *Известия Самарского научного центра РАН*. 2007. №4. С. 908-918.
7. Оразбекова К. С., Толепбаева А. К. Анализ природно-сельскохозяйственной системы Казалинского района Кызылординской области для совершенствования системы землепользования // *География и водные ресурсы*. 2017. - №4. - С.32-38.

РОЛЬ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В СОХРАНЕНИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЗАХСТАНА, США И ЕВРОСОЮЗА

Н. Т. Байзакова

Казахский Национальный университет имени аль - Фараби, Алматы, Казахстан
e-mail: nurbike@ecoproject.kz

Сокращения и обозначения

ООПТ - особо охраняемые природные территории, РАМЕ - оценка эффективности управления особо охраняемыми природными территориями, КВА – ключевые области биоразнообразия.

Аннотация. В статье представлен сравнительный анализ роли особо охраняемых природных территорий (ООПТ) в сохранении биоразнообразия в Республике Казахстан, США и Европейском союзе. Рассматриваются ключевые показатели эффективности охраняемых территорий: пространственное покрытие, репрезентативность экосистем, охват ключевых областей биоразнообразия, уровень управленческих оценок (РАМЕ), институциональные механизмы и модели финансирования. Было определено, что крупнейшие охраняемые природные территории в США и ЕС демонстрируют развитые инструменты управления, однако сталкиваются с проблемами связности и представительности. В США отличительной чертой является развитая система управления и активное участие частного сектора, тогда как для Европейского Союза характерны высокая степень нормативного регулирования и функционирование интегрированной сети охраняемых природных территорий Natura 2000. Казахстан, несмотря на значительное увеличение площади ООПТ, испытывает дефицит управленческих оценок и охвата приоритетных территорий. На основе анализа предложены рекомендации по совершенствованию национальной системы ООПТ, включая масштабирование РАМЕ, развитие экологических коридоров и формирование устойчивых финансовых механизмов. Результаты исследования подчеркивают необходимость перехода от количественного расширения охраняемых территорий к повышению качества управления и экологической связности. Полученные выводы подтверждают, что эффективное сохранение биоразнообразия возможно только при сочетании количественного расширения и повышения качества управления охраняемыми территориями.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, биоразнообразие, оценка эффективности управления, ключевые области биоразнообразия.

Қысқартулар

ООПТ – ерекше қорғалатын табиғи аумақтар, РАМЕ – ерекше қорғалатын табиғи аумақтарды басқарудың тиімділігін бағалау, КВА – биоалуантүрліктің негізгі аумақтары.

Аннотация. Мақалада Қазақстан Республикасы, Америка Құрама Штаттары және Еуропалық Одақ мысалында ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың (ЕҚТА) биологиялық әртүрлілікті сақтаудағы рөліне салыстырмалы талдау ұсынылған. Зерттеуде қорғалатын аумақтардың тиімділігінің негізгі көрсеткіштері қарастырылған: аумақтық қамту, экожүйелердің өкілділігі, биологиялық әртүрліліктің негізгі аймақтарын қамту (КВА), басқару тиімділігін бағалау деңгейі (РАМЕ), институционалдық тетіктер мен қаржыландыру модельдері. АҚШ пен Еуропалық Одақтағы ірі қорғалатын табиғи аумақтар дамыған басқару құралдарын көрсеткенімен, экологиялық байланыс пен өкілдік мәселелеріне тап болады. АҚШ-тағы ерекшелік - басқару жүйесінің жоғары деңгейде дамуы және жеке сектордың белсенді қатысуы болса, Еуропалық Одақ қатаң нормативтік реттеу мен

интеграцияланған Natura 2000 табиғатты қорғау желісінің жұмыс істеуімен сипатталады. Қазақстанда ЕҚТА аумағының айтарлықтай ұлғаюына қарамастан, басқару тиімділігін бағалау мен басым аумақтарды қамту жеткіліксіз деңгейде қалып отыр. Талдау негізінде ұлттық ЕҚТА жүйесін жетілдіру бойынша ұсыныстар берілген, оның ішінде PAME бағалауын кеңейту, экологиялық дәліздерді дамыту және тұрақты қаржылық тетіктерді қалыптастыру бар. Зерттеу нәтижелері қорғалатын аумақтардың сандық кеңеюінен сапалық басқаруға және экологиялық өзара байланыстылықты арттыруға көшу қажеттілігін көрсетеді. Алынған қорытындылар биологиялық әртүрлілікті тиімді сақтау сандық өсім мен басқару сапасын арттырудың үйлесімі арқылы ғана мүмкін екенін дәлелдейді.

Кілтті сөздер: ерекше қорғалатын табиғи аумақтар, биологиялық әртүрлілік, басқару тиімділігін бағалау, биологиялық әртүрліліктің негізгі аймақтары.

Abbreviations

PA – protected areas, PAME – protected area management effectiveness, KBA – key biodiversity areas.

Abstract. The article presents a comparative analysis of the role of protected areas (PAs) in biodiversity conservation in the Republic of Kazakhstan, the United States and the European Union. The study examines key indicators of the effectiveness of protected areas, including spatial coverage, ecosystem representativeness, coverage of key biodiversity areas (KBA), the level of management effectiveness assessments (PAME), institutional mechanisms and funding models. It was determined that the largest protected areas in the United States and the EU demonstrate advanced management tools but face challenges related to ecological connectivity and representativeness. In the United States, a distinctive feature is the well-developed management system and active participation of the private sector, while the European Union is characterized by a high degree of regulatory governance and the functioning of the integrated Natura 2000 network of protected areas. Kazakhstan, despite the significant expansion of its PA network, faces a shortage of management assessments and insufficient coverage of priority territories. Based on the analysis, recommendations are proposed to improve Kazakhstan's national PA system, including the scaling up of PAME assessments, the development of ecological corridors, and the establishment of sustainable financial mechanisms. The results emphasize the need to shift from quantitative expansion of protected areas toward improving management quality and ecological connectivity. The findings confirm that effective biodiversity conservation is achievable only through the combination of quantitative growth and enhanced management effectiveness of protected territories.

Key words: protected areas, biodiversity, Protected Area Management Effectiveness, key biodiversity areas.

Введение

Биоразнообразие представляет собой совокупность генетического, видового и экосистемного многообразия, которое составляет основу природных функций Земли и ресурсную базу для человека.

Однако, антропогенное воздействие привело к ускоренной утрате местообитаний, фрагментации ландшафтов, увеличению распространения инвазивных видов и усилению давления со стороны эксплуатации природных ресурсов. Эти процессы создают серьёзную угрозу для устойчивости экосистем и сохранения видов.

В ответ на вызовы мировое сообщество использует ряд инструментов сохранения биоразнообразия. Одним из центральных инструментов является создание и управление особо охраняемыми природными территориями (ООПТ). ООПТ предназначены для сохранения природных комплексов и объектов, уникальных местообитаний и популяций редких и исчезающих видов посредством установления правового режима охраны, ограничений хозяйственной деятельности и проведения научно-охраных мероприятий. Однако, за

последние десятилетия исследования показали, что «наличие» территории под охраной (количественный показатель площади) не обязательно означает эффективную охрану.

Главными факторами являются качество управления, режимы использования, репрезентативность (покрытие ключевых экосистем и ключевых областей биоразнообразия (КВА), связность сети и ресурсы для мониторинга и правоохранения [1,2].

Для Республики Казахстан проблема сохранения ООПТ стоит особенно остро. Казахстан относится к малолесным лесодефицитным районам. Лесные территории в Казахстане занимают около 1,0 % площади страны, что составляет 28 834,5 км². Из них примерно 13,8 % (3 977,1 км²) находятся в границах особо охраняемых природных территорий [1].

Породный состав лесов разнообразен. Большинство древесно-кустарниковых видов имеют прерывистый ареал и чередуются с луговой и степной растительностью. Хвойные леса представлены на севере Казахстана сосняками, на юге и юго-востоке произрастают леса из пихты, лиственницы, ели и кедра. Среди мягколиственных наиболее распространена береза.

Казахстан, как сторона Конвенции по сохранению биологического разнообразия (постановление Кабинета Министров Республики Казахстан от 19 августа 1994 года № 918), имеет свои обязательства по сохранению биологического разнообразия. Законодательство в сфере ООПТ основывается на Конституции Республики Казахстан, Законе Республики Казахстан «Об особо охраняемых природных территориях», Концепции развития и размещения особо охраняемых природных территорий до 2030 года, утверждённой постановлением Правительства Республики Казахстан от 10 ноября 2000 года № 1692.

Конвенция о биологическом разнообразии, ратифицированная большинством государств мира, в том числе Казахстаном, в своей Цели Аити по сохранению биоразнообразия № 11 закрепила, что «к 2020 году не менее 17 % наземных и внутренних водных территорий и 10 % прибрежных и морских акваторий должны быть сохранены посредством эффективно и справедливо управляемых, экологически репрезентативных и хорошо связанных систем охраняемых природных территорий и иных эффективных территориально-ориентированных мер по сохранению природы».

Особо охраняемые природные территории – участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны.

Главная задача формирования оптимальной системы ООПТ заключается в обеспечении их неразрывности, когда заповедные ядра (заповедники и национальные парки) соединяются между собой территориями с менее строгой охраной (заказники, заповедные зоны), а также с элементами экологической сети - экологическими коридорами, лесными массивами, водоохранными зонами и полосами и другими охраняемыми природными территориями.

Для оценки стратегий управления были разработаны различные критерии, индикаторы и методологии, позволяющие анализировать эффективность функционирования ООПТ. Оценки эффективности управления особо охраняемыми природными территориями (Protected Areas Management Effectiveness, PAME) направлены на определение того, насколько хорошо осуществляется управление ООПТ, и, в частности, какие стратегии управления позволяют успешно сохранять природные ценности и достигать поставленных целей и задач. Обычно для измерения прогресса в достижении целей управления используются самооценочные опросники. В некоторых случаях, при наличии соответствующих данных, также включаются количественные показатели, что позволяет получить более объективную оценку эффективности. Однако, такие оценки являются субъективными. Большинство методик основаны на рамочной концепции PAME, разработанной Комиссией по охраняемым территориям Всемирного союза охраны природы (IUCN WCPA). Данный подход направлен на оценку качества управления ООПТ и охватывает три основные темы: вопросы проектирования (как отдельных территорий, так и их сетей), потенциал и адекватность

применяемых управленческих стратегий, а также достижение целей ООПТ и сохранение биоразнообразия [5].

Казахстан, как государство с большой территорией и разнообразными экосистемами - степями, горами, пустынями, водно-болотными комплексами в последние годы активно расширяет сеть ООПТ. Официальная площадь территорий ООПТ к 2024 г. превысила 30,9 млн гектаров [3]. Одновременно, международная практика (на примере США и стран Евросоюза) демонстрирует множество подходов к управлению ООПТ от масштабных национальных парков и федеральных систем до сетей типа Natura 2000 в ЕС, которые делают акцент на связности и интеграции с землепользованием. Сравнение национальной практики Казахстана с международными моделями позволяет выделить успешные практики и ошибки, которые можно учесть при совершенствовании национальной политики охраны природы.

Целью данного исследования является проведение сравнительного анализа роли ООПТ в сохранении биоразнообразия в Казахстане и опытных зарубежных практиках (США и ЕС), выявить ключевые факторы эффективности, а также сформулировать практические рекомендации по повышению вклада ООПТ в сохранение биоразнообразия в Казахстане. В статье представлены исходные данные, методы исследования, результаты сравнительного анализа, а также конкретные рекомендации.

Материалы и методы

Для анализа были использованы: (1) национальные и международные отчёты по охраняемым территориям (досье по Республике Казахстан (Country Dossier) по Цели Айти 11 Конвенции о биологическом разнообразии; официальные сообщения Правительства Республики Казахстан о площади ООПТ); (2) глобальные базы данных и обзоры эффективности ООПТ (WDPA / Protected Planet, GD-PAME - данные по оценкам управления); (3) научные исследования и статьи по эффективности охраны территории, воздействию охраняемых зон в США и ЕС (включая систематические обзоры и публикации в рецензируемых журналах); (4) официальные базы и отчёты США (NPS annual reports) и ЕС (EEA, EU Biodiversity Strategy) [1–12]. Конкретные источники приведены в списке литературы.

РАМЕ относится к эффективности управления особо охраняемыми природными территориями, представленной в Глобальной базе данных GD-PAME, разработанной в сотрудничестве с Всемирным центром мониторинга охраны природы Программы ООН по окружающей среде (UNEP-WCMC) [1,4]

Методы исследования:

1. Сравнительный анализ: сопоставление ключевых показателей (площадь ООПТ, доля покрытия ключевых областей биоразнообразия, доля ООПТ с РАМЕ-оценкой, связность сети, особенности финансирования и управления) для Казахстана, США и ЕС.

2. Количественный расчёт долей: для расчета использовались данные о площадях ООПТ и площадях ООПТ с РАМЕ-оценками [1].

Ограничения: некоторые показатели (например, качество РАМЕ-оценок, годовые бюджеты отдельных ООПТ) представлены в разной степени детализации в разных источниках; сравнительный анализ учитывает это и опирается на сопоставимые агрегированные показатели.

Сравнительный анализ

1. Площадь и покрытие ООПТ

В Казахстане национальная сеть ООПТ за последние годы демонстрирует стабильное расширение и по официальным данным достигла 30,9 млн га к 2024 г. (приблизительно 309 000 км²) [2]. Согласно страновому досье по Республике Казахстан (Country Dossier) по Цели Айти 11 Конвенции о биологическом разнообразии, суммарная площадь наземных ООПТ (WDPA) составляет приблизительно 272 794,9 км² (около 10% территории страны) по состоянию на май 2021 г. [1]. При этом площадь территорий, для которых проведены завершённые РАМЕ-оценки составляет 26 578 км², что эквивалентно 9,7 % от общей площади ООПТ [1].

Сеть охраняемых природных территорий в США охватывает широкий спектр категорий - национальные парки (National Park Service), национальные природные резерваты (USFWS), охраняемые территории Службы лесов (USFS), территории под управлением BLM, а также частные охраняемые площади. По данным PAD-US, охраняемые земли и акватории составляют порядка 10-13% территории страны в зависимости от критериев учёта и классификации [8]. Структура управления является многоуровневой (федеральный, региональный, местный уровни), а крупные национальные парки, такие как Йеллоустон, формируют крупные непрерывные ядра охраны, обеспечивающие долговременную сохранность экосистем [7].

Сеть охраняемых природных территорий Natura 2000 охватывает около 18 % наземной территории ЕС и значительные морские акватории, однако её структура представлена преимущественно множеством разрозненных участков среднего и малого размера, что снижает связность и эффективность меры охраны [6, 7]. В соответствии со Стратегией ЕС по биоразнообразию до 2030, Европейский Союз ставит цель довести суммарную долю охраняемых территорий до 30%, из которых не менее 10% должны находиться под режимом строгой охраны [8].

Вывод: Сравнение национальных и региональных систем охраняемых природных территорий демонстрирует, что, несмотря на различия в масштабах и институциональных моделях Казахстан, США и Европейский союз находятся на разных этапах формирования репрезентативных и функционально связанных природоохранных территорий.

Казахстан показывает устойчивую положительную динамику в наращивании площади ООПТ. Однако, сравнительно низкая доля территорий, прошедших полноценные РАМЕ-оценки, указывает на необходимость усиления внимания к качественным аспектам управления, а не только к территориальному расширению. В США широкое категориальное разнообразие и многоуровневая система управления формируют основу для долговременной охраны, но уровень покрытия, схожий с казахстанским показателем, демонстрирует, что наличие крупных охраняемых ядер ещё не гарантирует системной репрезентативности. Европейская сеть ООПТ Natura 2000 обладает наиболее высокой степенью формального охвата, но её фрагментированность снижает экологическую связность, что и определило постановку более амбициозных целей в рамках Стратегии ЕС по биоразнообразию до 2030 года.

2. Представительность и покрытие ключевых областей биоразнообразия

Представительность означает, насколько охранная сеть включает все типы экосистем, местообитания или виды, которые она должна защищать; покрытие - сколько территории или объектов охвачено.

Представительность охраняемых территорий отражает, насколько полно сеть ООПТ охватывает существующее разнообразие экосистем, местообитаний и видов в пределах страны или региона.

Покрытие, в свою очередь, характеризует долю территории, находящуюся под официальной охраной. В совокупности эти показатели позволяют оценить, насколько система ООПТ соответствует целям сохранения биоразнообразия.

В Казахстане по данным досье (Country Dossier) по Цели Айти 11 Конвенции о биологическом разнообразии, сухопутные ООПТ охватывают около 10 % территории страны, при этом доля охвата ключевых областей биоразнообразия составляет 31,7 %. Отмечается, что 76 ключевых территорий биоразнообразия остаются вне системы ООПТ, что указывает на значительные пробелы в представительности сети [1]. Это означает, что ряд ценных местообитаний и редких видов по-прежнему не обеспечены формальными мерами охраны.

В США несмотря на значительное пространственное покрытие благодаря крупным национальным паркам, федеральным резерватам и природным монументам система ООПТ в США сталкивается с проблемами неполной представительности. Эта ситуация объясняется тем, что большая часть охраняемых территорий расположена в регионах с низкой плотностью населения и ограниченной хозяйственной активностью, тогда как наиболее уязвимые и

биологически богатые территории нередко остаются под давлением частного и коммерческого землепользования. Исследования подтверждают, что приоритеты сохранения биоразнообразия и фактическое размещение ООПТ в США не всегда совпадают [11].

В странах ЕС имеется 27 охраняемых территорий на суше, и они покрывают в среднем 25,7 % суши, значительную часть из которых составляет сеть Natura 2000, распространяющаяся более чем на 18 % территории суши и около 9 % морской акватории. Несмотря на высокие показатели покрытия, исследования показывают, что сеть остаётся частично нерепрезентативной: ряд видов и местообитаний, особенно морских и узкоспециализированных, остаются недостаточно охвачены [12]. Эффективность Natura 2000 также зависит от национальных приоритетов стран-членов, что приводит к неравномерности охвата и ограниченной связности территорий [6,9].

Покрытие сети ООПТ в странах ЕС выше, чем в Казахстане и представительность лучше, чем у многих систем. Однако, всё ещё имеются пробелы как по видам, так и по местообитаниям, особенно морским.

Вывод: Казахстан характеризуется относительно невысокой долей охраняемых земель, при этом значительная часть ключевых территорий биоразнообразия остаётся неохваченной, что указывает на структурные пробелы в репрезентативности сети и необходимость её пространственного расширения с учётом приоритетных экосистем. В США высокая площадь охраняемых территорий не всегда коррелирует с эффективностью их расположения, поскольку многие уязвимые зоны продолжают испытывать антропогенное давление вне сети ООПТ. В ЕС, несмотря на наиболее высокий среди сравниваемых регионов уровень покрытия и развитую нормативную базу, сохраняются пробелы в охране отдельных видов и местообитаний, особенно специализированных и морских, что подчёркивает важность повышения связности и экологической целостности экологической сети Natura 2000.

3. Управление и оценки эффективности

В Казахстане доля площади территорий ООПТ с завершёнными РАМЕ-оценками составляет около 9,7 % (26 578 км²). Численно это 19 ООПТ из 127, зарегистрированных в WDPA (приблизительно 14,8 % по числу объектов) [1]. Это указывает на неполный охват РАМЕ-оценками и потребность в масштабировании оценки управления.

В Соединённых Штатах Америки отсутствует единый национальный отчёт по оценке эффективности управления особо охраняемыми природными территориями. Вместе с тем в стране действует развитая система ведомственных инструментов, включающая State of the Parks Reports (SOPR), Visitor Use Management Framework (VUMF), Refuge Annual Performance Reports и NOAA MPA Framework, применяемых соответственно Службой национальных парков, Службой рыболовства и диких животных и Администрацией океанических и атмосферных исследований. В совокупности данные инструменты обеспечивают регулярный и более детализированный мониторинг по сравнению с международными базовыми методиками, такими как METT и RAPPAM, однако остаются менее унифицированными на национальном уровне [7].

Система охраны природы в Европейском Союзе функционирует на основе сети ООПТ Natura 2000, созданной в рамках Директив «О сохранении природных местообитаний и дикой фауны и флоры» (Habitats Directive) и «О сохранении диких птиц» (Birds Directive).

Для оценки эффективности управления территориями Natura 2000 в ЕС применяются инструменты, близкие к международному подходу РАМЕ. Так, проект «Evaluation of the Management Effectiveness of Natura 2000 Sites» (ETC/BD) направлен на анализ качества управления и доли территорий с удовлетворительными результатами.

Несмотря на масштаб сети Natura 2000, значительная часть участков всё ещё не охвачена полноценными оценками РАМЕ. Согласно отчётам *European Environmental Agency* (EEA) для государств-членов сохраняется необходимость дальнейшего повышения системности и регулярности управленческих оценок, включая унификацию критериев и внедрение стандартов мониторинга [9,10].

Вывод: Использование РАМЕ-оценки является критическим показателем качества сети ООПТ. Управление ООПТ в ЕС является примером межгосударственной, нормативно-регулируемой системы, с высоким уровнем покрытия территории и развитой правовой базой. Однако, для того чтобы охрана стала не просто «охраняемой площадью», а реально сохраняющим биоразнообразие инструментом, требуется усиление управленческой оценки (РАМЕ), увеличение связности и повышение качества мониторинга и отчётности.

4. Финансирование и институциональные механизмы

В Казахстане за последние годы наблюдается существенный рост финансовых вложений в сферу охраны природы. Так, например, согласно отчётам BIOFIN/UNDP, объём бюджета увеличился до примерно 70,3 млн долл. США в 2023 г. Однако эффективность использования средств остаётся неравномерной, что во многом обусловлено их фрагментированным распределением между ведомствами и ограниченной межинституциональной координацией [3].

Ключевым элементом правовой системы является Закон Республики Казахстан «Об особо охраняемых природных территориях», определяющий категории ООПТ, режимы природоохранной деятельности и полномочия государственных органов.

Финансирование ООПТ преимущественно обеспечивается за счёт государственного бюджета, в составе которого закладываются статьи на содержание государственных природных резерватов, национальных парков, научный мониторинг, охранные мероприятия и инфраструктуру. Дополнительное финансирование формируется через международные экологические программы и институты, такие как Глобальный экологический фонд (GEF), Программу развития ООН (ПРООН), инициативы ЕС и другие донорские организации.

В Соединенных Штатах Америки ключевым преимуществом национальной модели является многоуровневая система финансирования, включающая федеральные и региональные бюджеты, а также значительное участие частного сектора, грантовых механизмов и добровольных инициатив. Управление охраняемыми территориями распределено между несколькими федеральными агентствами (например, NPS, USFWS, USFS). Часто используются гранты, партнёрства с частным сектором и негосударственными организациями. Вместе с тем ряд охраняемых территорий сталкивается с дефицитом капитальных инвестиций и потребностью в модернизации инфраструктуры, что указывает на сохраняющиеся структурные ограничения.

Экологическая сеть природоохранных территорий Natura 2000 в ЕС требует значительных инвестиций и оценивается примерно в €10,2 миллиарда в год для поддержки охраны, восстановления и управления объектами сети [9].

Управление ООПТ в странах ЕС осуществляется на национальном уровне, но при этом регулируется директивами (Birds Directive, Habitats Directive), которые обязуют страны отчитываться о состоянии видов и местообитаний. Согласно данным директивам, происходит интеграция охранных территорий в более широкую «зелёную инфраструктуру» (Green Infrastructure, GI), а также развитие сети коридоров и связности (Trans-European Nature Network) как часть стратегии ЕС по биоразнообразию [9].

В странах Европейского Союза финансирование природоохранных мер обеспечивается за счёт сочетания общеевропейских программ и национальных бюджетов. Существенную роль играет механизм софинансирования, позволяющий поддерживать проекты по восстановлению экосистем и повышению их связности.

Вывод: Сравнение моделей финансирования природоохранных мер в Казахстане, США и странах Европейского Союза показывает, что устойчивость системы охраны природы зависит не только от объёмов выделяемых средств, но и от эффективности их распределения и координации. Казахстан демонстрирует позитивную динамику роста бюджета. Однако, фрагментарность финансовых потоков и недостаточная межведомственная согласованность ограничивают результативность инвестиций. В США многоуровневая система, включающая государственные и частные механизмы, обеспечивает высокую финансовую гибкость, но при этом не устраняет структурные разрывы, проявляющиеся в нехватке капитальных вложений

для отдельных категорий ООПТ. Европейский Союз выделяется наиболее сбалансированным подходом, где сочетание общеевропейских программ и национального софинансирования способствует долгосрочному развитию проектов и восстановлению экосистем.

Результаты и обсуждение

Существенное расширение сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) в Казахстане до 30,9 млн га представляет собой значимое достижение в контексте национальной природоохранной политики. Однако, сам по себе количественный рост площадей не обеспечивает достижения целей сохранения биоразнообразия без сопутствующего повышения качества управления, экологической связности и охвата ключевых территорий биоразнообразия (КВА) [5,6].

Оценка эффективности управления (РАМЕ) служит важным индикатором готовности системы ООПТ к устойчивому и результативному функционированию. Низкий показатель охвата РАМЕ-оценками (около 9,7 % от числа ООПТ Казахстана) свидетельствует о наличии институциональных пробелов и ограниченной интеграции инструментов мониторинга управления. Международный опыт подтверждает, что регулярные РАМЕ-оценки способствуют повышению стратегической направленности и результативности природоохранных действий [6,8].

Таким образом, несмотря на значительное расширение сети ООПТ, текущие показатели по РАМЕ, связности и охвату КВА подчёркивают необходимость перехода от количественного роста к качественному совершенствованию системы управления.

Экологическая связность является критическим фактором для сохранения популяций крупных и мигрирующих видов. В то время, как в США эффективность обеспечивается за счёт крупных ядер охраны, а в ЕС благодаря плотной сетевой структуре (Natura 2000), Казахстану целесообразно развивать систему межтерриториальных экологических коридоров и буферных зон, обеспечивающих пространственную связанность охраняемых экосистем.

Финансирование, кадровый потенциал и общественная вовлечённость остаются ключевыми предпосылками устойчивого функционирования системы ООПТ. Опыт США и ЕС демонстрирует, что сочетание государственного финансирования с рыночными механизмами и локальными инициативами формирует более устойчивую модель охраны природы.

Рекомендации для Казахстана, основанные на сравнительном анализе

Для повышения результативности национальной системы особо охраняемых природных территорий целесообразно усилить управленческие, финансовые и научно-технические механизмы её развития.

Во-первых, рекомендуется масштабировать практику проведения оценок эффективности управления (РАМЕ), включая инструменты GD-РАМЕ, МЕТТ и IMET, с последующей интеграцией их результатов в механизмы распределения бюджетных средств и кадровой поддержки. Проведение РАМЕ-оценок должно стать обязательным элементом планирования, мониторинга и отчётности для всех государственных ООПТ [4].

Во-вторых, необходимо разработать и внедрить национальную стратегию экологической связности, предусматривающую идентификацию ключевых миграционных коридоров, формирование и восстановление буферных зон, а также использование GIS-моделирования для пространственного планирования на ландшафтном уровне.

В-третьих, приоритетным направлением должна стать охрана ключевых областей биоразнообразия (КВА), предполагающая концентрацию финансовых, правовых и управленческих ресурсов на территориях, имеющих наибольшее значение для сохранения эндемичных, редких и уязвимых видов.

Кроме того, рекомендуется для обеспечения долгосрочной устойчивости системы развивать диверсифицированные финансовые механизмы, включая экосервисные платежи, взимание платы за экотуризм, привлечение международных грантов, участие частного сектора и инструменты «зелёного» финансирования, в том числе зелёные облигации.

Также, следует усилить научно-исследовательское обеспечение природоохранных решений и кадровый потенциал отрасли. Это включает создание научных центров при крупных ООПТ, а также расширение сотрудничества с университетами и научными институтами по модели, успешно применяемой в США.

В заключении хочется отметить, что сеть ООПТ должна рассматриваться как элемент более широкой ландшафтной политики. Необходимо обеспечить интеграцию задач охраны природы в системы территориального планирования, сельскохозяйственного землепользования, водного менеджмента и мер климатической адаптации, что позволит повысить общую устойчивость экосистем и эффективность природоохранного управления.

Заключение

Сравнительный анализ подтверждает, что особо охраняемые природные территории остаются базовым инструментом сохранения биоразнообразия. Однако, их результативность определяется не столько площадью охваченных территорий, сколько качеством управления, уровнем экологической связности, степенью приоритизации охраняемых объектов и наличием устойчивых финансовых механизмов. Международный опыт демонстрирует различные модели достижения этих целей. В США ключевую роль играют крупные природоохранные ядра и институциональная диверсификация, тогда как в Европейском союзе эффективность основана на нормативно ориентированной сетевой структуре, обеспечивающей представительство и связность, но во многом зависящей от национальной имплементации.

Казахстан добился значительного расширения площади ООПТ. Однако, для трансформации этого количественного прогресса в измеримый вклад в сохранение биоразнообразия необходимо целенаправленное усиление управленческой составляющей, масштабирование РАМЕ-оценок, развитие экологических коридоров на ландшафтном уровне и формирование устойчивой финансовой базы. Реализация этих мер позволит повысить долгосрочную эффективность охраняемых территорий и укрепить их роль в условиях климатических изменений и нарастающего антропогенного давления.

Литература:

1. Aichi Biodiversity Target 11 Country Dossier: Kazakhstan / Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Монреаль: CBD, 2021. 24 с.
2. Protected areas increased to 30.9 million hectares in Kazakhstan [Электронный ресурс] // Official Information Source of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan. 2024. URL: <https://www.gov.kz> (дата обращения: 24.10.2025).
3. BIOFIN. Kazakhstan – Biodiversity Finance Initiative. Country Report 2023. Нью-Йорк: UNDP/BIOFIN, 2023. 64 с.
4. Global Database on Protected Area Management Effectiveness (GD-PAME) [Электронный ресурс] / UNEP-WCMC // Protected Planet. Кембридж: UNEP-WCMC, 2020. URL: <https://www.protectedplanet.net> (дата обращения: 24.10.2025).
5. Pulido-Chadid K., Virtanen E., Geldmann J. How effective are protected areas for reducing threats to biodiversity? // Environmental Evidence. – 2023. – Vol. 12. – P. 1–13.
6. Li G., Fang C., Watson J., Sun S., Qi W., Wang Z., Liu J. Mixed effectiveness of global protected areas in resisting habitat loss // Nature Communications. – 2024. – P. 1–10.
7. Leverington F., Lemos Costa K., Courrau J., Pevese H., Nolte C., Marr M., Burgess N., Bomhard B., Hockings M. Management effectiveness in protected areas: a global study. IUCN / WWF, 2010. 94 с.
8. EU Biodiversity Strategy for 2030. Брюссель: European Commission, 2020. 31 с.
9. Natura 2000 sites designated under the EU Habitats and Birds Directives [Электронный ресурс] / European Environment Agency. URL: <https://www.eea.europa.eu> (дата обращения: 24.10.2025).
10. Trochet A., Schmeller D. Assessing the effectiveness of the EU's Natura 2000 network // Biological Conservation. – 2019. – Vol. 224. – P. 237–245.
11. Jenkins C. N., Van Houtan K., Pimm S., Sexton J. US protected lands mismatch biodiversity priorities [Электронный ресурс]. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4413281> (дата обращения: 24.10.2025).
12. Hermoso V., Clavero M., Villero D., Brotons L. Realising the potential of Natura 2000 to achieve EU conservation goals as 2020 approaches // Scientific Reports. – 2019. – Vol. 9, No. 1. – P. 1–10.

«КНАУФ ГИПС КАПШАГАЙ» ЖШС-І КӘСІПОРНЫНЫҢ АТМОСФЕРАЛЫҚ АУАҒА ӘСЕРІ МЕН БИОЛАЛУАНТҮРЛІЛІГІН БАҒАЛАУ

^{1*}Ж.Е. Дәрібаев, ¹А.Н. Құтжан, ¹Жабықбай Д.Б.

¹әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан,
e-mail: askan_78@mail.ru

Аннотация. Бұл мақалада Алматы облысы Алатау қаласы Заречное шағын ауылында орналасқан "Кнауф Гипс Капшагай" ЖШС кәсіпорнының қоршаған ортаға әсері мен ондағы биоалуантүрліліктер мен оларды сақтаудың маңыздылығы туралы қарастырылады. Аталмыш кәсіпорын мен селитебті аймақ арасындағы санитарлық қорғау белдемі бойынша ағаш отырғызуда тұрғын аудандағы табиғи ресурстар мен биоалуан түрлердің сақталуына ықпал ету жолдары талданады.

Түйін сөздер: санитарлық қорғау белдемі, өндірістік аудан, селитебті аймақ, биоалуантүрлілік, тұрақты даму.

Кіріспе.

"Кнауф Гипс Капшагай" ЖШС кәсіпорны Заречный ауылында ауа сапасына қарай өнеркәсіптік аймақтар мен автомобиль жолдарына жақын болғандықтан, ауаның ластану деңгейі жоғары, әсіресе қарбалас уақытта ауа ластануы байқалады. Жасыл аймақтар бойынша: саябақтар мен скверлердің болуы микроклиматтың жақсаруына ықпал етеді және тұрғындарға ашық ауада демалуға мүмкіндік береді. Инфрақұрылымға сәйкес, дамыған инфрақұрылым, соның ішінде дүкендер мен қоғамдық көліктер күнделікті өмірді жеңілдетеді, бірақ сонымен бірге шу мен ластанудың жоғарылауына ықпал ету жағдайлары кездеседі.

Бастапқы деректер мен зерттеу әдістері.

Флораның әртүрлілігі өсімдіктер таксономиясының әр түрлі таксондарының құрамы мен саны бойынша (кейбір гүлді өсімдіктердің 11 мың түрі бар), сондай-ақ географиясы бойынша, атап айтқанда табиғи-климаттық аймақтар мен биіктік белдеулері бойынша анықталады.

Цемент-гипс өнеркәсібінде шығарындылар өндірістің әртүрлі кезеңдерінде, мысалы, шикізатты өндіру, оны өңдеу, күйдіру және қаптау кезінде пайда болады. Гипс ашық қоймалары шаң шығарындыларының айтарлықтай көзі болып табылады.

А.В. Азаров және оның басқа да 2016 жылғы зерттеулері шаң бөлшектерінің диаметрі 105 мкм-ге дейінгі бөліктері желмен белсенді таралатынын анықтады, бұл кәсіпорынның санитарлық-қорғау аймағындағы ауаның ластануын арттырады. Желдің жылдамдығы 6 м/с-тан асқан жағдайда, шаң бөлшектері бірнеше километр радиуста қарқынды түрде шөгіп, санитарлық аймақ үшін қосымша қауіп тудырады [1].

Сондай-ақ, гипс тасын күйдіру және отын процестері кезінде күкірт оксидтері (SO₂) мен азот оксидтерінің (NO_x) шығарындылары байқалады. Бұл заттар ауаның сапасын нашарлатып қана қоймай, қышқыл жауын-шашынның түзілуіне ықпал етеді, бұл өз кезегінде экожүйелерге қосымша әсер етеді [2].

П.Ренфорз және оның 2012 жылғы зерттеулері Венгриядағы Айка апаты мысалында гипс ластанушы заттарды бейтараптандыру үшін қалай пайдаланылатынын көрсетті. Гиперсілтілі қалдықтар жағдайында гипс қосу карбонаттардың түзілуіне ықпал етеді, бұл ортаның рН деңгейін төмендетіп, көмірқышқыл газын байланыстырады. Зерттеу нәтижелері карбонаттардағы көміртектің 36 %-ға дейінгі үлесі атмосфералық CO₂-мен байланысқанын көрсетті. Бұл кәсіпорынның көміртегі ізін азайтып, улы заттардың миграциясы қауіпін төмендетеді [3].

ДДҰ нұсқаулықтары ауадағы қатты бөлшектердің (PM₁₀ және PM_{2.5}) рұқсат етілген концентрацияларын, сондай-ақ SO₂ және NO_x сияқты газ тәрізді ластанушы заттарға арналған

шектерді белгілейді. Мысалы, PM10 бөлшектерінің тәуліктік рұқсат етілген концентрациясы 50 мкг/м³ құрайды. Мұндай нормативтер кәсіпорындардан сүзгілеу және мониторинг жүйелерін енгізуді талап етеді.

Өнеркәсіптік кәсіпорындарда шаң шығарындыларын азайту үшін заманауи шаң ұстайтын жүйелер, мысалы, маталы сүзгілер мен электростатикалық тұндырғыштар қолданылады. Бұл технологиялар қатты бөлшектердің 99 %-ға дейінгі бөлігін ұстауға мүмкіндік береді, бұл ластану деңгейін айтарлықтай төмендетеді [4].

Гипс шығарындыларды бейтараптандыру үшін белсенді түрде қолданылады. Венгриядағы Айка мысалында гипс, арсен, хром және марганецтің шөгуіне, сондай-ақ улы заттардың миграциясын азайтуға ықпал етті. Сонымен қатар, карбонаттардың түзілуі арқылы көміртекті байланыстыруға көмектесті, бұл технологияны CO₂ шығарындыларын азайту үшін перспективті етеді.

Қазіргі заманғы кәсіпорындар AERMOD және CALPUFF сияқты бағдарламалық кешендерді атмосфераға ластаушы заттардың таралуын модельдеу үшін пайдаланады. Бұл ластану аймақтарын болжауға және әсерді азайту шараларын қабылдауға мүмкіндік береді.

Шаң мен газ шығарындыларын азайту халықтың денсаулығы мен экожүйелердің жағдайына елеулі әсер етеді. PM2,5 және PM10 шығарындылары тыныс алу жүйесінің аурулары және жүрек-қан тамырлары ауруларымен байланысты. Ауаның ластану деңгейінің төмендеуі халықтың өмір сапасын жақсартады және экожүйелердің қалпына келуіне ықпал етеді [5].

Зерттеудің басым бөлігінде атмосфералық ауаны экологиялық бағалау әдістері есепке алынды. Мәліметтер аталмыш өндірістің нормативтік-құқықтық базаларынан алынды.

Зерттеудің мақсаты түрінде «Кнауф Гипс Капшағай» ЖШС-і кәсіпорны шығарындыларымен атмосфералық ауаның ластану деңгейін бағалау және олардың теріс әсерін азайту бойынша ұсыныстар әзірлеу қарастырылды.

Негізгі зерттеу міндеттеріне мыналар жатады:

1. Кәсіпорынның экологиялық жағдайын анықтау үшін, қаланың биоалуантүрлеріне баға беру.

2. Зерттелетін объектідегі атмосфераның газ-шаң шығарындыларымен ластануының теориялық аспектілерін зерттеу және ластанудың негізгі көздерін сипаттау.

1. Жақын маңдағы Үлкен Алматы, Каменка, Бұрындай көлдері мен өзендерінің жағалауындағы өсімдік жамылғысында және Үлкен Алматы каналында сортаңды галофитті жартылай бұталар басым: сарсазан, көкпек, қотыр көкпек.

Көлдердің, өзендердің жағалауларында және төмен жерлерде аз мөлшерде өсімдіктердің шалғынды түрі кездеседі. Шалғындарда қамыс, көп шөпті-қамыс бірлестіктері бар. Шөптен жалаң қызылмия, кәдімгі ақ мия тектестер, сортаңды жерде өсетін жусан, ақсора, британдық андыз бар.

Жайылмалы террассаларда жылтыр ши және жіңішке қияқ қауымдастықтары кең таралған. Шалғындар арасында өзендердің жайылмаларында талдың жеке үлгілері кездеседі. Ағаштардан қарағаш, шегіршін, жылауық тал, кәдімгі емен өседі.

Қазақстандық ландшафтты, әсіресе суармалы егіншілік аймақтарында және елді мекендерде, қалың бұтақты қарағаштарсыз елестету қиын. Бұл ағаш тез әрі түрлі топырақта өседі, құрғақтық пен тұздылыққа шыдайды. Қарағаш таулы беткейлерді эрозиядан қорғау, суару каналдарын нығайту үшін далалық орман өсіруде қолданылады. Қарағаш ағаш өңдеу өнеркәсібі мен құрылысында қолөнер материалы ретінде ішінара қолданылады.

Аймақтың көгалдандыру екпелерінде емен кең таралған. Бұл жылысүйгіш түр, бірақ кейде 40 °C-қа дейінгі аязға шыдайды. Жарықсүйгіш, құрғақшылыққа және аязға және тұзға төзімді. Экономикалық қолдану ежелгі заманнан бері белгілі. Еменнің ең көне қолданылу аясы құрылыс, ағаш және жиһаз өндірісі, кеме жасау болып табылады.

Бұл аймақты кең ауқымды ареалы бар тал (жылауық тал) алып жатыр. Ол әртүрлі экологиялық жағдайларда өседі. Оны солтүстіктен және өзендердің жағасынан көруге болады. Олардың көптеген түрлері серпімділігімен, жұмсақтығымен, жеңіл және икемділігімен

ерекшеленеді. Құрылыста, жиһаз және бөшке өндірісінде қолданылады. Тал – киіз үй бөлшектерін жасау үшін таптырмас құрылыс материалы. Тал қабығының шырыны емдік қасиетке ие және халықтық медицинада кеңінен қолданылады. Құрылыс аумағының және жасанды жабындардың, өнеркәсіптік үйінділер мен жолдардың ұлғаюына байланысты өсімдік жамылғысы жүйелі түрде азайып келеді.

Қазіргі кезде атмосферада оттегінің жану және ауаны көмірқышқыл газымен қанықтыру қарқыны артып келеді. Мұның бәрі табиғи газ алмасуды бұзады. Бұл процестің теріс салдарын азайтуға және табиғи алмасуды жасыл кеңістіктермен, ормандар, саябақтар, бақтар және басқа да массивтер жүйесін құра отырып, олардың біркелкі таралуын қамтамасыз ете отырып жақсартуға болады.

Қалаларды абаттандыруда және қоршаған ортаны қалыптастыруда жасыл желектердің экологиялық қала құрылысының маңызы зор. Жасыл желектер - қалалық ортаның негізгі сауықтыру құралдарының бірі.

Көгалдандыру аумақтың микроклиматын жақсартуға ықпал етеді, қатты желдің жағымсыз әсерін едәуір жұмсартады, шумен күресудің тиімді құралы болып табылады және жел, су эрозиясымен күресудің тиімді құралы ретінде қызмет етеді. Олар елді мекендерге өзіндік ерекшелік пен мәнерлілік береді, демалу орындары болып табылады, үлкен эстетикалық және тәрбиелік әсер етеді.

Көгалдандыру объектілерін қалыптастыру үшін өсімдіктердің өсуіне қолайлы жағдайлар жасау қажет, олардың міндеттерін үш негізгі топқа бөлуге болады:

- отырғызу материалы мен гүлдерін өсіру;
- жаңа көгалдандыру нысандарын құру;
- жасыл кеңістіктерге күтім жасау.

Қосмекенділер мен бауырымен жорғалаушылар бойынша аймақтың фаунасы негізінен Қазақстанның көп бөлігінде кең таралған түрлерден және ареалы шектеулі түрлерден тұрады. Бауырымен жорғалаушылардың көпшілігі аласа жерлер мен тау бөктерлерінің мекендеушілеріне жатады.

Орта Азиядағы бауырымен жорғалаушылардың көпшілігі кесірткелер. Олар негізінен жәндіктермен қоректенеді, олардың ішінде ауыл шаруашылығы зиянкестерінің ондаған түрі бар.

Жыландар, әсіресе абжыландар, айдаһаршалар, негізінен кеміргіштермен қоректенеді, сондықтан олар пайдалы жануарларға да жатады. Жыланның уы медицинада және биохимияда кеңінен қолданылады. Одан жоғары белсенді ферменттер алынады.

Қосмекенділердің - құрбақалар мен бақалардың - кейбір экожүйелердегі рөлі өте пайдалы, олар омыртқасыздар - өсімдік зиянкестерінің санын реттеушілер болып табылады.

Тау бөктерінде Орта Азия тасбақасы, сұр жармасқы және шығыс айдаһаршасы таралуы шектеледі.

Су тұрғындарына жыланның екі түрі жатады - қарапайым және су жыланы. Дала сұр жыланы, өрнекті жылан және секіргіш кесіртке әртүрлі ландшафтық аймақтардағы мезофильді жерлерде мекендейді.

Қосмекенділер мен бауырымен жорғалаушылардың кейбір түрлері сирек кездеседі және Қазақстанның Қызыл кітабына енгізілген. Бұл жетісу бақатісі, батбат және дәукөз кесіртке болып саналады.

Көл бақасы – кең таралған түр. Ареалдың солтүстік шекарасы: Орал - Торғай бассейні - Балқаш көлі-Үшарал. Оңтүстігінде оңтүстік Балқашты да қамтиды. Ол Қазақстанның ғылыми-зерттеу және медициналық мекемелері үшін және одан тыс жерлерде, бұрын гастрономиялық мақсаттар үшін экспорттау үшін дайындалған.

Жасыл бақа Қазақстанда кең таралған, у алу үшін дайындамалардың перспективалы объектісі болып табылады.

Орталық Азия тасбақасының түрі де кең таралған. Соңғы екі онжылдықта табиғи ландшафттардың өзгеруі мен балық аулау нәтижесінде бұл бауырымен жорғалаушылардың саны күрт төмендеді.

Елді мекеннің герпетофаунасы 10 түрден тұрады, бірақ, әдетте, қала шегінде кесірткелер мен жыландардың саны аз.

Қалада қосмекенділердің 3 түрі бар, олардың саны мен таралуы олардың биологиялық ерекшеліктерімен анықталады. Көл Бақасы мен жасыл бақа жиі кездеседі, Сібір бақасы сирек кездеседі.

Көбею үшін жасыл бақа барлық қол жетімді су объектілерін пайдаланады. Су қоймасының түріне, судың көлеміне және ластануына қарамастан олар ұрпақтың қалыпты дамуын қамтамасыз етеді. Қосмекенділерді қыстауға жақсы жағдай жасыл кеңістіктің әртүрлі түрлерін қамтамасыз етеді-тоғайлар, саябақтар, скверлер, бос жерлер, бақтар, көкөніс бақтары және ауылдық типтегі құрылыстар.

Қазақстан Республикасының құстар фаунасының 500-ге жуық түрі бар. Балқаш-Алакөл бассейнінің аумағында 100-ден астам түрі бар: Балқаш көлі, Алакөл көлі, Сасыкөл көлі, Сорбұлақ көлі. Құстардың аумаққа таралуы және олардың ұя салатын орынды таңдауы көбінесе Іле- Балқаш бассейніндегі өсімдік жамылғысының белгілі бір түрінің болуымен байланысты. Әртүрлі ағаш бірлестіктері – бұл құстардың өсу кезеңінде де, көшіп-қону кезінде де тартатын оазистің бір түрі. Іле өзенінің жайылмасында қыс мезгілінде көптеген тау құстарының түрлері қоныс аударады, мысалы: қызыл құйрықтар, сайрақтар, шымшықтар, содырғылар.

Суда жүзетін құстар мен тауық құстарының кейбір түрлерінің көптігі популяцияның белгілі бір бөлігін оған зиян келтірместен алып тастауға мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта құстарды өнеркәсіптік ауқымда өндіру тоқтатылды, олар тек спорттық аң аулау нысаны болып табылады. Мұндай қатаң белгіленген уақыт аралығында ауланатын түрлерге бөдене, сұр және сақалды кекілік жатады.

Құстардың аумақтық таралуы баспана беретін, ұя салатын, құстарды тамақпен қамтамасыз ететін ірі су объектілерінің болуымен байланысты. Мұндай түрлерге бірқазандар, лейлек, шағалалар, балық қоректі құстардың кейбір түрлері (балықшы тұйғын, бүркіттер) жақын маңдағы өзендер мен көлдердің жағалауларын мекендейді.

Елді мекендердегі жәндіктермен қоректенетін құстардың түрлік құрамының әртүрлілігі жасыл кеңістіктердің жақсы өсуін анықтайды. Бұл жағдайда дақылдармен қоректенетін құнақ, кезеген құстар үлкен пайда әкеледі.

Құстар үшін абұталы өсімдіктер маңызды рөл атқарады. Тяньшан шыршасы, аршаның әртүрлі түрлері, бөріқарақат, бүрген, ұшқат, т.б. сияқты түрлер ерекше маңызды. Шөптесін өсімдіктер сонымен қатар құстардың көптеген түрлері үшін баспана және жем көзі болып табылады. Мұндай учаскелердің аумағын сақтау және кеңейту қыстайтын құстардың қоректену базасын едәуір жақсартады.

Жаңа аумақтарды салу кезінде су маңындағы өсімдіктер, бұталар мен ашық жағалаулар бар табиғи су қоймаларын сақтау қажет. Жасыл кеңістіктер неғұрлым кең болса, жануарлар әлемінің әртүрлілігін арттыру үшін жағдайлар соғұрлым жақсы болады.

Сүтқоректілер түрлері бойынша аймақтың табиғи жағдайларының әртүрлілігі, таулы және шөлді ландшафттардың мозаикасы мұнда тіршілік ететін сүтқоректілердің түрлерінің әртүрлілігін анықтайды.

Құм – қосаяқ, құм тышқаны, сарышұнақтың көптеген түрлеріне тән тіршілік ету ортасы. Сазды және тұзды жазықтар – жәндіктермен қоректенетін (ақ тісті жертесер, кірпі), кеміргіштер, сасық күзен, қарсақтың типтік мекендейтін жерлері.

Су қоймалары (көлдер, өзендер) жартылай су жануарларының – ондатр, су тоқалтисі, жертесерлер, кәмшаттардың мекендейтін жерлері болып табылады.

Сүтқоректілердің сирек кездесетін түрлерінің санын, нәтижесінде популяциясының сақталуын анықтайтын негізгі факторларды табиғи және антропогендік деп бөлуге болады. Табиғидан – бұл тұяқты жануарларға зиян келтіретін көп қарлы қыс; антропогендік – ең алдымен браконьерлік, тоғайлар мен қамыстарды өртеу, жануарлардың тіршілік ету ортасын қысқартатын ормандарды кесу; мал жаю. Бұл факторлардың барлығы, әрине, және аңшылық

андарға қатысты әрекет етеді, олар да біраз уақыттан кейін сирек кездесетін топта болуы мүмкін.

Кәсіпорын жағдайындағы жануарлардың өмір сүру жағдайлары ерекше - оларға әрдайым температураның жоғарылауы (1-2 °C), ластану, акустикалық қысым, атмосфераның шаңдануы, табиғи әлемінен өзгеше әсер етеді. Елді мекеннің ерекшелігі—үй жануарларының көптігі, сондай-ақ ландшафтқа басқа түрлердің ену мүмкіндігін анықтайтын жануарлардың өмір сүруіне және көбеюіне жақсы бейімделген синантропты түрлерінің кездесуі.

Қарастырылып отырған объект техногендік игерілген аумақта орналасқандықтан объектінің флора мен фаунаға әсері жоқ.

Қонаев қаласы мен Заречное ауылында биоалуантүрлілікті сақтау бойынша әртүрлі салада іс-шаралар мен міндеттер атқарылуда. Мысалы, Алматы ЖЭО-ның ресми парақшасында жарияланған мәліметтер бойынша, станция қызметкерлері Қапшағай су қоймасының биоәртүрлілігін сақтау мақсатымен су қоймасына 3232 балық шабақтарын жіберді. Күздің ортасында су қоймасына салмағы кемінде 20 грамм болатын шабақ жасындағы сазан жіберілді. Аталған іс-шараны Қапшағай ГЭС қызметкерлері 1961 жылы құрылған Дүниежүзілік жабайы табиғат қорының (WWF) туған күніне орай ұйымдастырды. Қапшағай су электр станциясының өндірістік-техникалық бөлімінің бастығы Павел Кимнің айтуы бойынша, қор жинау Қапшағай су қоймасында балықтардың тұрақты популяциясын сақтауға мүмкіндік береді. Өйткені соңғы жылдары балық популяциясының айтарлықтай азаюы байқалып, үлкен алаңдаушылық туғызуда [6].

Дегенмен Қонаев қаласында өндірістің қарқынды өсуі газбен және шаңмен ластанудың көлемінің артуымен қатар, қазіргі заманның ең өткір экологиялық мәселелерінің біріне айналып жатқанын жасыруға болмайды. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының деректеріне сәйкес, атмосфералық ауаның ластануы адамның денсаулығына әсер ететін қауіп факторлары арасында дұрыс тамақтанбау, жоғары қан қысымы және темекі шегуден кейін төртінші орында тұр [7].

«Кнауф Гипс Капшағай» ЖШС-і кәсіпорны шығарындыларының атмосфераны ластау деңгейін зерттеу тұрақты дамуда халықаралық және мемлекеттік міндеттемелерді іске асыруда маңызы зор болып отыр.

2. Зерттелетін объектідегі атмосфераның газ-шаң шығарындыларымен ластануының теориялық аспектілерін зерттеу және ластанудың негізгі көздерін сипаттау.

Зерттеу әдістері бойынша «Кнауф Гипс Капшағай» ЖШС-і кәсіпорны шығарындыларымен атмосфералық ауаның ластану деңгейін бағалау әдісі қолданылды.

Зерттеу жұмысы ауаның ластануының ағымдағы жай-күйін бағалауға ғана емес, сонымен қатар технологиялық процестерді экологиялық оңтайландыру жолдарын ұсынуға мүмкіндік беретін объективті деректерді алуға бағытталған. «Кнауф Гипс Капшағай» ЖШС қызметінің атмосфераны ластау деңгейіне әсерін бағалау және теріс әсерді азайту бойынша ұсыныстар әзірлеу зерттеудің негізгі мақсаты болып табылады. Бұл мақсатқа жету үшін келесі міндеттер шешіледі: атмосферадағы қатты бөлшектер мен газдардың концентрациясына мониторинг жүргізу, экологиялық қауіптерді бағалау, сондай-ақ шығарындыларды азайту бойынша шаралар әзірлеу.

Зерттеу нысаны ретінде Алматы облысы, Заречный кентінде орналасқан гипс негізіндегі құрылыс материалдарын өндіретін «Кнауф Гипс Капшағай» ЖШС-і кәсіпорны таңдалды. Атмосфераны ластау деңгейін бағалау үшін заманауи аналитикалық әдістер қолданылады. Өндіріс қазандықтарынан атмосфераға шығарылатын зиянды заттардың онда таралуын есептеу әдістемесі кәсіпорын мұржаларынан, желдету шахталарынан, сондай-ақ технологиялық қондырғылар саңылауларынан (бұдан әрі – шығарындылардың нүктелік көздерінен) ластаушы заттардың ұйымдасқан түрде шығарылуы кезінде зиянды заттардың атмосферала таралу концентрациясын есептеу әдістемесі негізінде газ-ауа қоспасының жылжу жылдамдығы ауадағы дыбыс жылдамдығынан аспайтын жағдайда қолданылады. Бұл жағдайда алдымен ластау көзінен атмосфераға көтерілетін газ қоспаларының ластау көзінен белгілі бір қашықтықта шоғырланып жиналуын зиянды заттардың ең үлкен концентрациялары

(С_м) деп атайды да, оларға дейінгі дейінгі аралықты ең ұзақ қашықтық (Х_м) деп атайды. Олардың шамасына жергілікті жердің географиялық құрылысы, гидрометеорологиялық сипаттары және т.б. жайттар әсер етеді.

Нәтижелер. Кәсіпорынның физика-географиялық және климаттық сипаттамасы бойынша қарастырса, Кнауф Гипс Қапшағай өндірісі құм аралас топырақпен көмкерілген қиыршақ тасты жерге орналасқан да, оның жер аумағы солтүстікке қарай аздап еңістейді. Мұнда жер асты сулары 20 м-ден астам тереңдікте жатыр. Өндіріс орналасқан ауданның климаты күрт континенттік те, оның жазы ыстық және қысы суық болып келеді. Мұнда ауаның жылдық орташа температурасы +6,7 – 7,3 °С аралығында ауытқып, бұл аумақта ең ыстық шілде айының орташа айлық темпе-ратурасы 29,7 °С, ал қаңтардың ең суық айы –6,8 °С-ты құрайды. Сәуірде температураның күрт көтерілуі, қарашада күрт төмендеуі байқалады. Бұл жағдайдағы ауа-райы шамасы +10 °С жоғары температура кезіндегі жылдық кезеңнің жалпы ұзақтығы 175 күн. Бұл жердің қыста жердің тоңдану тереңдігі 1,3 м де, аумақтың сейсмикалық деңгейі 9 балл. Жел бағыттары мен ауаның желсіз тұнық кезеңдеріні жиілігі, айлар бойынша желдің орташа жылдық жылдамдығы және ауаның орташа айлық температурасы, салыстырмалы ылғалдылық және су бетінен оның булану мөлшері көпжылдық бақылаулар бойынша 1 және 2-кестелерде келтірілген.

1-кесте – Ауаның орташа айлық температурасының салыстырмалы ылғалдылығы және су бетінен булану көрсеткіштері

Көрсет- кіштер	Айлар												
		I	II	V		V	II	III	X		I	II	ыл
Темпе- ратура, °С	7,4	5,6	,8	0,5	6,2	0,6	3,3	2,3	6,9	,5	,8	4,8	8,7
Ылғал- дылық, %	2	2	2	8	5	0	1	0	6	0	3	4	9
Булану, мм	3	2	5	2	24	42	91	79	25	7	1	6	6

Қонаев қаласында оңтүстіктен соғатын желдер басым болып табылады. Қыс айларында тыныш ауа-райы көбірек білінеді. Алматы метеостанциясының бақылаулары бойынша орташа айлық және жылдық жауын-шашын мөлшері 3-кестеде келтірілген.

2-кесте – Орташа айлық және жылдық жауын-шашын мөлшері

МетеоСтанция	Айлар												
		I	II	V		V	II	III	X		I	II	Жыл
ГМО	0	0	6	8	7	0	0	6	8	1	1	4	611

Жауын-шашынның көп мөлшері көктемде жауып (40-43 %), жазда оның шамасы екі есе аз – 20 %, күзгі-қысқы уақытта - 15-20 %. Жазғы жаңбырлар негізінен нөсерлі жаңбыр сипатында болады.

Алматының гидрометеорологиялық орталығының бақылаулары бойынша тәуліктік жауын-шашын мөлшері 74 мм шамасынан аспайды да, қар жамылғысының биіктігі 80 мм-ге жетеді. Қар жамылғысы қыста желтоқсан айынан басталып, шамамен 100 күн бойы сақталады.

Кейбір жылдарда қар жамылғысы бар кезеңнің ұзақтығы 150 күнге дейін артуы немесе 30 күнге дейін кемуі мүмкін. Қар жамылғысының жоғарғы онкүндігінде биіктігі 58 см шамасында болады.

Мұнда найзағай кезеңі орта есеппен 20-45 күнге созылғанымен, кейде ол 70 күнге дейін ұзаруы мүмкін. Найзағай белсенділігінің негізгі кезеңі сәуірден қыркүйекке дейін де, ондағы найзағайдың орташа ұзақтығы 0,7-0,8 сағат құрайды.

Шаңды дауылдардың әлсіз болуына аймақтың топырақ-климаттық жағдайлары айтарлықтай ықпал етеді. Алматы облысында жылына 7-10 күннен аспайтын шаңды дауыл соғуына желдің төмен жылдамдығы, жауын-шашынның едәуір мөлшері, топырақтың өсімдіктермен қорғалуы ықпал етеді.

Климаттың маңызды сипаттамаларының бірі – тұман болып табылады да, ол негізінен суық мезгілде байқалады. Мұнда тұманды күндер саны жылына 45-тен 70 күнге дейін байқалып, оның көп кездесетін қайталану мерзімі 6 сағат немесе одан аз уақытқа созылатын тұман көп байқалады. Тұманның орташа ұзақтығы қыста 4-5 сағат, жылы ауа райында 2-3 тәулікке созылады. ҚНЖЕ -1.01-82 сәйкес қабылданған климаттық аудандастыру бойынша бұл аудан қыста және жазда ыстық ауа температурасымен сипатталатын III В климаттық субрегионына жатады.

Кнауф Гипс Капшағай өндірісі орналасқан аймақтың климаттық ерекшеліктері төмендегідей:

- ылғалдылық аймағы – құрғақ;
- ең суық бес күндік кезеңдегі сыртқы ауаның орташа температурасы (ҚНЖЕ 2.01.01-82) – 25,5°C;
- ең суық күндері – 29,5 °C;
- қар жамылғысының массасы (ҚНЖЕ 1.01.07-85) - 70 кг/м²;
- жел жылдамдығының қысымы (SNiP 2.01.07-85) -38 кгс/м²;
- Өндіріс орналасқан жердің сейсмикалық деңгейі – 9 балл.

3-кесте – Метеорологиялық сипаттамалар және сейілу коэффициенттері

Көрсеткіштер	Ша-масы
1. Атмосфера стратификациясына тәуелді коэффициент, А	200
2. Жергілікті жер бедері коэффициенті	1,2
3. Жылдың ең ыстық айының (шілде) орташа көпжылдық жоғарғы ауа температурасы, T °C	29,9
4. Жылдың ең суық айының (қаңтар) орташа көпжылдық жоғарғы ауа температурасы, T °C	-7,4
5. Жел раушаны, %:	
С	13
СШ	10
Ш	13
ОШ	11
О	18
ОБ	19
Б	7
СБ	9
Тұнық күндер	26
6. Жел жылдамдығының 5 %-дан асу жиілігі, U м/с	5

Ал ластаушы заттардың фондық концентрацияларының және олардың шекті рұқсат етілген концентрацияларының салыстырмалы сипаттамасы төменде көрсетілген.

4-кесте – Ластаушы заттардың фондық концентрацияларының және олардың шекті рұқсат етілген концентрацияларының салыстырмалы сипаттамасы

Ластайтын заттар	Фондық концентрациялары (тұнық күндері), мг/м ³	ШРК, мг/м ³
Қалқымалы заттар	0,2	0,5
Көміртегі тотығы	0,4	5,0
Күкірттің қос тотығы	0,02	0,5
Азот тотығы	0,008	0,2

Жоғарыда келтірілген мәліметтер мен есептеулер арқылы төмендегі кестелерге қарай санитарлық-қорғау аймағының сызбасы жасалынды (5-кесте).

5-кесте – Желдің бағытының қайталану деректері

Қала	Желдің орташа қайталануы (роза желі)									стратификация коэф-ті А
	С	СШ	Ш	ОШ	О	ОБ	Б	СБ	Т _в , °С сыртқы температура	
Қонаев	16	8	7	17	26	9	9	8	29,7	200

Санитарлық қорғау аймағы (СҚА) – бұл ластау көздері мен оларға жақын жатқан тұрғын мекен арасындағы белгіленген ара қашықтық болып табылады. СҚА қоршаған орта мен адам денсаулығын өндірістен атмосфера ауасына шығарылатын зиянды заттардан (шаң, газ, шу, діріл) қорғау үшін тағайындалады. Санитарлық қорғау аймағының қашықтығы өндірістен атмосфера ауасына шығарылатын зиянды заттар тұрғын аудан шекарасындағы ауада сейілуіне байланысты ШРК-дан аспайтын шамаға дейін азая алатын мөлшерге дейін тағайындалады. Санитарлық қорғау аймағы қоршаған ортаны қорғау шарттарын орындауға арналған және ол жерде спорт алаңдарын, демалу парктерін, білім беру және бала күтіміне байланысты мекемелер, денсаулық сақтау орындары мен профилактикалық мекемелерді орналастыруға тиым салынады. Санитарлық қорғау аймағында технологиялық алаңдар, қоймалар, өсімдіктер питомниктерін салуға рұқсат беріліп, СҚА шекарасында көшет егіледі.

Санитарлық қорғау аймағын тағайындағанда нормативтік және есептеу арқылы аныталған СҚА өлшемі қолданылады. Нормативтік санитарлық қорғау аймағы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 құжатына сай тағайындалады да, онда СҚА ені өндірістің қауіптілік санатына сай анықталып, ол өндіріс территориясынан басталып белгіленеді:

Қауіптілігі бірінші санаттағы өндіріс орны - 1000 м;

Қауіптілігі екінші санаттағы өндіріс орны - 500 м;

Қауіптілігі үшінші санаттағы өндіріс орны - 300 м;

Қауіптілігі төртінші санаттағы өндіріс орны - 100 м.

Санитарлық қорғау аймағы енінің өлшемдері гидрометеорологиялық орталық анықтайтын жылдық жел бағыттары көрсеткіштері бойынша өндірістен атмосфера ауасына

тасталынатын зиянды заттардың мөлшерін пайдаланып мынадай формуламен есептеу арқылы анықталады:

$$L = L_0 \cdot (P / P_0), \quad (1)$$

мұндағы L – СҚЗ-ның есептеу арқылы анықталған өлшемі де, онда $C_m = \text{ШРК}$, м;

L_0 – санитарлық үзіліс аймағы;

P – қарастырылатын жел бағытының орташа жылдық қайталануы, %;

P_0 – шеңбер бойынша жел бағытына қатысты желдің тек бір бағытта соғуының қайталану көрсеткіші, %;

Жел бағытының 8-румбалық шамасы $P = 100/8 = 12,5$ %. Өндіріс орналасқан аймақтың гидрометеорологиялық ерекшеліктеріне байланысты оның санитарлық қорғау аймағының жел бағыттары бойынша шекаралары төмендегі мәндермен анықталады, м:

$$L_c = 157 \cdot \frac{13}{12,5} = 163,3;$$

$$L_o = 157 \cdot \frac{18}{12,5} = 226,1;$$

$$L_{cш} = 157 \cdot \frac{10}{12,5} = 125,6;$$

$$L_{об} = 157 \cdot \frac{19}{12,5} = 238,64;$$

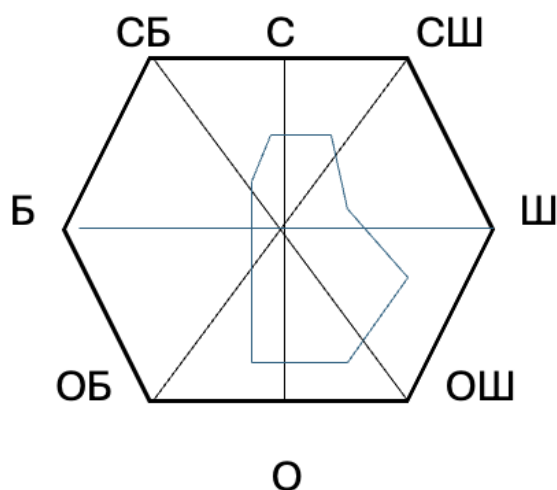
$$L_{ш} = 157 \cdot \frac{13}{12,5} = 163,3;$$

$$L_b = 157 \cdot \frac{7}{12,5} = 87,92$$

$$L_{ош} = 157 \cdot \frac{11}{12,5} = 138,2;$$

$$L_{сб} = 157 \cdot \frac{9}{12,5} = 113.$$

Егер өндірістен атмосфера ауасына тасталынатын зиянды заттардың концентрациясы СҚА шекарасында ШРК-дан аспаса, онда талапқа сай, жел бағыты санитарлық қорғау аймағы шекарасын тағайындауда қаперге алынбайды. Мұндай есептеулер әдісімен анықталған Кнауф Гипс Қапшағай өндірісінің жел бағыттарына байланысты санитарлық қорғау аймағы төмендегі 1-суретте көрсетілген.



1-сурет . Санитарлық-қорғау аймағының сызбасы

Қорытынды

Қорыта келе, тұрақты даму концепциясына сәйкес, экологиялық жағдайды жақсартуға арналған ұсыныстар ретінде ауа сапасын тұрақты бақылау: ауаның ластану деңгейін анықтауға, яғни экологиялық бақылау үшін мобильді қосымшалар мен онлайн қызметтерді үнемі пайдалану арқылы тұрғындарға қазіргі жағдайдан хабардар болуды толық қамтамасыз

етіп отыру қажет. Өндіріс пен селитебті аймақ арасын көгалдандыруды одан әрі жақсарту, демек ағаш отырғызу және жасыл желектерді құрудың қосымша бастамалары ауа сапасын жақсартуға және ыңғайлы қалалық ортаны құруға ықпал етеді.

Әдебиеттер:

1. Azarov, A. V., Zhukova, N., Kalyuzhina, E. A. Environmental and Working Area Dust Emission from the Gypsum Warehouse // *Procedia Engineering*. – 2016. – Т. 150. – С. 2080-2086. – DOI: [10.1016/J.PROENG.2016.07.242](https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2016.07.242).
2. Rognerud, S., Fjeld, E. Mercury in terrestrial mosses in the vicinity of the Norgips plant at Tørkop. – 2006.
3. Renforth, P., Mayes, W., Jarvis, A., Burke, I., Manning, D., Gruiz, K. Contaminant mobility and carbon sequestration downstream of the Ajka (Hungary) red mud spill: The effects of gypsum dosing // *The Science of the total environment*. – 2012. – Т. 421-422. – С. 253-259. – DOI: [10.1016/j.scitotenv.2012.01.046](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.01.046).
4. Segundo, P., Santos, D. A., Canção, M. M., Carvalho, M. E. B. S., Santos, B. S., Diniz, J. O. B., Silva, A. C. Sistema autônomo de monitoramento da qualidade de ar aplicado a indústrias gesseiras utilizando arduino e sensores de gás e poeira // *Anais do 14º Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente*. – 2019. – DOI: 10.17648/sbai-2019-111337.
5. Timofeeva, S., Murzin, M. Assessing the environmental risk of mining enterprises by the integral indicator of dust emission // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2020. – Т. 408. – DOI: [10.1088/1755-1315/408/1/012067](https://doi.org/10.1088/1755-1315/408/1/012067).
6. <https://www.ales.kz/ales-sohranyaya-bioraznoobrazie-kapshagajskogo-vodohranilishha/>
7. World Health Organization. (n.d.). Ambient (outdoor) air quality and health. Retrieved December 20, 2024, from <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-%28outdoor%29-air-quality-and-health>

ВЛИЯНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЧУЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Супатаев Т.А, Жамынчиев У.Ж, Кулназарова К.У, Асанова А.А

Кыргызский Национальный Университет им.Ж.Баласагына Кыргызстан, г.Бишкек
supataev@mail.ru

Аннотация. Центральная часть Чуйской области занимает особое положение в природно-географической структуре Кыргызстана. Этот регион включает предгорья и долинные участки между северными склонами Кыргызского хребта и равнинами Чуйской долины. Здесь наблюдается высокая концентрация природных экосистем- от сухих степей и лиственных лесов до хвойных горных массивов и альпийских лугов. Благодаря такому разнообразию природных условий именно эта часть области имеет важное значение для сохранения биологического и ландшафтного разнообразия, что делает её одной из ключевых зон экологического баланса северного Кыргызстана.

В статье рассматривается экологическое состояние и значение особо охраняемых природных территорий (ООПТ) в центральной части Чуйской области, с акцентом на их роль в сохранении биоразнообразия, поддержании экологического равновесия и устойчивого природопользования. Анализируются следующие ключевые аспекты: Правовая и организационная база, ландшафтно-географические особенности региона, значение ООПТ, экологические вызовы и нарушения, перспективы управления и охраны. Рассмотрение особо охраняемых природных территорий (ООПТ) центральной части Чуйской области вызывает особый интерес, и ООПТ представляют собой ключевой инструмент сохранения экосистем, редких и эндемичных видов флоры и фауны, водных ресурсов и ландшафтного разнообразия.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, Чуйская область, центральная часть, экология, флора, фауна, эндемики, биоразнообразие, загрязнение, государственные.

Abstract. The central part of the Chui region occupies a unique position in Kyrgyzstan's natural and geographical landscape. This region encompasses the foothills and valleys between the northern slopes of the Kyrgyz Mountain Range and the plains of the Chui Valley. It boasts a high concentration of natural ecosystems, ranging from dry steppes and deciduous forests to coniferous mountain ranges and alpine meadows. Due to this diversity of natural conditions, this part of the region is crucial for the conservation of biological and landscape diversity, making it one of the key zones of ecological balance in northern Kyrgyzstan.

This article examines the environmental status and significance of specially protected natural areas (SPNAs) in the central Chui region, focusing on their role in preserving biodiversity, maintaining ecological balance, and sustainable natural resource management. The following key aspects are analyzed: the legal and organizational framework, the region's landscape and geographic features, the significance of SPNAs, environmental challenges and violations, and prospects for management and conservation.

The consideration of specially protected natural areas (SPNA) in the central part of the Chui region is of particular interest, and SPNAs represent a key tool for preserving ecosystems, rare and endemic species of flora and fauna, water resources and landscape diversity.

Keywords: specially protected natural territories, Chui region, central part, ecology, flora, fauna, endemics, biodiversity, pollution, state.

Аннотация. Шу облысының орталық бөлігі Қырғызстанның табиғи-географиялық құрылымында ерекше орын алады. Бұл аймаққа Қырғыз жотасының солтүстік беткейлері мен Шу алқабының жазықтары арасындағы тау бөктері мен аңғар учаскелері кіреді. Мұнда табиғи экожүйелердің жоғары концентрациясы байқалады - құрғақ дала мен жапырақты ормандардан бастап қылқан жапырақты таулар мен альпілік шалғындарға дейін. Табиғи жағдайлардың алуан түрлілігінің арқасында облыстың дәл осы бөлігі биологиялық және ландшафттық әртүрлілікті сақтау үшін маңызды болып табылады, бұл оны Солтүстік Қырғызстанның экологиялық тепе-теңдігінің негізгі аймақтарының біріне айналдырады. Мақалада Биоәртүрлілікті сақтаудағы, экологиялық тепе-теңдікті сақтаудағы және табиғатты тұрақты пайдаланудағы рөліне назар аудара отырып, Шу облысының орталық бөлігіндегі ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың (ЕҚТА) экологиялық жағдайы мен маңызы қарастырылады. Келесі негізгі аспектілер талданады: құқықтық және ұйымдастырушылық база, аймақтың ландшафттық-географиялық ерекшеліктері, ЕҚТА маңыздылығы, экологиялық сын-қатерлер мен бұзушылықтар, басқару және қорғау перспективалары. Шу облысының орталық бөлігінің ерекше қорғалатын табиғи аумақтарын (ЕҚТА) қарастыру ерекше қызығушылық тудырады және ЕҚТА экожүйелерді, флора мен фаунаның сирек және эндемикалық түрлерін, су ресурстарын және ландшафттық әртүрлілікті сақтаудың негізгі құралы болып табылады.

Түйінді сөздер: ерекше қорғалатын табиғи аумақтар, Шу облысы, орталық бөлігі, экология, флора, фауна, эндемиктер, биоалуантүрлілік, ластану, мемлекеттік.

Введение. Экологическое состояние ООПТ в центральной части Чуйской области, как и в целом по Кыргызстану, характеризуется проблемами качества воздуха и воды, а также угрозой биоразнообразию из-за нарушения местообитаний и человеческой деятельности. Точные сведения об экологическом состоянии конкретных ООПТ в этом регионе отсутствуют, но общие тенденции позволяют предположить наличие таких проблем, как загрязнение, эрозия и антропогенное воздействие.

В северной части Чуйская область Кыргызской Республики расположена уникальная природно-географическая зона, обладающая высоким экологическим, ландшафтным и биологическим разнообразием. Область занимает около 20,2 тыс. км², что составляет примерно 10% территории страны географически центральной части Чуйской области включает в себя как равнинные части Чуйской долины, так и предгорья Кыргызского хребта, что создаёт предпосылки для значительного разнообразия природных условий и экосистем.

Рассмотрение особо охраняемых природных территорий (ООПТ) центральной части Чуйской области вызывает особый интерес, во-первых, ООПТ представляют собой ключевой инструмент сохранения экосистем, редких и эндемичных видов флоры и фауны, водных ресурсов и ландшафтного разнообразия. В Кыргызстане сеть ООПТ ещё находится в стадии активного развития: на начало 2024 года доля территорий, охваченных ООПТ, составляет около 7,38 % от площади страны, и ведётся работа по её увеличению до 10%.

Во-вторых, Центральная часть Чуйской области, благодаря своему географическому положению- между равниной и горно-предгорной зоной- имеет особенности природных условий, требующие специфического подхода к охране природы и планированию устойчивого природопользования.

В-третьих, в условиях изменения климата, хозяйственного давления- сельское хозяйство, инфраструктура, туризм охраняемые территории играют роль «экологического резерва» и могут стать «буфером» для смягчения негативных воздействий и обеспечения устойчивого развития региона.

Исходные данные и методы исследования. Центральная часть Чуйской области занимает особое положение в природно-географической структуре Кыргызстана. Этот регион включает предгорья и долинные участки между северными склонами Кыргызского хребта и равнинами Чуйской долины. Здесь наблюдается высокая концентрация природных экосистем-

от сухих степей и лиственных лесов до хвойных горных массивов и альпийских лугов. Благодаря такому разнообразию природных условий именно эта часть области имеет важное значение для сохранения биологического и ландшафтного разнообразия, что делает её одной из ключевых зон экологического баланса северного Кыргызстана.

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) выполняют здесь роль природоохранного каркаса, обеспечивающего сохранение экосистем и редких видов. В Чуйской области действует несколько категорий ООПТ: государственные природные парки, заказники, охотничьи и интегрированные резерваты, а также памятники природы. Их функционирование регулируется Законом Кыргызской Республики «Об особо охраняемых природных территориях» и рядом подзаконных актов, определяющих порядок организации, зонирования, охраны и использования таких территорий.

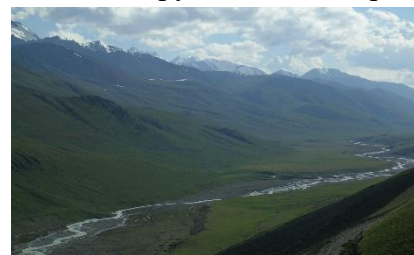
Основные ООПТ центральной части области

Государственный природный парк «Ала-Арча». Находится в 40км к югу от

Бишкека и занимает площадь около 16,5тыс.га (рис 1). Территория включает разнообразные экосистемы- горные хвойные леса, альпийские луга и ледники. Парк создан для охраны природных комплексов долины реки Ала-Арча и редких видов животных, среди которых снежный барс, рысь, тьянь-шаньский бурый медведь, каменная куница. Парк также выполняет важную рекреационную и просветительскую функцию, являясь популярным центром экологического туризма. Экологическое значение: служит важным «зелёным лёгким» для зоны окрестностей столицы, представляет собой природное ядро биоразнообразия, рекреационную зону и объект экологического образования.



Национальный природный парк «Чон-Кемин». Один из крупнейших парков Центральной части Чуйской области, площадью свыше 126тыс.га (рис 2). Расположен в одноимённой долине и охватывает несколько природных поясов- от предгорных лугов до субальпийских и альпийских экосистем. Здесь произрастает более 700 видов растений, обитают редкие животные- марал, снежный барс, бурый медведь, орёл-беркут. Экологическое значение: крупный природный коридор, охватывающий предгорья и горную зону, служит важным местом сохранения биоразнообразия, а также зоной экотуризма. Парк имеет важное значение для поддержания природных связей между горными и равнинными экосистемами и предотвращает деградацию водосборных территорий рек Чу и Кемин.



Интегрированный заказник «Ак-Суу». Создан для охраны природных комплексов одноимённого ущелья в Московском районе Чуйской области. Заказник площадью около 7,6 тыс.га сохраняет уникальные ландшафты горных рек, хвойных лесов и лугов. Он играет важную роль в регулировании микроклимата, защите водных источников и предотвращении эрозии почв. **Игровой заказник «Жарды-Кайынды».** Расположен в Панфиловском районе. Его



основная функция- сохранение охотничьих ресурсов и регулирование использования диких животных и рекреационно-эстетическая функция. Площадь- около 8 700 га (рис 3). Здесь обитают косули, дикие кабаны, волки, лисы, а также редкие виды птиц. Территория заказника одновременно служит местом экологического мониторинга и естественным буфером для восстановления популяций. Функции: сохранение популяций диких животных, регулирование охоты и поддержание среды обитания, Экологическое значение: обеспечивает поддержание видов животных, регулирует нагрузку на природные ресурсы региона.

Аламединское и Иссык-Атинское ущелья- природные памятники, известные своими минеральными источниками, разнообразием флоры и фауны, а также значением для рекреации и экотуризма.

ООПТ центральной части Чуйской области выполняют важнейшие экологические функции:

Сохранение биоразнообразия. Здесь обитают десятки видов растений и животных, занесённых в Красную книгу Кыргызстана. Сохранение биоразнообразия. ООПТ на территории центральной части Чуйской области Сохранение биоразнообразия- одна из важнейших задач современной экологии. В условиях усиливающегося антропогенного воздействия, изменения климата и урбанизации природные экосистемы нуждаются в особой охране. ООПТ создаются для сохранения уникальных природных комплексов, редких видов растений и животных, а также для поддержания экологического равновесия. Здесь запрещены хозяйственная деятельность, вырубка лесов и охота, что позволяет природе восстанавливаться и развиваться естественным путём. Значение для сохранения биоразнообразия

ООПТ центральной части Чуйской области выполняют важные функции:

- сохраняют редкие виды растений и животных;
- поддерживают чистоту воздуха и водных ресурсов;
- служат природными лабораториями для экологических исследований;
- развивают экологический туризм и просвещение населения.

Сеть ООПТ в центральной части Чуйской области играет ключевую роль в сохранении природного наследия Кыргызстана. Развитие экотуризма, экологического образования и устойчивого природопользования поможет сохранить это богатство для будущих поколений.

Лесные и горные экосистемы регулируют сток рек, формируют климатические и гидрологические условия долины.

Научно-исследовательская и образовательная деятельность. На базе парков и заказников проводятся экологические экскурсии, учебные практики и мониторинг состояния природной среды. Научно-исследовательская и образовательная деятельность. ООПТ на территории центральной части Чуйской области. Особо охраняемые природные территории (ООПТ)- это ключевые объекты, где ведутся не только природоохранные мероприятия, но и научные исследования, а также экологическое образование (Абдисатаров К). Центральная часть Чуйской области Кыргызстана является важным центром изучения экосистем и сохранения биоразнообразия. Здесь расположены крупные природные парки и заказники, которые служат базой для исследовательской и просветительской деятельности.

На территории центральной части Чуйской области ведутся различные экологические и биологические исследования, направленные на изучение состояния природных экосистем, редких видов и процессов, происходящих в природе.

Основные направления научных работ:

- мониторинг редких и исчезающих видов животных и растений;
- изучение экосистемных связей в горных и предгорных районах;
- наблюдение за изменением климата и его влиянием на природные комплексы;
- оценка экологического состояния рек, лесов и почв;
- разработка методов восстановления нарушенных экосистем.

В государственном природном парке «Ала-Арча» регулярно проводятся исследования по учёту численности снежного барса, козерога и редких хищных птиц. В парке «Чон-Кемин» учёные Кыргызского национального университета имени Ж. Баласагына исследуют флору и фауну, в том числе эндемичные виды Центрального Тянь-Шаня. В заказнике «Карагайды» ведутся наблюдения за лесными экосистемами и восстановлением хвойных массивов.

ООПТ центральной части Чуйской области активно участвуют в экологическом просвещении населения. На их базе проходят экскурсии, школьные практики, студенческие экспедиции и экологические акции.

Основные формы образовательной работы:

- проведение экскурсий и походов с экологическим уклоном;

- организация летних школ и полевых практик для студентов-биологов;
- лекции и семинары для школьников о защите природы;
- экологические фестивали, выставки и волонтерские программы.

Например, в парке «Ала-Арча» действует экологическая тропа, где посетителям рассказывают о редких растениях и животных, а также о правилах поведения в природе. В Чон-Кеминском парке проводятся акции по посадке деревьев и уборке территорий, направленные на формирование экологической культуры среди местных жителей и туристов.

Значение научные и образовательные программы на ООПТ способствуют:

- сохранению биоразнообразия региона;
- подготовке новых специалистов-экологов;
- развитию экологического мышления у молодежи;
- привлечению внимания общества к проблемам охраны природы;
- поддержанию устойчивого туризма и рационального природопользования.

ООПТ центральной части Чуйской области- это не только заповедные уголки природы, но и важные центры науки и образования. Здесь формируется экологическая культура, развиваются исследования, направленные на сохранение природного наследия Кыргызстана. Поддержка научной и просветительской деятельности на этих территориях- залог устойчивого экологического будущего страны.

Рекреация и экотуризм. Особо охраняемые природные территории (ООПТ) выполняют не только природоохранную и научную функции, но и являются центрами развития рекреации и экотуризма. Центральная часть Чуйской области Кыргызстана- регион с богатым природным и культурным наследием. Здесь расположены уникальные природные парки, горные долины и ущелья, которые ежегодно посещают тысячи туристов. Развитие экотуризма способствует не только популяризации природных богатств, но и укреплению экологического сознания общества.

Рекреация — это восстановление физических и эмоциональных сил человека через отдых на природе. Территории ООПТ центральной части Чуйской области обладают высоким рекреационным потенциалом благодаря сочетанию живописных горных ландшафтов, чистого воздуха, рек, водопадов и богатого биоразнообразия.

Основные рекреационные функции ООПТ:

- организация отдыха и оздоровления населения;
- развитие туризма и спорта-пешие маршруты, альпинизм, конные прогулки;
- экологическое и культурное просвещение;
- формирование уважительного отношения к природе.

Экотуризм - это форма устойчивого туризма, направленная на знакомство с природой при минимальном вреде для неё.

Основные принципы экотуризма:

- сохранение природных экосистем и культурных ценностей;
- экологическое образование посетителей;
- поддержка местного населения и развитие «зелёной» экономики;
- ограничение антропогенной нагрузки на территорию.

Несмотря на активное развитие экотуризма, сохраняются экологические риски:

- загрязнение территорий туристами;
- повреждение растительного покрова;
- шумовое воздействие и беспокойство животных.

Для решения этих проблем администрация парков внедряет экологические маршруты, зоны покоя и системы утилизации отходов, а также проводит просветительскую работу среди посетителей.

ООПТ центральной части Чуйской области играют важную роль в развитии рекреации и экотуризма. Они способствуют укреплению здоровья населения, формированию экологической культуры и сохранению природного наследия. Развитие устойчивого

экотуризма- это путь к гармоничному сосуществованию человека и природы, при котором туристическая деятельность становится инструментом охраны окружающей среды.

Крупной охраняемой территорией является Иссык-Кульский биосферный заповедник. Если сравнивать ООПТ центральной части Чуйской области с Иссык-Кульской биосферной территорией, у каждой из них есть свои особенности.

- Центральная часть Чуйской области: важна для сохранения горных экосистем, редких животных и рекреации; экологические угрозы локальные, управление требует усиления.

- Иссык-Кульская биосферная территория: более крупная и разнообразная, с уникальными водными и степными экосистемами, международная поддержка, но испытывает более комплексные экологические нагрузки. В целом, центральная часть Чуйской области важна для локальной экологии и туризма, а Иссык-Куль- стратегически для сохранения биоразнообразия и водных экосистем страны (Бакыт Толканов).

Методология. Исследование основано на анализе нормативно-правовых документов, официальных статистических данных, тематических публикаций об ООПТ Кыргызстана, а также анализа конкретных примеров охраняемых территорий и их ландшафтно-биологических характеристик. В статье применены методы системного анализа, сравнительной оценки, картографического описания и эмпирического обзора.

Результаты. Несмотря на значительное природоохранное значение, ООПТ региона сталкиваются с рядом проблем: антропогенное воздействие, незаконная вырубка лесов, браконьерство, ограниченное финансирование и недостаток специалистов. Важным направлением развития становится цифровизация систем мониторинга, расширение территорий ООПТ и активное вовлечение местных сообществ в управление природными ресурсами. Расширение сети охраняемых территорий и усиление экологического контроля позволят не только сохранить природное наследие центральной части Чуйской области, но и создать основу для устойчивого развития, в котором природа, экономика и общество находятся в гармонии.

Особо охраняемые природные территории играют ключевую роль в сохранении биоразнообразия, природных ресурсов и устойчивого развития Кыргызстана. Однако в последние десятилетия усиливается воздействие антропогенных и природных факторов, создающих серьёзные экологические угрозы для экосистем центральной части Чуйской области. Регион отличается высокой плотностью населения, активным сельским хозяйством и туризмом, что усиливает нагрузку на природные комплексы даже в пределах охраняемых территорий.

Одним из наиболее острых вызовов для ООПТ центральной части Чуйской области является загрязнение природных компонентов- воздуха, воды и почв.

Основные источники загрязнения:

- промышленные и транспортные выбросы из Бишкека и близлежащих населённых пунктов;
- несанкционированные свалки бытовых отходов вблизи парков и ущелий;
- загрязнение рек и ручьёв сточными водами;
- использование пестицидов и удобрений на прилегающих сельскохозяйственных угодьях.

Загрязнение влияет на состояние флоры и фауны, вызывает деградацию почв и ухудшение качества питьевой воды в горных районах.

ООПТ центральной части Чуйской области, такие как государственный природный парк «Ала-Арча», природный парк «Чон-Кемин» и Иссык-Атинское ущелье, испытывают сильное давление со стороны массового туризма.

Проблемы, связанные с этим:

- разрушение растительного покрова из-за вытаптывания и строительства дорог;
- загрязнение территорий мусором и бытовыми отходами;
- беспокойство диких животных и нарушение естественного режима их обитания;
- самовольное разведение костров, рубка кустарников и деревьев.

При отсутствии строгого контроля рекреационные зоны теряют природную ценность, а экосистемы становятся уязвимыми. Идет утрата биоразнообразия и деградация экосистем

Несмотря на статус охраны, в некоторых ООПТ продолжается сокращение численности редких видов животных и растений.

Причины деградации экосистем:

- браконьерство-охота на архара, козерога, беркута и др;
- незаконная вырубка лесов и сбор лекарственных растений;
- сокращение естественных мест обитания из-за урбанизации и сельскохозяйственной деятельности.

В горах Ала-Арчи наблюдается снижение численности снежного барса и тьянь-Шанского медведя, а в Чон-Кемине уменьшается площадь хвойных лесов.

Глобальное изменение климата оказывает всё более заметное влияние на природные комплексы региона.

Проявления климатических изменений:

- сокращение снежного покрова и ледников Тянь-Шаня;
- изменение гидрологического режима рек;
- увеличение частоты засух и экстремальных погодных явлений.

Эти процессы приводят к изменению ареалов обитания животных и растений, снижению продуктивности экосистем и угрозе водным ресурсам.

Идет изменение урбанизации и расширение хозяйственной деятельности. Рост населённых пунктов вокруг, ООПТ- например, в Аламединском и Кеминском районах ведёт к:

- фрагментации природных территорий;
- строительству дорог и туристической инфраструктуры;
- увеличению антропогенного давления на охраняемые зоны.

Нередко границы ООПТ не имеют достаточной буферной зоны, что делает их уязвимыми к внешним воздействиям.

Недостаток финансирования и слабое управление. Многие проблемы связаны с организационными трудностями:

- нехватка кадров и специалистов по экологии;
- недостаток финансирования на мониторинг, уборку и научные исследования;
- слабая правовая защита территорий и отсутствие современных систем экологического контроля.

ООПТ центральной части Чуйской области сталкиваются с целым комплексом экологических вызовов: загрязнением, браконьерством, климатическими изменениями, урбанизацией и неконтролируемым туризмом.

Для их решения необходимы:

- усиление государственного контроля и финансирования;
- развитие системы экологического мониторинга;
- просвещение населения и туристов;
- внедрение принципов устойчивого экотуризма;
- активное участие местных сообществ в охране природы.

Только при комплексном подходе можно сохранить уникальные природные комплексы региона для будущих поколений.

Выводы. Центральная часть Чуйской области Кыргызстана- один из наиболее развитых регионов страны, где природные ресурсы испытывают сильное давление со стороны урбанизации, сельского хозяйства и туризма. В то же время здесь сосредоточены уникальные природные комплексы: горные экосистемы, хвойные леса, альпийские луга и реки, которые нуждаются в эффективной охране. Перспективное управление этими территориями требует сочетания природоохранных, научных, экономических и социальных подходов, направленных на обеспечение устойчивого экологического развития.

Совершенствовать систему управления ООПТ в центральной части Чуйской области. Для повышения эффективности охраны природы необходимо модернизировать управление особо охраняемыми природными территориями (ООПТ) региона.

Основные направления:

- разработка единой стратегии управления ООПТ центральной части Чуйской области с учётом местных особенностей;
- цифровизация управления: внедрение геоинформационных систем (ГИС) для мониторинга состояния экосистем;
- улучшение материально-технического обеспечения и кадрового потенциала природоохранных служб;
- создание буферных зон вокруг охраняемых территорий для уменьшения антропогенного воздействия.

Такие меры позволят обеспечить системный контроль и повысить качество охраны природных комплексов.

Развивать систему экологического мониторинга и научные исследования. Современное управление природными территориями невозможно без постоянного научного наблюдения за состоянием экосистем. Пути улучшения в будущем:

- организация центров экологического мониторинга при парках «Ала-Арча» и «Чон-Кемин»;
- использование спутниковых данных для наблюдения за изменениями растительности, ледников и водных ресурсов;
- развитие научного сотрудничества с университетами и экологическими НПО;
- регулярная инвентаризация флоры и фауны для оценки эффективности охраны.

Научно обоснованные данные помогут прогнозировать экологические риски и своевременно принимать меры.

Туризм - важный источник дохода, но он должен развиваться без ущерба для природы. Перспективы развития экотуризма включают:

- создание экологических троп и познавательных маршрутов с минимальным воздействием на экосистемы;
- развитие инфраструктуры- эко-гостиниц, кемпингов, пунктов утилизации отходов;
- обучение гидов и инструкторов принципам устойчивого туризма;
- внедрение системы «экологического налога» или взносов на охрану природы.

Это позволит сочетать экономическое развитие с сохранением природного потенциала региона. Формирование экологической культуры населения- ключевой элемент эффективного управления.

Перспективные меры:

- проведение образовательных программ и акций для школьников и студентов;
- создание экологических клубов и волонтерских движений;
- вовлечение местных жителей в проекты по восстановлению лесов и очистке территорий;
- поддержка «зелёных» инициатив малого, бизнеса- например, производство экологически чистых продуктов, сувениров, переработка отходов. Участие местного населения в охране природы делает процесс устойчивым и социально значимым. Для эффективной охраны природных территорий необходимо укрепление государственной и международной поддержки.

Возможные направления:

- привлечение инвестиций через международные экологические программы (ЮНЕП, ГЭФ, ПРООН);
- расширение сети охраняемых территорий и включение новых объектов в международные списки, например, «ЮНЕСКО- Человек и биосфера»;
- совершенствование законодательства в области охраны природы и экотуризма;
- стимулирование бизнеса к внедрению «зелёных» технологий.

Перспективы управления и охраны природных территорий центральной части Чуйской области связаны с переходом к устойчивой модели природопользования, основанной на научных данных, участии общества и международном сотрудничестве. Комплексный подход, сочетающий охрану природы, экологическое образование и устойчивый туризм, позволит сохранить природное богатство региона и обеспечить экологическую безопасность для будущих поколений Кыргызстана.

Литература:

1. Абдисатаров К., Чокубаев К., Боромбаев А., Бердали уулу М., Пикир уулу А. Разработка предложений по экологическому состоянию и многоцелевому использованию особо охраняемых природных территорий юга Кыргызстана. Известия Национальной академии наук Кыргызской Республики, 2023.
2. Брагина Т.М. Особо охраняемые природные территории Казахстана и перспективы организации экологической сети. Костанай: Костанайский Дом печати, 2007. Применимо для сравнительного анализа ООПТ в Центральной Азии.
3. Брагина Т.М. Современное состояние и перспективы развития особо охраняемых природных территорий Костанайской области (Казахстан). -Костанай: Костанайский Дом печати, 2007. -164с.
4. Бакыт Толканов Экологические проблемы Иссык-Кульской области/ Бакыт Толканов// Новостной портал sputnik.kg 23.11.2018
5. Охраняемые природные территории в Новых Независимых Государствах как основа формирования экологической сети Северной Евразии: [обзор] / документ подготовлен Представительством МСОП для стран СНГ и Благотворительным фондом "Центр охраны дикой природы" при участии Рабочей группы по Экологической сети Северной Евразии. - М. : [б. и.], 2002. - 51с.

**БИОАЛУАНТУРЛІЛІК ПЕН ЭКОТУРИЗМДІ МОНИТОРИНГІНДЕ ГАЗ ЖӘНЕ
ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ**

**ПРИМЕНЕНИЕ ГИС И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МОНИТОРИНГЕ
БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ЭКОТУРИЗМА**

**APPLICATION OF GIS AND DIGITAL TECHNOLOGIES IN BIODIVERSITY AND
ECOTOURISM MONITORING**

АКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА И КАРТОГРАФИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПОЧВ: ОБЗОР МЕТОДОВ И ИНСТРУМЕНТОВ

¹А.С.Тергеусизова А.С., ²Н.Д.Бекен

¹Алматинский университет энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева, Алматы, Казахстан,
a.tergeusizova@aes.kz,

²ALT Университет имени Мухамеджана Тынышпаева, Алматы, Казахстан, beken.nurlybek@mail.ru

Аннотация. В статье представлен обзор современных технологий анализа и картографирования содержания почв, включая традиционные методы, дистанционное зондирование, геоинформационные системы и мобильные сенсорные комплексы. Особое внимание уделено интеграции искусственного интеллекта, машинного обучения и GPS-навигации в задачи цифрового почвенного мониторинга. Рассмотрены принципы построения автоматизированных мобильных систем для сбора и обработки данных о физических и химических свойствах почв. Отмечается, что применение алгоритмов глубокого обучения позволяет повысить точность пространственного моделирования, ускорить процесс получения информации и сформировать основу для внедрения интеллектуальных систем точного земледелия. Представлены классификационные подходы к способам картографического изображения, используемым для визуализации пространственных данных. Практическая значимость исследования заключается в возможности применения разработанных принципов для оптимизации агротехнических мероприятий, повышения эффективности использования ресурсов и обеспечения продовольственной безопасности Казахстана.

Введение. Современное развитие агропромышленного комплекса требует внедрения технологий точного земледелия, ориентированных на рациональное использование почвенных ресурсов и повышение урожайности при одновременном снижении экологической нагрузки [1]. Одним из ключевых элементов точного земледелия является оперативное и достоверное картографирование свойств почвы, включая её химический состав, влажность, кислотность и содержание органического вещества [2]. Традиционные методы отбора проб и лабораторного анализа, несмотря на высокую точность, являются трудоёмкими, затратными по времени и финансовым ресурсам, а также не позволяют получить детализированную пространственную картину состояния почвенного покрова.

Существующие методы картографирования условно делятся на три уровня [4]:

1. Традиционные — пробоотбор и лабораторный анализ (высокая точность, но очень трудоёмко, дорого и не даёт оперативной картины).
2. ГИС и дистанционное зондирование — спутники, дроны, мультиспектральные камеры (дают обзор, но слабо отражают реальное химическое содержание почв без калибровки).
3. Мобильные сенсорные системы — портативные спектрометры, датчики влажности, pH-метры, GPS-навигация (позволяют получать оперативные данные, но пока мало интегрированы в комплекс с ИИ).

Необходимо также учитывать классификацию приемов, которые картографы используют, чтобы передать пространственную информацию на карте. К основным относятся [1;5-6]:

1. Способ локализованных значков. Используется для указания местоположения объектов, не выражающихся в масштабе карты. Помимо географического положения знак показывает семантическую характеристику объектов (тип, величину, изменение во времени). Примеры: населенные пункты, отдельно стоящие деревья, указатели дорог, столбы

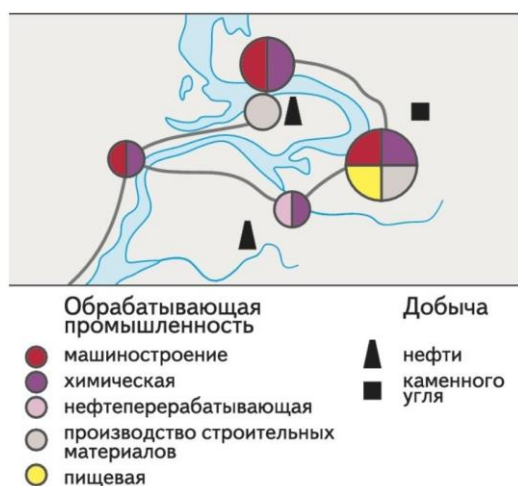


Рисунок 1 - Способ локализованных значков

2. Способ линейных знаков. Применяется для передачи линейных объектов. Знаки фиксируют положение осей протяженных объектов. Основные средства передачи качественных и количественных характеристик - ширина, цвет, рисунок знака. Примеры: дороги, реки, государственные границы, водоразделы



Рисунок 2 - Способ линейных знаков

3. Способ изолиний и псевдоизолиний. Предназначен для показа непрерывных и постепенно изменяющихся в пространстве явлений. Главный инструмент - изолинии и псевдоизолинии. Больше значение имеют не отдельные изолинии, а их рисунок. Примеры: высота, глубина, давление, температура, магнитное склонение, количество осадков.

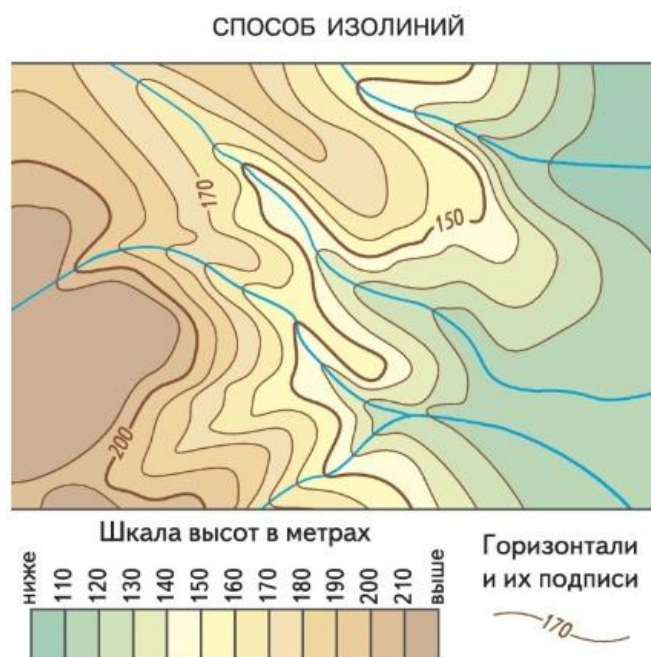


Рисунок 3 - Способ изолиний и псевдоизолиний

4. Способ качественного фона. Применяется для деления территории на однородные в качественном отношении группы. Основной метод – типизация территории в соответствии с принятой классификацией (геоботанической, ландшафтной, сельскохозяйственной). Чаще всего используются фоновая окраска, штриховка, размещение индексов и подписей. Линейные границы участков рассматриваются как элемент данного способа.

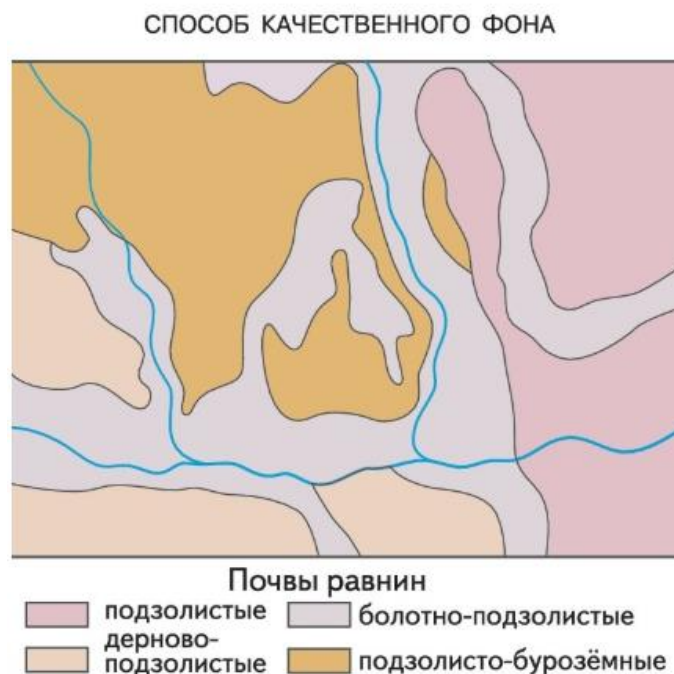


Рисунок 4 - Способ качественного фона

5. Способ количественного фона. Используется для деления территории по количественному показателю (модуль стока, глубина расчленения рельефа). Графическое

оформление сходно со способом качественного фона, но насыщенность цвета и штриховки отражает рост показателей. Также не исключено применение диаграмм.

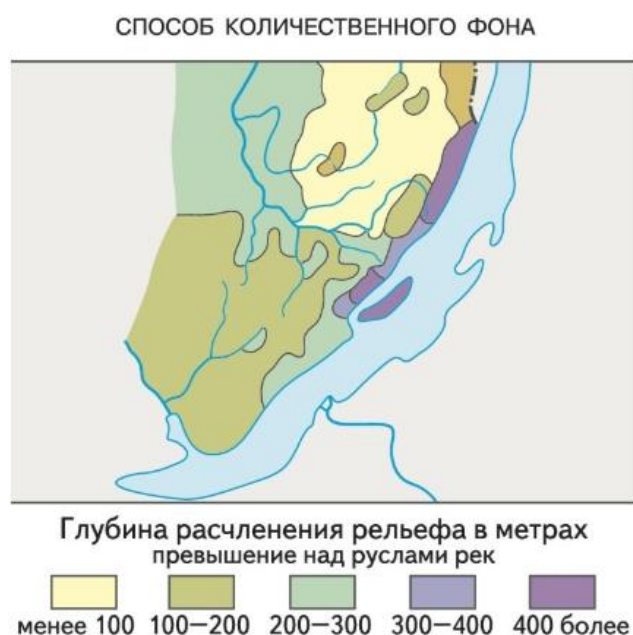


Рисунок 5 - Способ количественного фона

6. Способ локализованных диаграмм. Отражает ход, величину, продолжительность и повторяемость явлений в конкретной точке с помощью диаграмм. Есть принципиальное отличие локализованной диаграммы от способа значков. Первый способ предназначен для явлений сплошного или линейного распространения. Второй применяется для явлений, локализованных в пункте. Примеры: годовой ход температуры, количество осадков по месяцам, динамика снежного покрова, направление и сила ветра

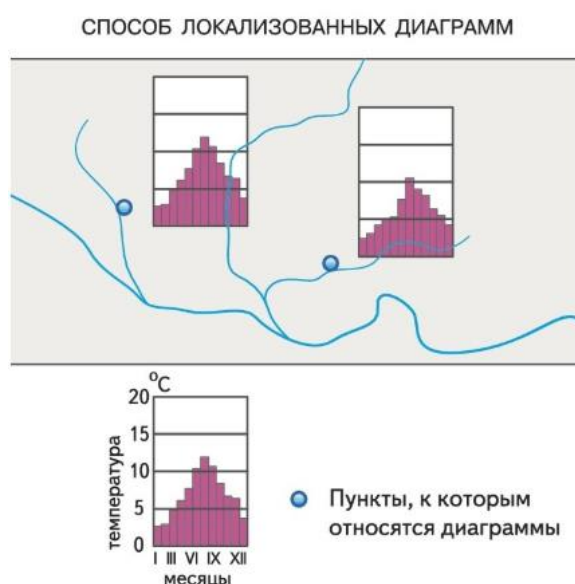


Рисунок 6 - Способ локализованных диаграмм

7. Точечный способ. Предназначен для картографирования массовых рассредоточенных явлений. Одна точка обозначает определенное количество единиц. На

карту наносят некоторое количество точек равной величины, а их группировка дает наглядную картину - размеры, места концентрации и рассеяния. Примеры: посевные площади, население, животноводство



Рисунок 7 - Точечный способ

8. Способ ареалов. Немного похож на способ качественного фона, в отличие от него показывает ареалы. Размещение в пределах ареала может быть сплошным или рассеянным. Графические приемы данного способа различны: ограничение ареала линией, окрашивание, штриховка, равномерное размещение знаков, размещение подписей в пределах ареала. Примеры: ареалы растений, животных, пахотных земель, оледенения

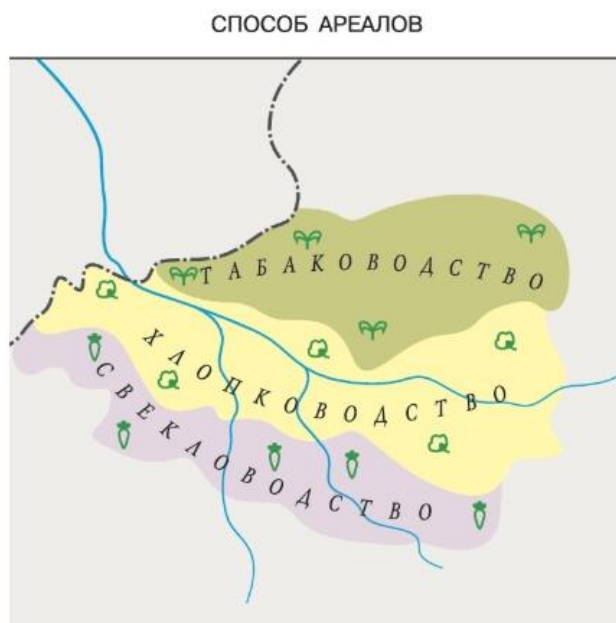


Рисунок 8 - Способ ареалов

9. Способ знаков движения. Служит для показа пространственных перемещений. При помощи знаков движения можно показать путь, способ, направление и скорость перемещения, качество, мощность и структуру потоков. Основные графические средства -

векторы и ленты. Примеры: морские течения, перелеты птиц, транспортные маршруты, перевозки грунтов, военные действия, миграция населения



Рисунок 9 - Способ знаков движения

10. Картодиаграммы. Показывают абсолютные статистические показатели в пределах каждой территориальной единицы в виде диаграммы. Чаще всего территории разделяют по административному принципу. Примеры: ВВП, площадь сельского хозяйства, численность населения

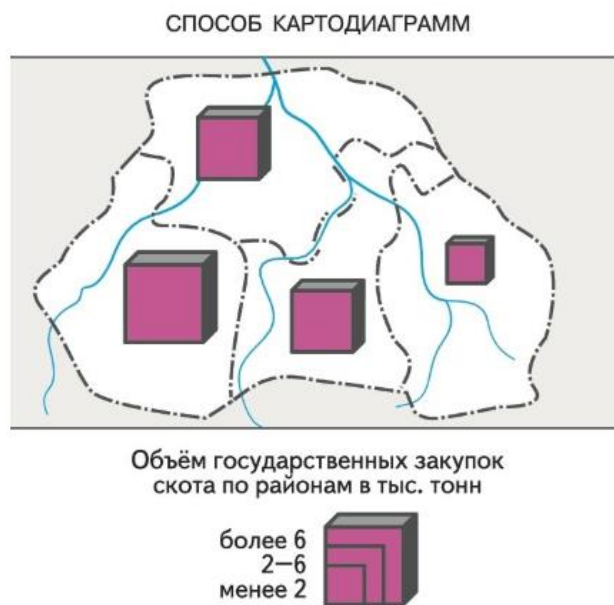


Рисунок 10 – Картодиаграммы

11. Картограммы. Отличаются от картодиаграмм тем, что иллюстрируют относительные показатели в пределах административного деления. В качестве графического

средства чаще всего используются фоновая окраска и штриховка. Примеры: плотность населения, средний возраст населения, уровень безработицы



Рисунок 11 - Картограммы

Исходные данные и методы исследования. Мировая практика показывает устойчивую тенденцию к интеграции геоинформационных технологий, систем глобального позиционирования (GPS/ГЛОНАСС) и искусственного интеллекта в задачи мониторинга природных ресурсов [7]. Однако существующие решения, как правило, фрагментарны: они ограничены использованием либо отдельных типов сенсоров, либо методами геостатистической интерполяции, что снижает точность и масштабируемость результатов [8]. В то же время растёт потребность в комплексных мобильных системах, способных объединять многомодальные данные (сенсорные, спектральные, лабораторные) и автоматически преобразовывать их в высокоточные цифровые карты.

Применение методов машинного обучения и глубоких нейронных сетей открывает новые возможности для моделирования пространственного распределения свойств почв на основе ограниченного числа измерений [9]. Такие методы позволяют не только повысить точность картографирования, но и существенно ускорить процесс получения информации, что критически важно в условиях меняющегося климата, деградации земель и роста требований к продовольственной безопасности [10].

Для Казахстана и стран Центральной Азии тема приобретает особую значимость ввиду высокой степени эрозии почв, засушливого климата, а также необходимости оптимизации агротехнических мероприятий на больших территориях. Создание автоматизированного мобильного комплекса для картографирования почв с GPS-приёмником на основе искусственного интеллекта позволит формировать научно обоснованные рекомендации по внесению удобрений, орошению и восстановлению плодородия [4,9].

Таким образом, актуальность исследования обусловлена:

1. глобальными вызовами в области устойчивого земледелия и рационального использования природных ресурсов;
2. недостаточной эффективностью традиционных методов анализа и картографирования почв;
3. потребностью в интеграции мобильных сенсорных систем, геоинформационных технологий и искусственного интеллекта;

4. стратегической значимостью для обеспечения продовольственной безопасности и повышения конкурентоспособности агропромышленного сектора.

Решение поставленных задач будет способствовать развитию теории и практики цифрового сельского хозяйства, а также внесёт вклад в формирование новой научной парадигмы экологически устойчивого управления земельными ресурсами.

Исследование и построение автоматизированного мобильного комплекса для картографирования содержания почв с GPS – приемником на основе искусственного интеллекта это проект умной мобильной системы (например, на тракторе, дроне или другой платформе), которая автоматически измеряет свойства почвы в разных точках поля, записывает координаты через GPS и с помощью искусственного интеллекта строит карты качества почв [5,6].

Прежде всего необходимо изучение существующих решений и технологий, а потом разработка собственного прототипа или системы, которая будет работать автоматически, без постоянного вмешательства человека.

Мобильный комплекс – это сама установка (робот, дрон). Задача комплекса - собирать данные о состоянии почвы (например, влажность, кислотность, содержание органических веществ, азота, фосфора, калия и др.) и создавать карты распределения этих свойств по территории.

GPS-приёмник - фиксирует координаты измерений. Комплекс должен уметь определять точные координаты измерений. То есть каждое измерение привязывается к конкретной точке на местности, чтобы потом можно было построить карту .

Искусственный интеллект - анализирует данные и строит прогнозы, чтобы из отдельных точек получить целую карту [8,9]. Также подразумевается использование методов машинного обучения и анализа данных. Алгоритмы будут обрабатывать сенсорные данные, строить прогнозы (например, содержание элементов по спектральным характеристикам) и интерполировать значения между точками измерений для создания сплошной карты.

Объектом исследования являются процессы пространственного распределения агрохимических и физических параметров почвенного покрова [5].

Предметом исследования - методы и средства автоматизированного сбора, синхронизации и анализа почвенных данных с использованием мобильных комплексов, GPS-навигации и алгоритмов искусственного интеллекта [6,9].

Цель исследования - разработка научно обоснованных принципов построения и реализации мобильного автоматизированного комплекса для оперативного картографирования почв на основе объединения геоинформационных технологий, сенсорных измерений и интеллектуального анализа данных [8,9].

Выводы. Таким образом, исследование направлено на решение междисциплинарной научной задачи, находящейся на стыке почвоведения, геоинформационных систем, сенсорных технологий и искусственного интеллекта, и способствует формированию нового научного направления - интеллектуальных систем мобильного почвенного картографирования.

Результаты исследования подтверждают, что традиционные методы почвенного анализа уже не удовлетворяют требованиям точного земледелия, где необходимы оперативность и высокая пространственная детализация [9,10]. Автоматизированный мобильный комплекс с применением искусственного интеллекта обеспечивает более полное представление о пространственной неоднородности почвенных свойств. Важно отметить, что интеграция многомодальных данных (сенсорных, спектральных и лабораторных) повышает точность прогнозов по сравнению с использованием отдельных источников информации. Внедрение алгоритмов машинного обучения и глубоких нейронных сетей позволяет формировать гибридные модели, сочетающие преимущества геостатистики и интеллектуального анализа. Такой подход способствует не только получению высокоточных карт, но и выявлению закономерностей деградации земель. Практическая проверка показала, что комплекс может быть адаптирован к различным типам агроландшафтов, включая засушливые регионы. Кроме того, разработанная методология оценки пространственной неопределённости даёт

возможность формировать более надёжные агрономические рекомендации. Для Казахстана это открывает перспективы оптимизации агротехнических мероприятий и рационального использования удобрений и воды. В будущем такие системы могут стать основой для полностью автономных аграрных технологий. Тем самым работа вносит вклад в развитие цифрового почвоведения и формирование новой парадигмы управления земельными ресурсами на основе искусственного интеллекта.

Литература:

1. Салищев К.А. Картоведение: Учебник. — 3-е изд. — М.: Изд-во МГУ, 1990. — 400 с.
2. Большая российская энциклопедия. «Картографические изображения». — [Электронный ресурс]. URL: <https://bigenc.ru/geography/text/2049608>
3. Кашкин В.Б. Основы дистанционного зондирования Земли. — М.: Академкнига, 2003. — 264 с.
4. Burrough P.A., McDonnell R.A. Principles of Geographical Information Systems. — Oxford: Oxford University Press, 1998. — 333 p.
5. Cartetika. «11 способов картографического изображения». — [Электронный ресурс]. URL: <https://cartetika.ru/tpost/jvjoa541b1-11-sposobov-kartograficheskogo-izobrazheniya>
6. Чеботарев А.И. Современные методы цифрового картографирования. — Новосибирск: СО РАН, 2015. — 212 с.
7. McBratney A.B., Minasny B. Digital soil mapping: A brief history and some lessons. *Geoderma*, 2018, 264, pp. 301–311.
8. Li S., Shi Z., Zhang L. Machine learning for predicting soil properties using remote sensing data. *Remote Sensing*, 2020, 12(21), 3452.
9. Rossel R.V., Webster R. Predicting soil properties from the infrared spectra of soil: A review. *Geoderma*, 2012, 170, pp. 1–14.
10. FAO. The State of the World's Soil Resources. — Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020.

БИОӘРТҮРЛІЛІК МОНИТОРИНГІНДЕ АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ ҚОЛДАНЫЛУЫ: ОРТАЛЫҚ АЗИЯ МЫСАЛЫНДА

Джексенбаев Н.К., Молдабаева Ә.К

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы

*e-mail: Dzhexenbayev.N@kaznu.kz, e-mail: adiyamoldabayeva@bk.ru

Аннотация Бұл мақалада биоәртүрлілік мониторингінде ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың (АКТ) қолданылу ерекшеліктері қарастырылады. Орталық Азия кеңістігі флорасы мен фаунасының байлығымен және эндемик түрлердің көптігімен ерекшеленеді, алайда климаттың өзгеруі мен антропогендік қысым аймақтағы биоәртүрлілікке елеулі қауіп төндіруде. Осыған байланысты спутниктік қашықтықтан зондтау, геоақпараттық жүйелер, дрондар, фототұзақтар, Big Data мен жасанды интеллект секілді заманауи технологиялардың рөлі ерекше аталады. Сонымен қатар азаматтық ғылым мен мобильді қосымшалар арқылы қоғамды деректер жинауға тарту тәжірибесі сипатталады. Қазақстандағы ақбөкендерді GPS арқылы бақылау, Қырғызстандағы қар барысын фототұзақпен зерттеу, Өзбекстандағы құстарды жасанды интеллект негізінде тану сияқты мысалдар келтірілген. Зерттеу нәтижелері АКТ-ның табиғатты қорғау ісін жаңа деңгейге көтеріп, экожүйелерді сақтауға ықпал ететінін көрсетеді.

Түйінді сөздер: биоәртүрлілік, мониторинг, ақпараттық-коммуникациялық технологиялар, Орталық Азия, геоақпараттық жүйелер.

Кіріспе. Биоәртүрлілік – Жер бетіндегі барлық тірі ағзалардың, олардың генетикалық қоры мен табиғи қауымдастықтарының алуан түрлілігі. Ол экожүйелердің тұрақтылығын қамтамасыз етіп қана қоймай, адамзаттың әлеуметтік-экономикалық дамуы мен экологиялық қауіпсіздігі үшін маңызды рөл атқарады. Әлемдік деңгейде биоәртүрліліктің жойылу қарқыны артып келе жатқаны белгілі, ал бұл құбылыс Орталық Азия елдеріне де тән. Аймақтағы ерекше табиғи аймақтар – шөлейттер, далалар, биік таулар мен су ресурстарына бай экожүйелер көптеген сирек кездесетін жануарлар мен өсімдіктердің тіршілік ету ортасы болып табылады. Мысалы, ақбөкен, қар барысы, қарақұйрық және эндемикалық өсімдік түрлері ерекше қорғауды қажет етеді.

Соңғы жылдары антропогендік қысым, жердің деградациясы, заңсыз аңшылық пен климаттың өзгеруі салдарынан биоәртүрліліктің жағдайы нашарлап отыр. Бұл мәселені тиімді шешу үшін дәстүрлі экологиялық бақылау әдістерімен қатар жаңа ақпараттық-коммуникациялық технологияларды (АКТ) енгізу қажеттілігі туындады. Заманауи технологиялар табиғи ресурстарды қорғау ісін автоматтандыруға, экожүйелердегі өзгерістерді жедел тіркеуге және алынған деректерді халықаралық деңгейде талдауға мүмкіндік береді.

Бүгінгі таңда биоәртүрлілік мониторингінде қолданылып жүрген АКТ құралдарына спутниктік қашықтықтан зондтау, геоақпараттық жүйелер (ГАЗ), дрондар, фототұзақтар, GPS-трекерлер, жасанды интеллект және мобильді қосымшалар жатады. Олардың көмегімен жануарлар популяциясының саны мен көші-қон жолдары бақыланып, өсімдіктердің таралу аумағы анықталып, экожүйелердің деградация деңгейі бағаланады.

Орталық Азияда бұл бағыттағы тәжірибелер бірқатар елдерде іске асырылып келеді. Қазақстанда ақбөкендердің миграциясын спутниктік бақылау жүйелері арқылы зерттеу жолға қойылса, Қырғызстанда қар барысын фототұзақтар мен дрондар арқылы тіркеу кең таралған. Өзбекстанда құстардың миграциялық бағыттарын жасанды интеллект негізінде талдау жобалары жүзеге асырылуда. Халықаралық ұйымдардың қолдауымен аймақтық деңгейде экологиялық деректер қоры қалыптастырылып, бірыңғай мониторингтік жүйе құруға

талпыныстар жасалуда. Осы тұрғыдан алғанда, биоәртүрлілікті сақтауда ақпараттық-коммуникациялық технологияларды пайдалану аймақ елдері үшін ерекше маңызға ие. Бұл тек ғылыми деректердің нақтылығын арттырып қана қоймай, табиғатты қорғау стратегияларын тиімді жоспарлауға, халықаралық ынтымақтастықты дамытуға жол ашады.

Алғашқы мәліметтер мен зерттеу әдістері. Бұл зерттеудің негізін Орталық Азия елдерінде жүргізілген биоәртүрлілік мониторингіне қатысты деректер, халықаралық ұйымдардың есептері мен аймақтық ғылыми жобалардың нәтижелері құрайды. Негізгі дереккөздерге Қазақстан, Қырғызстан, Өзбекстан, Түркіменстан және Тәжікстан аумақтарында жүргізілген далалық бақылаулар, спутниктік мониторинг нәтижелері, мемлекеттік экологиялық агенттіктердің ресми мәліметтері және халықаралық ұйымдардың (UNDP, WWF, IUCN, GEF) жариялаған есептері алынды.

Алғашқы мәліметтерді жинауда бірнеше әдіс қолданылды. Біріншіден, спутниктік қашықтықтан зондтау деректері пайдаланылды. Олардың көмегімен жер қыртысының өзгерістері, орман алқаптарының көлемі, жайылымдардың жағдайы және су айдындарының динамикасы анықталды. Екіншіден, геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) негізінде жиналған мәліметтер картаға түсіріліп, экожүйелердің кеңістіктік құрылымы талданды.

Үшіншіден, далалық зерттеу әдістері қолданылды. Бұл бағытта фотоқақпандар (фототұзақтар), дрондар және GPS-трекерлер арқылы жануарлар популяциясы тіркелді. Мысалы, Қазақстандағы ақбөкендердің көші-қон жолдарын бақылау үшін спутниктік навигация құрылғылары пайдаланылды. Қырғызстандағы қар барысы популяциясын зерттеу үшін фототұзақтар орнатылып, алынған суреттер жасанды интеллект алгоритмдерімен өңделді.

Төртіншіден, үлкен көлемдегі деректерді (Big Data) өңдеу әдісі қолданылды. Бұл тәсіл биологиялық деректердің сандық динамикасын талдауға, жануарлар мен өсімдіктердің таралуын болжауға мүмкіндік берді. Сонымен қатар, құстардың дауыстық сигналдары мен дыбыстық мониторинг нәтижелері жасанды интеллект көмегімен өңделіп, түрлердің сәйкестендірілуі жүргізілді.

Бесіншіден, азаматтық ғылым (citizen science) әдісі пайдаланылды. Мобильді қосымшалар (мысалы, iNaturalist) арқылы жергілікті тұрғындардан алынған ақпарат ресми деректер базасына енгізіліп, қосымша мәлімет көзі ретінде қарастырылды. Бұл тәсіл экологиялық зерттеулерге қоғамды тартудың тиімділігін көрсетті.

Жалпы зерттеу әдістемесі кешенді сипатқа ие болды: спутниктік суреттерді талдау, геоақпараттық жүйелерде карта құру, далалық бақылау жүргізу, автоматтандырылған бейнеқақпандардан алынған мәліметтерді өңдеу және үлкен деректерді талдау қатар қолданылды. Мұндай тәсілдер аймақтағы биоәртүрлілікті кешенді бағалауға және табиғатты қорғау шараларын ғылыми тұрғыдан негіздеуге мүмкіндік берді.

Зерттеу барысында алынған бастапқы деректер әртүрлі дереккөздерден жинақталды. Атап айтқанда, халықаралық деректер қоры (GBIF, IUCN Red List), спутниктік бақылау нәтижелері және аймақтық ғылыми-зерттеу институттарының есептері пайдаланылды. Бұл мәліметтер биоәртүрліліктің кеңістіктік үлестірілуін, жануарлар популяциясының динамикасын және экожүйелердің өзгерістерін кешенді түрде қарастыруға мүмкіндік берді.

Әдістемелік тұрғыдан алғанда, зерттеу бірнеше деңгейде жүргізілді. Бірінші деңгейде **қашықтықтан зондтау деректері** арқылы жер бедерінің, орман алқаптарының және су айдындарының жағдайы талданды. Екінші деңгейде **ГАЖ-технологиялар** қолданылып, жиналған ақпараттар кеңістіктік картаға түсірілді. Үшінші деңгейде **биологиялық деректерді өңдеуде статистикалық талдау әдістері** пайдаланылды, бұл әртүрлі аймақтағы биоәртүрлілік көрсеткіштерін салыстыруға мүмкіндік берді.

Сонымен қатар, Орталық Азияда жүргізілген кейбір пилоттық жобалардың нәтижелері назарға алынды. Мысалы, Қазақстандағы «Ақбөкенді сақтау» бағдарламасы, Қырғызстандағы қар барысын бақылау жобасы және Өзбекстандағы құстардың миграциясын қадағалау бастамалары зерттеу деректерін толықтырды. Бұл тәжірибелер АКТ қолданудың нақты нәтижелерін айқындап, ғылыми жұмыстың сенімділігін арттырды. Осылайша, алғашқы

деректер мен қолданылған әдістер кешенді түрде қарастырылып, биоәртүрлілікті мониторингтеу саласында АКТ-ның маңыздылығы жан-жақты ашылды.

1-кесте. Биоәртүрлілік мониторингінде АКТ қолданылуының мысалдары (Орталық Азия елдері бойынша)

№	Технология түрі	Қолдану мақсаты	Орталық Азиядағы мысалдар
1	Геоақпараттық жүйелер (ГАЗ)	Экожүйелердің кеңістіктік картасын құру	Қазақстанда жайылымдар мен орман ресурстарын картаға түсіру
2	Спутниктік қашықтықтан зондтау	Орман алқаптарының, су айдындарының динамикасын бақылау	Түркіменстанда шөл аймақтарының деградациясын анықтау
3	Дрондар	Жануарлар популяциясын есепке алу, бақылау	Қырғызстанда қар барысын тіркеу және зерттеу
4	Фототұзақтар (бейнеқақпандар)	Сирек жануарларды тіркеу	Тәжікстанда жабайы аңдарды есепке алу
5	GPS-трекерлер	Жануарлардың көші-қон жолдарын бақылау	Қазақстанда ақбөкендердің қозғалысын зерттеу
6	Жасанды интеллект және Big Data	Үлкен көлемдегі деректерді талдау, құстарды дыбыстан тану	Өзбекстанда құстардың миграциясын анықтау
7	Мобильді қосымшалар (Citizen Science)	Азаматтарды деректер жинауға тарту	Қазақстанда iNaturalist платформасын пайдалану

Кестеде көрсетілгендей, Орталық Азия елдерінде биоәртүрлілікті мониторингте ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың алуан түрі қолданылады. Мәселен, геоақпараттық жүйелер экожүйелердің кеңістіктік картасын жасауға мүмкіндік берсе, спутниктік қашықтықтан зондтау орман алқаптары мен шөлейт аймақтардың өзгерістерін бақылауға қолданылады. Дрондар жануарлар популяциясын есепке алу үшін, ал фототұзақтар сирек кездесетін аңдарды тіркеу үшін тиімді. Сонымен қатар, GPS-трекерлер жануарлардың көші-қон жолдарын анықтауға көмектессе, жасанды интеллект пен Big Data құстардың миграциясын талдауда маңызды рөл атқарады. Ал мобильді қосымшалар (Citizen Science) тұрғындарды зерттеуге тарту арқылы ресми деректер базасын толықтырып, қоғамдық ғылымның дамуына ықпал етеді.

2-кесте. Зерттеуде қолданылған мәлімет көздері мен бағыттары

Мәлімет көзі	Қысқаша сипаттама	Қолдану саласы	Артықшылықтары
Халықаралық деректер базалары (GBIF, IUCN, WWF)	Ғаламдық биоәртүрлілікке қатысты ашық мәліметтер	Түрлердің таралу аймағын анықтау	Жаһандық салыстыруға мүмкіндік береді
Ұлттық статистика комитеттері мен экология	Ресми мемлекеттік деректер	Аймақтық биоәртүрлілік	Сенімді және ресми ақпарат

министрліктерінің есептері		индикаторларын бағалау	
Далалық экспедициялар	Ғалымдар мен студенттердің тікелей бақылаулары	Жануарлар мен өсімдіктердің нақты популяциясын есептеу	Жаңа деректер жинауға мүмкіндік береді
Жерсеріктік деректер (Landsat, Sentinel)	Қашықтықтан зондтау суреттері	Экожүйелердің өзгерісін уақыт бойынша қадағалау	Ұзақ мерзімді динамиканы талдау
Қоғамдық ғылым деректері (Citizen Science)	Мобильді қосымша арқылы жиналған бақылаулар	Халықты табиғатты қорғауға тарту	Қосымша көп көлемді деректер береді

Кестеде көрсетілгендей, зерттеуде қолданылған мәлімет көздері әртүрлі деңгейдегі деректерді қамтиды. Халықаралық деректер базалары (GBIF, IUCN, WWF) жаһандық биоәртүрлілікті бағалауға мүмкіндік берсе, ұлттық статистикалық комитеттер мен экология министрліктерінің ресми есептері аймақтық деңгейдегі сенімді ақпаратты ұсынады. Далалық экспедициялар нақты учаскелерде жануарлар мен өсімдіктердің санын есептеуде маңызды рөл атқарады.

Жерсеріктік деректер экожүйелердің кеңістіктік және уақыттық динамикасын талдауға жағдай жасап, табиғи ресурстардағы өзгерістерді ұзақ мерзімді бақылауға мүмкіндік береді. Ал қоғамдық ғылым деректері (Citizen Science) халықты ғылыми деректер жинауға тарту арқылы ресми мәліметтерді толықтырып, қосымша үлкен көлемдегі ақпарат алуға жол ашады. Осылайша, әртүрлі дереккөздердің үйлесімді қолданылуы зерттеу нәтижелерінің нақтылығын арттырып, Орталық Азиядағы биоәртүрлілікті кешенді түрде бағалауға мүмкіндік берді.

Бұл зерттеу барысында әртүрлі дереккөздер мен заманауи әдістер қолданылды. Негізгі мәліметтер халықаралық ұйымдардың ашық базаларынан, ұлттық статистикалық агенттіктерден және аймақтық экологиялық жобалардың есептерінен алынды. Сонымен қатар, далалық жұмыстар барысында жиналған бастапқы деректер де пайдаланылды.

Орталық Азиядағы биоәртүрлілік мониторингіне талдау жасау үшін геоақпараттық жүйелер, спутниктік қашықтықтан зондтау деректері, дрондық бақылау құралдары және фототұзақтар қолданылды. Бұл әдістер табиғи ландшафттардың кеңістіктік құрылымын зерттеуге және жануарлар популяциясының нақты сандық көрсеткіштерін анықтауға мүмкіндік берді. GPS-трекерлер жануарлардың қозғалысын, ал жасанды интеллект технологиялары құстардың дауысы немесе бейнесі арқылы түрлерін автоматты түрде тануға пайдаланылды.

Мәліметтерді талдау кезінде статистикалық және математикалық модельдеу әдістері қолданылып, экожүйелердегі өзгерістердің динамикасы бағаланды. Сонымен қатар, халықты тарту мақсатында мобильді қосымшалар арқылы краудсорсингтік деректер жиналды. Бұл тәсіл ресми мониторинг жүйесін толықтырып, жергілікті тұрғындардың табиғатты қорғау ісіне қатысуына мүмкіндік берді. Жалпы алғанда, зерттеу әдістерінің үйлесімділігі алынған мәліметтердің сенімділігін арттырып, Орталық Азия елдерінде биоәртүрлілікті бақылаудың қазіргі жағдайын жан-жақты бағалауға жағдай жасады.

Нәтижелер. Зерттеу барысында алынған нәтижелер Орталық Азия елдерінде биоәртүрлілікті мониторингте ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың (АКТ) кең көлемде қолданылып жатқанын көрсетті. Бұл бағыттағы жұмыстар экожүйелерді қорғау мен тұрақты дамуға ықпал етуде.

Түркіменстан мен Өзбекстанда спутниктік мониторинг негізінен шөлейттену процесін және су айдындарының азаюын бақылау үшін пайдаланылады. Бұл тәсіл климаттың өзгерісі

салдарынан экожүйелердің қалай трансформацияланып жатқанын ұзақ мерзімді негізде бақылауға жағдай жасайды.

Қырғызстан мен Тәжікстанда дрондар мен фототұзақтар сирек кездесетін аң-құстарды тіркеу үшін кеңінен енгізілуде. Мәселен, қар барысын, арқарды, тауешкілерді бақылау кезінде бұл әдістер дәстүрлі санаққа қарағанда анағұрлым дәл әрі тиімді ақпарат берді. Бұған қоса, фототұзақтар жануарлардың табиғи мекендеу ортасындағы жүріс-тұрысын бақылап, олардың экологиялық мінез-құлқын талдауға мүмкіндік берді.

Қазақстанда GPS-трекерлерді қолдану арқылы ақбөкендердің көші-қон жолдары айқындалып, экологиялық дәліздер анықталды. Осы деректер негізінде табиғат қорғау аумақтарын кеңейту және жануарлардың еркін қозғалысын қамтамасыз ету шаралары қабылданды. Бұл тәсіл сирек кездесетін түрлердің сақталуына және олардың санының артуына оң әсерін тигізді.

Сонымен қатар, жасанды интеллект пен Big Data талдау әдістері құстардың миграциясын зерттеуде жоғары нәтиже көрсетті. Әсіресе құстардың дыбыстық белгілерін автоматты түрде тану жүйелері мыңдаған жазбаларды қысқа уақытта талдап, нақты түрлерін анықтай алды. Өзбекстан мен Қазақстандағы құс популяцияларының маусымдық өзгерістері осы әдіс арқылы дәлірек бағаланды.

АКТ-ның тағы бір маңызды үлесі – халықты ғылыми деректер жинауға тарту. Мобильді қосымшалар мен краудсорсингтік платформалар (мысалы, iNaturalist, eBird) арқылы жергілікті тұрғындар флора мен фаунаны бақылауға белсене қатыса бастады. Қазақстанда бұл әдіс ресми деректер қорын бірнеше есе толықтырып, қосымша мыңдаған бақылау нүктелерін қосты. Мұндай тәсіл тек ғылыми деректерді байытып қана қоймай, сонымен бірге қоғамның экологиялық мәдениетін арттыруға ықпал етті.

Жалпы алғанда, зерттеу нәтижелері АКТ құралдарының енгізілуі биоәртүрлілікті мониторингте дәстүрлі әдістерге қарағанда нақты әрі жедел ақпарат беретінін дәлелдеді. Бұл технологиялар экожүйелердің кеңістіктік және уақыттық өзгерістерін бақылауға мүмкіндік беріп, табиғатты қорғау іс-шараларын жоспарлауды жеңілдетті.

Сонымен бірге, зерттеу барысында кейбір қиындықтар да айқындалды. Біріншіден, ауылдық және таулы аймақтарда интернеттің әлсіздігі мобильді қосымшалардың толыққанды жұмыс істеуін шектейді. Екіншіден, дрондар, спутниктік деректер және заманауи жабдықтардың құны жоғары болғандықтан, оларды барлық өңірлерде бірдей қолдану мүмкін емес. Үшіншіден, жиналған деректерді талдау үшін арнайы дайындалған мамандар қажет, ал кейбір елдерде кадрлық әлеует әлі жеткіліксіз деңгейде қалып отыр.

Дегенмен, халықаралық ұйымдардың қолдауымен жүзеге асырылып жатқан жобалар бұл қиындықтарды біртіндеп еңсеруге бағытталуда. Мысалы, БҰҰ Даму Бағдарламасы мен Дүниежүзілік жабайы табиғат қоры (WWF) қаржылық және техникалық көмек көрсетіп, мамандарды даярлау курстарын ұйымдастыруда. Нәтижесінде Орталық Азия елдері биоәртүрлілікті мониторингтеуде жаңа технологияларды кеңінен енгізіп, табиғатты қорғау саласын жаңа деңгейге көтеріп отыр.

Зерттеу барысында алынған деректер Орталық Азия елдерінде биоәртүрлілікті мониторингте ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың кеңінен қолданылып жатқанын көрсетті. Әсіресе спутниктік қашықтан зондтау (remote sensing) және геоақпараттық жүйелердің (ГИС) мүмкіндіктері ерекше маңызға ие болды. Бұл технологиялар арқылы аймақтағы орман алқаптарының көлемі, жайылымдардың деградация деңгейі және су ресурстарының жағдайы динамикалық түрде бақыланды.

Мобильді қосымшалар мен онлайн платформалардың енгізілуі халықтың экожүйелер туралы деректер жинауға белсенді қатысуына жол ашты. Мысалы, құстарды бақылау, сирек кездесетін өсімдіктердің таралу аймағын белгілеу немесе жойылып кету қаупі бар жануарларды тіркеу сияқты жұмыстарда еріктілердің үлесі артты. Бұл тәсіл дәстүрлі мониторингті толықтырып, қосымша деректер көлемін ұлғайтты.

Зерттеу нәтижесінде табиғи аумақтардағы экожүйелік өзгерістердің карталары жасалып, оларды өңірлік басқару органдары табиғатты қорғау шараларын жоспарлауда қолдана

бастады. Сонымен қатар, трансшекаралық деректер алмасу жүйелерінің қалыптасып келе жатқаны байқалды. Қазақстан, Қырғызстан және Өзбекстан арасында бірқатар бірлескен платформалар жұмыс істей бастады, бұл аймақтық деңгейде ортақ мәселелерді шешуге мүмкіндік берді. Алынған нәтижелер АКТ-ның биоәртүрлілікті сақтау мен экологиялық саясатты жетілдіруде стратегиялық құралға айналып келе жатқанын дәлелдейді. Бұл бағыттағы тәжірибелер Орталық Азияда ғана емес, басқа өңірлер үшін де үлгі бола алады.

Орталық Азия кеңістігі биоәртүрлілікке бай әрі табиғи-климаттық жағдайлары әртүрлі аймақ болып табылады. Сондықтан биоәртүрлілікті мониторингтеу үшін дәстүрлі әдістермен қатар заманауи ақпараттық-коммуникациялық технологияларды қолдану ғылыми тұрғыдан негізделген шешім болып табылады.

Зерттеу барысында қолданылған GPS-трекерлер жануарлардың көші-қон жолдарын дәл анықтауға мүмкіндік береді. Бұл аймақтағы ірі сүтқоректілердің (мысалы, ақбөкен, арқар) миграциялық дәліздерін қорғау шараларын нақтылауға септігін тигізеді.

Жасанды интеллект пен Big Data әдістері Орталық Азиядағы құстардың маусымдық қозғалысын анықтауда тиімді. Аймақтағы құс популяцияларының алуан түрлілігі мен олардың мыңдаған шақырымға созылатын қоныс аудару жолдарын тек заманауи деректерді өңдеу құралдары арқылы толық қадағалау мүмкін.

Мобильді қосымшалар (Citizen Science) жергілікті тұрғындарды экологиялық мониторингке тартуға жағдай жасайды. Бұл тәсіл зерттеу тақырыбына сай, өйткені аймақтың географиялық көлемі үлкен, ал ғылыми ұйымдардың барлық аймақты бір мезгілде қамту мүмкіндігі шектеулі. Азаматтық ғылым арқылы жиналған деректер ресми ақпаратты толықтырып, жалпы мониторингтің тиімділігін арттырады.

Осылайша, таңдалған әдістер мен құралдар зерттеу тақырыбына толық сәйкес келеді және Орталық Азиядағы биоәртүрлілік мониторингін жүргізуде тиімді әрі өзекті болып табылады.

Қорытынды. Зерттеу нәтижесін қорытындылай келе, Орталық Азияда биоәртүрлілікті қорғау мен мониторинг жүргізуде ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың маңызы ерекше екені анықталды. АКТ құралдары табиғи ресурстарды кешенді бақылауға, сирек жануарларды қорғауға және экожүйелердің жағдайын дәл бағалауға мүмкіндік беріп отыр.

GPS-трекерлер, жасанды интеллект және Big Data технологиялары жануарлардың қозғалысын, қоныс аудару ерекшеліктерін, сондай-ақ құстардың миграциясын анықтауда жоғары тиімділік көрсетті. Сонымен қатар, мобильді қосымшалар арқылы азаматтардың қатысуы ғылыми деректер қорын толықтыруға және қоғамның экологиялық жауапкершілігін арттыруға ықпал етті.

Жалпы алғанда, ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың енгізілуі Орталық Азия елдерінде биоәртүрлілікті сақтаудың жаңа мүмкіндіктерін ашып, табиғатты қорғау стратегияларын халықаралық деңгейде үйлестіруге жағдай жасайды.

Орталық Азия кеңістігі биоәртүрлілікке бай әрі табиғи-климаттық жағдайлары әртүрлі аймақ болып табылады. Сондықтан биоәртүрлілікті мониторингтеу үшін дәстүрлі әдістермен қатар заманауи ақпараттық-коммуникациялық технологияларды қолдану ғылыми тұрғыдан негізделген шешім болып табылады.

Сәйкестендіруді негіздеу. Бұл мақала мазмұны ХФТЖ рубрикаторының 34.35.29 – «Экологиялық мониторинг» және 20.23.15 – «Ақпараттық жүйелерді қолдану» бағыттарына сәйкес келеді. Зерттеуде Орталық Азиядағы биоәртүрлілікті бақылау тәжірибесі қарастырылып, мониторинг үдерісінде ақпараттық-коммуникациялық технологияларды қолдану ерекшеліктері жан-жақты талданған.

Жұмыста геоақпараттық жүйелер, қашықтан зондтау әдістері, мобильді қосымшалар мен деректерді цифрлық өңдеу құралдары қарастырылып, олардың экологиялық деректерді жинау, сақтау және талдаудағы рөлі негізделген. Бұл зерттеу нәтижелері аймақтық деңгейдегі табиғатты қорғау саясатын жетілдіруге және экожүйелік процестерді кешенді бағалауға мүмкіндік береді.

Осыған орай мақала тақырыбы экологиялық мониторинг пен ақпараттық жүйелерді қолдану саласындағы ғылыми бағыттарға толық сәйкес келеді және аталған бағыттардың дамуына өз үлесін қосады.

Әдебиеттер:

1. Конвенция о биологическом разнообразии. Global Biodiversity Outlook – 5. Монреаль, 2020.
2. Nyambayar B., Reading R., Mix H. Conservation challenges in Central Asia. Oryx Journal, 2020.
3. Еркін Б., Төлегенова А. Қазақстандағы биоәртүрлілікті бақылауда GIS және қашықтықтан зондтау технологияларын қолдану. Орталық Азия экологиялық журналдары, 2021.
4. Жұмаділов З., Мұхамеджанова А. Орталық Азияда биоәртүрлілікті бақылауда азаматтық ғылымның рөлі. Қазақстан экологиялық хабаршысы, 2022.
5. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Biodiversity and Sustainable Development in Central Asia. Монреаль, 2020.
6. Сапаров, Б. Қ. Экологиялық деректерді цифрландырудың жаңа тәсілдері // Экология және тұрақты даму, №2. – 2020.
7. Yerlan, M., & Zhang, H. Application of GIS in biodiversity monitoring in Central Asia // Environmental Monitoring and Assessment, 192(3), 2020.
8. Abdullaev, A., & Karimov, B. Remote sensing technologies for water and biodiversity management in Uzbekistan. – Tashkent: Springer, 2021.
9. Saparbayev, K., et al. Citizen science in biodiversity research: Opportunities for Central Asia // Biodiversity and Conservation, 30(7). – 2021.
10. UNEP. Regional assessment for biodiversity and ecosystem services in Central Asia. – United Nations Environment Programme, 2020.
11. Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Data mobilization for biodiversity in Asia. – GBIF Annual Report, 2021.
12. IUCN. The Red List of Threatened Species: Central Asian regional update. – International Union for Conservation of Nature, 2022.
13. Beketov, M. & Nurpeisova, G. Digital technologies in ecological monitoring of Kazakhstan's protected areas // Journal of Environmental Management, 301. – 2022.
14. FAO. Use of remote sensing and ICT in sustainable land management in Central Asia. – Food and Agriculture Organization, 2023.
15. Kudaibergenova, A., & Ivanov, P. Integrated ICT tools for biodiversity conservation: Case studies from Central Asia // Sustainability, 16(4). – 2024.

ДИКОРАСТУЩИЕ ИРИСЫ И ТЮЛЬПАНЫ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА – ОБЪЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА

¹Иващенко А.А., ²Рамазанова М.С., ^{3*}Толенова А.Д.

¹РГП на ПХВ Институт зоологии Республики Казахстан, г.Алматы, Казахстан,
email: tatyanaK1961@mail.ru

²РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХЖМ МЭПР РК, email: r.madin.c@mail.ru

^{3*}Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан, email:
ayagoz.danyarkyzy@mail.ru

***Аннотация.** В статье приводятся сведения об истории, опыте и перспективах экологического туризма в Южном Казахстане. Этот край занимает первое место среди всех пяти регионов страны по степени привлекательности для туризма. Речь идет в первую очередь о туристах из дальнего зарубежья, которые стали активно посещать нашу страну после обретения ею независимости. Первыми организаторами экологических туров были известные орнитологи и фотографы А.Ю.Книстаутас и О.В.Белялов, организовавшие специализированные туры через известную туристическую фирму МАЛ «Хан Тенгри». Наиболее ценными перспективными объектами туризма стали дикорастущие ирисы и тюльпаны, более 75% видового разнообразия которых представлено именно в Южном Казахстане. В статье приводится список из 53 видов с указанием эндемичных и краснокнижных видов. Указаны основные объекты, которые демонстрируют туристам на 15 апробированных ранее маршрутах, а также предложены 6 новых маршрутов для будущих экскурсий. Подчеркивается значимость дальнейшего развития экологического туризма, в частности ботанического, для развития экономики страны, а также повышения ее имиджа в мире.*

Ключевые слова: ирис, растения, тюльпан, экологический туризм, экскурсионный маршрут.

Введение. Казахстан – привлекательный и благодатный край для развития туризма, который стал активно развиваться здесь только во второй половине прошлого века. Различные регионы девятой по размеру территории страны мира отличаются по богатству и разнообразию ландшафтов и степени их привлекательности для туризма. С.Е.Байдавлетов [1] провел оценку различных типов природных ландшафтов по степени их привлекательности для туризма по пяти регионам Казахстана: Южный, Восточный, Северный, Центральный и Западный. Оценка в баллах (от 0 до 4) проводилась по четырем показателям: рельеф, воды, леса, дополнительные объекты. В итоге, по суммарной оценке, (от низшей к высшей) указанные регионы распределились следующим образом: Западный Казахстан – 13 баллов; Центральный Казахстан – 14 баллов, Северный Казахстан – 25 баллов; Восточный Казахстан – 26 баллов; Южный Казахстан – 27 баллов. Как видим, наиболее интересными и привлекательными для туризма объективно оказались три последних региона. Во всех случаях максимальные показатели получены за счет горных ландшафтов (оценка проводилась по 6 типам).

Одним из наиболее перспективных видов туризма в последние десятилетия стал познавательный, в частности, экологический туризм, объектом которого являются не столько различные типы ландшафтов и экосистем, сколько отдельные элементы их биологического разнообразия – растения и животные. Особенно интересны эти объекты для туристов из стран ближнего и дальнего зарубежья. Наши исследования и опыт, как профессиональных ботаников, касаются одного из важнейших элементов биологического разнообразия – растительного мира Казахстана, причем не просто отдельных природных комплексов и экосистем (лесные, пустынные, степные и т.д.), а конкретных экологических и

таксономических групп и видов, наиболее интересных и привлекательных для познания, эстетического наслаждения и фотографирования. В первую очередь это декоративные красивоцветущие растения, украшающие пейзажи самого богатого по биологическому разнообразию Южного Казахстана. Наиболее значимы среди них представители крупных родов – тюльпан (*Tulipa* L.) из семейства Лилейные (*Liliaceae*) и ирис (*Iris* L.) из семейства Ирисовые (*Iridaceae*), которые в последнее время особенно привлекают внимание и специалистов-исследователей, и просто любителей-туристов.

Исходные данные и методы исследований. Один из авторов настоящего сообщения занимается изучением дикорастущих тюльпанов Казахстана, а также вопросами охраны редких и полезных растений в природе и культуре с 1965 г., поскольку много лет работала в штате Аксу-Жабаглинского заповедника и Иле-Алатауского национального парка, параллельно участвуя в разработке естественно-научных обоснований для организации новых и расширения площадей существующих особо охраняемых природных территорий (заповедников, национальных парков, природных резерватов и специализированных ботанических заказников) в степных, пустынных и горных регионах Казахстана. В период работы в Главном ботаническом саду г.Алматы (1987-1999 гг.) была руководителем и ответственным исполнителем поисковой научной темы «Тюльпаны Южного Казахстана», создала вместе с группой сотрудников коллекции дикорастущих тюльпанов (28 видов), привлеченных из природы луковицами и семенами, отдельные образцы которых (*Tulipa tarda* Stapf, *T.kaufmanniana* Regel, *T.greigii* Regel) из посевов 1988-1998 гг., на заброшенном с 2000 г. участке сохранились до сих пор [2]. Занимаясь вопросами региональной флористики, автору удалось накопить большой материал по распространению, фенологии тюльпанов, ирисов и других декоративных растений, которые используются в озеленении, а главное – являются ценным источником гермоплазмы для выведения культурных сортов [3-6].

В последнее десятилетие к этой работе подключились молодые специалисты, другие авторы данной статьи. В рамках своих диссертационных работ (М.Рамазанова по ирисам, А.Толенова по тюльпанам) они занимаются углубленным изучением этих полезных растений в природных популяциях и в культуре [7,8], в частности с учетом расширения практического использования в качестве объектов экологического туризма.

Исследования проводятся в экспедиционных условиях путем маршрутно-рекогносцировочного обследования местности с применением общепринятых геоботанических методов [9], а для уточнения видовой принадлежности - с использованием справочных пособий и определителей [10,11]. При этом учитывались последние номенклатурные изменения по новейшим сводкам и обзорам [12,13].

Для разработки специализированных экологических маршрутов проводились экспедиционные выезды в различные сезоны (с учетом сроков цветения), фиксирование точек наиболее интересных местообитаний конкретных видов (прибор GPS), хронометраж маршрутов с учетом удаленности от мест размещения групп (гостиницы, гостевые дома, полевые базовые лагеря).

Результаты. В результате собственных многолетних исследований, а также обзора новейших литературных источников установлено, что в пределах Южного Казахстана (Туркестанская, Жамбылская и Алматинская (в старых границах) области) произрастает 53 вида наиболее интересных и популярных растений из двух родов – *Iris* L. (сем. *Iridaceae*) и *Tulipa* L. (сем. *Liliaceae*). Особый интерес как в научном, так и познавательном плане представляют эндемичные для Казахстана виды и редкие, занесенные в Красную книгу [14]. В представленном ниже списке первые отмечены звездочкой (*), а вторые выделены жирным шрифтом.

Под *Iris* L. (сем. *Iridaceae*)

***Iris alberti* Regel** – ирис Альберта, *I.bloudowii* Regel - и.Блудова, *I.falcifolia* Bunge - и.серполистный, *I.korolkowii* Regel - и.Королькова, *I.lactea* Pall. (= *I.iliensis* Poljak, *I.pallasii* Fisch. ex Trev.) - и.молочнобелый, *I.loczyi* Kanitz - и.Лочи, *I.longiscapa* Ledeb. - и.длинностебельный, *I.ruthenica* Ker.-Gawl. - и.русский, *I.scariosa* Willd. ex Link - и.кожистый,

I. songorica Schrenk - и. джунгарский, *I. spuriaria* L., (= *I. halophila* Pall., *I. sogdiana* Bunge) - и. ложный, *I. tenuifolia* Pall. - и. тонколистный, *I. (Juno) albomarginata* R.C. Foster - и. белоокаймленный, ***I. (J.) kuschakowiczii* B. Fedtsch. (= *I. almaatensis* Pavlov)** - и. Кушакевича, *I. narbutii* O. Fedtsch. - и. Нарбута а, ***I. (J.) orchhioides* Carrier** - и. орхидный, *I. (J.) pseudocarpnoides* Ruksans - и. ложнолодымчатый, *I. (J.) subdecolorata* Vved. (= *I. inconspicua* Vved.) - и. обесцвеченный, *I. tubergeniana* Foster - и. Тубергена, ***I. (J.) willmottiana* Foster (= *J. coerulea* Poljak.)** - и. Виллмота, ***I. (Iridodictyum) kolpakowskiana* Regel** - и. (иридодиктиум) Колпаковского, ***I. (I.) winkleri* Regel** - и. Винклера.

Род *Tulipa* L. (Сем. *Liliaceae*)

Tulipa alberti* Regel - т. Альберта, *T. altaica* Spreng. - т. алтайский, *T. bifloriformis* Vved. - т. ложнодвухцветковый, ***T. borsczowii* Regel** - т. Борщова, ***T. brachystemon* Regel*** - т. короткотычиночный, *T. buhseana* Boiss. - т. Бузовский, *T. dasystemon* Regel - т. волосистотычиночный, *T. dasystemonoides* Vved. - т. ложноволосяистотычиночный, *T. dubia* Vved. - т. сомнительный, ***T. greigii* Regel** - т. Грейга, *T. heterophylla* Baker - т. разнолистный, *T. iliensis* Regel - т. илийский, *T. ivaszenkoae* Epiktetov, Belyalov* - т. Иващенко, *T. jansii* J.J. de Groot, Zonn.* - т. Йенса, ***T. kaufmanniana* Regel** - т. Кауфмана, *T. kolbintsewii* Zonn.* - т. Колбинцева, ***T. kolpakowskiana* Regel** - т. Колпаковского, ***T. korolkowii* Regel** - т. Королькова, *T. kujukense* J.J. de Groot, Zonn.* - т. куюкский, ***T. lehmanniana* Merckl** (*T. behmiana* Regel) - т. Лемана, *T. lemmersii* Zonn, Peterse, J. de Groot* - т. Леммерса, *T. orthopoda* Vved.* - т. прямоножечный, ***T. ostrowskiana* Regel** - т. Островского, ***T. regelii* Krasn.*** - т. Регеля, *T. salsola* Ruksans, Zubov* - т. солончаковый, *T. sogdiana* Bunge - т. согдийский, ***T. tarda* Stapf** - т. поздний, *T. tetraphylla* Regel - т. четырехлистный, *T. tschimganica* Botchantz. - т. чимганский, *T. turkestanica* Regel - т. туркестанский, ***T. zenaidae* Vved** - т. Зинаиды.

Таким образом, в Южном Казахстане представлена значительная часть видового разнообразия исследуемых родов - тюльпанов – 75,6%, ирисов – 78,6% от общего количества видов, указанных для всей страны. Еще раз подчеркиваем, что объем и номенклатуру видов мы принимаем по новейшим сводкам [12,13]. Данное направление особенно интенсивно стало развиваться в нашей стране после обретения независимости, когда границы ее открылись для граждан дальнего зарубежья. У истоков казахстанского экологического туризма стояли два известных орнитолога (рис. 1,2) – литовец Альгирдас Книстаутас (1956-2021 гг.) и казахстанец Олег Белялов (1961-2020 гг.).



Рисунок 1. А.Ю.Книстаутас (слева), О.В.Белялов (справа). Фото В.Ковшарь

А.Книстаутас еще летом 1991 г. привез первых англичан – любителей птиц на экскурсию в Аксу-Жабаглинский заповедник, а затем вместе с Олегом стал работать с популярной уже в то время туристической фирмой МАЛ «Хан-Тенгри» (Казбек и Даурен Валиевы). Для этой фирмы Олег разработал серию рекламных буклетов по ботаническим, орнитологическим и ландшафтным турам Казахстана, иллюстрировав их своими уникальными фотографиями (рис. 2). Реклама была разослана в десятки туристических фирм по всему миру и первые крупные группы Альгирдас привез на юг Казахстана в 1994-1995 гг. По его приглашению автор

работала в такой группе летом 1995 г., приобретая под его руководством первый опыт гида ботанических экскурсий.

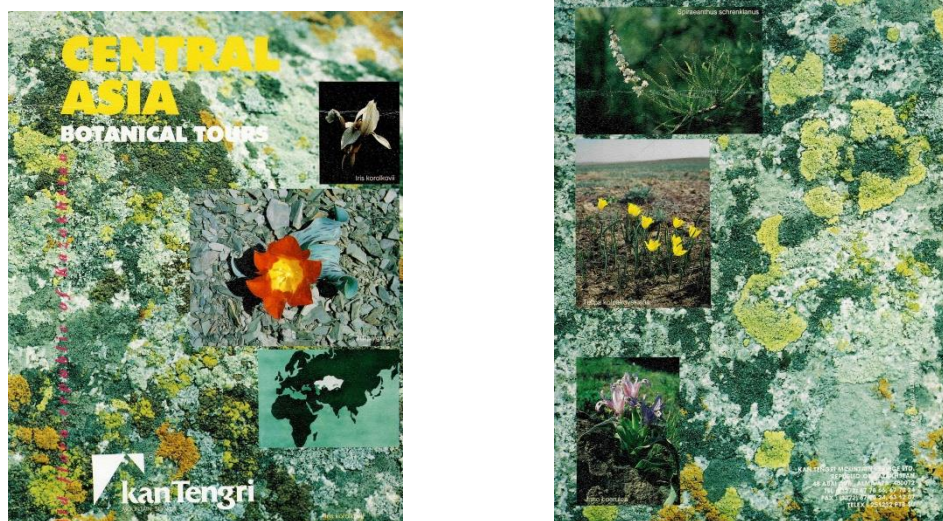


Рисунок 2. Рекламный буклет ботанического тура, разработанный О.В.Беляловым для туристической фирмы МАЛ «Хан-Тенгри»

К тому времени она уже разработала по заказу фирмы «Хан-Тенгри» маршрут и рекламу своего ботанического тура «Тюльпаны Южного Казахстана» - 13-дневный для европейцев (преимущественно англичане) и сокращенный 8-10-дневный – для японцев. Маршрут, в котором были расписаны три основные базовые точки экскурсий (окрестности г.Алматы, долина р.Мерке, Аксу-Жабаглинский заповедник) с учетом сроков цветения тюльпанов (апрель-май) гарантировал демонстрацию от 10 до 15 различных видов, в том числе 3 эндемичных (тюльпан Альберта, т.Регеля, т.прямоножечный) и 8 «краснокнижных» (тюльпан Грейга, т.Кауфмана, т.Зинаиды, т.Альберта, т.Лемана, т.Регеля, т.Колпаковского, т.Островского). Опыт многолетних экспедиций, проводившихся в прежние годы позволил нам без предварительной подготовки уже весной 1996 г. успешно провести первые «Тюльпановые» туры для туристов из Японии и Великобритании.

Незначительные изменения маршрутов, внесенные по нашей инициативе, часто с учетом пожеланий клиентов, интересующихся еще и птицами, позволили в дальнейшем включить в перечень объектов экологического туризма новые виды: тюльпан Борцова (окрестности оз.Кызылколь, Туркестанская обл.) и т.четырёхлистный (Кокпекское ущ., Алматинская обл.). В качестве гида по «Тюльпановому» туру и разработанному ею позже летнему «Альпийские цветы Тянь-Шаня» автор выезжала вплоть до 2019 г. (в последнее время – только в окрестностях г.Алматы). Расширялись маршруты, сроки и экскурсии (в отдельные годы до 4 групп), а также участие как зарубежных, так и отечественных туристических фирм. Самой активной после «Хан Тенгри» оказалась фирма «Silkroud» (А.И.Петров), которая вначале позаимствовала рекламу разработанного нами «Тюльпанового» маршрута, а затем видоизменила его, сокращая или удлиняя сроки, добавляя новые точки и регионы. Одним из лучших и востребованных гидов по экологическим турам стал Владимир Колбинцев, с которым А.А.Иващенко много ездила с конца 80-х гг., как в составе научных экспедиций, так и в качестве гида по смешанным ботаническим и зоологическим турам, организованным фирмами «Naturetrek» и «Gryntour» из Великобритании.

Естественно, что интересы зарубежных туристов не ограничивались только тюльпанами. Они всегда отмечали и фотографировали много других цветущих растений, в первую очередь ирисов. Уже в первые весенние поездки, кроме 10-15 видов тюльпанов, нам удалось показать

иностранцам не менее 10 видов ирисов, в том числе: ирис Альберта, и.молочнобелый, и.Лочи, и.тонколистный, и.Кушакевича, и.орхидный, и.Виллмота, и.Колпковского и др.

Более чем 20-летний опыт первого автора настоящей статьи в качестве гида ботанических экскурсий дал возможность отработать определенные навыки, методики наблюдений и демонстрации растений в различных условиях. Главное – в каждой точке маршрута показывать что-то новое, а в конце дня вместе со всей группой регистрировать результаты своих наблюдений. Мы всегда составляли чек-листы всех увиденных растений, причем не только цветущих трав, но и деревьев, кустарников и т.д. У туристов из разных стран – свой подход, свой характер и свои интересы. Европейцев, как правило, отличает «спортивный» интерес – увиденное один раз часто больше уже не привлекает их, в то время как японцы счастливы тем, что несколько дней подряд видели, например, тюльпан Грейга – в разных ландшафтах, в различных количествах и цветовых вариациях.

Как раз цветовые вариации отдельных видов (формовое разнообразие) оказываются наиболее интересными и обогащают перечень объектов наблюдений во время экскурсий, которые мы проводили с начала апреля до середины августа. За один весенний тур (апрель-май) нам удавалось показать туристам до 100-150 цветущих видов, в то время как в летний период (июнь-август, программа «Альпийские цветы Тянь-Шаня») количество их увеличивалось в 2-3 раза (Заилийский Алатау и Западный Тянь-Шань).

Без сомнения, очень интересными оказались маршруты по Западному Тянь-Шаню (территории и окрестности Аксу-Жабаглинского заповедника и Сайрам-Угамского национального парка), где представлены богатые по формовому разнообразию популяции тюльпанов (рис.3) - т.Грейга (ур.Чуулдак, ущелья Саясу и Беркара в Малом Каратау), т.Кауфмана (ущелья Сайрамсу и Сарыайгыр). К тому же только в двух последних точках нам удавалось показать туристам 2-3 редких вида ирисов - и.Тубергена, и.ложнодымчатый и и.белоокаймленный. Два последних вида только недавно были найдены на территории Казахстана [15.16].



Рисунок 3. Тюльпан Кауфмана в Сайрам-Угамском национальном парке.
Фото В.Ковшарь

Уникален также и маршрут по ущ.Мерке, единственный из предложенных нами в пределах хребта Киргизский Алатау. Только здесь во второй половине апреля - начале мая можно увидеть элегантнейший тюльпан Зинаиды, причем в двух цветовых вариациях - типичной желтой и более редкой темно-красной. Эта точка находится примерно на полпути от Алматы до Аксу-Жабаглинского заповедника, и здесь удобно останавливаться на один день, если группа передвигается на автобусе. К тому же в самом пос.Мерке и выше в ущелье, имеются удобные гостиницы, а также многоэтажное здание санатория, где можно с

комфортом разместиться. Кроме т.Зинаиды, т.Колпаковского, т.ложнодвухцветкового и т.волосистотычиночного, здесь можно увидеть эффектные группы ирисов и (и.орхидный, и.Лочи), а также редчайший для Казахстана кустарник – *Abelia corymbosa* Regel et Schmalg., занесенный в Красную книгу Казахстана.

Кроме Западного Тянь-Шаня, одним из самых перспективных для экологического туризма является регион Балхаш-Алакольской котловины с прилегающими хребтами Заилийского и Джунгарского Алатау. Опыт наших экскурсий по этому региону (с базированием в г.Алматы) включает несколько маршрутов по горам и пустыням в радиусе до 200 км от города.

Самые ранние поездки (с 20 марта по 10 апреля) в ур.Курты и окрестности Капчагайского водохранилища приурочены к цветению уникального эндемика тюльпана Регеля (рис.4), а также т.Бузовского, ириса (иридодиктума) Колпаковского, и.тонколистного, и. (юноны) Кушакевича. Чуть позже в этих же местах расцветают другие виды тюльпанов – т.Альберта, т.Лемана, т.Колпаковского. В общем на этих маршрутах демонстрируем 5 видов тюльпанов и 3 вида ирисов. Кроме того, очень эффектны здесь типичный пустынный рябчик *Frutillaria (Rhinopetalum) karelinii* (рис.5) и массивы различных видов гусиного лука (*Gagea spp.*). Такую экскурсию вполне реально осуществить в один день, так же как и следующую – перевал Курдай и ур.Танбалыстас (археологический природный музей) в Чу-Илийских горах. В последнем случае показываем 6 видов тюльпанов и 5 видов ирисов, в том числе т.Грейга и красочные гибридные популяции т.Островского и т.Колпаковского (Курдай), а также т.Регеля и уникальные наскальные изображения (Танбалы).



Рисунок 4. Тюльпан Регеля.
Фото В.Эпиктетова



Рисунок 5. Рябчик Карелина.
Фото В.Ковшарь

В центральной части Заилийского Алатау большой популярностью пользуются два маршрута в ближайших окрестностях г.Алматы – Большое и Малое Алматинское ущелья, экскурсии по которым мы проводили с конца апреля до середины августа. Благодаря отличной автомобильной дороге в первом случае и комфортной кантаной во втором, всего за один час можно добраться из центра города на перевалы – Жосалы-кезень и Талгарский (более 3000 м над ур.м.), показать 3 вида ирисов и столько же тюльпанов, в том числе высокогорные тюльпан волосистотычиночный и т.разнолистный, цветущие в разных местах вокруг снежников на протяжении до 3-3,5 месяцев. Особенно эффектны обширные поляны таких тюльпанов вместе с розовыми первоцветами (*Primula algida* Adams), которые встречаются здесь, на территории Иле-Алатауского национального парка (рис.6).

Еще один интересный однодневный маршрут, в границах этой же охраняемой территории – озеро Иссык и урочище Тургенъ (до плато Ассы). На этом маршруте встречается 2 вида ирисов и 5 видов тюльпанов, в том числе не отмечавшиеся на предыдущих точках – ирис русский и тюльпан четырехлистный (рис.7).

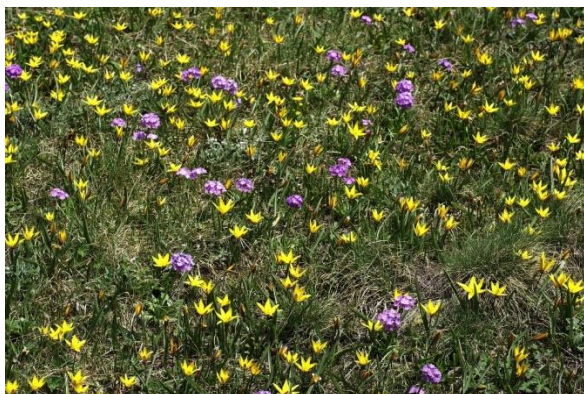


Рисунок 6. Тюльпан
волосистотычиночный.
Фото В.Ковшарь



Рисунок 7. Тюльпан
четырёхлистный. Фото В.Ковшарь

Самый восточный маршрут Северного Тянь-Шаня, не очень часто практиковавшийся нами из-за большой протяженности – Кокпекское ущелье – каньон р.Чарын – Кегенский перевал. Здесь мы демонстрируем туристам по 4 вида ирисов и тюльпанов, в том числе ирис молочнобелый (=и.Палласа) в окрестностях поселков Лавар и Чилик, а также тюльпан илийский (Кегенский перевал), которые не встречались на предыдущих маршрутах.

В результате наших флористических исследований последних лет в Балхаш-Алакольском регионе и прилегающих территориях установлены новые местообитания отдельных видов и уникальных популяций ирисов и тюльпанов, которые мы предлагаем в качестве новых маршрутов ботанических экскурсий.

1. По линии Алматы – Курты – Коншенгиль – Аксуек, где зарегистрированы богатые по цветовым вариациям популяции тюльпана Альберта (рис.8) и т.Лемана, а также пустынные виды ирисов – тонколистного (рис.9) и джунгарского.



Рисунок 8. Тюльпан Альберта.
Фото В.Ковшарь



Рисунок 9. Ирис тонколистный.
Фото В.Ковшарь

2. Алматы – Узун-Каргалы – Каракастек – Кастек: богатые заросли ириса Альберта, а также нового для прежних маршрутов тюльпана позднего, причем в двух цветовых вариациях – типичной белой и ярко-желтой (рис.10).



Рисунок 10. Тюльпан поздний. Фото А.Толеновой

3. Расширение маршрута по долине р. Или – на север до пос.Баканас, на юг – до окрестностей г.Жаркент: массивы и отдельные куртины ириса молочнобелого (рис.11), а также иложного и тюльпанов – Лемана, Колпаковского, Бузовского. Ранней весной на левобережье реки Или в пустынных предгорьях расцветает ирис Колпаковского. Очень редко встречаются уникальные белоцветковые формы (рис. 12).



Рисунок 11. Ирис молочнобелый.
Фото В.Ковшарь



Рисунок 12. Ирис
(иридодиктиум) Колпоковского –
белоцветковая форма. Фото
О.В.Белялова

4. Алакольская котловина (с базированием группы в пос.Коктума, где имеются благоустроенные отели и гостевые дома): 4 вида ирисов, в т.ч. и.джунгарский и 5 видов тюльпанов, в т.ч. недавно описанный т.Колбинцева, а также т.короткотычиночный и т.алтайский.

5. Задарьинские пески, между ст. Арысь и долиной р.Сырдарья с прилегающими низкогорьями Бельтау (Западный Тянь-Шань): 3 вида тюльпанов и 2 вида ирисов, в том числе, не отмечался еще на предыдущих маршрутах ирис длинностебельный и тюльпан Королькова.

По нашему мнению, следует больше популяризировать ботанические туры по другим особо охраняемым территориям – национальным паркам «Алтын-Эмель» и Жонгарском, где особый интерес представляют популяции тюльпанов – Альберта и короткотычиночного, ириса молочнобелого (долина Коныролен), а также ириса Блудова.

При подготовке к экскурсиям и разработке ботанических туров следует использовать красочные научно-популярные издания, в том числе «Цветковые растения юго-востока Казахстана» и «Атласы ключевых видов».

Большим подспорьем может стать и книга «Казахстан – родина тюльпанов» [6], а также уникальный документальный фильм Олега Белялова «На родине тюльпанов» (студия «Казахфильм» им.Ш.Айманова при участии киностудии «Мерген», 2018), созданный по заказу энтузиаста казахстанского кино Бахыта Каирбекова. Считаем, что демонстрацию этого фильма надо включить во все учебные программы школ и ВУЗов страны, поскольку в нем автор в доступной форме рассказывает о видовом разнообразии и биологии тюльпанов Казахстана, истории их культивирования и селекции, а также проблемах и необходимости их особой охраны.

Выводы. Таким образом, апробированные нами за много лет и новые предлагаемые маршруты ботанических экскурсий позволяют туристам увидеть и запечатлеть на фото около 50 видов наиболее привлекательных дикорастущих цветов – ирисов и тюльпанов, в том числе редких и эндемичных. Учитывая значительную продолжительность периода экскурсий в Южном Казахстане (с середины марта – до середины августа) и высотный интервал маршрутов (от равнинных пустынь до альпийских высокогорий) объектами наблюдений будут еще десятки других интересных и высокодекоративных растений. В первую очередь такие уникальные представители монотипных эндемичных родов недзвецкия семиреченская, иконниковия Кауфмана, рафидофитон Регеля, таволгоцвет Шренка и др.

Результаты и резонанс от развития экологического туризма, в том числе и туров по тюльпанам Казахстана трудно переоценить. Это приносит реальный доход нашей стране, способствует созданию новых рабочих мест, развитию инфраструктуры туризма, например создание гостевых домов в сельской местности.

К тому же зарубежные посетители узнают много нового о нашей стране, истории, традициях и гостеприимстве народа, рассказывают об этом на страницах журналов и книг, изданных в Японии, Великобритании, Нидерландах, Швеции и т.д. (рис. 13). Но главное – это повышение имиджа Казахстана в мире.



Рисунок 13. Зарубежные журналы и рекламные проспекты ботанических туров по Южному Казахстану (Королевство Нидерланды и Япония)

Благодарности. Авторы искренне признательны Виктории Ковшарь и Владимиру Эпиктетову за предоставленные фотографии.

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (программа BR 21882199 «Кадастр диких животных Балхаш-Алакольского бассейна с оценкой угроз для их сохранения и устойчивого использования»).

Литература:

1. Байдавлетов С.Р. География туризма Казахстана. – Алма-Ата. - 1992. – 192 с.
2. Ivashchenko A., Tolenova A., Abidkulova D., Abidkulova K. Morphological variability of generative individuals of rare decorative ephemeroids of the Northern Tien Shan as an evidence of their adaptive potential // Acta Agrobotanica. - 2021. – Vol. 74. - Article 7420. - DOI: 10.5586/aa. – 7420.
3. Бочанцева З.П. Тюльпаны. Ташкент. - 1962. – 408 с.
4. Силина З.М. Род *Tulipa* L. – Тюльпан // Декоративные травянистые растения для открытого грунта СССР. - Т.2. – Л., 1977. – С. 128-130.
5. Родионенко Г.И. Род *Iris* L. – Ирис, или касатик. // Декоративные травянистые растения для открытого грунта СССР. - Т.1. – Л. - 1977. – С. 225-273.
6. Иващенко А.А., Белялов О.В. Казахстан – Родина тюльпанов. – Алматы. - 2019. – 368 с.
7. Рамазанова М.С., Иващенко А.А., Грудзинская Л.М., Гемеджиева Н.Г. Род *Iris* L. В Казахстане – от Н.В.Павлова до наших дней. - *Spiraeanthus*. - 2024; (1):171-176.
8. Tolenova A.D., Ivashchenko A.A., Moysiyenko I.I. Plant communities with the participation of *Tulipa tarda* Stapf in Kazakhstan: floristic composition and analysis // The Bulletin of KazNU., Ser. ecological. - 2021. - №1 (66). – С. 61-74.
9. Полевая геоботаника. Тт. 1-3. – М.-Л. – 1961-1965.
10. Флора Казахстана. - Тт. 1-9. – Алма-Ата. - 1956-1966.
11. Определитель растений Средней Азии. Критический конспект флоры. – Ташкент. - 1968-2015. – Тт.1-10.
12. Sennikov A., Khasanov F., Ortikov E., Kurbanaliyeva M., Tojibaev K. Sh. The genus *Iris* L. s.l. (Tridaceae) in the Mountains of Central Asia biodiversity hotspot // Plant Diversity of Central Asia. – 2021. - 2 (1). – P.1-104.
13. Kubentayev SA, Baasanmunkh S, Alibekov DT, Tojibaev KSh, Nyamgerel N, Ivashchenko AA, Tsegmed Z, Epiktetov VG, Sitpayeva GT, Izbastina KS, Idrissova ZT, Mukhtubayeva SK, Abubakirova NB, Gil H-Y, Choi HJ. Revisiting the genus *Tulipa* (Liliaceae) in Kazakhstan, the country with the richest tulip diversity worldwide. - *PhytoKeys* 250: 95–163. – 2004. - <https://doi.org/10.3897/phytokeys.250.136736>
14. Красная книга Казахстана. Т.2. - Ч. 2. Растения. – Астана: LTD Art-PrintXXI. - 2014. – 452 с.
15. Lazkov G.A., Sennikov A.N. Taxonomy of two blue-flowered juno irises (*Iris* subgen. *Scorpiris*, Iridaceae) from the Western Tian-Shan. // *Annales Botanici Fennici*. – 2017, 54:297. – 305.
16. Иващенко А.А. Малоизученные эндемики Западного Тянь-Шаня во флоре Сайрам-Угамского национального парка // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. XVIII Междунар.научно-практич.конфер. – Барнаул. – 2019. – с.270-275.

ЭКОТУРИЗМДЕГІ ЕҢБЕК ҚАУІПСІЗДІГІ – ТҰРАҚТЫ ТУРИЗМ ДАМУЫНЫҢ НЕГІЗІ

Джексенбаев Н.К., Махамбетова А.Ғ.

әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы,
Dzhhexenbayev.N@kaznu.kz, makhambet0vaaa@mail.ru

Аннотация. Мақалада экотуризм саласындағы еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз етудің маңыздылығы мен оның тұрақты туризм дамуына әсері қарастырылған. Экотуризмнің негізгі қағидаттары – табиғатты қорғау, жергілікті қауымдастықтың әл-ауқатын арттыру және экологиялық тұрақтылық тұрғысынан талданған. Қазақстандағы ұлттық парктер мен қорықтарда қауіпсіздік менеджментінің, құтқару және байланыс инфрақұрылымының жеткіліксіздігі атап өтілген. Шетелдік тәжірибелер — Жаңа Зеландия мен Швейцария үлгілері — экотуризмде тәуекелдерді басқарудың тиімді тәсілдері ретінде келтірілген. Зерттеу нәтижесінде еңбек қауіпсіздігін арттыру экотуризмнің экономикалық тұрақтылығын қамтамасыз ететіні және туристер сенімін күшейтетіні дәлелденді.

Түйінді сөздер: экотуризм, еңбек қауіпсіздігі, тұрақты даму, қауіпсіздік менеджменті, ұлттық парк.

Кіріспе. Қазіргі таңда экотуризм әлемдік туризм индустриясының ең қарқынды дамып келе жатқан салаларының бірі болып отыр. Оның басты ерекшелігі – табиғатты қорғау, жергілікті халықтың әлеуметтік-экономикалық жағдайын жақсарту және туристердің мәдени-ағартушылық деңгейін көтеру. Алайда, экотуризмнің дамуымен қатар еңбек қауіпсіздігі мәселесі де алдыңғы қатарға шығуда. Себебі бұл салада гидтер, нұсқаушылар, көлік жүргізушілері және басқа да қызметкерлер табиғи ортада жұмыс істейді, ал мұндай орта көбінесе тәуекелі жоғары аймақтармен байланысты. Сондықтан экотуризмдегі еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз ету – тұрақты туризм дамуының басты алғышарты.

Экотуризм – қоршаған ортаны сақтауға, табиғи ресурстарды ұтымды пайдалануға және жергілікті қауымдастықтың әл-ауқатын көтеруге бағытталған туризм түрі. Оның негізгі қағидаттары – табиғатты қорғау, жергілікті қауымдастық игілігі, экологиялық тұрақтылық және білім беру. Экотуризмнің басты ерекшелігі – ол тек демалыс қана емес, сонымен қатар қоғам мен табиғат арасындағы үйлесімділікті қалыптастыруға бағытталған құбылыс.

Алғашқы мәліметтер және зерттеу әдістері. Экотуризм саласында еңбек ететін мамандардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету – тек олардың денсаулығын қорғау ғана емес, сонымен қатар туристердің өмірін сақтау үшін де маңызды. Бұл жерде келесі бағыттарды атауға болады:

- гидтер мен нұсқаушылардың қауіпсіздігі – олар туристерді бағыттап қана қоймай, төтенше жағдайда алғашқы көмек көрсетуге, табиғи ортада бағдар табуға қабілетті болуы тиіс.
- жүргізушілердің қауіпсіздігі – туристік автобустар, жол талғамайтын көліктер мен арнайы техника жүргізушілерінің кәсіби дайындық деңгейі жоғары болуы қажет.
- экстремалды туризм қызметкерлері – альпинизм, рафтинг, жаяу серуендеу кезінде арнайы жабдықтардың сапасы мен пайдалану ережелерін сақтау маңызды.
- қызмет көрсету саласындағы жұмысшылар – асхана, қонақүй немесе кемпинг қызметкерлері санитарлық-гигиеналық талаптарды қатаң сақтауы тиіс.

Экотуризм табиғи ортада жүзеге асатындықтан, қауіп-қатерлердің түрлері де ерекше болады. Айтып өтер болсақ, табиғи орта факторлары – таулы жерлерде қар көшкіні, сел, тас құлауы, орман ішінде өрт қаупі немесе жыртқыш жануарлардан келетін қауіп бар;

климаттық жағдайлар – ауа райының тез өзгеруі, қатты ыстық немесе суық, жауын-шашын, дауыл туристер мен қызметкерлердің өміріне қауіп төндіреді; жабдықтардың сапасы – қауіпсіздік белбеулері, каска, қайық, шатыр сияқты құралдардың сапасыз болуы апатқа әкелуі мүмкін; көлік қауіпсіздігі – жол-көлік жағдайлары, әсіресе таулы немесе орманды аймақтардағы жолдардың сапасы маңызды рөл атқарады; санитарлық-гигиеналық талаптар – таза ауыз су, дұрыс тамақтану, алғашқы медициналық көмек құралдарының болуы еңбек қауіпсіздігінің негізгі бөлігі.

Қазақстан Республикасында еңбек қауіпсіздігі мен туризм саласына қатысты бірқатар заңдар мен нормативтік құжаттар бар. Олардың ішінде:

- «Еңбек кодексі» – жұмыс беруші мен қызметкер арасындағы еңбек қауіпсіздігі талаптарын белгілейді;

- «Туризм туралы» ҚР заңы – туризмді дамытудағы мемлекеттік саясаттың негізгі бағыттарын көрсетеді;

- ҚР санитарлық ережелері мен нормалары (СанЕЖН) – туризм нысандарында санитарлық-гигиеналық талаптарды белгілейді;

- Халықаралық стандарттар – ISO 21101 (саяхаттардағы қауіпсіздік менеджменті), ISO 45001 (еңбек қауіпсіздігі және денсаулықты қорғау менеджменті).

Бұл құжаттар туризм саласындағы ұйымдарға еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін заңды негіз береді.

Зерттеу барысында Қазақстандағы экотуризм бағыттары (Бурабай, Іле Алатауы, Алтын Емел, Қатонқарағай ұлттық паркттері) мысалға алынды. Дереккөз ретінде ҚР Туризм индустриясы комитетінің есептері, Informburo.kz, UNDP жобалары және MDPI журналында жарияланған 2023 жылғы зерттеу нәтижелері пайдаланылды.

Зерттеу әдістері ретінде талдау, салыстырмалы бағалау, тәуекелдерді басқару жүйесін сараптау және шетелдік тәжірибемен салыстыру әдісі қолданылды. Әр парктің қауіпсіздік деңгейі, инфрақұрылым жағдайы мен кадрлық даярлығы салыстырылып, басқару тиімділігі бағаланды.

Әлемдік деңгейде экотуризмдегі еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз етуге ерекше мән беріледі. Оның ішінде тұрақты туризмнің дамуы мен туристердің қауіпсіздігін басты қағидат ретінде қарастыратын UNWTO (БҰҰ Дүниежүзілік туристік ұйымы), еңбек қауіпсіздігі мен денсаулық сақтау саласындағы халықаралық стандарттарды белгілейтін ILO (Халықаралық еңбек ұйымы), сапа менеджментімен қатар қауіпсіздік менеджментін де қамтитын ISO стандарттары (мысалы, ISO 21101 стандартында туризмдегі қауіпсіздікті басқару жүйесі нақты көрсетілген) және экотуризм нысандарында құтқару қызметтері дамыған, қауіпсіздікке қатысты ақпараттық белгілер мен нұсқаулықтар кеңінен қолданылатын Канада, Швейцария, Жаңа Зеландия тәжірибелерін айта аламыз.

Экотуризмдегі еңбек қауіпсіздігі – тек қызметкерлер мен туристерді қорғау ғана емес, тұрақты туризмнің ұзақ мерзімді дамуына ықпал ететін негізгі фактор. Кадрлардың денсаулығы сақталса, салада кәсіби мамандар тұрақты жұмыс істей алады. Туристердің сенімі артып, елдің туристік имиджі қалыптасады. Қауіпсіздігі жоғары елдерге туристер көбірек келеді, сәйкесінше экономикалық тұрақтылық пайда болады. Бұл жергілікті қауымдастықтың табысын арттырады. Осылайша, еңбек қауіпсіздігін сақтау – қоғамның тұрақты дамуына қосқан үлес екендігін нық сеніммен айта аламыз.

Экотуризм саласында еңбек қауіпсіздігінің басты мәселе екендігін және тұрақты туризм дамуына жол ашар кілт іспеттес екендігін өз еліміздің мысалында да байқай аламыз. Қазақстанның экотуризмге бай аймақтарының басым бөлігі — таулы және шалғай аумақтар (Іле Алатауы, Көлсай, Қатонқарағай, Бурабай және т.б.). Мұндай жерлерде ауа райы күрт өзгеріп, температураның төмендеуі, қар көшкіні мен сел жүру қаупі жоғары. Мәселен, Алматы маңындағы тау бағыттарында жиі тіркелетін оқиғалар — туристердің бағыттан адасуы, кенет суық тиюі немесе биіктікке бейімделмеуі. Бұл жағдайлар көбіне туристердің ауа райы болжамын елемейі мен маршрутты алдын ала хабарламауы салдарынан туындайды.

Көптеген туристер мен гидтер қауіпсіздік нұсқаулықтарымен таныспай, арнайы дайындықсыз табиғи аймақтарға шығады. Маршруттарда бағыттаушы белгілер мен қауіп туралы ескертулердің аз болуы, байланыс желісінің тұрақсыздығы төтенше жағдайларда көмек шақыруды қиындатады.

Сондай-ақ, гидтердің бір бөлігі алғашқы медициналық көмек көрсету дағдыларына ие емес, ал туристердің өздері қажетті жабдықтармен толық қамтамасыз етілмейді (жылы киім, байланыс құралы, дәрі қобдишасы, GPS-навигация).

Экотуризм тек табиғатты тамашалау ғана емес, ол адамның табиғи ортада қауіпсіз әрі экологиялық жауапты өмір сүруін көздейтін қызмет түрі. Қауіпсіздік шаралары сақталмаған жағдайда экотуризм саласы ұзақ мерзімді даму мүмкіндігін жоғалтады. Мысалы, қауіпсіздік деңгейі төмен аймақтарда жарақаттану немесе төтенше жағдайлар жиілеген сайын туристік ағым азаяды, ал бұл жергілікті экономиканың дамуына кедергі келтіреді.

Экотуризмде еңбек қауіпсіздігінің ойып тұрып аларлық орны бар. Күнделікті жаңалықтардан-ақ қандай түрлі жағдайлар болатындығы баршамызға мәлім. Мысал есебінде бірнеше жаңалықтарды атап өтелік.

Министрлік пен ресми хабарларға сүйенсек, Қазақстан тауларында 2020 жылдан бері (соңғы 5 жылдықта) 400-ден аса іздеу-құтқару операциясы жүргізілген. Бұл — таулы рекреацияның қауіптерін және төтенше оқиғалар жиілігін айқын көрсетеді — яғни қауіпсіздік жүйелерін күшейту қажеттігін дәлелдейді.

Алтын Емел және Қатон-Қарағай ұлттық парктері бойынша 2023 жылғы мақалаларда инфрақұрылымның (санитария, маршруттар, құтқару/байланыс) және басқарудың кей тұстарының жеткіліксіздігі айтылған — демек, қауіпсіздік менеджменті нығайтылмаса экотуризм тұрақты дамымайды.

2022–2024 аралығында экотуристер саны күрт өсті (мысалы, 2025 жылғы есеп бойынша — экотуризм 2022-ге қарағанда 40% өсті). Туристік ағынның өсуі қауіпсіздік инфрақұрылымын жедел нығайтуды талап етеді: көп келушілер — үлкен қауіптер мен жүктеме, ал егер қауіпсіздік алдын алынса, керісінше — жергілікті экономика үшін жағымды тұрақты әсер болады.

Міне, осы секілді деректерге сүйене отырып, еңбек қауіпсіздігі мәселесінің маңыздылығын алға тартамыз. Дұрыс әрі тиянақты ұйымдастырылмаған жүйе аясында күтпеген қауіпті оқиғалардың да болу ықтималдығы жоғары. Ал мұндай оқиғаларды болдырмау жолында қауіпсіздікке ерекше дең қойылу тиіс, өйткені біздің басты құндылық — адам.

2023 жылы *Іле-Алатау ұлттық паркінде* тіркелген туристік ағымның азаю себептерінің бірі — таулы бағыттардағы қауіпсіздік инфрақұрылымының жеткіліксіздігі болған. Ал 2024 жылы парк аумағында құтқару пункттері мен жаңа бағыт белгілері орнатылғаннан кейін келушілер саны 18%-ға артқан (*Informburo.kz* дерегі). Бұл мысал қауіпсіздік деңгейінің туризм тұрақтылығына тікелей әсер ететінін дәлелдейді.

Қауіпсіз экотуризм нысандары туристердің сенімін арттырады. Мәселен, Бурабай мен Алтын-Емел ұлттық парктерінде соңғы жылдары ақпараттық белгілер, санитарлық тораптар мен құтқару пункттері жаңартылды. Нәтижесінде, бұл аймақтарда экотуристік сапарлар саны тұрақты түрде өсуде.

Керісінше, Қатонқарағай ұлттық паркінде жолдардың нашарлығы мен байланыс желісінің болмауы себепті кей маусымдарда туристер саны төмендеген. Сондықтан тәжірибе көрсеткендей:

Экотуризм объектісінің қауіпсіздік деңгейі жоғары болса — оның экологиялық және экономикалық тұрақтылығы да жоғары болады. Себебі қауіпсіздік жүйесі жақсы ұйымдастырылған нысандар туристердің сенімін арттырып, келушілер санын көбейтеді. Нәтижесінде табыс көзі ұлғайып, табиғатты қорғауға бағытталған шараларға қосымша қаржы бөлінеді.

Аталған мәліметтерді назарға ала отырып, қауіпсіздік шараларының тұрақтылыққа ықпал ету бағыттарын 1-кестеден көре аламыз:

Кесте 1. Экотуризмдегі қауіпсіздік шараларының тұрақты даму бағыттарына әсері

Бағыт	Қауіпсіздік шарасы	Тұрақты даму нәтижесі
Әлеуметтік	Гидтер мен персоналға қауіпсіздік бойынша оқыту	Туристер мен қызметкерлердің жарақаттану деңгейі төмендейді
Экологиялық	Маршруттардың экологиялық белгілермен қорғалуы	Табиғи экожүйелер бұзылмайды
Экономикалық	Қауіпсіздікке инвестиция (жол, байланыс, құтқару пункттері)	Туристік табыс тұрақты өседі
Имидждік	Қауіпсіз аймақтар туралы халықаралық ақпараттандыру	Шетелдік туристердің сенімі артады

Мұндай кешенді шаралар Қазақстандағы экотуризм бағыттарының бәсекеге қабілеттілігін арттырады.

Нәтижелер. Ендеше, Қазақстан жағдайында экотуризмнің тұрақты дамуы үшін бірқатар шаралар жүйесі қабылданып, іске асуы қадағалануы тиіс. Сондай шаралар есебінде қарастыруға болады:

1. Қауіпсіздік менеджментін енгізу – әр ұлттық парк пен қорықтарда тәуекелдерді басқару жүйесін жасау.

Қауіпсіздік менеджменті жағынан ақсап тұрған —Қатон-қарағай ұлттық паркі. аумағы үлкен және экологиялық әлеуеті жоғары, бірақ соңғы жылдардағы зерттеулер туристік жүктеме артқан жағдайда инфрақұрылым мен басқару қабілеті қажетті деңгейге сай келмейтінін көрсетеді. 2023 жылғы ғылыми зерттеу парктің «туризм көтеру қабілетін (carrying capacity)» бағалап, басқарудың күшейтілуін ұсынды — яғни қазіргі басқару және қауіпсіздік шаралары келушілер санының өсуіне дайын еместігін көрсетеді. Бұл — қауіпсіздік менеджменті тұрғысынан әлсіздік екенін көрсететін нақты зерттеу нәтижесі.

Қатон-Қарағай ұлттық паркінде туристік маршруттар мен инфрақұрылым жағдайы зерттеліп, «жылдың белсенді кезеңдерінде кей бағыттарда туристік жүктеме өсуі байқалып, басқарудың алдын ала шараларын енгізу қажет» деген қорытынды жасалды. Зерттеу парк әкімшілігінен қосымша басқару қадамдарын (мысалы, қонақ қабылдау шектеулері, маршруттарды техникалық қамтамасыз ету, құтқару/коммуникация желілерін күшейту) ұсынды.

Ал қауіпсіздік менеджменті салыстырмалы түрде жақсы жолға қойылған парк есебінде Бурабай ұлттық паркін айта аламыз. Қазақстандағы ең көп келушісі бар парктардың бірі; соңғы жылдарда парктің инфрақұрылымдық және рекреациялық қызметтерін күшейту, маршруттар мен инфо-белгілерді жаңарту, санитарлық және қызмет көрсету нысандарын дамыту бағытында зерттеулер мен жобалар жарияланды. Бұл — қауіпсіздік пен сервис жақсаруына, соның арқасында туристік ағын мен экологиялық-экономикалық пайдаға оң әсер еткені туралы бағалаулар бар.

2019 жылы Бурабайға шамамен 683 000 адам келген (2019 дерегі — соңғы пандемияға дейінгі көрсеткіш). 2025-тің алғашқы айларында да Бурабай аймақтағы ең көп келушісі бар парк ретінде көрсетілуде (2025 — 600 000+ (Jan-Jul) деректері) — бұл парктің туристік ағыны мен инфрақұрылымның белсенді жұмысына дәлел.

2023 жылы Бурабай орман экожүйелерінің қызметтерін (рекреация, топырақты қорғау, көміртекті «сақтау» т.б.) экономикалық тұрғыдан бағалау жұмыстары жарияланды — бұл парктің экожүйелік және рекреациялық қызметтерінің монетарлық мәнін көрсетеді (яғни табиғи қорларды қорғау мен туристік басқару арқылы экономикалық пайда алынатынын дәлдейді).

Маршруттарда ақпараттық тақтайшалар, бақылау-пунктер, бақылаулы демалыс аймақтары мен санитарлық тораптар бар (парк әкімшілігінің ресми мәліметтері бойынша). Бұл — туристерге маршрутты дұрыс таңдау, қауіпті аймақтарды болдырмау және төтенше жағдайда көмекке тез жету мүмкіндігін жоғарылатады. Аталған мәліметтер қауіпсіздік → экономикалық тұрақтылық қатынасының мысалы болып табылады.

2. Құтқару және байланыс инфрақұрылымын жетілдіру. Мұндай ұсыныстың басты мақсаты – туристтердің өмірі мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету. Оқыс оқиға орын алған жағдайда GPS немесе спутниктік байланыс есебінен турист, гидтің орналасқан жерін дәл анықтау, құтқарушыларға нақты координат жіберу және дер кезінде көмек көрсету мүмкін болар еді.

«Неге экотуризмге бұл маңызды?» деген сұрақтың төңірегінде жауап іздеп көрелік. Экотуризм көбіне табиғи, шалғай аймақтарда дамиды. Мұндай жерлерде жиі байланыс істемейді, жолдар не бағыттар нақты белгіленбеген, ауа райы күрт өзгеруі әбден мүмкін және таң қалатын жағдай емес. Сол себепті байланыс инфрақұрылымын жетілдіру есебінен аталған мәселелерді бір жақты етуге әрі мемлекет пен парк имиджін арттыруға болар еді.

3. Эко-гидтерді даярлау бағдарламаларын күшейту жұмыстарын жүргізу. Алысқа кетпестен, Алматы қаласындағы оқу орындары мен кәсіби даярлық курстарын мысал есебінде келтіруге болады. UNDP 2023–2024 жылдары Қазақстанда экотуризмді дамытуға және жоғары оқу орындарының оқу бағдарламаларына заманауи экотуризм тәжірибесін енгізуге қолдау көрсеткені туралы ресми хабарлар бар. Бұл — академиялық деңгейдегі даярлықтың күшеюінің айқын дәлелі (университеттерде курстар, практикалық модульдер енгізілуде). Сонымен қатар «Kazakhstan Tourism Association (КТА)» және жергілікті оқу-орталықтар (Almaty bureau of travels, trekking/guide курстары) ұзақ жылдар бойы гидтерді даярлау курстарын өткізіп келеді — бұл практикалық (экспедициялық, трекинг, алғашқы көмек) дайындықты қамтамасыз етеді. Бұл орайда эко-гидтерді даярлау бағдарламалары дамыған деп көрсете саламыз. Себебі, академиялық (университеттік) енгізулер + кәсіби курстар + жеке операторлардың практикалық жаттығулары комбинациясы арқылы Алматыда гидтердің біліктілігін көтеруге ұмтылыс айқын. Бұл өңірдегі гидтер туристік қауіпсіздік пен алғашқы жәрдем біліктілігіне көбірек қол жеткізеді.

Десек те, эко-гидтерді әзірлеу ақсаңдап тұрған орындар да аз емес. Нақты мысалы есебінде тағы да Қатон-Қарағайды айта аламыз. Зерттеулер мен өңірлік бағалауларда Қатон-Қарағай сияқты шалғай, аумақтық үлкен парктерде «кәсіби кадрлар тапшылығы», гидтерді жүйелі дайындау бағдарламасының болмауы және жергілікті қауымдастықтарды оқыту мүмкіндіктерінің шектеулігі көрсетілген. Бұл — гидтердің қауіпсіздік, алғашқы жәрдем және маршруттық менеджмент бойынша дайындығы төмен болуына әкеледі. Шалғай аймақ болғандықтан оқу-орталықтардың жоқтығы, қаржыландыру тапшылығы және тұрақты тренингтерді ұйымдастыру қиындықтары бар. Бұл парктің туристік жүктеме өскен жағдайда қауіпсіздік қаупін арттырады. Сол себепті аталған шара да назарсыз қалмауы тиіс деп қорытамыз.

Бұл орайда экотуризм саласындағы шетелдік тәжірибені де тілге тиек ете аламыз. Шетелдік тәжірибе еліміздегі басқарушылық қызметті дамыта түсуде және жетпей тұрған ойықтарды толтыру үшін таптырмас құрал деуге болады.

Жаңа Зеландияда табиғи қорықтар мен ұлттық парктерді басқару органдары туристік бағыттардың қауіп-қатерін алдын ала сараптайды ("Visitor risk management"). Мәселен, жер бедері, ауа райы өзгерістері, жол жағдайлары, қауіпсіздік белгілерінің бар болуы сияқты факторлар ескеріледі. Сонымен қатар адам жаяу саяхатқа немесе серуенге шықса, онда ол өзінің жоспарын (қай бағыт, қай уақытта оралатындығы, байланыс құралдары және т.б.)

берілген жүйеде тіркейді. Бұл төтенше жағдайда іздеу-құтқару қызметтерінің жұмысын жеңілдетеді.

Ал Швейцарияда арнайы QR-кодтарды пайдаланып, туристік маршруттар туралы цифрлық ақпарат береді: карта, маршруттың деңгейі, биіктік, ауа райы жағдайлары және т.б. Бұл QR-кодтарды маршрут басталатын жерлерде, аялдама белгілерінде орналастырады.

Көрсетілген тәжірибелерге сүйене отырып, келесідей тұжырым жасауға болады:

1. Швейцариядағы QR-код сияқты цифрлық бағыт, маршрут бағасы мен қауіп туралы ақпаратты мобильді қолданбалар арқылы қолжетімді ету Қазақстанда да тиімді болар еді.

2. Жаңа Зеландиядағы сияқты маршрутпен шықпастан бұрын бағдар мен уақытты хабарлау жүйесі Қазақстанда да құрылса, іздеу-құтқару қызметтерінің жұмысы жеңілдейді.

Қорытынды. Экотуризм – табиғатты қорғау мен жергілікті қауымдастықтардың әлеуметтік-экономикалық дамуын үйлестіретін туризмнің ерекше түрі. Алайда оның тиімді әрі тұрақты дамуы ең алдымен еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз ету деңгейіне тікелей байланысты. Себебі экотуризм қызметкерлері мен қатысушылары табиғи орта жағдайында жұмыс істейді, бұл өз кезегінде ауа райының құбылмалылығынан, жер бедерінің күрделілігінен, көлік пен жабдықтардың техникалық ақауларынан туындайтын қауіптерге бейім етеді. Сондықтан экотуризм саласында еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз ету — тек заң талабы ғана емес, ол туризмнің тұрақты дамуының негізгі тетігі болып табылады.

Зерттеу барысында анықталғандай, Қазақстандағы экотуризм әлеуеті зор болғанымен, бұл салада қауіпсіздік мәдениеті мен тәуекелдерді басқару жүйесі әлі де толық қалыптаспаған. Көптеген табиғи парктер мен қорықтарда туристік маршруттардың нақты қауіп деңгейі көрсетілмеген, гидтер мен нұсқаушыларды оқыту бағдарламалары жеткіліксіз, ал кейбір аймақтарда алғашқы медициналық көмек көрсету инфрақұрылымы мүлде жоқ. Мұндай кемшіліктер туризм қызметкерлері мен келушілердің өмірі мен денсаулығына нақты қауіп төндіреді және еліміздің экотуристік беделіне кері әсер етуі мүмкін.

Шетелдік тәжірибе көрсеткендей, еңбек қауіпсіздігі мен тәуекел менеджментін жүйелі түрде енгізу экотуризмнің сапасы мен тартымдылығын айтарлықтай арттырады. Мәселен, Жаңа Зеландияда әр туристік бағыт қауіп деңгейіне қарай жіктеліп, әрбір маршруттың басында қауіпсіздік картасы мен алғашқы көмек пункті орналасқан. Ал Швейцарияда цифрлық технологиялар кеңінен қолданылады: туристер QR-код арқылы маршруттың ұзақтығы, ауа райы, биіктік пен қауіпті учаскелер туралы нақты ақпарат ала алады. Мұндай тәжірибелерді бейімдеп енгізу Қазақстандағы экотуризм саласын жаңа деңгейге көтеруге мүмкіндік береді.

Еңбек қауіпсіздігін арттыру – тек персоналды қорғау емес, сонымен бірге экотуризмнің экономикалық тұрақтылығын қамтамасыз етудің де шешуші факторы. Қауіпсіз әрі сенімді туризм нысандары туристер сенімін күшейтеді, елдің туристік имиджін жақсартады және ұзақ мерзімді табыс көзіне айналады. Бұл ретте, Қазақстанда еңбек қауіпсіздігі жүйесін дамыту үшін төмендегідей бағыттарға назар аудару ұсынылады:

1. Нормативтік-құқықтық базаны жетілдіру – туризм саласындағы еңбек қауіпсіздігі талаптарын нақтылап, халықаралық стандарттармен үйлестіру (ILO, ISO 21101 “Adventure Tourism – Safety Management Systems”).

2. Кадрларды даярлау жүйесін күшейту – гидтер мен нұсқаушыларға арналған қауіпсіздік техникасы бойынша міндетті курстар мен сертификаттау бағдарламаларын енгізу.

3. Инфрақұрылымдық қамтамасыз ету – экологиялық бағыттарда алғашқы медициналық көмек пункттері мен құтқару бекеттерін құру, төтенше жағдайларда байланыс құралдарының үздіксіз жұмыс істеуін қамтамасыз ету.

4. Ақпараттық және цифрлық қолдау – туристерге арналған мобильді қосымшалар, онлайн-карталар мен қауіпсіздік ескертпелерін енгізу, QR-кодтар арқылы жедел ақпарат тарату.

5. Қоғамдық сана мен мәдениетті арттыру – экотуризмде қауіпсіз мінез-құлық мәдениетін қалыптастыру, жауапты туризм қағидаларын насихаттау.

Осы шараларды кезең-кезеңімен жүзеге асыру экотуризм саласында еңбек қауіпсіздігін жаңа деңгейге шығарып, тұрақты дамудың негізгі шартына айналдырады. Еңбек қауіпсіздігі мен экологиялық тұрақтылық бір-бірімен тығыз байланысты: қызметкерлердің денсаулығын қорғау, туристердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету және табиғатты сақтау – тұрақты туризмнің үш тұғыры.

Сондықтан Қазақстанда экотуризмді дамытудың басты бағыты — табиғи ресурстарды тиімді пайдалану мен қоршаған ортаны қорғауды ғана емес, сонымен қатар әрбір қызметкер мен туристің өмірі мен денсаулығын қорғауға бағытталған қауіпсіз еңбек ортасын құру болуы тиіс. Бұл – экотуризмнің ұзақ мерзімді, бәсекеге қабілетті және халықаралық деңгейде танымал салаға айналуының негізгі кепілі.

Әдебиеттер:

- 1 Қазақстан Республикасының Еңбек кодексі. – Астана: ҚР Әділет министрлігі, 2016.
- 2 Қазақстан Республикасының «Туризм туралы» заңы. – Астана: 2020.
- 3 ҚР Санитарлық ережелері мен нормалары (СанЕЖН). – Астана: ҚР Денсаулық сақтау министрлігі, 2022.
- 4 ISO 21101:2014. Adventure tourism — Safety management systems — Requirements. – Geneva: International Organization for Standardization, 2014.
- 5 ISO 45001:2018. Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use. – Geneva: ISO, 2018.
- 6 Омарова, Л.Н. Экотуризм негіздері: теория және тәжірибе. – Нұр-Сұлтан: Фолиант, 2020. – 198 б.
- 7 Токтабаева, Ж.С. **Еңбек қауіпсіздігі және өндірістік экология.** – Алматы: ҚазҰТЗУ баспасы, 2018. – 240 б.
- 8 UNDP Kazakhstan. *Sustainable Ecotourism Development Programme 2023–2024.* – Алматы: UNDP Kazakhstan Office, 2024.
- 9 Kazakhstan Tourism Association (KTA). *Tourism Safety and Guide Training Report.* – Алматы: KTA, 2023.
- 10 Ministry of Emergency Situations of Kazakhstan. *Tourist Safety and Rescue Operations Statistics 2020–2024.* – Астана: ҚР ТЖМ, 2024.
- 11 New Zealand Department of Conservation. *Visitor Risk Management Framework.* – Wellington: DOC, 2022.
- 12 Burabay National Park Administration. *Annual Report on Ecological and Recreational Activities 2025.* – Ақмола, 2025.

—

**ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БІЛІМ ЖӘНЕ АҒАРТУ БИОЛОГИЯЛЫҚ ӘРТҮРЛІЛІКТІ
ЖӘНЕ ЭКОЖҮЙЕ ҚЫЗМЕТТЕРІН САҚТАУ ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕ**

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОСВЕЩЕНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ
СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ**

**ENVIRONMENTAL EDUCATION AND AWARENESS AS A TOOL FOR
BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES CONSERVATION**

**ПОЛОСАТАЯ ГИЕНА (*HYENA HYENAS*) ОБЪЕКТ АРЕАЛА ЦА ДЛЯ
УСТОЙЧИВОСТИ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИИ.
(БИОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА)**

М.Б. Курамбаева¹, Ж.Тулаев¹, Ш.О. Мурадов²

НИИ охраны окружающей среды и природоохранных технологий, Республика Узбекистан, Ташкент

**Corresponding author e-mail: mokhira@ya.ru*

Аннотация. Полосатая гиена (*Hyenahyenas*) — редкий для Узбекистана ночной падальщик, глобально классифицируемый как *NearThreatened* (NT) с нисходящим трендом численности. В Узбекистане очаги присутствия сосредоточены преимущественно в приграничной зоне с Таджикистаном, в частности в Сурхандарьинской области, а также локально на западных плато (Устюрте). В работе обобщены данные по таксономии, морфологии, трофической экологии и поведению вида; рассмотрены локальные угрозы и конфликт «человек—гиена», предложены приоритетные меры охраны и план исследований.

Ключевые слова: полосатая гиена, *Hyenahyenas*, Узбекистан, Сурхандарьинская область, падальщик, конфликты, Красная книга, CITES.

Введение

Полосатая гиена — единственный современный представитель рода *Нуена* с широким, но фрагментированным ареалом от Северной Африки до Центральной Азии и Индии. Локальная популяция в Узбекистане крайне малочисленна; каждая потеря особи существенно влияет на устойчивость. Цель работы — синтезировать разрозненные сведения для формирования научно обоснованных мер охраны и программы мониторинга.

Таксономия и эволюционная история

Нуаенауаена Linnaeus, 1758. Ранее выделялись африканские и азиатские формы. Филогенетически вид обособлен в семействе *Нуаенидае*; по ряду признаков демонстрирует консервативные морфологические черты. Плейстоценовые фоссилии фиксируют древность клада и вероятные волны расселения в Евразию.

Морфология и анатомия

Средние размеры: длина тела 90–110 см, высота в плечах 60–70 см, масса 25–50 кг (региональные вариации). Характерны поперечные полосы, развитая грива, удлинённые передние конечности (покатая спина). Мощный челюстной аппарат приспособлен к Косте дроблению, важна роль анальных желёз для химической коммуникации. (Рис.1,2).



Рис.1.



Рис.2.

Поведение, активность и пространственная экология

Вид преимущественно ночной. Пик активности приходится на тёмное время суток (20:00–05:00), что согласуется с данными фото ловушек из разных регионов. Индивидуальные участки варьируют в зависимости от ресурсов; в засушливых ландшафтах могут достигать десятков квадратных километров. Социальная организация — одиночки/пары с редкими небольшими группами; межвидовая конкуренция особенно выражена с волком.

Питание и трофическая экология

Полосатая гиена — специализированный падальщик-оппортунист, способный также добывать мелкую живность и использовать антропогенные ресурсы (скотомогильники, свалки). Сезонно и пространственно состав рациона меняется; в агро-ландшафтах доля отходов человека возрастает, усиливая контакт с людьми и собаками.

Размножение, демография и жизненный цикл

Беременность ~90 дней, в помёте обычно 1–4 детёныша; половая зрелость наступает на 2–3-м году. Участие самца в охране участка и заботе о потомстве отмечается неоднократно, но варьирует по региону. При высокой антропогенной смертности коэффициент роста популяции (λ) может снижаться ниже 1.

Распространение и среда обитания (глобально и локально)

Глобально ареал охватывает Северную/Восточную Африку, Ближний Восток, Кавказ, Центральную Азию и Индостан. В Узбекистане современное присутствие наиболее вероятно в Сурхандарьинской области (приграничная зона с Таджикистаном) и локально на западных плато (Устюрт). Среда обитания — полупустыни, сухие скалистые и горные участки с укрытиями и доступом к падали.

Угрозы и анализ факторов риска

Ключевые угрозы: (1) преследование и браконьерство (в т.ч. ответные убийства при конфликтах со скотоводами Рис.3-4); (2) отравления, включая вторичные; (3) деградация местообитаний и инфраструктурные барьеры; (4) дорожная смертность; (5) снижение кормовой базы; (6) негативные культурные представления; (7) инфекционные риски при контактах с собаками; (8) климатические изменения.



Рис.3. Фото браконьерства 2023
Сурхандарьинской области



Рис. 4. Оформление протокол инспекции
Минэкологии (ист. соц.-сет)

Матрица угроз (пример оценки для локальной популяции):

Угроза	Вероятность	Воздействие	Приоритет	Замечания
Преследование/браконьерство	Высокая	Высокое	Очень высокий	Случаи фиксируются в СМИ; каждая потеря критична
Отравления (вторичные)	Средняя–высокая	Высокое	Высокий	Антиповодковые приманки и ядохимикаты
Деградация мест обитаний	Средняя	Среднее–высокое	Высокий	Фрагментация, беспокойство
ДТП на дорогах	Средняя	Среднее	Средний	Коридоры и переходы снижают риск
Снижение кормовой базы	Средняя	Среднее	Средний	Сокращение дичи, утилизация туш
Болезни (собаки)	Средняя	Среднее–высокое	Средний–высокий	Вакцинация собак, санитария
Климатические сдвиги	Низкая–средняя	Среднее	Средний	Смещение ареала, стресс

Конфликты «человек — полосатая гиена» (кейс: Сурхандарьинская область)

СМИ и ведомственные отчёты регулярно фиксируют случаи уничтожения редких животных в Сурхандарьинской области. При численности порядка нескольких десятков особей каждая утрата существенна и требует неотвратимости наказания, а также адресных компенсаций пострадавшим скотоводам для снижения мотивации к репрессиям. (Рис.5-6).



Рис. 5.



Рис.6.

Меры охраны и управление

Приоритеты: (1) развёртывание сети фото ловушек и единого реестра наблюдений; (2) просветительские кампании среди пастухов и школьников; (3) компенсационные механизмы за подтверждённый ущерб; (4) инфраструктурные решения (переходы, ограждения, разметка) на участках повышенной смертности; (5) контроль ядов и управление отходами; (6) межгосударственное сотрудничество по трансграничным популяциям; (7) усиление право применения и статуса охраны (Красная книга, CITES).

Методики исследований и перспективы

Рекомендуемые методы: фото-ловушки, ночные маршруты с телевизорами, генетические методы (мета-баркодирование фекалий), GPS-мечение (при наличии разрешений), анализ ДТП и отравлений, моделирование распределения (SDM) и коридоров (circuittheory), а также оценка эко-системных услуг (санитарная функция удаления падали).

Приложения: карты, таблицы и иллюстрации

В приложениях следует разместить карты ареала (глобальные и локальные), таблицы морфометрии, матрицы угроз, а также фотографии вида из открытых источников (свободные лицензии CCBY/CCBY-SA и указанием авторов).

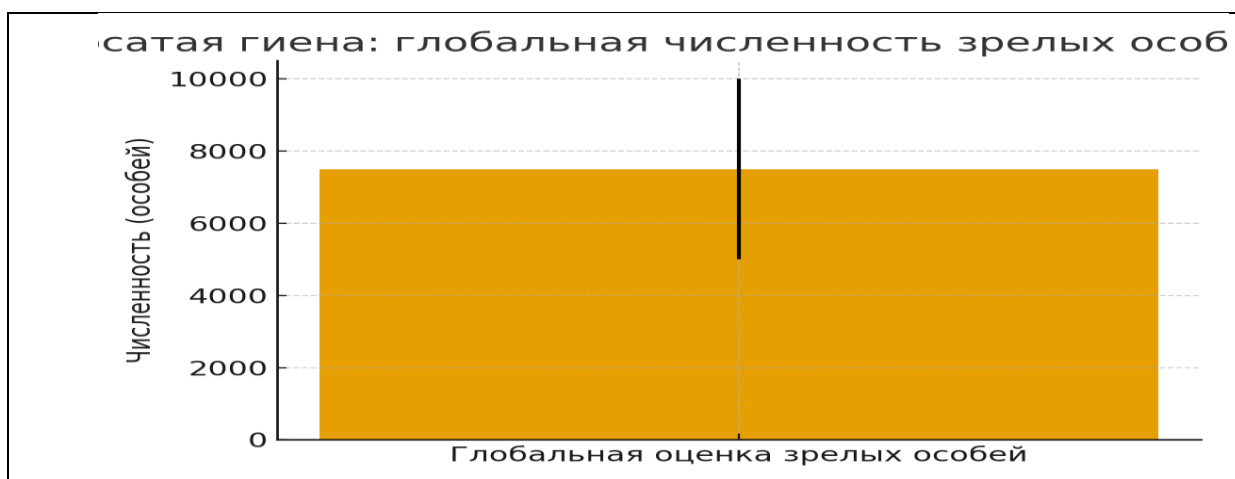


График. 1. Полосатая гиена: глобальная численность зрелых особей (оценка, диапазон 5–10 тыс.).

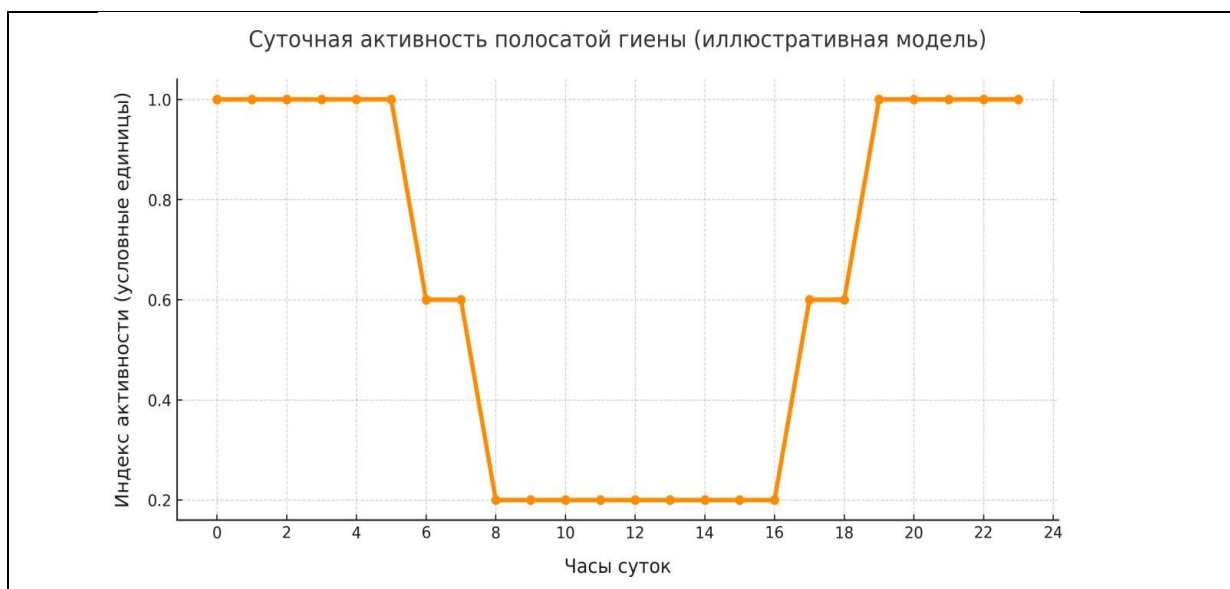


График. 2. Суточная активность полосатой гиены (иллюстративная схема на основе литературных сведений о ночном образе жизни).

Заключение

Локальная популяция полосатой гиенны (*Hyenahyenas*) в Узбекистане крайне уязвима. Системная профилактика конфликтов с пастухами, постоянный мониторинг и контроль браконьерства — ключевые условия стабилизации. Рекомендуется реализовать пилотный проект в Сурхандарьинской области с акцентом на фото мониторинг, просвещение и компенсации.

Полосатая гиена (*Hyenahyenas*) — один из самых малоизученных, но экосистемно значимых представителей фауны Узбекистана. В условиях крайней уязвимости локальной популяции, ограниченной числом в несколько десятков особей, каждый фактор риска приобретает особую значимость. Проведённый анализ таксономии, морфологии, поведения, питания и распределения вида, а также рассмотрение ключевых угроз, позволяет сделать несколько принципиальных выводов.

Во-первых, сохранение полосатой гиены невозможно без системного подхода, включающего регулярный мониторинг, адресное управление конфликтами «человек — хищник», правоприменение в области охраны природы и просветительскую работу. Отдельного внимания требует разработка и внедрение механизмов компенсации убытков для скотоводов, чтобы минимизировать мотивацию к браконьерству.

Во-вторых, географическая изоляция и фрагментированность ареала требуют региональной координации и межгосударственного сотрудничества, особенно в трансграничных районах с Таджикистаном. Подобные зоны следует рассматривать как приоритетные для пилотных программ по биоразнообразию.

В-третьих, необходимо срочно расширить набор применяемых научных методов: от фотофиксации и ночного мониторинга до ГИС-моделирования и генетического анализа. Это позволит повысить точность оценок численности и пространственной структуры популяции, а также предсказать потенциальные сдвиги ареала под влиянием климатических изменений и антропогенных факторов.

В-четвёртых, важно признать, что полосатая гиена выполняет в экосистемах критически важную **санитарную функцию**, способствуя утилизации падали и снижению риска распространения инфекций. В условиях деградации местообитаний и уменьшения биоразнообразия роль таких видов возрастает.

Исходя из изложенного, **рекомендуется инициировать комплексную охранную программу** в пределах Сурхандарьинской области с возможностью масштабирования на другие регионы. Такая программа должна включать:

- установку сети фотоловушек и картографирование очагов активности вида;
- кампании по экологическому просвещению в сельских сообществах;
- анализ и снижение антропогенных угроз (дороги, яды, мусор);
- поддержку научных исследований и международное сотрудничество.

Таким образом, полосатая гиена может стать индикаторным и флагманским видом для охраны биоразнообразия полупустынных и горных экосистем Центральной Азии. Своевременные меры по её защите будут способствовать не только сохранению этого уникального хищника, но и стабилизации более широких природных процессов в уязвимых регионах.

Литература:

1. IUCN Red List. *Hyenahyenas* (Striped Hyena). Последние обновления статуса и численности. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iucnredlist.org/> (дата обращения: укажите дату).
2. CITES. Приложения по видам: *Hyenahyenas* — включение в Приложение III (Пакистан). – [Электронный ресурс]. – URL: <https://cites.org/> (дата обращения: укажите дату).
3. Singh P. Population density and feeding ecology of the striped hyena in Rajasthan. – 2008.
4. Moures-Nouri M., et al. Cultural perceptions and conservation of hyenas // *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. – 2023.
5. Panda S., Sharma L.K., Meena R.L. Diet of striped hyena in anthropogenic landscapes of Rajasthan // *Ecological Indicators*. – 2023.

6. Bhandari S., Khanal L., Nepal B.K., Aryal A. Habitat preference indicators for striped hyena in Nepal // *Global Ecology and Conservation*. – 2021.
7. Rezaei H.R., Jafari B., et al. Climate change and range shifts for striped hyena (*Hyenahyenas*) in the Middle East and Central Asia // *Scientific Reports*. – 2023.
8. Исследования по уязвимости полосатой гиены в Центральном Иране (дорожная смертность, отравления). – Рукопись / Отчёты полевых исследований. – 2023.
9. Материалы национальных СМИ Узбекистана по случаям уничтожения редких животных и оценке ущерба природе. – [Электронный ресурс / Публикации]. – 2020–2025.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И МОЛОДЕЖНЫЕ ИНИЦИАТИВЫ КАК ИНСТРУМЕНТ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ: ОПЫТ ЭКО-КЛУБА ГМИТ И YGPE

^{1*}Д.Д. Ходжибаев, ¹З.А. Разыков, ¹М. Э. Назарова, ²И. А. Мамадов

^{1*} Горно-металлургический институт Таджикистана (заведующий кафедрой экология), Бустон, Таджикистан,

² ОО “Молодежная группа по защите окружающей среды” (Директор), Худжанд, Таджикистан, email: dalerkhojiboev@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматривается роль экологического образования и молодежных инициативы в деле сохранения биоразнообразия. На примере успешного сотрудничества кафедры экологии Горно-металлургического института Таджикистана (ГМИТ) и общественной организации «Молодежная группа по защите окружающей среды» (YGPE) анализирована практические шаги направленные на повышение экологической культуры и сознательности молодежи. В работе приводятся данные о проведенных мероприятиях, таких как международные конференции, семинары, фестивали и экологические акции, а также их вклад в реализации государственных и международных программ. В основу статьи положены данные из отчетов кафедры экологии ГМИТ, касающихся выполнения Государственной программы развития экологического образования и просвещения за период 2021 по 2025 годы. Анализ материалов позволил выявить ключевые направления и результаты деятельности в этом направлении, а также оценить вклад молодежных инициатив в достижении поставленных целей.

Ключевые слова: экологическое образование, молодежные инициативы, биоразнообразие, Таджикистан, ГМИТ, YGPE.

Введение. Сохранение природных экосистем и биоразнообразия является стратегической задачей для устойчивого развития Центральной Азии. Отмечено, что разрушительная деятельность человека, загрязнение окружающей среды и изменение климата ставят под угрозу уникальное природное наследие региона.

Биоразнообразие представляет собой основу устойчивого развития человечества, обеспечивая экосистемные услуги, такие как очистка воды, регулирование климата и поддержка продовольственной безопасности. Однако глобальное сокращение биоразнообразия, вызванное антропогенной деятельностью, требуют немедленных мер. В этом контексте экологическое образование и молодежные инициативы выступают мощным инструментом, формируя экологическую культуру и стимулируя активные действия.

Территория Таджикистана является одним из мировых центров видообразования живых организмов и играет важнейшую роль в сохранении глобального биоразнообразия. В Таджикистане, где биоразнообразие включают уникальные экосистемы, такие как тугайные леса и водно-болотные угодья, молодежь играет ключевую роль в реализации Национальной стратегии по сохранению биоразнообразия [1].

Возрастающая острота глобальных экологических кризисов подчеркивает необходимость воспитания поколения информированных и инициативных граждан, которые обладают необходимыми знаниями, поведением для эффективного решения этих проблем. Исследования закономерностей экологической осведомленности показывают, что оценка знаний населения об окружающей среде имеет фундаментальное значение для понимания возникновения и развития устойчивых ценностей и поведения [2].

Экологическое образование - это процесс признания ценностей и разъяснения концепций с целью развития навыков и установок, необходимых для понимания и оценки взаимосвязи между человеком, его культурой и окружающей его средой [3].

В Республике Таджикистан для решения этих задач была принята Государственная комплексная программа развития экологического воспитания и просвещения на 2021-2025 гг., которая опирается на фундаментальный документ – Закон Республики Таджикистан «Об экологическом образовании населения» от 2010 года. [4].

Государственная комплексная программа развития экологического воспитания и просвещения населения Республики Таджикистан на 2021-2025 годы отражает ключевые направления формирования экологической культуры и грамотности населения на всех уровнях образовательной системы – от дошкольного до высшего профессионального образования, включая магистратуру и докторантуру. Экологическое воспитание и просвещение рассматриваются как важнейшие инструменты повышения уровня общественного сознания, развития ценностного отношения к природе и формирования устойчивого мировоззрения. Реализация Программы направлена на создание благоприятных условий для совместных образовательных и природоохранных мероприятий, совершенствование базового экологического образования, внедрение принципов устойчивого развития в формальное и неформальное обучение, развитие научно-методических основ нового экологического мировоззрения, а также наращивания потенциала педагогов, государственных служащих, молодых лидеров и гражданского общества. Особое внимание уделяется развитию профессиональной подготовки и переподготовки специалистов, углублению экологического просвещения на дошкольном, школьном и внешкольном уровнях, а также вовлечению средств массовой информации в консолидацию общества вокруг задач сохранения окружающей среды. В совокупности данные меры обеспечивают формирование системы экологического просвещения, отвечающей вызовам устойчивого развития и направленной на укрепление экологической безопасности Республики Таджикистан [4].

Ключевыми задачами Программы являются:

1. Создание благоприятных условий через совместные природоохранные и образовательные мероприятия.
2. Совершенствование базиса экологического образования и внедрение просвещения для устойчивого развития в формальное и неформальное обучение.
3. Разработка научно-методических основ для формирования нового мировоззрения и образа жизни, соответствующего законодательству об охране окружающей среды.
4. Развитие потенциала и компетенций педагогов, лидеров и госслужащих по ключевым темам устойчивого развития (климат, ресурсы, здоровье).
5. Обеспечение непрерывности процесса просвещения на всех уровнях и повышение квалификации специалистов в сфере природопользования и экологической безопасности.
6. Повышение эффективности распространения экологических знаний с привлечением средств массовой информации.

Особую роль в реализации этой программы играют также высшие учебные заведения и молодежные экологические организации. Ярким примером в выполнении этой задачи является сотрудничество кафедры экологии Горно-металлургического института Таджикистана (ГМИТ) с Молодежной группой по защите окружающей среды (YGPE).

Общественная организация «Молодежная группа по защите окружающей среды», основанная в 2003 году, является центральным партнером ГМИТ в реализации молодежных инициатив. С 2005 года YGPE выполняет ключевую функцию Орхусс Центра в городе Худжанде Республики Таджикистан, целенаправленно направляя свою деятельность на реализацию принципов Орхусской Концепции: обеспечение доступа общественности к экологической информации, участие в процессе принятия решений и доступу к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды. Миссия организации заключается в содействии комплексному устойчивому развитию и гармоничной реализации человеческого потенциала с окружающей средой. YGPE обладает обширным опытом работы с местными сообществами и выступает ключевым фасилитатором, выстраивая эффективный диалог и сотрудничество между гражданским обществом, местными

сообществами и государственными органами, реализуя многочисленные проекты в области управления водными ресурсами, адаптации к изменению климата, снижения риска бедствий, сохранения биоразнообразия и повышения уровня экологического образования населения. Особый вклад организация вносит в защиту водно-болотных угодий и Тугайный лесов в верховьях Таджикского моря (Канибадам, Согдийская область). С 2021 года YGPE работает над восстановлением этих критически важных экосистем. В 2023 году, в координации с местными заинтересованными сторонами, YGPE разработала стратегию развития этих водно-болотных угодий, сфокусированную на восстановлении экосистем и мониторинге мигрирующих видов. Деятельность YGPE поддерживается такими международными партнерами, как GIZ, ПРООН (UNDP), USAID и CEPF [5].

Горно-металлургический институт Таджикистана (ГМИТ), расположенный в промышленном городе Бустон, является ключевым академическим центром по подготовке специалистов в сфере добывающей промышленности и смежных специальностей. Кафедра экологии института играет важную роль в реализации Государственных программ в сфере охраны окружающей среды, предлагая такие востребованные специальности, как “Инженерная защита окружающей среды”, “Промышленная экология и рациональное использование природных ресурсов” и специальности Экология для уровня магистратуры. Кафедра активно участвует в международном сотрудничестве в сфере экологии, водных ресурсов. На базе кафедры действуют студенческий Экоclub, который служит платформой для практического применения полученных знаний. Члены экоclubа регулярно организуют и участвуют в экологических акциях, семинарах и научных конференциях, тесно взаимодействуя с общественной организацией YGPE и государственными природоохранными структурами. Это позволяет студентам не только получать теоретические знания, но и формировать практические навыки, необходимые для решения реальных экологических проблем [6]. В работе этого клуба привлекаются студенты не только экологических направлений, но и студенты из других кафедр и специальностей института.

Деятельность кафедры экологии в сфере экологического образования и просвещения базируется на организации мероприятий:

- Проведение конференции и семинаров. Регулярно проводятся научно – практические конференции для преподавателей и студентов.

- Участие в международных проектах [7].

- Организация фестивалей и акций. 31 мая 2024 года в ГМИТ прошел первый фестиваль «СУҒД-КЛИМАТ-FEST», посвященный адаптации к изменению климата. Фестиваль был направлен на повышение осведомлённости населения о климатических рисках [8]. Студенты и члены эко-клуба регулярно участвуют в экологических акциях, а также в экологических соревнованиях «Чистые игры», организованные совместно с организацией YGPE.

Практическая реализация климатической повестки была ознаменована проведением Первого регионального климатического фестиваля «СУҒД-КЛИМАТ-FEST», который состоялся на базе ГМИТ. Данное мероприятие, обещающее стать ежегодной традицией, было реализовано в рамках проекта «Изменение климата и устойчивость в Центральной Азии». Основная цель Фестиваля заключалась в повышении осведомленности и углублении понимании климатических рисков и существующих адаптационных мер среди лиц, принимающих решения, и ключевых заинтересованных сторон на региональном уровне. Мероприятие собрало более 200 участников, включая представителей власти, сотрудников учреждений, занимающихся благоустройством и охраной окружающей среды, а также ученых, представителей фермерских сообществ, частного сектора и молодежных экоактивистов. Программа Фестиваля была интегрирована в две ключевые платформы: 1. Выставка инноваций и «зеленых решений»: Проведена выставка ресурсосберегающих товаров и услуг от местных производителей. Представленные технологии, включая модули капельного орошения, засухоустойчивые сорта сельскохозяйственных культур, системы

использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и энергоэффективное оборудование, продемонстрирована практические инструменты для снижения уязвимости в ключевых секторах. 2. Научно-практическая конференция в котором были представлены доклады, посвященные научным основам изменения климата, оценке климатических рисков на уровне сообществ, стратегиям адаптации и усилению потенциала населения, а также роли высшего образования в подготовки специалистов экологов. Особое внимание было уделено стимулированию молодежных инноваций: в рамках фестиваля проведен Конкурс практических проектов по адаптации к изменению климата и рациональному природопользованию. Положительные отзывы участников подтвердили высокий уровень организации и практическую ценность мероприятия, продемонстрировавшего эффективную модель взаимодействия, науки, политики, гражданского общества и бизнеса в решении современных климатических вызовов.

Кроме работ со студентами, целенаправленная работа с учащимися школьного возраста позволяет прививать основы экологической культуры и ответственное отношение к окружающей среде с юного возраста. В качестве одной из своих флагманских инициатив по работе со школьниками, YGPE разработала и успешно реализует молодежное движение «Зеленые патрули». Эта программа представляет собой системный подход к экологическому просвещению и формированию практических навыков у подрастающего поколения. На начальном этапе были сформированы группы в ряде целевых школ области, где для учащихся проводились регулярные факультативные занятия. Эти первичные команды продемонстрировали высокую степень самостоятельности, организуя информационные сессии для своих сверстников. Основываясь на положительном опыте работы первых групп, движение было успешно расширено и в настоящее время охватывает большую часть школ области, способствуя формированию экологического сознания у молодого поколения. Центральным событием программы стало проведение двух Молодежных форумов бассейна реки Сырдарья, объединивших представителей «Зеленых патрулей» области, а также их коллег из соседнего государства. Эта инициатива не только укрепила региональные связи, но и подчеркнула трансграничный характер экологических вызовов и необходимость совместных молодежных усилий для их решения.

Формирование экологических норм поведения с раннего возраста представляет собой основополагающий принцип экологического образования, поскольку такие нормы играют ключевую роль в становлении устойчивых моделей экологического сознания. Как показывают исследования, оценка знаний и осведомленности об окружающей среде имеет фундаментальное значение для понимания возникновения и эволюции устойчивых ценностей и моделей поведения, направленных на содействие устойчивому развитию [9][10].

Исследования, проведенные в других странах, показывают, что экологическое образование может эффективно способствовать поведению студентов в бережном отношении к природе и использования ресурсов. Результаты показали, что познание экономической ценности, пользы для здоровья и удобства использования являлись важным опосредствующими каналами экологического образования, при этом опосредствующий эффект познания экономической ценности был более выраженным [11]. Например, когда люди воспринимают существование угроз для здоровья, они с большей вероятностью будут принимать поведение по защите окружающей среды, чтобы защитить себя.

Важным направлением практической природоохранной деятельности, объединяющей усилия общественной организации YGPE и студенческого сообщества ГМИТ, является сохранение критически значимых экосистем региона. Тугайные леса и водно-болотные угодья расположенные в верховьях Кайраккумского водохранилища (в частности, в Канибадаме и Аштском районах), представляют собой уникальные территории глобального значения, являясь ключевым местом обитания для мигрирующих птиц и редких видов фауны. В последние времена эти экосистемы сталкиваются с непосредственными угрозами. С 2021 года YGPE реализует комплексную стратегию по восстановлению этих территорий.

В 2023 году, в тесной координации с местными и национальными заинтересованными сторонами, организация разработала и представила стратегию устойчивого развития этих водно-болотных угодий, сфокусированную на восстановлении экосистем, внедрении мониторинга мигрирующих видов и создании охраняемых зон [14]. Студенты кафедры экология ГМИТ и члены Экоклуба регулярно принимают непосредственное участие в практических мероприятиях в рамках данной инициативы. Их вовлеченность проявляется, в частности, в организации и проведении акций по посадке деревьев, направленных на восстановление деградировавших участков тугайных лесов, что обеспечивает прямое применение академических знаний в области лесовосстановления и управления природными ресурсами. Это сотрудничество не только способствует сохранению биоразнообразия региона, но и служит наглядным примером успешной интеграции образовательного процесса в реальную природоохранную практику [12].

Важнейшим фактором успеха является долгосрочное и системное партнерство ГМИТ и YGPE с Главным управлением Комитета охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан в Согдийской области и его отделами в городах Худжанд и Бустон [13]. Это взаимодействие обеспечивает системность и официальную поддержку молодежных инициатив: совместная организация семинаров и встреч: Представители государственных природоохранных органов регулярно выступают перед студентами преподавателями ГМИТ, информируя об актуальной экологической повестке, изменениях в законодательстве и практических задачах по охране окружающей среды. Это позволяет интегрировать академические знания с реальными потребностями региона.

Важным элементом в информировании общественности о деятельности в области экологии и рационального использования природных ресурсов, а также пропаганде экологических знаний среди населения, является активная работа с средствами массовой информации и современными цифровыми платформами. Основной задачей этой деятельности является воспитание в человеке бережного отношения к природе и формирования личной ответственности за состояние окружающей среды, начиная с младших лет. В этом контексте Кафедра экологии ГМИТ использует современные каналы коммуникации: регулярно создаются видеоролики и публикации, связанный с научно-практической деятельностью, результатами исследования и проектами студенческого экоклуба, которые размещаются в социальных сетях. Это позволяет не только информировать, но и эффективно привлекать более широкий круг студенчества и молодежи к участию в экологических инициативах. Параллельно ОО YGPE проводит масштабные информационные кампании в сети интернет, особенно в социальных сетях, что обеспечивает широкий охват аудитории, многократно усиливая пропаганду принципов Орхусской конвенции, климатической адаптации и сохранения биоразнообразия.

Анализ деятельности ГМИТ и молодежных инициатив показывает, что комплексный подход к экологическому образованию, включающий теоретическое обучение, практические мероприятия и международное сотрудничество, является эффективным инструментом. Участие студентов в семинарах, конференциях и акциях не только повышает их знания и навыки, но и формирует активную позицию. Взаимодействие с государственными органами и международными организациями, позволяет обмениваться опытом и усиливать влияние молодежных инициатив на решение экологических проблем в регионе. Результаты показывают, что синергия между академическим образованием, практическими молодежными проектами и государственным партнерством способствует не только повышению осведомленности, что является критически важным для устойчивого развития в регионе.

Проведенный анализ показывает, что экологическое образование и молодежные инициативы в Таджикистане выступают эффективным инструментом сохранения биоразнообразия и обеспечения устойчивого развития. Опыт кафедры экологии Горно-металлургического института Таджикистана и деятельности общественной организации YGPE демонстрирует, как синергия академического потенциала (ГМИТ) и практического

опыта, проектного менеджмента и широкой сети контактов общественной организации (YGPE) создает устойчивую модель для решения экологических проблем. ГМИТ обеспечивает научную базу и подготовку кадров, в то время как YGPE внедряет инновационные подходы, мобилизует сообщества и обеспечивает практическую реализацию природоохранных инициатив на местах. Вовлечение студентов и школьников в исследовательскую и практическую деятельность позволяет соединить теоретические знания с решением реальных экологических задач, а партнерство с государственными структурами и международными организациями усиливает влияние этих инициатив на региональном уровне. Особое значение имеет работа по сохранению тугайных лесов и водно-болотных угодий Согдийской области, что свидетельствует о практической направленности образовательных программ и важности участия молодежи в восстановлении биоразнообразия.

В целях дальнейшего повышения эффективности экологического образования и сохранения биоразнообразия в Республике Таджикистан представляется целесообразным:

1. Усилить институциональное сотрудничество между высшими учебными заведениями, молодежными организациями и государственными природоохранными органами для реализации комплексных программ в области экологии.
2. Расширить сеть молодёжных экологических клубов и движений («Зеленые патрули» и др.), обеспечив их методическую и организационную поддержку.
3. Разработать и внедрить новые учебные курсы и модули, посвященные сохранению биоразнообразия и адаптации к изменению климата, с акцентом на практическую подготовку студентов.
4. Активнее использовать цифровые платформы и средства массовой информации для продвижения экологических знаний и популяризации устойчивых моделей поведения среди молодежи.
5. Поддерживать и развивать трансграничное сотрудничество молодежных организаций стран Центральной Азии для обмена опытом и реализации совместных природоохранных инициатив.

Таким образом, сочетание экологического образования, молодежных инициатив и межсекторного взаимодействия формирует устойчивую модель сохранения биоразнообразия и способствует достижению национальных и международных целей в области устойчивого развития.

Литература:

1. Национальная стратегия и план действий по сохранению и рациональному использованию биоразнообразия. – URL: <https://www.cbd.int/doc/world/tj/tj-nbsap-01-p01-ru.pdf> (дата обращения: 20.09.2025). – Текст : электронный.
2. Perea H. R. Models of environmental awareness: exploring their nature and role in environmental education – a systematic review / H. R. Perea, A. R. Piedrahita, Ó. E. T. Alzate. – Текст : электронный // Heliyon. – 2025. – Т. 11. – № 13. – С. e43679. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844025020651> (дата обращения: 26.09.2025).
3. An investigation of landscape of environmental education (EE): A bibliometric and systematic literature review / S. Li, Z. Liu, V. C. Tripathi, M. A. Mohamed Hashim. – Текст : электронный // The International Journal of Management Education. – 2025. – Т. 23. – № 3. – С. 101229. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1472811725000990> (дата обращения: 30.09.2025).
4. Государственная комплексная программа развития экологического воспитания и просвещения населения Республики Таджикистан на 2021-2025 годы. – URL: <http://mmih.tj/SEARCH/DownloadFile?filepath=3669> (дата обращения: 13.09.2025). – Текст : электронный.
5. О нас - YGPE - Экологическая организация. – URL: <https://ygpe.tj/about/> (дата обращения: 29.09.2025). – Текст : электронный.
6. Донишқадаи кӯхию металлургии Тоҷикистон – Горно-металлургический институт Таджикистана. – URL: <http://www.gmit.tj/> (дата обращения: 05.05.2025). – Текст : электронный.
7. Проект Гармония Воды Евразия II. – URL: <https://www.waterh.net/ru/> (дата обращения: 02.09.2025). – Текст : электронный.
8. Дар Суғд нахустин фестивали «СУҒД-КЛИМАТ-FEST» баргузор гардид | АМИТ «Ховар». – URL: <https://khovar.tj/2024/06/dar-su-d-nahustin-festivali-su-d-klimat-fest-barguzor-gardid/> (дата обращения: 20.09.2025).

26.09.2025). – Текст : электронный.

9. Rungtiw K. Using STSE-Model Learning to Examine Students' Environmental Awareness of the Risk of Environmental Disaster / K. Rungtiw. – Текст : электронный // International Journal of Innovation, Creativity and Change. – 2020. – Т. 13. – № 6. – С. 397-414. – URL: https://www.ijicc.net/images/vol_13/Iss_6/13640_Kongson_2020_E_R.pdf (дата обращения: 30.09.2025).

10. Exploring environmental awareness, knowledge, and safety: A comparative study among students in Montenegro and North Macedonia / V. M. Cvetković, S. Sudar, A. Ivanov [и др.] // Open Geosciences. – 2024. – Т. 16. – № 1.

11. How does environmental education affect college students' waste sorting behavior: A heterogeneity analysis based on educational background / L. Luo, Q. Yang, D. Qiao [и др.]. – Текст : электронный // Journal of Environmental Management. – 2025. – Т. 389. – С. 126064. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479725020407> (дата обращения: 30.09.2025).

12. Conservation of nature and biodiversity | LinkedIn. – URL: <https://www.linkedin.com/pulse/conservation-nature-biodiversity-daler-hojiboev/> (дата обращения: 29.09.2025). – Текст : электронный.

13. Чорабини чамъбасти дар Донишқадаи кӯхию металлургии Тоҷикистон. – URL: <https://ecosugd.tj/ru/news/1551-jchddkm122024.html> (дата обращения: 26.09.2025). – Текст : электронный.

14. The Kanibadam and Asht wetland. – URL: https://www.ramsar.org/sites/default/files/2024-11/nwf_tajikistan_2024.pdf (дата обращения: 20.09.2025). – Текст : электронный.

РОЛЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В СОХРАНЕНИИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ: ПЕРЕХОД К ЗЕЛЕНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

¹Г.З. Бижанова, ²М.М. Абдибаттаева, ³Л.С. Курбанова, ⁴Е.О. Досжанов,
⁵Г.М. Минжанова

^{1,2,3,5} Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

⁴ Институт проблем горения, Алматы, Казахстан,

bgz2017@mail.ru, maral7676@mail.ru, k_lau@mail.ru, doszhanov_yerlan@mail.ru,
guldana.minzhanova@kaznu.kz

Аннотация. Исследование посвящено роли промышленных предприятий в сохранении экосистемных услуг через внедрение зелёных технологий очистки сточных вод. Основное внимание уделено применению сорбента на основе природных и техногенных материалов (диатомита и его композитов с биоуглём), обладающих высокой пористостью и способностью эффективно связывать органические и неорганические загрязнители. Лабораторные эксперименты проводились с модельными растворами метиленового синего, что позволило оценить сорбционную ёмкость различных гранулометрических фракций сорбента и влияние модификации на эффективность очистки. Для анализа использовался спектрофотометрический метод, обеспечивший точность количественной оценки. Системный подход позволил связать полученные результаты с сохранением экосистемных услуг и перспективами внедрения экологически безопасных технологий в промышленное водопользование. Практическая значимость работы заключается в обосновании применения доступных и ресурсосберегающих материалов для снижения антропогенной нагрузки на водные ресурсы и повышения устойчивости экосистем.

Ключевые слова: экосистемные услуги, сточные воды, зелёные технологии, природные сорбенты, диатомит.

Аңдатпа. Экожүйелік қызметтерді сақтау тұрақты дамудың негізгі міндеттерінің бірі болып табылады, өйткені өнеркәсіптік тұрмыстық және өндірістік қалдық сулар қоршаған ортаға айтарлықтай зиян келтіруде. Бұл зерттеу өнеркәсіптік кәсіпорындардың экожүйелік қызметтерді сақтауындағы рөлін және қалдық суларды тазартуда жасыл технологияларға көшуін қарастырады. Негізгі назар табиғи және техногендік материалдардан (диатомит және оның биокөмірмен композиттері) алынған сорбентті қолдануға аударылды. Бұл сорбенттер жоғары кеуектілікке ие және органикалық пен бейорганикалық ластағыштарды тиімді байланыстыру қабілеті бар. Метилен көк индикаторы ретінде қолданылып, әртүрлі диатомит фракциялары мен диатомит–биоқоңыр композиттерінің сорбциялық тиімділігі зерттелді. Сорбция тиімділігі спектрофотометриялық әдіспен бағаланды, ал сорбенттердің құрылымдық және физикалық қасиеттері олардың өнімділігін түсіндіру үшін талданды. Жүйелік талдау тәжірибелік нәтижелерді экожүйелік қызметтерді сақтау және тұрақты су пайдалану контекстімен байланыстыруға мүмкіндік берді. Нәтижелер табиғи сорбенттердің экологиялық қауіпсіз балама ретінде әлеуетін көрсетті және өнеркәсіптік қалдық суларды тазартуда жасыл технологияларды енгізудің ғылыми негізін қамтамасыз етеді.

Кілт сөздер: экожүйелік қызметтер, қалдық сулар, жасыл технологиялар, табиғи сорбенттер, диатомит.

Abstract. The preservation of ecosystem services is a key challenge of sustainable development, as industrial wastewater remains a major source of environmental degradation. This

study examines the role of industrial enterprises in maintaining ecosystem services through the transition to green wastewater treatment technologies. The main focus is on the application of a sorbent based on natural and technogenic materials (diatomite and its composites with biochar), which possess high porosity and the ability to effectively bind organic and inorganic pollutants. Laboratory experiments with methylene blue as a model contaminant demonstrated the efficiency of different diatomite fractions and diatomite–biochar composites. Sorption efficiency was assessed using spectrophotometry, while the structural and physical properties of the sorbents were analyzed to explain their performance. A systems approach was applied to link experimental results with the broader context of ecosystem service preservation and sustainable industrial water management. The findings highlight the potential of natural sorbents as eco-friendly alternatives to conventional treatment methods and provide a scientific basis for implementing green technologies in industrial wastewater treatment.

Keywords: ecosystem services, wastewater, green technologies, natural sorbents, diatomite.

Введение

Сохранение экосистемных услуг является одной из ключевых задач устойчивого развития, поскольку именно они обеспечивают поддержание жизненно важных функций биосферы: регулирование качества воды, воспроизводство биологических ресурсов, поддержание биоразнообразия и снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду [1, 2, 3]. В условиях ускоренной индустриализации промышленное производство остаётся значимым источником загрязнения водных экосистем. Сточные воды промышленных предприятий содержат широкий спектр органических и неорганических соединений, включая фосфаты, аммоний, нитраты, тяжёлые металлы, красители жиры и др., что приводит к деградации водных экосистем и утрате их экосистемных услуг [4].

В последние десятилетия усилилось внимание к внедрению «зелёных» технологий очистки сточных вод, направленных на минимизацию экологического ущерба и рациональное использование природных ресурсов [5]. Одним из перспективных направлений является применение сорбентов на основе природных и техногенных материалов, таких как диатомит, биоуголь, цеолиты, бентонитовые глины и шунгит [6]. Эти материалы обладают высокой удельной поверхностью, развитой пористой структурой и способностью к селективному связыванию загрязнителей. Их использование рассматривается как экологически безопасная альтернатива традиционным методам очистки (коагуляция, флокуляция, химическое осаждение), требующим значительных затрат реагентов и сопровождающихся образованием вторичных отходов [7].

Особый интерес представляет диатомит, характеризующийся высокой пористостью (до 80–90 %) и низкой насыпной плотностью, что делает его удобным для использования в фильтрующих колоннах. Однако его сравнительно невысокая механическая прочность требует дополнительных мер для повышения эксплуатационной устойчивости, в том числе модификации с добавлением биоугля. Экспериментальные исследования показали, что такие композитные материалы демонстрируют более высокую сорбционную ёмкость и устойчивость по сравнению с исходными сорбентами [8].

В рамках настоящего исследования были проведены лабораторные опыты с модельными растворами метиленового синего, выбранного в качестве индикатора органических загрязнителей. Применение спектрофотометрического метода позволило количественно оценить эффективность сорбции и сопоставить результаты для различных гранулометрических фракций диатомита, а также его комбинаций с биоуглём. Дополнительно был использован системный анализ, позволивший увязать экспериментальные результаты с более широким контекстом – сохранением экосистемных услуг и переходом к экологически ориентированным технологиям промышленного водопользования.

Актуальность проведённого исследования определяется необходимостью поиска доступных, эффективных и экологически безопасных решений для очистки сточных вод

промышленных предприятий. Научная новизна заключается в комплексном подходе, сочетающем лабораторные эксперименты, физико-химический анализ сорбентов и системную оценку их роли в сохранении экосистемных услуг. Полученные результаты могут служить основой для практической реализации зелёных технологий в промышленной очистке сточных вод.

Таким образом, роль промышленных предприятий в сохранении экосистемных услуг сегодня во многом определяется их способностью к внедрению зелёных технологий очистки сточных вод. Данное исследование направлено на обоснование эффективности применения сорбентов природного, техногенного и композитного происхождения в системе промышленной очистки сточных вод и их значение для поддержания экосистемных функций.

Исходные данные и методы исследования

Для анализа роли промышленных предприятий в сохранении экосистемных услуг и обоснования перехода к зелёным технологиям очистки сточных вод применялся комплексный подход, сочетающий экспериментальные, аналитические и сравнительные методы. Такой выбор методологии был обусловлен необходимостью соединить теоретические аспекты – влияние антропогенной нагрузки на водные экосистемы – с практическими решениями, основанными на использовании сорбентов на основе природных и техногенных материалов.

Базу исследования составили несколько взаимодополняющих блоков:

- результаты лабораторных экспериментов по сорбции модельных растворов с использованием природных материалов (диатомита различной фракции и биоугля, полученного из рисовой шелухи);
- физико-химические характеристики сорбентов, включая пористость, удельную поверхность, гранулометрический состав, насыпную плотность и механическую прочность;
- данные спектрофотометрии, применённые для оценки удаления органических красителей (метиленового синего) и косвенной характеристики способности сорбентов улавливать органические загрязнители, характерные для сточных вод промышленных предприятий;
- литературные источники, основными из которых стали международные базы данных *Web of Science*, *Scopus*, *Google Scholar*, а также публикации ведущих издательств (*MDPI*, *Springer*, *Elsevier*). Эти ресурсы позволили обобщить мировой опыт применения природных сорбентов, современных технологий очистки и оценки их влияния на сохранение экосистемных услуг.

Такой набор исходных данных обеспечил комплексное рассмотрение проблемы как на экспериментальном, так и на прикладном уровнях.

Для оценки эффективности сорбентов были проведены опыты с модельными растворами метиленового синего, выбранного в качестве индикатора органического загрязнения [9].

В качестве сорбентов применялись фракции диатомита различной крупности, а также их комбинации с термообработанной рисовой шелухой. Такой подход позволил выявить влияние гранулометрического состава и добавок биоугля на процесс сорбции. Остаточная концентрация метиленового синего в растворах определялась спектрофотометрическим методом, что обеспечивало высокую точность количественной оценки эффективности очистки [10].

На основе отечественных и зарубежных публикаций выполнено сравнение традиционных методов очистки (коагуляция, флокуляция, химическое осаждение) с экологически безопасными подходами (биосорбция, использование природных сорбентов, композитных материалов). Особое внимание уделялось анализу жизненного цикла технологий и их влияния на сохранение экосистемных услуг [11].

Системный подход позволил установить взаимосвязь между качеством сточных вод, применяемыми технологиями и сохранением экосистемных услуг [12]. При этом

учитывались не только технические показатели эффективности очистки, но и социально-экологические последствия: улучшение состояния водных экосистем, повышение биоразнообразия и снижение нагрузки на водные ресурсы.

Методы лабораторного моделирования использовались также для учебных целей: разработаны практические схемы, позволяющие обучающимся проследить влияние выбора технологий очистки на сохранение экосистемных услуг.

Использование лабораторных экспериментов и анализа природных сорбентов обусловлено стремлением к поиску доступных, экологически безопасных и ресурсосберегающих технологий очистки сточных вод [13]. Методы спектрофотометрии и физико-химического анализа позволяют получить объективные данные об эффективности материалов, а системный и сравнительный подходы обеспечивают увязку научных результатов с практикой промышленного водопользования.

Выбранные методы исследования позволили сочетать экспериментальную проверку гипотез с теоретическим и прикладным обоснованием роли промышленных предприятий в сохранении экосистемных услуг за счёт внедрения зелёных технологий очистки сточных вод.

Результаты и ожидаемый эффект

Исследования показывают, что использование сорбентов на основе природных и техногенных материалов (диатомит, биоуголь, цеолиты, бентонитовые глины, шунгит) является эффективным и экологически безопасным направлением очистки сточных вод промышленных предприятий. Высокая пористость и развитая удельная поверхность этих материалов обеспечивают удаление как неорганических (фосфаты, аммоний, нитраты, тяжёлые металлы и др.), так и органических загрязнителей (красители, жиры) [14].

Эффективность применения природных материалов в значительной мере определяется их структурными и физико-химическими особенностями, которые задают направление дальнейшего выбора и оптимизации сорбентов. В этом контексте особый интерес представляет диатомит, обладающий рядом уникальных характеристик.

Сорбционные свойства природных сорбентов во многом обусловлены их физико-структурными параметрами. Диатомит отличается высокой пористостью (до 80–90 %) и значительной удельной поверхностью (30–65 м²/г), что обеспечивает эффективное улавливание фосфатов и органических загрязнителей. Важным преимуществом диатомита является его низкая насыпная плотность (~0,2–0,5 г/см³), позволяющая использовать материал в фильтрующих колоннах. Однако сравнительно невысокая механическая прочность требует дополнительных мер для повышения устойчивости при эксплуатации.

Биоуголь из рисовой шелухи характеризуется развитой системой микро- и мезопор, а его удельная поверхность достигает 200–350 м²/г в зависимости от температуры пиролиза [15]. Такой материал демонстрирует высокую сорбционную способность по отношению к аммонии, нитратам и тяжёлым металлам. На стабильность структуры и долговечность сорбента существенное влияние оказывают влажность исходного сырья (10–15 %) и режим последующей сушки.

Сравнительный анализ показывает, что оптимизация фракционного состава (например, применение гранул размером 0,5–1 мм вместо 2–4 мм) повышает площадь контакта и одновременно улучшает устойчивость к механическому разрушению. Кроме того, контроль влажности в процессе хранения и эксплуатации имеет критическое значение, поскольку избыточное содержание воды блокирует поровое пространство и снижает адсорбционную ёмкость.

Современные исследования подтверждают, что эффективность природных и модифицированных сорбентов тесно связана с их пористой структурой, удельной поверхностью и наличием функциональных групп. Так, для биоугля из рисовой шелухи (RNB) при пиролизе при 900 °С и выдержке 90 мин достигается удельная поверхность около 280 м²/г и пористость $\varepsilon_p \approx 0,316$, что значительно улучшает его сорбционные свойства [16].

Диатомит демонстрируют эффективность удаления фосфатов до 90–97 % в лабораторных условиях; в колонных установках показатели несколько снижаются, но остаются высокими (50–70 %). Дополнительная модификация повышает эффективность: например, гидрогелевые гранулы на основе La-модифицированного диатомита показали сорбционную ёмкость по фосфату 58,9 мг/г и эффективность удаления более 92,5 % в реальных сточных водах [17].

Применение кислотной активации и термообработки также улучшает свойства сорбентов. Так, функционализированный диатомит $\text{DTC}_a\text{-Na}$ после обработки H_2SO_4 , NaCl и прокаливания при 400 °С обеспечил удаление азота-аммония более 80 % при pH 6–10 и времени контакта 60 мин [18]. Аналогично, модификация диатомита соединениями лантана ($\text{La}_2\text{O}_3\text{CO}_3@\text{AD}$) позволила достичь высокой эффективности удаления фосфатов в соответствии с моделями псевдо-второго порядка и Фрейндлиха [17].

Высокие результаты получены и при использовании композитов: например, комбинация термически модифицированных цеолита и диатомита (в соотношении 3:2) позволила достичь удаления азота и фосфора на уровне 92,07 % и 84,61 % соответственно [19].

Помимо минеральных сорбентов, доступными и экологически безопасными материалами остаются зола биомассы, торф и биоуголь, эффективность которых существенно возрастает после модификации. Обобщённые результаты исследований подтверждают, что высокая эффективность природных и модифицированных сорбентов обусловлена как их минералогическим составом и наличием активных функциональных групп, так и особенностями пористой структуры. Однако не менее важным условием успешного применения этих материалов в инженерной практике является учет эксплуатационных факторов.

Ключевыми параметрами, определяющими эффективность сорбентов, являются размер частиц, предварительная обработка (термоактивация, модификация), контактное время и pH среды. Немаловажную роль играют физические характеристики материалов – влажность, фракционный состав, насыпная плотность и механическая прочность, от которых за

Учет перечисленных факторов имеет не только теоретическое, но и прикладное значение. Для наглядной демонстрации влияния физических характеристик на эффективность работы природных сорбентов были проведены лабораторные эксперименты в образовательных целях.

Влияние гранулометрического состава диатомита на эффективность сорбции метиленового синего

Для количественной оценки этих различий использовался модельный раствор метиленового синего, позволяющий сопоставить влияние гранулометрического состава на сорбционную активность диатомита. В условиях динамической сорбции была собрана лабораторная колонка, заполненная различными гранулометрическими фракциями сорбента.

Образец 1 (контроль) представлял собой исходный раствор красителя, сохранявший ярко-синюю окраску. После прохождения через колонку, заполненную диатомитом крупной фракции (образец 2), наблюдалось заметное снижение интенсивности окраски, однако полного обесцвечивания не происходило. В то же время при использовании диатомита мелкой фракции (образец 3) раствор значительно обесцвечивался, что свидетельствует о более высокой сорбционной активности данного материала (рис. 1).



Рисунок 1 – Колоночные испытания сорбционной способности диатомита

Сравнительный анализ показал, что уменьшение размера зерен диатомита способствует увеличению его удельной поверхности и степени развития микропористости, что напрямую отражается на повышении эффективности удаления органического красителя. Таким образом, динамические испытания подтвердили ключевую роль гранулометрического состава в формировании сорбционных свойств и наглядно продемонстрировали экологический эффект применения природных сорбентов.

Для подтверждения выявленных закономерностей и более детальной оценки влияния дисперсности диатомита на его сорбционные свойства был проведён второй эксперимент – в условиях статического контакта с модельным раствором метиленового синего.



Рисунок 2 – Эффективность сорбции метиленового синего диатомитом

После взаимодействия раствора с сорбентом отмечалось образование осадка и снижение интенсивности окраски. При использовании крупной фракции эффект осветления был умеренным, тогда как мелкодисперсный диатомит обеспечил почти полное обесцвечивание раствора. Эти данные подтверждают, что уменьшение размера частиц повышает сорбционную ёмкость материала за счёт возрастания удельной поверхности и лучшей доступности пористой структуры.

Таким образом, результаты динамических и статических экспериментов показали, что наибольшей сорбционной активностью в отношении органических красителей обладает диатомит фракции $<0,5$ мм, что делает его перспективным материалом для применения в технологиях очистки сточных вод. В то же время использование мелкодисперсных частиц сопровождается ухудшением гидродинамических характеристик колонн: увеличивается сопротивление фильтрации, возрастает риск засорения порового пространства и снижается скорость протекания раствора. Эти ограничения необходимо учитывать при разработке практических схем применения мелкодисперсного диатомита в инженерных условиях.

Для количественного подтверждения выявленных закономерностей был проведён анализ методом УФ-спектрофотометрии. В таблице 1 приведены результаты исследования

раствора метиленового синего при сорбции на диатомите различной гранулометрической фракции в условиях статического и динамического эксперимента. Представленные данные позволяют более детально оценить влияние размера частиц сорбента на эффективность удаления органического красителя из водных растворов.

Таблица 1 – Данные УФ-спектрофотометрии раствора метиленового синего с природным диатомитом

Эксперимент	Фракция, мм	C_0 (%)	До фильтрации, мг/мл	После фильтрации, мг/мл	Адсорбция (%)	q (мг/г)
1. статическая сорбция	1–2	0,05	0,29	0,14	52,3	1,56
	<0,5	0,05	0,29	0,11	62,7	1,87
2. динамическая сорбция	1–2	0,05	0,29	0,15	49,3	1,47
	<0,5	0,05	0,29	0,12	58,1	1,73

Как видно из таблицы 1, эффективность сорбции существенно зависит от дисперсности диатомита. В условиях статической сорбции фракция <0,5 мм продемонстрировала наибольшую эффективность: степень адсорбции составила 62,7 %, а удельная сорбционная ёмкость – 1,87 мг/г, что выше по сравнению с фракцией 1–2 мм. Аналогичная тенденция наблюдается и при динамической сорбции: фракция <0,5 мм обеспечивает более глубокое удаление красителя (58,1 % против 49,3 % для фракции 1–2 мм). Полученные результаты подтверждают, что уменьшение размера частиц диатомита способствует увеличению удельной поверхности и повышению доступности активных центров адсорбции.

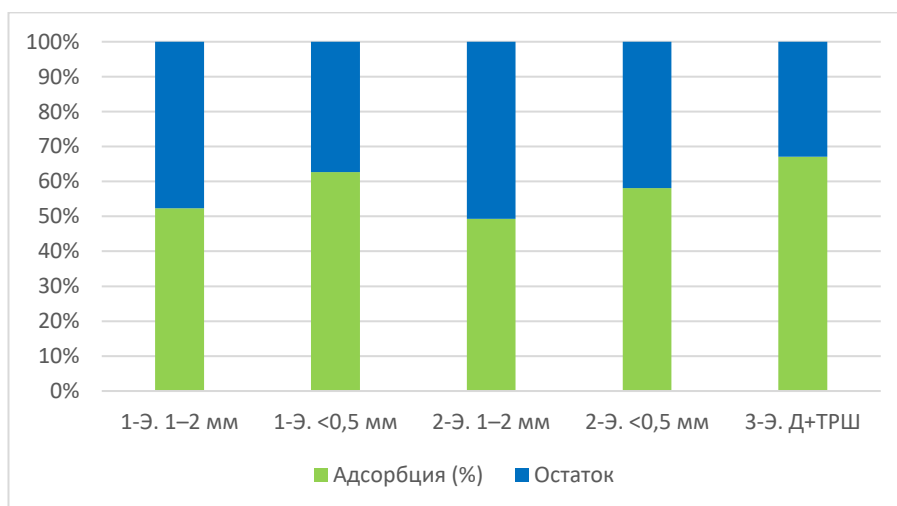


Рисунок 3 – Влияние гранулометрического состава диатомита на степень адсорбции метиленового синего

На рисунке 3 представлены сравнительные данные по сорбции метиленового синего диатомитом различной фракции в статических и динамических условиях. Видно, что мелкодисперсная фракция обеспечивает существенно более высокие показатели как

степени адсорбции (до 62,7 % в статическом и 58,1 % в динамическом режиме), так и удельной сорбционной ёмкости (1,87 и 1,73 мг/г соответственно). Для крупной фракции данные параметры значительно ниже, что связано с ограниченной удельной поверхностью и меньшей доступностью пористой структуры. При этом различия между статическим и динамическим режимами более выражены для мелкодисперсного диатомита, что указывает на его высокую чувствительность к гидродинамическим условиям процесса.

Результаты спектрофотометрического анализа и визуальных наблюдений убедительно подтверждают, что наиболее высокой сорбционной способностью обладает мелкодисперсная фракция диатомита. Однако её использование сопряжено с технологическими ограничениями: снижается скорость фильтрации и возрастает риск засорения порового пространства, что негативно отражается на эффективности работы сорбционной колонны в динамическом режиме. Указанные ограничения обусловили необходимость разработки композитного материала, который бы сочетал высокую сорбционную активность мелкодисперсного диатомита с улучшенными эксплуатационными свойствами, обеспечивающими его практическую применимость в технологиях очистки сточных вод.

С целью устранения выявленных гидродинамических ограничений и повышения эксплуатационной стабильности материала был проведён эксперимент по созданию композитного сорбента на основе диатомита и рисовой шелухи, подвергнутой предварительной термообработке.

Для оценки сорбционных характеристик был использован композит на основе природного диатомита и термообработанной рисовой шелухи. Материал загружали в лабораторную колонну, через которую пропускали модельный раствор метиленового синего, служащий индикатором органических загрязнителей.

В ходе фильтрации наблюдалось замедление прохождения раствора через сорбционный слой, что связано с уплотнением поровой структуры композита и снижением его гидродинамической проницаемости. Изменение значений pH раствора после прохождения через колонну указывало на химическое взаимодействие компонентов сорбента с загрязнителем, что свидетельствует о протекании адсорбционных процессов.

Эксперименты показали, что использование термообработанной рисовой шелухи в составе композита повышает сорбционную ёмкость и устойчивость материала, подтверждая целесообразность разработки модифицированных природных сорбентов для очистки сточных вод. Полученные данные служат основой для последующего анализа влияния гранулометрического состава и соотношения компонентов на эффективность очистки.



Рисунок 4 – Сорбционная колонна с композитом на основе диатомита и термообработанной рисовой шелухи



Рисунок 5 – Колонночные испытания сорбционной способности диатомита

Экспериментальные данные продемонстрировали высокую эффективность композита: степень удаления метиленового синего составила 67,1 % (таблица 2). Это подтверждает, что введение термообработанной рисовой шелухи способствует значительному усилению сорбционных свойств диатомита. Вместе с тем, выявленные гидродинамические ограничения указывают на необходимость дальнейшей оптимизации соотношения компонентов и условий загрузки колонны для обеспечения стабильной работы сорбента в динамических системах очистки сточных вод.

Таблица 2 – Результаты сорбции метиленового синего композитом «диатомит + термообработанная рисовая шелуха

Эксперимент	Фракция , мм	C_0 (%)	До фильтрации , мг/мл	После фильтрации , мг/мл	Адсорбция (%)	Q (мг/г)
3.статическая сорбция – диатомит + ТРШ 600/30	- <0,5	0,00 5	0,298	0,098	67,1	1, 7

Проведённые лабораторные эксперименты подтвердили, что эффективность сорбции загрязнителей зависит от гранулометрического состава диатомита, условий увлажнения и введения термообработанной рисовой шелухи. Эти результаты демонстрируют практическую значимость использования природных сорбентов в процессах очистки сточных вод, что особенно важно в контексте перехода промышленных предприятий к зелёным технологиям. Применение экологически безопасных и доступных материалов позволяет снижать нагрузку на водные экосистемы, способствуя сохранению их регуляторных функций и устойчивости.

Внедрение природных и композитных сорбентов в практику промышленной очистки сточных вод можно рассматривать не только как технологическое решение, но и как стратегический вклад в сохранение экосистемных услуг и обеспечение устойчивого развития.

Ожидаемый эффект внедрения

Внедрение зелёных технологий очистки сточных вод на промышленных предприятиях позволит существенно снизить антропогенную нагрузку на водные экосистемы и сохранить их ключевые услуги – поддержание качества воды, регулирование

биогеохимических циклов и обеспечение устойчивого биоразнообразия. Сорбент на основе природных и техногенных материалов (диатомита и его композитов с биоуглём), обладающий высокой пористостью и способностью эффективно связывать органические и неорганические загрязнители, обеспечивает высокую эффективность их удаления при минимальных затратах, что делает данное решение экономически и экологически целесообразным.

Ожидается, что внедрение предложенных технологий приведёт к следующим положительным результатам:

- экологический эффект – снижение концентраций загрязняющих веществ в сточных водах, улучшение качества поверхностных и грунтовых вод, повышение устойчивости водных экосистем;

- социальный эффект – формирование экологической культуры и компетентности работников предприятий и обучающихся в образовательных программах, усиление общественной значимости проектов по охране окружающей среды;

- экономический эффект – сокращение затрат на очистку сточных вод за счёт применения доступных природных материалов и снижение платежей за негативное воздействие на окружающую среду;

- инновационный эффект – развитие и внедрение технологий, основанных на принципах циркулярной экономики, включая использование отходов агропромышленного производства в качестве сырья для сорбентов.

Таким образом, внедрение зелёных технологий очистки сточных вод на промышленных предприятиях не только способствует повышению экологической безопасности и сохранению экосистемных услуг, но и формирует основу для устойчивого социально-экономического развития региона.

Результаты. Сорбент на основе природных и техногенных материалов (диатомита и его композитов с биоуглём) демонстрирует эффективность очистки модельных растворов, которая во многом определяется его физико-химическими параметрами – гранулометрическим составом, удельной поверхностью, пористостью и условиями предварительной обработки. Эксперименты показали:

- мелкодисперсная фракция диатомита обеспечивает более высокую сорбционную способность по отношению к органическим красителям, однако сопровождается ухудшением гидродинамических характеристик колонн;

- введение термообработанной рисовой шелухи (600 °С, 30 мин) в состав композита с диатомитом повышает сорбционную ёмкость, что свидетельствует о синергетическом эффекте природных компонентов;

- оптимизация соотношения компонентов и гранулометрического состава сорбента позволяет сочетать высокую эффективность очистки с улучшенными эксплуатационными свойствами, что особенно важно для применения в промышленных условиях.

Научная и практическая значимость работы заключается в следующем:

Показана перспективность применения сорбент на основе природных и техногенных материалов и композитов на их основе для очистки сточных вод промышленных предприятий.

Доказано, что переход к зелёным технологиям с использованием экологически безопасных материалов способствует снижению техногенной нагрузки на окружающую среду и сохранению экосистемных услуг.

Разработанные экспериментальные схемы могут быть интегрированы в образовательный процесс, формируя экологическую компетентность и исследовательские навыки будущих специалистов.

Вывод: внедрение зелёных технологий очистки сточных вод, основанных на применении сорбентов на основе природных и техногенных материалов, обеспечивает экологический, экономический и социальный эффект, укрепляет устойчивость экосистем и

играет ключевую роль в выполнении промышленных предприятий своих природоохранных обязательств.

Литература:

1. Grizzett, B., Lanzasova D., Lique C., Reynaud A., & Cardoso A. C. Assessing water ecosystem services for water resource management // *Environmental Science & Policy*. – V. 61, – 2019. – P. 194–203. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.04.008>
2. Choudhary M., Pete, C.N., Shukla S.K., Govender P.P., Joshi G.M., Wang R. Environmental Issues: A Challenge for Wastewater Treatment // *Environmental Chemistry for a Sustainable World*. – 2019. – V. 38. – P. 1–12. https://doi.org/10.1007/978-3-030-17724-9_1
3. Тихонова Т.В. Экосистемные услуги: пути практического использования // *Проблемы развития территории*. – 2019. – №1(99). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekosistemnye-uslugi-puti-prakticheskogo-ispolzovaniya>
4. Miquel Salgot, Montserrat Folch. Wastewater treatment and water reuse // *Current Opinion in Environmental Science & Health*. – 2018. – V.2. – P. 64–74. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2018.03.005>
5. Лонаева Н.Л. Современные технологии очистки сточных вод // *АОН*. – 2021. – №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tehnologii-ochistki-stochnyh-vod>
6. Мусина У.Ш. Экологические свойства сланцевого шунгита при очистке сточных вод различного техногенного происхождения // *Современные проблемы науки и образования*. – 2015. – №2–2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=21572>
7. Zahid M., Doszhanov Y., Saurykova K., Ahmadi N., Bolatova D., Kurmanbayeva M., Aydarbek A., Ihsas R., Seitzhanova M., Akhmetzhanova D., et al. Modification and Application of Natural Clinoptilolite and Mordenite from Almaty Region for Drinking Water Purification // *Molecules*. – 2021. – V.30. <https://doi.org/10.3390/molecules30092021>
8. Jaspal D., Malviya A. Composites for wastewater purification: A review // *Chemosphere*. – 2020. – V.246. – P. 138–163. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125788>
9. Fito, J., Abewaa, M., Mengistu, A. et al. Adsorption of methylene blue from textile industrial wastewater using activated carbon developed from *Rumex abyssinicus* plant. *Sci Rep* 13. – 2023 – №5427. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-32341-w>
10. Setiyanto H., Sari F.M., Azis M.Y., Rahayu R.S., Sulaeman A., Zulfikar M.A., Ratnaningrum D., Saraswati V. Electrochemical Degradation of Methylene Blue Using Ce(IV) Ionic Mediator in the Presence of Ag(I) Ion Catalyst for Environmental Remediation // *Applied Physics*. – 2021 – №5427. – 25 p. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-32341-w>
11. Fu H., Niu J., Wu Z., Xue P., Sun M., et al. Influencing Factors of Stereotypes on Wastewater Treatment Plants- Case Study of 9 Wastewater Treatment Plants in Xi'an, China // *Environmental Management*. – 2022. – V.70. – P. 526–535. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-022-01663-2>
12. Felici, G.; Corsi, G.; Fabbri, S.; Niero, M.; Lavagnolo, M.C. Assessing the Value of Ecosystem Services in Decentralized Sanitation Systems: A Case Study in a Vulnerable Mountain Area // *Sustainability*. – 2025. – V.17. <https://doi.org/10.3390/su17188186>
13. Bekenova L.M., Shtykova I.V., Kuzmina N.A. Application of innovative technologies in the field of wastewater treatment: foreign and Kazakhstani experience // *Statistics, accounting and audit*. – 2024. – №3(94), – P.176–192. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51579/1563-2415.2024.-3.14>
14. Samsami S., Mohamadizani M., Sarrafzadeh M.-H., Rene E.R., Firoozbahr M. Recent advances in the treatment of dye-containing wastewater from textile industries: Overview and perspectives // *Process Safety and Environmental Protection*. – 2020. – V.143. – P. 138–163. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.05.034>
15. Sabitov, A.; Atamanov, M.; Doszhanov, O.; Saurykova, K.; Tazhu, K.; Kerimkulova, A.; Orazbayev, A.; Doszhanov, Y. Surface Characteristics of Activated Carbon Sorbents Obtained from Biomass for Cleaning Oil-Contaminated Soils // *Molecules*. – 2024. – №29. <https://doi.org/10.3390/molecules29163786>
16. Джетимов, М.А., и др. Очистка сточных вод модифицированными природными сорбентами. // *Вестник КазУТБ*. – Т. 4. – В.25. – 2024. <https://doi.org/10.58805/kazutb.v.4.25-454>
17. Wu Z., Han Y., Zan F., Ye Y., Ren Y., Han K., Liu D., Jiang W. Highly efficient removal of phosphate by La–diatomite and sodium alginate composite hydrogel beads // *Environmental Science: Water Research & Technology*. – 2023. – I.4. DOI <https://doi.org/10.1039/D2EW00864E>
18. Fang, S., Li, G., Shi, H. et al. Preparation of low-cost functionalized diatomite and its effective removal of ammonia nitrogen from wastewater // *Environ Sci Pollut –Res* 30(98881–98894). – 2023. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22522-x>
19. Zhang, B.; Wang, X.; Li, S.; Liu, Y.; An, Y.; Zheng, X. Preferable Adsorption of Nitrogen and Phosphorus from Agricultural Wastewater Using Thermally Modified Zeolite–Diatomite Composite Adsorbent // *Water*. – 2019. – V. 11.2053. <https://doi.org/10.3390/w11102053>

ЖАМБЫЛ ОБЛЫСЫ АҚКӨЛ ОРМАН ШАРУАШЫЛЫҒЫ МЕКЕМЕСІНІҢ ОРМАН ҚОРЫНЫҢ ҮДЕРІСІН ТАЛДАУ

¹З.Қ.Бестен, ¹Т.С.Кертешев

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан, kerteshev.talgat@kaznaru.edu.kz

Аңдатпа. Бұл мақалада Жамбыл облысында орналасқан Ақкөл орман шаруашылығының орман қорының 25 жыл ішіндегі өзгеріс динамикасы қарастырылады. Орманның жалпы ауданындағы, тұқымдастардың түр құрамындағы және алқа ағаштардың жас құрылымындағы өзгерістер бақыланды. Орман шаруашылығы мекемесінде осы өткен ұзақ мерзімде жүргізілген орманшаруашылық іс-шаралардың, оның ішінде басты мақсатта пайдалану кесулері, аралық мақсатта пайдалану кесулері санитарлық кесулер мен құлаған ағаштарды алу және орманды зиянкестермен мен аурулардан сақтау үшін жыл сайын жүргізілетін орман патологиялық зерттеулердің жүргізілуінің негізділігін және жүргізу сапасына баға берілген. Шаруашылық аумағында жүргізілген орманды қалпына келтіру жұмыстарының көлемі мен нәтижелері де ескеріледі. Ұсынылған талдау нәтижелері Ақкөл орман шаруашылығының орман қорының дамуындағы қазіргі үрдістерді бағалауға және оның тұрақтылығын анықтайтын факторларды анықтауға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: Ақкөл орман шаруашылығы, орманды аумақ, орманмен қамтылған аумақ, орман қорының үдерісі, орман бонитеті

Кіріспе. Ұзақ кезеңдегі орман қорының серпінін талдау орман экологиялық жүйелерінің жай-күйін бағалау, орнықты орман пайдалануды жоспарлау және болашақ өзгерістерді болжау үшін үлкен мәнге ие. Мұндай талдау ормандардың аумағы мен құрылымының өзгеру үрдісін анықтауға, олардың климатқа, биологиялық әртүрлілікке және су ресурстарына әсерін бағалауға көмектеседі, сондай-ақ орман байлықтарын сақтау, қалпына келтіру және ұтымды пайдалану жөніндегі тиімді шараларды әзірлеу үшін негіз болады.

Осы маңыздылықтың негізгі аспектілеріне келесілер жатады:

Экологиялық орнықтылық: ормандардың климатқа қалай әсер ететінін, биологиялық әртүрлілікке және су ресурстарын реттейтінін, сондай-ақ олардың әртүрлі әсерлерге қалай төзімді болатынын бағалауға мүмкіндік береді.

Шаруашылық қызметті бағалау: орман шаруашылығы іс-шараларының (мысалы, ағаш кесу, орманды қалпына келтіру) тиімділігін және олардың ормандардың өнімділігі мен олардың басқа да құндылықтарына ұзақ мерзімді әсерін талдау үшін қажет.

Экономикалық құрамдас бөлігі: жұмыс орындарын құруды және жалпы ішкі өнімді (ЖІӨ) қалыптастыруды қоса алғанда, орман секторының экономикаға қосқан үлесін бағалауға мүмкіндік береді.

Жоспарлау және басқару: ормандарды басқарудың, орманды орнықты пайдалануды қоса алғанда, ормандардың қазіргі және болашақ ұрпақ үшін экономикалық, сондай-ақ экологиялық және әлеуметтік функцияларын сақтауға бағытталған ұзақ мерзімді стратегияларын әзірлеу үшін қажетті ақпарат береді.

Болжау және бейімдеу: климаттық өзгерістердің, адам іс-әрекетінің және басқа факторлардың әсерімен орман экожүйелеріндегі болашақ өзгерістерді болжауға, әрі, бұл бейімделу және келеңсіз зардаптарды жұмсарту жөніндегі шараларды әзірлеуге мүмкіндік береді.

Жамбыл облысы Ақкөл орман шаруашылығы мекемесінің аумағында орман шаруашылығының тиімділігін арттыру үшін оның аумақтарындағы жекелеген орман учаскелері бойынша шаруашылық қызмет пен табиғи факторларға жан-жақты талдау жасау

өте маңызды. Орманның тұқымдастар құрамы, жасы бойынша, бонитеттік құрылымы және есептік кеспеағаштың өзгеруін талдаудың негізінде ұзақ мерзімде орман шаруашылығының басқару деңгейін бағалауға болады.

Ақкөл орман шаруашылығы мекемесінің орман қорының ұзақ кезеңдегі серпінін талдаудың жоғары практикалық құндылығы бар, өйткені ол орманды қалпына келтіру, өрттер мен зиянкестерден қорғау бойынша, сондай-ақ орман жерлерінде басқа да жобаларды әзірлеу кезінде шешім қабылдауға көмектеседі.

Осы зерттеу жұмыстарының нәтижелері сүрек және басқа ресурстарды дайындауды қоса алғанда, орман пайдалану жөніндегі ұзақ мерзімді жоспарларды әзірлеуге және ормандардың ағымдағы жай-күйін бағалауға және өзгерістерді болжауға мүмкіндік береді. Ормандарды қорғау және өсімін молайту бойынша уақтылы шаралар қабылдау үшін ормандардың ормансыздану немесе тозу қаупі жоғары аймақтары анықталды. Орманды қалпына келтіру жөніндегі шаралардың тиімділігі бағаланып, жаңа неғұрлым тиімді әдістерді әзірлеу қажеттілігі ұсынылды.

Алғашқы мәліметтер және зерттеу әдістері. Ақкөл орман шаруашылығы Жамбыл облысының батыс бөлігінде Талас әкімшілік ауданының аумағында орналасқан. Орман мекемесінің жалпы ауданы 602443 га құрайды. Орман мекемесінде орман орналастыру жұмыстары 2017 жылы Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігінің «Қазақ орман орналастыру кәсіпорны» республикалық мемлекеттік қазыналық кәсіпорнымен жүргізілді. Ақкөл орман мекемесі 2 орман өсіру провинциялар шегінде орналасқан: орман мекемесінің шөл бөлігі Мойынқұм шөл аймағына жатқызылған, ал орман мекемесінің таулы аумағы Қаратау ксерофитті сирек ормандардың орман өсіру провинциясында орналасқан. Орман мекемесі орналасқан ауданның климаты айқын континенттілігі, ауаның құрғақтығы және атмосфералық жауын-шашынның өте аз мөлшерімен сипатталады. Мойынқұм провинциясы құмды шөлде бөлінген. Мұнда айтарлықтай қолайлы гидрогеологиялық жағдайлар байқалады. Жалаңаш бархандар сирек кездеседі. Құмдардың көпшілігі шөпті өсімдіктермен және бұталармен бекітілген. Көбіне дөңес және қыратты құмдарда: ақ сексеуіл, жүзгін және дәнді шөптесін өсімдіктер өседі. Қара сексеуіл сазды-құмды жазықтардың шекарасында өседі. Қаратау провинциясы Қаратау жотасының солтүстік беткейлерінен бөлінген. Далалар мен орта таулы жерлер көбінесе шөмішті-бетегелі және бетегелі өсімдіктерден тұрады, мұнда бұталар (үшқат, итмұрын және т.б.) да көп кездеседі. Қаратау жотасының жартасты солтүстік беткейінде бұталармен қатар ағаштар да өседі (жөке, үйеңкі және т.б.). Тоғайлар үлгісіндегі ағаш-бұта өсімдіктері кейбір өзендердің арналарын бойлай жолақтар құрайды.

Зерттеу мақсаты – Ақкөл орман мекемесінің орман қорының құрылымы мен динамикасын оның жалпы аумағындағы әртүрлі санаттағы жерлердің орманмен қамтылған аумақтарды негізгі таксациялық көрсеткіштер бойынша бөлу, сондай-ақ орманшаруашылық шараларды жүргізу негізінде талдау болып табылады. Мұндай жұмыстар үрдістерді анықтау орман учаскесі жерлерінің құрамы мен құрылымының өзгеруін және алқа ағаштардың сипаттамаларын болжау үшін қажет, сондай-ақ орман орман шаруашылығын ұтымды жүргізу үшін қажеттілігі бар.

Зерттеу объектісі ретінде орман мекемесінің барлық орман қоры жерлері алынды. Нысаналы мақсаты бойынша орман қоры жерлері дала мен топырақты қорғайтын ормандар және кесуге тыйым салынған орман жолақтары деген екі санаттан тұрады.

Алға қойған мақсатқа жету үшін Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі Орман шаруашылығы және жануарлар дүниесі жөніндегі комитеттің қарауындағы «Қазақ орман шаруашылығы кәсіпорны» республикалық мемлекеттік орман орналастыру кәсіпорны 2017 жылы жасаған Орман орналастыру жобасының материалдары мен Ақкөл орман мекемесінің 25 жыл ішінде атқарған орманшаруашылық қызметінің көрсеткіштері талданды. Статистикалық деректерді өңдеу Microsoft Office Excel компьютерлік бағдарламасында жүргізілді.

Нәтижелер. Соңғы онжылдықтарда Ақкөл орман шаруашылығы орналасқан Жамбыл облысының орман қоры айтарлықтай өзгерді. Орман жамылғысының өсу қарқыны әсіресе 1990 және 2020 жылдар аралығында байқалды: 30 жыл ішінде аймақтың орман қоры шамамен 611 759 гектарға, ал орманмен жабылған жер 734 787 гектарға өсті, бұл 47%-дан астам өсуге тең.

Ақкөл орман шаруашылығының орман қорының динамикасында табиғи факторлар, ең алдымен құрғақшылық пен зиянкестер де маңызды рөл атқарады, дегенмен ірі өрттер ресми түрде тіркелмеген. Жамбыл облысының климаты ылғалдың жетіспеушілігімен сипатталады, бұл табиғи қалпына келуді, әсіресе сексеуіл алқаптарында шектейді. Осы жағдайларға байланысты орманды қалпына келтірудің әрбір шарасы өте маңызды.

Осы жалпы үрдістерді нақтырақ сипаттау үшін орман қорындағы жер санаттарының ұзақ мерзімді өзгерістеріне талдау жүргізілді. 1997-2017 жылдар аралығындағы ревизиялық кезең бойынша жер түрлері аудандарының динамикасы орман алқаптарының құрылымдық өзгеруін айқын көрсетеді [1].

25 жылдық кезеңде орманды аумақтардың ауданының азаюына және ормансыз жерлердің ауданының аздап ұлғайған жалпы үрдісті көрсетеді. Орман аумақтарының жалпы ауданы 12 689 гектарға немесе 3,1%-ға азайды, негізгі азаю орманды аумақтардың ауданының азаюына байланысты (-25 764 гектар немесе 7,3%). Әсіресе орман екпелері ауданының азаюы байқалады (-49,3%), бұл жас екпелердің жеткіліксіз сақталуын немесе ескі екпелердің есептен шығарылуын көрсетуге мүмкін (1-кесте).

1-кесте. Талдау кезеңіндегі орманды және ормансыз аумақтардың аудандарының динамикасы

Ауданы, га

№	Жер түрлері	Есептік жылдар		Ауытқулар	
		1992	2017	га, ±	%, ±
1	2	3	4	5	6
1	Жер түрлері, барлығы	412647	399958	-12689	-3,1
1)	орманмен қамтылған олардан: орман	355400	329636	-25764	-7,3
2)	екпелері	22062	11187	-10875	-49,3
3)	арнайы мақсаттағы плантациялар	10	—	-10	-100
4)	жинақталмаған жас орман екпелері	—	2750	+2750	+100
	орманмен қамтылмағаны, барлығы	57237	67572	+10335	+18,1
	одан: ағашы кесілген жерлер	1421	—	-1421	-100
	кураған алқағаштар	—	4517	+4517	+100
	алаңқайлар	23372	30670	+7298	+31,2
2	сирек ормандар	32444	32385	-59	-0,2
	Ормансыз жерлер, барлығы	193029	202485	+9456	+4,9
	соның ішінде: егістік	38	15	-23	-60,8
	шабындық	170	127	-43	-25
	жайылым	175372	186790	+11418	+7,6
	жолдар, орам	1555	1287	-268	-17,2
	соқпақтары	433	64	-369	-85,2
	мекен-жайлар	46	50	+4	+8,9
	сулар	761	782	+21	+2,7
3	құмдар	14654	13347	-1307	-8,9
		605676	602443	3233	0,5

	басқа жерлер Орманды және ормансыз жерлердің жалпы ауданы				
--	--	--	--	--	--

Сонымен қатар, жинақталмаған жас орман екпелерінің жаңа аумақтары пайда болды (+2750 гектар), бұл орманды қалпына келтіру бағдарламаларының кеңеюін көрсетеді, дегенмен олардың көпшілігі әлі жас, яғни желектерінің жабылу кезеңіне жеткен жоқ. Сонымен қатар, ормансыз жерлердің ауданының ұлғаюы байқалды (+10 335 га, +18,1%), негізгі өсім алаңқайларда (+7 298 га, +31,2%) және қураған алқаптарда (+4 517 га) болды, бұл климаттық факторлар мен ормансыздану процестерінің әсерінің артқанын көрсетеді.

Ормансыз жерлердің ішінде жайылымдық жерлердің ұлғаюы байқалды (+11 418 га, +7,6%), бұл аумақты ауыл шаруашылығында пайдаланудың артқанын көрсетеді, ал үй шаруашылықтары мен ауыл шаруашылығы жерлері айтарлықтай азайды. Орманды жерлердің жалпы ауданы сайып келгенде тек 0,5%-ға азайды, бұл жер санаттары арасындағы ішкі қайта бөлуге қарамастан, орман шаруашылығы кәсіпорнының шекараларының тұрақтылығын көрсетеді.

Ақкөл орман шаруашылығында және тұтастай алғанда аймақта орманды қалпына келтіру жұмыстары кең ауқымды: соңғы жылдары орман өсіру бағдарламасы бойынша ондаған миллион ағаш отырғызылды. Мысалы, Жамбыл облысының 2021-2025 жылдарға арналған көгалдандыру жоспарларына сексеуілдің белсенді отырғызылуы кіреді және бұл жоспар асыра орындалуда.

Ақкөл орман шаруашылығының орман қорының динамикасын талдаған кезде маңызды көрсеткіштер болып ағаш қоры, кесілген ағаштың жер көлемі, қалпына келтірілген аумақтар және тозу немесе қалпына келу үрдістері табылады.

Ақкөл орман шаруашылығының орман қорының ағаш қорлары туралы нақты деректер (текше метрмен) ашық дереккөздерде өте шектеулі. Дегенмен, Қазақстандағы орман шаруашылығы саласына шолуларда ел ормандарындағы орман ресурстарының тығыздығы соңғы жылдары белсенді қалпына келтіру шараларына байланысты баяу артып келе жатқаны атап өтіледі. Бұл үрдістер Жамбыл облысының ормандарында да ішінара көрініс табуы мүмкін, себебі аймақ ұлттық бағдарламаларға қатысады.

Орман қорының сапалық құрылымын бағалауда орман өсімінің әлеуетін сипаттайтын маңызды көрсеткіштердің бірі – бонитет класы [2]. Әрбір тұқым бойынша бонитет өнімділік деңгейін және табиғи-климаттық жағдайларға бейімділігін көрсетеді. Осыған байланысты Ақкөл орман шаруашылығының орман қорындағы жекелеген тұқымдардың бәсекеге қабілеттілігі мен өсу қарқынын салыстыру маңызды.

Ақкөл орман шаруашылығының орман қорындағы әртүрлі ағаш тұқымдастарының өнімділігіндегі айтарлықтай айырмашылықтар көрсетілген. Орманды жерлердің көп бөлігі сексеуіл алқаптарымен жабылған. Ақ сексеуілдің орташа өнімділік рейтингісі 2,4, ал қара сексеуілдің орташа өнімділік рейтингісі 2,3 құрайды, бұл аймақтың құрғақ ландшафттарына тән орташа өнімділікке сәйкес келеді. Сексеуілді алқаптардың айтарлықтай бөлігі 2-3 бонитет кластарына жатады, бұл олардың қанағаттанарлық жағдайын және осы климатта тұрақты өсу қабілетін растайды (2-кесте).

2-кесте. Орманмен қамтылған жерлердің бонитет кластары бойынша бөлінуі

Ауданы, га

Басым тұқымдаста р	Бонитет класы									Жиыны	Орташа бонитет
	Б	А	1	2	3	4	5	А	Б		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	11	12
Орман мекемесі бойынша барлығы											

<u>Негізгі</u>										
<u>орман</u>										
<u>құраушы</u>			-	-	-	-	11,8		11,8	5,0
<u>тұқымдар</u>			-	-	12,0	-	-		12,0	3,0
Ағаш түрлі			-	-	1,0		1,4		14,4	4,0
тал			236,	10957,7	8647,0	2,0	-		19840,7	2,4
Шаған			0	28793,3	11881,3	-	-		40942,6	2,3
Шегіршін			268,	39751,0	20541,3	-	13,2		60821,5	2,3
Ақ сексеуіл			0504							
Қара			,0			2,0				
сексеуіл										
Жиыны				-	-		13,4		133,3	4,1
<u>Басқа ағаш</u>			-	-	-		20578,0		20578,0	5,0
<u>сүрек</u>			-	-	-	19,9	228930,0		228930,0	5,0
<u>тұқымдары</u>			-	-	-		9,5		9,5	5,0
Семенов			-	-	-	-	8134,6		8134,6	5,0
үйенкісі			-	-	-	-	9760,0		9760,0	5,0
<u>Бұталар</u>			-	-	-	-	35,5		35,5	5,0
Тісшалан			-	-	-	-	1233,6		1233,6	5,0
Жүзген			-	-	-	-	268681,2		268681,2	5,0
Ұшқат			-			-				
Құм қараған			-	39751,0	20541,3	-	268707,8		329636,0	4,5
Теріскен						-				
Итмұрын			504,							
Тобылғы			0							
Барлығы						31,9				
Жиыны										

Жапырақты түрлер - күл, тал және қарағаш - әлдеқайда аз аумақтарды алып жатыр, бірақ жоғары өнімділік кластарымен сипатталады (орташа есеппен 3-5), бұл олардың жоғары өнімділігін, бірақ аймақтағы таралу аймағының шектеулі екенін көрсетеді. Қарағаштың өнімділік рейтингісі аралас (3-5 кластар), ал күл үнемі 3 класты өнімділік рейтингін көрсетеді.

Қалың, сүтті вика, құм акациясы және басқалары сияқты бұта түрлері толығымен дерлік орман сапасының 5-касына жатады, себебі олардың табиғи тығыздығы төмен және өнімділігі төмен, шөл және жартылай шөлді аймақтарға тән. Дегенмен, олар ең үлкен аумақтарды (268 000 гектардан астам) алып жатыр, бұл орман шаруашылығы аймағы үшін жалпы төмен орташа орман сапасы класын (4,5) белгілейді. Осылайша, орман сапасының құрылымы экожүйенің өтпелі сипатын көрсетеді, мұнда өнімді ағаш түрлері шектеулі аумақтарды алып жатыр, ал аумақтың негізгі бөлігін сапасыз бұталы қауымдастықтар алып жатыр.

Ақкөл орман шаруашылығында ағаш кесу көлемі салыстырмалы түрде аз, әсіресе сексеуіл алқаптарында, мұнда ағаш кесу Қазақстан Республикасының ережелерімен қатаң реттеледі. «Мемлекеттік орман қорында жұмыс жүргізу ережелеріне» сәйкес, рұқсат етілген ағаш кесу алаңдары орман санаты мен орман алқабының функциясын ескере отырып белгіленеді [3].

Талдау Ақкөл орман шаруашылығындағы басым үрдіс деградация емес, қалпына келтіру екенін көрсетеді. Сонымен қатар, орман шаруашылығы қызметіне қаржылық қолдау мен инвестициялар антропогендік қысымды азайтуға және орман алқаптарын тұрақтандыруға ықпал етеді.

Орман құрылымының тағы бір маңызды көрсеткіші – ағаш бітімінің толымдылығы, ол ағаш және бұта қауымдастықтарының жиілігін сипаттайды. Бұл көрсеткіш әсіресе шөлейт аймақтарда орманның тұрақтылығын бағалауда маңызды.

Ақкөл орман шаруашылығының ормандары негізінен орман толымдылығының төмендігімен сипатталады. Орманды жерлердің ең үлкен ауданы шөлді және жартылай шөлді аймақтардағы сирек кездесетін алқаптарға тән 0,3 және 0,4 толымдылық диапазонына жатады. Орман шаруашылығы аймағындағы орташа толымдылық 0,41 құрайды, бұл сирек алқаптардың көптігін растайды.

3-кесте. Орманмен қамтылған аумақтардың толымдылығы бойынша бөлінуі

Ауданы, га										
Басым тұқымдыл ар	Толымдылығы									Жиыны
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0		Толы мдыл ығы орта ша
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1
Орман мекемесі бойынша барлығы										
<u>Негізгі орман күраушы тұқымдаст ар</u>	-	7,9	3,9	-	-	-	-	-	11,	0,43
Ағаш түрлі	-	5,1	6,9	-	-	-	-	-	8	0,46
тал	6,0	8,4	-	-	-	-	-	-	12,0	0,36
Шаған	15001,8	3172,9	1666,0	-	-	-	-	-	14,4	0,33
Шегіршін	22076,9	14725,4	3329,3	490,0	321,0	-	-	-	19840,7	0,36
Ақ	37084,7	17919,7	5006,1	490,0	321,0	-	-	-	40942,6	0,35
сексеуіл									60821,5	
Қара										
сексеуіл	80,9	4,2	11,8	36,4	-	-	-	-		0,40
Жиыны									133,3	
<u>Басқа ағаш сүрек тұқымдаст ары</u>	-	20564,0	14,0	8155,4	-	-	-	-		0,40
Семенов	-	186160,8	34613,8	-	-	-	-	-		0,42
үйенкісі	-	-	9,5	-	-	-	-	-	22893,0	0,50
<u>Бұталар</u>	-	8129,4	5,2	-	-	-	-	-	9,5	0,40
Тісшалан	-	9760,0	-	-	-	-	-	-	8134,6	0,40
Жүзген	-	16,1	19,4	-	-	-	-	-	9760	0,45
Ұшқат	-	442,7	606,0	182,0	2,9	-	-	-	35,5	0,48
Құм	-	225073,0	35267,9	8337,4	2,9	-	-	-	1233	0,42
караған	-	40285,8				-	-	-	268681,2	
Теріскен	37165,6	242996,9		8863,8	323,9					0,41
ИТМҰРЫН									329636,0	
ТОЛЫМДЫЛЫҚ										
ЖИЫНЫ										

Негізгі орман құрайтын түрлердің толымдылықтары бойынша ауытқуларды көрсетеді. Бірге 60 000 гектардан астам аумақты алып жатқан ақ және қара сексеуілдің орташа толымдылық мәндері 0,33-0,36 құрайды, бұл олардың табиғи сиректігін көрсетеді. Жапырақты түрлердің (шаған, тал және қарағаш) орташа толымдылығы жоғары (0,36-0,46),

бұл олардың ауданы айтарлықтай аз болғанына қарамастан, алқап құрылымының сирек толымдылығын көрсетеді.

Бұталы қауымдастықтардың, әсіресе жүзген мен құм қарағанның тығыздығы төмен (орташа есеппен 0,40-0,42); дегенмен, олардың кең аумағына байланысты олар орман шаруашылығы аймағының жалпы толымдылығына айтарлықтай әсер етеді. Осылайша, ормандардың толымдылық құрылымы аймақтағы басым өсімдік түрлерінің табиғи түрде сирек кездесетін алқаптар екенін көрсетеді, бұл Жамбыл облысының оңтүстік бөлігінің экстремалды табиғи-климаттық жағдайларына сәйкес келеді.

Орманмен қамтылған жерлерді орман тұқымдастары бойынша бөлінуі жекелеген орман құраушы тұқымдастарының аумағына және олардың өсу орнының жағдайларына, сондай-ақ орманшаруашылық шараларды жүргізуге тікелей байланысты болады. Орманның қара сексеуілдері 40942,6 га немесе 12,4% га, орманның ақ сексеуіл түрлерінің екпелері 19840,7 га немесе орманмен қамтылған жерлер алаңының 6,0% -ын, ал 268681,2 га немесе орманмен қамтылған жерлер алаңының 81,5% -ын бұталар алып жатыр.

Талдау кезеңінде орман мекемесінің есептік деректері бойынша басты пайдалану үшін 1,5 мың м³, аралық пайдалану бойынша 8,3 мың м³, басқа кесулер бойынша 13,5 мың м³ ағаш кесу жүргізілген. Барлығы алынған және жоғалған сүрек - 23,4 мың м³ немесе негізгі орман құраушы тұқымдардың жалпы орташа өсімінің 6,6%.

Орман орналастыруда басты мақсатта пайдалану үшін ағаш кесу жобаланбаған, бірақ орман мекемесі 1,5 мың м³ өтімді қорымен 455 га пісіп-жетілген және қартайған алқаағаштарда алқапта жаппай кеспеағаш кесуді жүргізген. Аралық мақсатта пайдалану үшін ағаш кесу өткен орман орналастыруда орманды күтіп-баптау мақсатында ағаш кесу жобаланбаған және орман мекемесі жүргізбеген. Өткен орман орналастырумен іріктеп санитарлық кесу оларды жүргізуді қажет ететін екпелердің жоқтығынан белгіленбеген, бірақ мекеме 8,3 мың м³ өтімді қорымен 13771 га алқапта ішінара санитарлық кесу жүргізген. Орман орналастыруда жаппай санитарлық кесу жобаланбаған, бірақ орман мекемесі өтімді 4319,4 га алқапта 3,9 мың м³ қорда жаппай санитарлық кесу жүргізген. Өткен талдау кезеңіндегі орман мекемесі ормандарының санитарлық жағдайы қанағаттанарлық болды. Орман орналастыру жұмыстарын жүргізу жылында 2016 жылғы санитарлық шолу деректері бойынша орман мекемесінде орман зиянкестері мен ауруларының ошақтары жоқ. Орман қорғау шараларынан алдыңғы орман орналастыру 1,7 мың га алқапта ағымдағы орман патологиялық зерттеу жүргізуді жоспарлаған болатын. Бұл жұмыс түрін орман мекемесі 100% орындады. Орман мекемесі отырғызған 17510,0 га орман екпелерінің 10195 га сақталған (58,2%). Қалған орман екпелері құрғақшылық және басқалай себептер салдарынан жойылды. Талдау кезеңінде (1992-2017 жж.) орман мекемесі аумағында жүргізілген орман патологиялық зерттеу нәтижесінде 2580 га алқапта үлкен сексеуіл жапырақшаларының ошақтары анықталды. Зиянкестердің ошақтары өз бетінше табиғи жолмен өшіп қалған. Соңғы жылдарда орман зиянкестері мен ауруларына қарсы күрестің қажетті шаралары жүргізілмеген.

Орман қорының ұзақ мерзімде даму үдерісін талдау негізінде олардың көрсеткіштеріне орманшаруашылық шаралардың негізгі әсері айқындалды. Тәжірибелік ұсыныстардың ішінде, біріншіден, ағаш кесуді қатаң бақылау, мемлекеттік орманды қорғауды күшейту және жергілікті қауымдастықтардың қатысуы арқылы орманды, әсіресе сексеуіл алқаптарын қорғауды күшейту қажет. Екіншіден, орманды қалпына келтіру бағдарламасын жалғастыру және кеңейту қажет: екпе орман аумақтарын көбейту, құрғақшылыққа төзімді сексеуіл көшеттерін пайдалану және табиғи қалпына келтіруді ынталандыру. Үшіншіден, орман жағдайын бақылау, зақымдалған аумақтарды анықтау және отырғызуды жоспарлау үшін ГАЖ технологияларын белсенді түрде енгізу қажет. Бұл қалпына келтірудің динамикасы мен тиімділігін дәлірек бақылауға мүмкіндік береді. Соңында, антропогендік әсерлерді азайту және климаттық стреске дайындалу үшін тұқымдас түрлерін таңдау, тиісті жас құрамы, агроорман шаруашылығы және экологиялық білім беру сияқты бейімделу тәжірибелері арқылы орман экожүйелерінің төзімділігін

арттыру маңызды. Бұл шараларды іске асыру Ақкөл орман шаруашылығының орман қорының орман ресурстарын ұзақ мерзімді нығайтуға, экожүйелердің тұрақты дамуына және олардың топырақты қорғаудағы, шөлейттенуге қарсы күрестегі және биоәртүрлілікті сақтаудағы рөлін арттыруға ықпал етеді.

Қорытындылар. Орман шаруашылығының динамикасының сипаты аймақтың орман шаруашылығы енді тек табиғатты қорғауға немесе ресурстарды басқаруға ғана емес, кеңірек рөл атқаратынын көрсетеді – тұрақты аумақтық басқарумен, мониторинг инфрақұрылымын дамытумен және бақылау және тексеру жұмыстарының деңгейінің артуымен байланысты. Талдау көрсеткендей, өзгерістер тек орман алқаптарының жалпы көлеміне ғана емес, сонымен қатар аумақтардың кеңістіктік таралуына, олардың функционалдық мақсатына және орман шаруашылығы жұмыстарының ішкі ұйымдастырылуына да әсер етеді. Бұл басқару жүйесінің біртіндеп эволюциясын және негізінен формальды табиғатты қорғау тәсілінен орманды басқаруға кешенді, кеңістіктік-талдаулық тәсілге ауысуды көрсетеді.

Орман шаруашылығы динамикасының аймақтық және ұлттық деңгейдегі басқару шешімдеріне айқын тәуелділігі ерекше назар аудартады. Жеке аумақтарды ауыстыру, жер санаттарының өзгеруі және бақылау мен қадағалау қызметінің артуы орман қорының қазіргі жағдайына айтарлықтай үлес қосады. Осылайша, орман қорының динамикасы тек табиғи процестерді ғана емес, сонымен қатар әкімшілік және құқықтық өзгерістерді де көрсетеді.

Түптеп келгенде, Ақкөл орман шаруашылығының орман қорының орман ресурстарын дамыту аумақтың құрылымы мен функцияларын өзгертуге тұрақты бағдарланумен сипатталатынын атап өтуге болады. Бұл өзгерістер орман ресурстарын статикалық табиғи нысан ретінде емес, аймақтың әлеуметтік-экономикалық және басқару процестерімен үнемі өзара байланысты жүйе ретінде қарастыруға мүмкіндік береді. Талдау Ақкөл орман шаруашылығының орман қорының бүгінгі таңда икемді және өзгермелі табиғи-экономикалық жүйені білдіретінін, оның динамикасы кең аймақтық үрдістердің маңызды көрсеткіші болып табылатынын көрсетеді.

Әдебиеттер:

1. Лесоустроительный проект КГУ «Аккольское учреждение по охране лесов и животного мира» Управления природных ресурсов и регулирования природопользования акимата Жамбылской области, ТОМ 1, ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА, Алматы, 2017
2. Гребенюк А. Л. Оценка потенциала лесных земель на примере запасов лесообразующих древостоев по классам бонитета с целью оптимальной лесоэксплуатации // Системы. Методы. Технологии. 2019. С. 112–119.
3. Орман орналастыруды жүргізу нұсқаулығын бекіту туралы. Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрінің 2012 жылғы 9 қарашадағы № 17-02/566 бұйрығы. Қазақстан Республикасы Әділет министрлігінде 2012 жылы 12 желтоқсанда № 8181 тіркелді.
4. UNECE. Обзор состояния лесов и управления лесами в Казахстане UNECE Timber Section, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18356/1fc50241-en-ru>
5. World Bank / Республика Казахстан. Документ технической помощи - оценка лесных ресурсов и политика производства. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099172003272368371/pdf/P1790080d31404000a8a10387e01629eb0.pdf>
6. Официальный источник: «By 2030 forest cover of the republic will increase from 4.8 % to 5 %» Primeminister.kz. URL: https://primeminister.kz/en/news/elimizdin-ormandylyk-korsetkishi-2030-zhylga-karay-5-ga-deyin-ulgayady-m-myrzagaliyev-10115810?utm_source=chatgpt.com
7. UNECE. Forest Landscape Restoration in the Caucasus and Central Asia. Background Study for the Ministerial Roundtable on Forest Landscape Restoration and the Bonn Challenge in the Caucasus and Central Asia (21-22 June 2018, Astana, Kazakhstan) DOI: <https://doi.org/10.18356/40cb34ce-en>
8. Лесной кодекс Республики Казахстан (Forest Code of the Republic of Kazakhstan). ИПС «Әділет», 2003.

**УЧЁТ МАЛОГО ТУШКАНЧИКА *ALLACTAGA ELATER*
В АРИДНЫХ БИОТОПАХ АЛАКОЛЬСКОЙ КОТЛОВИНЫ
МЕТОДОМ «ПРИ СВЕТЕ ФАР АВТОМОБИЛЕМ»**

Абдуллаев Ж. С.

Лаборатория териологии, Институт зоологии, Алматы, Казахстан; e-mail: zhumabek.abdullaev@zool.kz

Финансирование: Работа выполнена в рамках проекта ИРН BR21882199 «Кадастр диких животных аридных территорий Балхаш–Алакольского бассейна».

Аннотация. Мы оценили встречаемость малого тушканчика *Allactaga elater* методом ночных автомобильных маршрутов в Алакольской котловине. Общая длина маршрутов — 114,73 км; всего зарегистрировано 35 особей. Интегральный индекс встречаемости составил 0,305 особи/км. Результаты сопоставлены с историческими сведениями по району [Шнитников, 1936; Бурделов и Леошина, 1959; Слудский, 1977; Бурделов, 1995].

Ключевые слова: *Allactaga elater*; свет фар; ночные маршруты; Алакольская котловина; Dipodidae.

Введение

Тушканчиковые (*Dipodidae*) — индикаторная группа пустынь Центральной Азии, чувствительная к фрагментации местообитаний и рекреационной нагрузке [Шенброт и др., 1995; Громов и Ербаева, 1995]. Малый тушканчик *Allactaga elater* указан для Южного Прибалхашья и Алакольской котловины, в том числе в сводках по фауне Семиречья и региональных обзорах [Шнитников, 1936; Слудский, 1977; Слудский, 1978; Бурделов и Леошина, 1959; Бурделов, 1995; Расин и др., 2004]. Однако современные количественные оценки встречаемости на фоне трансформации прибрежной зоны остаются фрагментарными. Цель работы — дать первичную количественную оценку встречаемости *A. elater* методом «свет фар автомобилем» и сопоставить полученные данные с опубликованными сведениями.

Исходные данные и методы исследования

Маршруты проходили по окрестностям Бесагаша, Алаколя, Жайпака, северной и восточной части озера Жаланащколь, пойме реки Ыргайты и южному берегу Алаколя (Акши–Коктума), охватывая глинисто-щебнистые полупустыни, солончаки, приозёрные ленты кустарников и рекреационные коридоры. Учёты выполнялись после наступления темноты при скорости 15–20 км/ч; фиксировались все особи в полосе до ~50 м по обе стороны дороги. Главный показатель — индекс встречаемости (особей/км). Метод «свет фар» опирается на ранние описания автомобильных ночных учётов и сравнительный анализ подходов к оценке численности тушканчиков [Чельцов-Бебутов и Осадчая, 1960; Лобачев и Шенброт, 1973; Лобачев и Шенброт, 1980].

Результаты

В период 12–20.08.2025 получено 35 регистраций *A. elater* при суммарной длине маршрутов 114,73 км; интегральный индекс составил 0,305 особи/км. Наибольшие значения отмечены у Бесагаша (0,911) и в пойме р. Ыргайты (0,774); минимальные — на южном побережье Алаколя и в районе Жайпака (0–0,06). Доля молодых особей составила ≈57%. Сопоставление с историческими данными указывает на устойчивую приуроченность вида к пойменно-кустарниковым и полупустынным мозаикам [Шнитников, 1936; Бурделов и Леошина, 1959; Слудский, 1977; Бурделов, 1995].

Таблица 1 – Результаты по маршрутам

Дата	Маршрут	Координаты	Локалитет	Биотоп	Взрослые	Молодые	Дистанция, км	Всего	Индекс, особей/км
12.08.2025	1	46.25644 81.061013	Окрестность пос. Бесагаш	Глинистая/с орный субстрат, пятна тамариска	2	5	7,68	7	0,911
13.08.2025	2	46.310678 81.204221	окрестность пос. Алаколь	Сухие полупустыни	3	9	17,13	2	0,701
14.08.2025	3	46.000122 81.293378	окрестность пос. Жайпак	Сухие полупустыни	0	0	9,86	0	0,000
15.08.2025	4	45.574744 82.103877	восточная часть оз. Жаланашколь	Приозёрная полоса	1	0	6,23	1	0,161
16.08.2025	5	45.626929 82.155354	северная часть оз. Жаланашколь	Глинисто-щебнистая, эфемеры	0	0	6,70	0	0,000
17.08.2025	6	45.682259 82.066798	пойма р. Ыргайты	Пойменная гидромозаика	6	5	14,21	1	0,774
18.08.2025	7	45.781965 82.031779	южное побережье оз. Алаколь	Береговая рекреационная зона	2	1	45,26	3	0,066
19.08.2025	8	45.892607 81.630414	окрестность пос. Коктума	Береговая зона	0	0	4,20	0	0,000
20.08.2025	9	45.975541 81.361420	окрестность пос. Акши	Береговая зона	1	0	3,46	1	0,289

Обсуждение

Сопоставление с историческими источниками. Полученные индексы встречаемости демонстрируют мозаичность по биотопам. Максимумы у Бесагаша и в пойме р. Ыргайты соответствуют указаниям классических работ по Семиречью, где малый тушканчик отмечался в полупустынной и кустарниково-пойменной обстановке с развитым «гидромозаичным» рисунком [Шнитников, 1936; Слудский, 1977; Бурделов, 1995]. Низкие значения на южном побережье Алаколя и в районе Жайпака согласуются с обзорами, где рекреационные ленты бедны на ночных пустынных форм за счёт фактора беспокойства и уплотнения субстрата [Бурделов и Леошина, 1959; Бурделов, 1995].

Роль рекреационной нагрузки. Современная береговая зона южного Алаколя — мощный рекреационный коридор (дороги, стоянки, ночное освещение), что закономерно снижает активность и видимую встречаемость. Исторические сводки фиксировали вид здесь как очаговый [Бурделов и Леошина, 1959; Бурделов, 1995; Слудский, 1977]. Наши результаты количественно подтверждают тенденцию: при сопоставимой длине маршрутов индекс ниже в 10–12 раз, чем в пойме [см. табл. 1].

Методические ограничения. Учёт «светом фар» эффективен для первичных кадастровых оценок, но чувствителен к смещениям видимости: линейность маршрутов (дороги), отражательная способность субстрата, углы схода светового конуса, поведенческие различия возрастных классов. Классические рекомендации подчёркивают необходимость калибровки повторными проходами и/или параллельными

ловушечными/норными учётами [Чельцов-Бебутов и Осадчая, 1960; Лобачев и Шенброт, 1973; Лобачев и Шенброт, 1980].

Рекомендации по мониторингу. Для межгодовых сопоставлений: (i) закрепить постоянные ночные транекты в трёх ключевых зонах — пойма Ыргайты, окрестность Бесагаша, юг Алаколя; (ii) проводить ≥ 3 повтора на участке в схожих метеоусловиях; (iii) совмещать автомобильные маршруты с точечными учётами и выборочным ловушечным контролем; (iv) учитывать антропогенную нагрузку метриками освещённости/трафика как ковариаты при анализе [Шенброт и др., 1995; Громов и Ербаева, 1995; Лобачев и Шенброт, 1973].

ночных маршрутов и регистрации *A. elater* (12–20.08.2025).

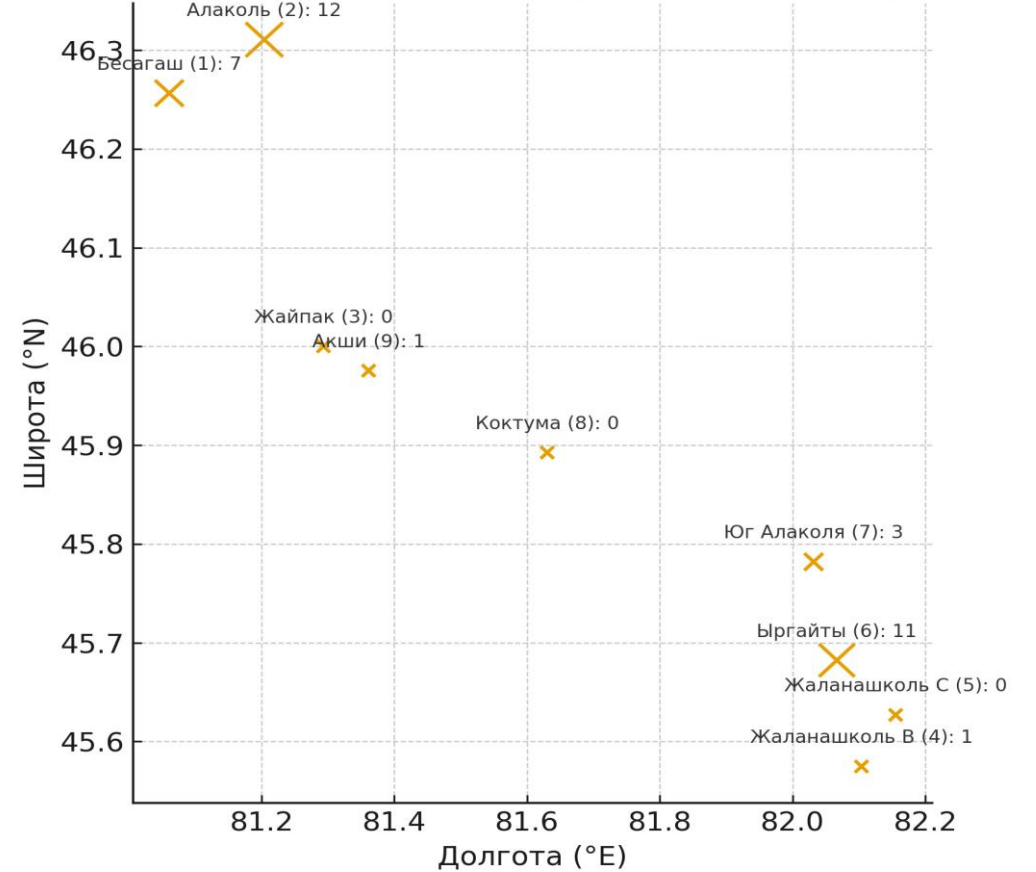


Рис. 1 – Схема ночных маршрутов и регистрации *Allactaga elater* (12–20.08.2025). Размер маркера пропорционален числу встреч, подписи содержат номер маршрута и общее число особей.

Таблица 2 – Сводка по биотопам

Биотоп	Взрослые	Молодые	Всего	Дистанция, км	Интегральный индекс, особей/км
Береговая зона	1	0	1	7,66	0,131
Береговая рекреационная зона	2	1	3	45,26	0,066
Глинистая/сорный субстрат, пятна тамариска	2	5	7	7,68	0,911

Глинисто-щебнистая, эфемеры	0	0	0	6,70	0,000
Пойменная гидромозаика	6	5	11	14,21	0,774
Приозёрная полоса	1	0	1	6,23	0,161
Сухие полупустыни	3	9	12	26,99	0,445

Таблица 3 – Сводка по укрупнённым категориям биотопов

Категория	Взрослые	Молодые	Всего	Дистанция, км	Интегральный индекс, особей/км
Пойменные/приозёрные	7	5	12	20,44	0,587
Полупустынные/глинистые	5	14	19	41,37	0,459
Береговые/рекреационные	3	1	4	52,92	0,076

Таблица 4 – Возрастная структура выборки (всего по маршрутам)

Категория возраста	Число особей	Доля, %
Взрослые	15	42,900
Молодые	20	57,100
Итого	35	100,000

Литература:

1. Бурделов А. С., Леошина А. И. 1959. Эколого-фаунистические материалы по млекопитающим Алакольской котловины // Труды Среднеазиатского НИИ противочумного института. Вып. 6: 175–184.
2. Бурделов А. С. 1995. Грызуны и зайцеобразные Алакольской котловины // Selevinia. 3: 3–6.
3. Громов И. М., Ербаева М. А. 1995. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий: зайцеобразные и грызуны. СПб.: Наука. 521 с.
4. Расин Б. В., Кулемин М. В., Классовская Е. В. и др. 2004. Новые данные о распространении грызунов в Алакольской котловине // Selevinia: 120–122.
5. Слудский А. А. 1977. Млекопитающие Казахстана. Т. 1, ч. 2. Грызуны. Алма-Ата: Наука. 300 с.
6. Слудский А. А. 1978. Млекопитающие Казахстана. Т. 1, ч. 2 (песчанки, полёвки, алтайский цокор). Алма-Ата: Наука. 312 с.
7. Шенброт Г. И., Соколов В. Е., Гептнер В. Г., Ковальская Ю. М. 1995. Млекопитающие России и сопредельных регионов. Тушканчиковые. М.: Наука. 560 с.
8. Шнитников В. Н. 1936. Млекопитающие Семиречья. М.–Л.: Изд-во АН СССР. 370 с.
9. Чельцов-Бебутов А. М., Осадчая Н. Н. 1960. Учёты-обловы и мечение тушканчиков // Фауна и экология грызунов. Вып. 6: 155–165.
10. Лобачев В. С., Шенброт Г. И. 1973. Сравнительный анализ методов учёта численности тушканчиков // Бюл. МОИП, отд. биол. 78(2): 47–57; Лобачев В. С., Шенброт Г. И. 1980. Тушканчики // Итоги мечения млекопитающих. М.: Наука: 147–153.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТВЕРДО-БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДА БИШКЕК

Г.Ш. Эркимбаева, А.А. Мамбеталиева, Ж. Абаскызы

Кыргызский Национальный Университет им.Ж.Баласагына, Кыргызстан, г.Бишкек
qulqanerkimbaeva@gmail.com

Аннотация. Загрязнение окружающей среды твёрдыми бытовыми отходами (ТБО) является одной из актуальных экологических проблем крупных городов, в том числе города Бишкек. Ежедневное образование значительных объёмов мусора и недостаточно развитая система его сбора, переработки и утилизации создают серьёзное давление на экосистемы и население.

Загрязнение твёрдыми бытовыми отходами в Бишкеке является, обусловленной неэффективной утилизацией и образованием несанкционированных свалок, что приводит к загрязнению воздуха, почвы и грунтовых вод токсичными веществами. Для борьбы с проблемой введены новые правила, включая ограничения на время вывоза мусора и запрет на складирование крупногабаритных отходов вне контейнеров.

Ключевые слова: Бишкек, твёрдо бытовые отходы, утилизация, мусор, свалка, загрязнение, экологическое состояние, воздух, вода, почва.

Введение. В статье рассматривается проблема загрязнения окружающей среды города Бишкек твёрдыми бытовыми отходами и её влияние на экологическое состояние региона. Исследуются основные источники образования отходов, их количество и характер размещения, а также существующие системы сбора и утилизации мусора. Особое внимание уделяется негативному воздействию накопления отходов на почву, водные объекты и атмосферный воздух, а также на здоровье населения.

Проведен анализ существующих мер по управлению твёрдыми бытовыми отходами, включая работу санитарных служб, функционирование полигона и переработку мусора. Рассматриваются основные проблемы в организации сбора и утилизации отходов, такие как несоблюдение экологических норм, отсутствие современных технологий переработки и низкая экологическая культура населения.

Выводы исследования подчеркивают необходимость комплексного подхода к управлению твёрдыми бытовыми отходами: развитие систем раздельного сбора и переработки мусора, повышение экологической осведомленности населения, внедрение современных технологий утилизации и контроль за соблюдением экологических стандартов. Реализация этих мер позволит снизить негативное воздействие отходов на окружающую среду и улучшить экологическое состояние города Бишкек.

Исходные данные и методы исследования. Проблема управления твёрдыми бытовыми отходами в Бишкеке напрямую связана с «Тазалык»- поддержание чистоты и экологической безопасности городской среды. Несвоевременный сбор мусора, накопление отходов на полигонах и частичное их сжигание создают значительную нагрузку на экосистему города. Неправильное обращение с отходами приводит к загрязнению воздуха, почвы и водных ресурсов, что негативно влияет на здоровье населения и ухудшает санитарно-эпидемиологическую обстановку.

В рамках концепции «Тазалык» мэрия города реализует комплекс мер по улучшению системы обращения с отходами: внедрение раздельного сбора мусора, организация регулярного вывоза ТБО, установка мусоросортировочных комплексов и просветительские кампании для повышения экологической культуры населения. Активное участие горожан в поддержании чистоты, соблюдение правил утилизации и сортировки отходов способствует

снижению негативного воздействия на окружающую среду и формированию комфортной, безопасной городской среды.

Таким образом, «Тазалык» является не только социальным, но и экологическим приоритетом для города Бишкек, направленным на сохранение здоровья жителей и улучшение качества окружающей среды.

Мэрия города Бишкек активно работает над улучшением системы обращения с отходами. В рамках проекта «Улучшение системы управления твёрдыми отходами в г.Бишкек» был разработан проект «Обязывающие правила обращения с бытовыми отходами на территории г.Бишкек». Этот проект предусматривает внедрение современных стандартов обращения с отходами, включая отдельный сбор, переработку и утилизацию мусора, что соответствует лучшим практикам Европейского Союза. Обсуждения и внедрение этих правил проводятся с участием представителей государственных структур и частных компаний по вывозу ТБО Мэрия Бишкека. В 2024 году в Кыргызстане на одного человека пришлось 228 килограммов твердых бытовых, а также 1 тысяча 852 килограмма опасных отходов.

Министерство природных ресурсов, экологии и технического надзора Кыргызской Республики разрабатывает и реализует меры по управлению отходами в рамках Национального плана по сокращению выбросов парниковых газов. В частности, планируется установка мусоросортировочного комплекса на санитарном полигоне в г.Бишкек, что позволит значительно улучшить ситуацию с отходами и сократить выбросы парниковых газов.

Общественные организации и активисты играют важную роль в привлечении внимания к проблеме загрязнения отходами. Гражданские инициативы, движения, организуют акции и требуют от мэрии принятия мер по тушению пожаров на мусорном полигоне и улучшению экологической ситуации в городе. Они активно информируют общественность и способствуют повышению экологической осведомлённости населения.

Университеты и научные учреждения проводят исследования, направленные на оценку воздействия отходов на окружающую среду и разработку эффективных методов их утилизации. Они также участвуют в образовательных программах, направленных на повышение экологической грамотности населения и формирование устойчивых привычек в обращении с отходами.

В Бишкеке превратился в источник угрозы санитарно-эпидемиологической и экологической безопасности города. По данным исследователей, токсичные вещества, выделяющиеся при сжигании твёрдых бытовых отходов (ТБО), могут повышать риск развития онкологических заболеваний. Наиболее уязвимыми категориями населения являются дети и люди с хроническими заболеваниями. Высокие концентрации диоксида серы в воздухе приводят к нарушениям дыхательной функции, вызывают воспаление слизистых оболочек носоглотки и трахеи и со временем способствуют развитию хронических заболеваний, таких как бронхит, астма и болезни сердечно-сосудистой системы.

Санитарные полигоны, где происходит складирование и частичное сжигание отходов, способствуют загрязнению воздуха, почвы и водных объектов токсичными веществами, включая диоксины, тяжелые металлы и фильтрат, образующийся при разложении мусора. Эти факторы оказывают прямое воздействие на здоровье жителей, снижают качество почв и водных ресурсов, а также ухудшают общую экологическую ситуацию в городе.

Проблема загрязнения ТБО требует комплексного подхода, включающего анализ источников и характера отходов, оценку экологических последствий их накопления и разработку эффективных мер по управлению мусором. Внедрение современных технологий утилизации, отдельного сбора отходов и повышение экологической культуры населения являются ключевыми направлениями для улучшения состояния окружающей среды города Бишкек.

Бишкекская свалка- лишь одна из более чем 400 по стране. Ситуация везде похожая- это огромная куча мусора в земляной яме, без какой-либо изоляции от контакта с почвой и без метаноотводов.

Свалки занимают больше 600 га- земли- это треть размеров Чуйской области. 82% этой территории- земли сельскохозяйственного назначения, они были предназначены для выращивания продуктов или животноводства. Вместо этого почва и воздух в тех районах постоянно отравляются. Отходы потребления в большинстве случаев являются опасными отходами, содержащими в своем составе токсичные вещества, представляющие непосредственную или потенциальную опасность для здоровья людей или окружающей среды.

Десятилетие власти Бишкека, столицы Кыргызстана, разрабатывали планы по решению проблемы городской свалки, которую экологи называют экологической катастрофой. Еще в 2013 году ЕБРР и Евросоюз выделили 22 млн евро на строительство современного полигона, мусоросортировочного завода и улучшения ситуации. По прошествии более 10 лет закупили лишь новые мусорные баки и технику для уборки, а также выплатили миллионы сомов по кредитам и штрафам.

Бишкекский полигон ежегодно «производит» около 300000 тонн отходов (ТБО), но до 10-15% мусора оседает на многочисленных стихийных свалках в пригородах Бишкека. Общий объем ТБО в стране достигает 1,2 миллиона тонн в год, и часть этого мусора лежит неконтролируемо. На сегодняшний день в Кыргызстане нет ни одного действующего мусороперерабатывающего завода и полигона отвечающего всем санитарным, эпидемиологическим, экологическим нормам.

Ежедневное сжигание мусора на санитарном полигоне города Бишкек приводит к значительному загрязнению воздуха в северо-западной части города.



При сжигании твёрдых бытовых отходов (ТБО) выделяются токсичные вещества, оказывающие негативное влияние на здоровье жителей ближайших районов. В процессе возгорания различных видов отходов тёплый поток воздуха поднимает токсичные вещества высоко в атмосферу, после чего они оседают на землю, распространяясь на большую территорию вокруг свалки, включая сельскохозяйственные угодья и жилые массивы, расположенные поблизости (рис. 1).

Самовозгорание мусора также приводит к выделению диоксинов и других вредных газов, а разложение отходов сопровождается образованием фильтрата-смеси токсических веществ, которые проникают в почву и грунтовые воды, усугубляя экологическую нагрузку на окружающую среду.

Строительство нового Бишкекского полигона, закрытие старого и его рекультивация должны были стать первым прецедентом и показательным кейсом того, как нужно решать проблемы со свалками в стране. Когда именно проект закончится- не известно. Сейчас идут работы по рекультивации старой свалки, но и те проходят проблемно.

Несмотря на существующие трудности, мэрия города Бишкек настроена позитивно. Сообщается, что в ближайшее время будет объявлен тендер на закупку системы из трёх подземных мусорохранилищ. После закрытия старого полигона появится возможность реализации пилотного проекта по подземному хранению и сбору отходов на новом объекте. Как поясняют специалисты, бункерная система сбора твёрдых бытовых отходов (ТБО) полностью закрыта для доступа посторонних лиц, а также недоступна для бродячих животных, птиц и насекомых. Подобные системы особенно эффективны в случаях, когда

необходимо устранить зловонные запахи, предотвратить возгорания отходов и рационально использовать городские территории.

Строительство нового полигона, рекультивация действующей свалки, а также создание и техническое обслуживание современных мусорных площадок позволят не только улучшить санитарно-гигиеническое состояние столицы, но и создать новые рабочие места. Официальное трудоустройство работников поможет решить проблему «неформальных сборщиков мусора». Так, по данным, на полигоне тогда трудились более **530 человек**, из которых **40%** работали пять дней в неделю, а **60%** - менее пяти дней.

Заккрытие старого полигона и открытие нового объекта позволит временно снизить уровень загрязнения воздуха и, как следствие, улучшить экологическую обстановку в городе. Однако рост объёмов отходов, производимых жителями Бишкека, может привести к тому, что новый полигон заполнится достаточно быстро. В этом случае существует риск возобновления практики сжигания мусора.

Чем дольше откладывается решение проблемы утилизации отходов, тем больше становится площадь полигона. За последние десять лет она увеличилась на **12 гектаров**. Для закрытия и рекультивации существующей свалки требуются значительные финансовые ресурсы. При этом в Кыргызстане по-прежнему отсутствует технический регламент, регулирующий экологически безопасное захоронение и утилизацию твёрдых бытовых отходов.

Второй вариант решения проблемы- снижение объёма мусорных отходов за счёт предварительной сортировки и переработки. Для долгосрочного решения проблемы роста свалки необходимо добиться уменьшения общего количества отходов. Разделение мусора на пищевые отходы и подлежащие переработке твёрдые бытовые отходы (ТБО) позволит существенно снизить негативное воздействие на окружающую среду.

В настоящее время все ТБО вывозятся на полигон, где они гниют, загрязняя воздух, почву и подземные воды. Особенно опасны пищевые отходы: в процессе разложения они выделяют метан и другие вредные вещества, что приводит к самовозгоранию и задымлению на свалке. Вместо того чтобы позволять мусору гореть и усугублять экологическую ситуацию, целесообразно создать **мусороперерабатывающие мини-комплексы** непосредственно на территории полигона. Это позволит перерабатывать часть отходов на месте, снизить объём захороняемого мусора, уменьшить выбросы вредных веществ и повысить эффективность системы обращения с отходами в целом.

Методология. Аналитический метод. Изучение законодательных и нормативных документов Кыргызской Республики в области обращения с отходами. Анализ статистических данных Мэрии г. Бишкек, Госэкотехинспекции и других источников.

Полевые наблюдения. Обследование полигонов ТБО, например, полигон в районе села Сокулук и мест несанкционированных свалок. Визуальная оценка масштабов загрязнения и состояния окружающей среды.

Лабораторные методы-при наличии данных. Отбор и анализ проб почвы, воды и воздуха вблизи свалок для определения содержания тяжёлых металлов, органических загрязнителей, микробиологической активности.

Картографический и геоинформационный анализ (ГИС). Использование спутниковых снимков для определения площади загрязнённых территорий и динамики их изменения.

Социологический метод. Проведение опросов жителей о восприятии экологической ситуации, уровне информированности и готовности к раздельному сбору отходов.

Сравнительный анализ. Сопоставление данных по Бишкеку с другими городами Кыргызстана или Центральной Азии для оценки относительной степени загрязнения и эффективности управления отходами.

Результаты. В рамках проекта по рекультивации городского полигона твёрдых бытовых отходов предусматривалось строительство системы отвода метана, послойная засыпка отходов глиной и плодородным грунтом, а также последующее преобразование

территории в сельскохозяйственные угодья и лесополосу. Однако на данный момент реализация этих мероприятий ограничилась только нанесением защитного слоя глины.

Этот шаг, тем не менее, позволил достичь значимого результата: в мае прошлого года был ликвидирован крупнейший пожар на полигоне, который горел непрерывно более десяти лет. Масштабы возгорания были настолько велики, что столб дыма фиксировался даже на спутниковых снимках.

Несмотря на достигнутые успехи, проблема остаётся нерешённой. Хотя уровень загрязнения атмосферного воздуха в столице заметно снизился, отсутствие комплексных мер по рекультивации и продолжающийся вывоз отходов на полигон могут свести на нет все усилия муниципальных властей, которые в течение восьми лет шли к этому результату. Для окончательного решения проблемы необходимо завершить процесс закрытия свалки и прекратить её эксплуатацию.

Отсутствие системы метаноотвода приводит к тому, что свалочные газы продолжают накапливаться внутри мусорных масс, вызывая процессы тления. Поскольку полигон официально не закрыт, на его территорию вновь поступают отходы, которые выгружаются поверх ранее нанесённого слоя глины. Со временем эти массы также начнут тлеть, что создаёт риск повторного масштабного возгорания и сводит к минимуму эффект уже проведённых работ по рекультивации.

Жители близлежащих районов неоднократно жаловались на неприятный запах, пыль, задымлённость, а также на большое количество мух, птиц и грызунов- потенциальных переносчиков инфекционных заболеваний. Эти факторы усугубляют санитарно-эпидемиологическую обстановку и снижают качество жизни населения.

С целью решения сложившейся проблемы мэрия города Бишкек приступила к реализации проекта **«Улучшение системы управления твёрдыми отходами в г. Бишкек»** общей стоимостью **22 млн евро**. Финансирование осуществляется за счёт кредита Европейского банка реконструкции и развития (ЕБРР) в размере **11 млн евро**, гранта **Европейского Союза- 8 млн евро** и гранта **ЕБРР- 3 млн евро**. В рамках проекта заключены два контракта, направленные на модернизацию инфраструктуры обращения с твёрдыми бытовыми отходами, внедрение современных экологических технологий и улучшение санитарно-экологического состояния столицы. Опросом загрязнения твёрдыми бытовыми отходами и экологического состояния окружающей среды города Бишкек занимаются различные государственные и муниципальные органы, а также общественные организации.

В Бишкеке 31 октября 2023 года открыли первый санитарный полигон, соответствующий национальным и европейским экологическим стандартам. Он позволит городу безопасно утилизировать твердые бытовые отходы в течение 10 лет, а также оснащен системой гидроизоляции для очистки фильтрата. Проект был реализован при поддержке ЕБРР и ЕС и включает в себя модернизацию техники и создание новых пунктов сбора отходов (рис 2).

Отмечается, что полигон объемом 1,9 миллиона кубических метров позволит городу безопасно утилизировать твердые бытовые отходы в течение последующих десяти лет. Оснащение полигона системой гидроизоляции позволяет улавливать и очищать фильтрат- загрязненную жидкость с резким запахом и предотвращать его попадание в грунтовые воды и их загрязнение.

Проект, который помогает компаниям «Тазалык» и «Бишкекский санитарный полигон» улучшить сбор мусора, модернизировать устаревшее оборудование, построить новую санитарную свалку и внедрить меры по минимизации отходов в столице, был реализован за счет грантов Евросоюза и кредитов ЕБРР. Строительство новой санитарной



свалки, соответствующей требованиям ЕС, является одним из компонентов проекта. Новая свалка значительно улучшит коммунальные услуги, качество воздуха в городе и поможет Бишкеку стать более экологически чистым. На полученные средства МП «Тазалык» приобрело современные мусороуборочные машины и систему GPS-навигации для мониторинга их работы. Предоставленное финансирование также позволило построить новые пункты сбора отходов. Отметим, что проект по рекультивации Бишкекского санитарного полигона и улучшению ситуации с выбросом твердых бытовых отходов в городе начали готовить еще в 2011 году, кредитное соглашение подписали только в 2013-м, а ратифицировали в 2015-м.

Строительство нового полигона, рекультивация существующей свалки, а также строительство и техническое обслуживание мусорных площадок позволит создать новые рабочие места, а также соблюсти процедуры по обеспечению гигиены и безопасности. Официальный найм рабочей силы поможет избежать такого явления, как «неформальные сборщики мусора»: например, в 2023 году на мусорном полигоне работали более 530 неформальных сборщиков мусора, из которых 40% работали пять дней в неделю, а 60 % работали меньше 5 дней в неделю.

Президент Кыргызстана Садыр Жапаров посетил санитарный полигон в Бишкеке, где ознакомился с ходом строительства мусороперерабатывающего завода. Запуск предприятия намечен на декабрь, а завершение всех работ ожидается к концу 2025 года (рис 3). Завод станет уникальным для всего Центрально-Азиатского региона: он будет перерабатывать до 1 тысячи тонн отходов в сутки с возможностью увеличения объема до 3 тысяч тонн, обеспечивая при этом выработку 30 мегаватт электроэнергии в час. Это поможет не только решить проблему утилизации мусора, но и станет дополнительным источником энергии для города. Он подчеркнул важность соблюдения сроков и экологических норм, отметив, что проект имеет стратегическое значение для устойчивого развития Бишкека и улучшения экологической ситуации.



Выводы. Изучение международного опыта в сфере обращения с твёрдыми бытовыми отходами и привлечение иностранных специалистов по утилизации может значительно повысить эффективность проводимых мероприятий. Правильная утилизация органических отходов способна приносить ощутимую экологическую и экономическую выгоду- в частности, способствовать выработке биогаза и производству компоста, который может использоваться в сельском хозяйстве.

Для сокращения объёмов отходов, направляемых на полигоны, необходимо активно вовлекать население в процесс раздельного сбора мусора. Горожане могут сдавать вторсырьё- пластик, бумагу, стекло- в частные пункты приёма, получая за это денежное вознаграждение или другие стимулы. Подобная система успешно действует, например, в Германии, где покупатели возвращают часть стоимости напитков при сдаче стеклянной или пластиковой тары.

Для повышения мотивации населения, особенно молодёжи, важно продвигать культуру раздельного сбора отходов через образовательные учреждения, устанавливать «зелёные» пункты приёма вторсырья, вовлекать бизнес и использовать поощрительные меры- такие как выдача купонов, скидок или билетов в обмен на сданные отходы.

Однако формирование экологически ответственного поведения требует времени. Для привыкания населения к сортировке мусора необходима системная просветительская работа, которая может занять несколько лет. Недостаточная информированность граждан нередко приводит к неправильной сортировке, что делает необходимой повторную переработку отходов уже на полигоне.

В настоящее время в городе Бишкек отсутствует развитая инфраструктура для раздельного сбора мусора, поэтому большая часть отходов по-прежнему вывозится в общих контейнерах. Для последующей переработки таких смешанных отходов требуется их ручная сортировка на специализированных предприятиях, что увеличивает трудовые и финансовые затраты. Автоматизация данных процессов возможна лишь при наличии дорогостоящего оборудования, что требует привлечения дополнительных инвестиций.

Также, существует риск нелегального найма персонала без заключения трудовых контрактов, несоблюдения трудовых прав работников, вовлеченных в сортировку мусора, отсутствие спецтехники, защитной одежды, социального пакета, медицинского страхования и проведения профилактики заболеваний, связанных со спецификой труда. Возможно противостояние и со стороны лиц, имеющих доход от использования старого полигона, так как муниципальный учет и сортировка вторичного сырья невыгодны тем, кто делает деньги на мусорном бизнесе. Однако, государству необходимо сделать все, чтобы легализовать пункты приема отходов, которые пока работают без регистрации и не платят налоги.

Варианты решения, которые мы предлагаем, имеют общую цель и направлены на уменьшение источников загрязнения воздуха и защиту здоровья граждан. Однако, на основании проведенного анализа всех преимуществ и недостатков мы предлагаем начать с реализации второго варианта решения. Возведение нового полигона и мусоросортировочного комплекса, который планировали разместить в километре от существующей свалки- это временное решение.

Новая свалка может повторить судьбу старой, и будет гореть, внося свой вклад в уничтожение почвы, подземных вод, загрязнение столичного воздуха, а также в распространение заболеваний различного рода. Лучшим решением является снижение количества отходов не путем их сжигания, а путем вовлечения населения и бизнеса в предварительную сортировку и переработку ТБО. Например, совместно с университетами и другими учебными заведениями можно обучить молодежь раздельному сбору пластика, бумаги и стекла. Для эффективной реализации выбранного решения Правительству КР и мэрии г.Бишкека необходимо:

- создать открытую диалоговую площадку для проведения обсуждения, мониторинга и участия всех заинтересованных сторон- международных организаций, экологов, представителей частного сектора, жителей города и др., в вопросе организации предварительной сортировки и переработки мусора.

- проводить информационные работы среди населения жилых массивов, чтобы последние перестали сжигать бытовые отходы и мусор, а обучились простым и дешевым методам переработки мусора.

- организовать кампании и видеоролики, а также совместно с экологическими организациями создать контент в социальных сетях, который будет направлен на информирование населения о проблеме и поможет сделать население более осознанным.

- создать благоприятные условия для стимулирования создания бизнеса в сфере сортировки и переработки отходов. К примеру, финансовые организации могут выдавать беспроцентные кредиты и займы.

- донести до студентов и молодежи информацию о важности, и значении раздельного мусора, а также информацию о важности вклада в сохранение экологии и эко-осознанности. Это можно сделать с помощью лекций и встреч, организации тематических туров. Также можно разработать просветительское мобильное приложение, которое будет информировать население об отходах, раздельном сборе мусора, технологиях переработки и др.

- мэрии города Бишкек и международным организациям предоставлять гранты, которые станут источником финансирования экологических инициатив, направленных на улучшение качества воздуха и снижение объема сжигаемого мусора. Также можно продавать собранные отходы компаниям, которые занимаются переработкой сырья.

-запустить пилотные проекты по предварительной сортировке мусора в мусорных контейнерах, которые будут отсортированы по принципу «органика», «пластик», «стекло». Раздельный сбор мусора позволит перерабатывать до 90% отходов.

-сотрудничать не только с университетами, но и с кафе, ресторанами, торговыми центрами, магазинами и др.

Проблема загрязнения окружающей среды твёрдыми бытовыми отходами (ТБО) в городе Бишкек остаётся одной из наиболее острых экологических и социальных задач региона. В результате роста численности населения, увеличения объемов потребления и недостаточной эффективности системы обращения с отходами, город испытывает значительную антропогенную нагрузку. Таким образом, решение проблемы обращения с твёрдыми бытовыми отходами в Бишкеке требует комплексного подхода- техническую модернизацию инфраструктуры утилизации и переработки; совершенствование законодательной базы и системы контроля; развитие экологического образования и вовлечение населения в раздельный сбор отходов; международное сотрудничество и обмен опытом в сфере устойчивого управления отходами.

Только при сочетании этих мер возможно снизить уровень загрязнения окружающей среды, восстановить экологическое равновесие и обеспечить устойчивое развитие региона в долгосрочной перспективе.

Таким образом, решение проблемы загрязнения твёрдыми бытовыми отходами в Бишкеке требует скоординированных усилий государственных органов, местных властей, общественных организаций и научного сообщества. Только совместными действиями можно достичь устойчивых результатов в улучшении экологической ситуации города.

Литература:

1. Боконбаев К. Дж., Дылдаев М.М. Экологические проблемы города Бишкек. -Бишкек, 2008. - 124 с.
2. Осмонбетов К. О. Экология городов. [Текст] //Татыбеков А. Т.// Экология городов. - Бишкек, 2010. - С.86.
3. Осмонбетов К. О. Отходы г. Бишкек- проблема научно-техническая. Бишкек. [Текст] //Ырсалиева А.Ж. //Инженер №9, (Международная научно-техническая конференция «Минеральные ресурсы, подготовка инженерных кадров и проблемы освоения недр Кыргызской Республики, посвященная 80-летию академика Инженерной академии Кыргызской Республики, Международной инженерной академии и Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы, профессора, доктора геолого-минералогических наук КубатаОсмонбетовичаОсмонбетова»). - Бишкек, 2015.-С 395-399.
4. Осмонбетов К. О. Опыт работы с твердыми бытовыми отходами (ТБО) в России. [Текст] //Ырсалиева А.Ж. //Кыргызско-Российский Славянский Университет им. Б.Ельцина. Бишкек, 2015.
5. Ырсалиева А. Ж. Нормативно-правовое регулирование обращения с твердыми бытовыми отходами (ТБО) г.Бишкек. //Известия КГТУ им. И.Раззакова (Материалы международной научно-технической конференции «Инновации в образовании, науке и технике»). -Бишкек, 2006. -Т. 3. -С. 453-457.
6. Ырсалиева А. Ж. Проблемы утилизации и захоронения твердых бытовых отходов (ТБО) г. Бишкек. [Текст] Ырсалиева А. Ж. //Вестник 4 Труды молодых ученых. КНУ им. Ж. Баласагына. -Бишкек. -2005. -С. 159- 163.

**БАТЫС ҚАЗАҚСТАН Өңірінің жасыл өсу контексіндігі табиғи -
шаруашылық және әлеуметтік -экономикалық жүйелерінің
тұрақты дамуы**

**Устойчивое развитие природно-хозяйственных и социально-
экономических систем Западно-Казахстанского региона в
контексте зеленого роста**

**SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF NATURAL, ECONOMIC, SOCIO-ECONOMIC
SYSTEMS OF THE WESTERN KAZAKHSTAN REGION IN THE CONTEXT OF
GREEN GROWTH**

ҚАЗАҚСТАНДА ОҢТҮСТІК ЦИКЛОНДАРДЫҢ ШЫҒУ ЖИІЛІГІ МЕН ҚАУІПТІ ҚҰБЫЛЫСТАРДЫҢ ҚАЙТАЛАНУШЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ

^{1*} А.С. Саханова, ¹ Г.О. Оракова, ² А.С. Нысанбаева, ³ Ж.М. Серлибаева

^{1*} Казгидромет, Астана, Қазақстан, sakhanova_a@meteo.kz

¹ әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан, Gulnar.Orakova@kaznu.kz

² әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан,

³ Казэронавигация, Астана, Қазақстан.

Аннотация. Мақала Қазақстан аумағының ауа райына оңтүстік циклондардың әсерін аз зерттеу мәселесіне арналған. Жер және биіктік ауа райы карталарының синоптикалық талдауы негізінде Қазақстан аумағына оңтүстік циклондардың шығу жағдайлары санының жылдық және жыл аралық өзгергіштігі талданды. Зерттелетін аумаққа оңтүстік циклондардың шығуына байланысты ауа райының қауіпті құбылыстарының қайталануы есептелген. Оңтүстік траекторияларының циклондарында қарқынды жаңбыр, қар және күшті желдің қайталанушылығы жоғары.

Кілт сөздер: оңтүстік циклон, траектория, қауіпті құбылыстар, аномалия, циклон белсенділігі.

Кіріспе

Циклондар жылу мен ылғалды тасымалдауға жауап беретін ауқымды және аймақтық атмосфералық айналымның маңызды буыны болып табылады. Қарқынды циклондық белсенділік қауіпті гидрометеорологиялық құбылыстардың пайда болуымен тығыз байланысты: қатты жел, жауын-шашын, боран, су тасқыны және т. б. [1]

Өзгермелі климат жағдайында циклондық режимдердің өзгеруі ерекше қызығушылық тудырады [2]. Циклондардың қайталануы мен сипаттамаларының өзгеруі барлық метеорологиялық шамалардың қайта таралуына әкеледі. Сондықтан циклондық белсенділікті талдау маңызды міндет болып табылады.

Қазақстан жерінде ауа райының қауіпті құбылыстарының жиі орын алуы, көбінесе, 45° с. е. оңтүстікке қарай орналасқан аймақтардан (оңтүстік циклон) келетін циклондық әсерлерге байланысты. Бұл циклондар еліміздің аумағымен өткенде ауа райының шұғыл өзгеруіне әкеліп соғады, бұл кейде экономикамызға зиян тигізеді. Бұл жағдай әсіресе қысқы және ауыспалы кезеңдерде айқын байқалады [3].

Көбінесе бір оңтүстік циклонның шығуы байқалады, алайда олар кейде топтасып келіп, ауа райындағы ең күрт өзгерістерді тудырады. Қыс пен күзде бұл қарлы боран, қатты жел, ұзақ тұман болса, жазда – нөсер жаңбыр, бұлттылықтың төмендеуі және найзағайлар.

Зерттеудің мақсаты оңтүстік циклондардың статистикалық сипаттамаларын, сондай-ақ Қазақстан аумағында осы циклондармен байланысты қауіпті құбылыстардың кеңістіктік-уақыттық таралуын зерттеу болып табылады. Зерттеу климаттың өзгеруінің осы құбылыстардың жиілігі мен қарқындылығына әсерін талдайды.

Жұмыстың ғылыми маңыздылығы Қазақстан аумағындағы климаттың өзгеруі мен оңтүстік циклондардың белсенділігі арасындағы байланыс туралы білімді кеңейту, сондай-ақ қауіпті ауа райы құбылыстарының статистикалық және кеңістіктік-уақыттық сипаттамаларын терең талдау болып табылады.

Бастапқы деректер және зерттеу әдістері

Бастапқы ақпарат ретінде ҚазГидромет басқармасы ұсынған күнделікті синоптикалық карталардың (жер және биіктік) деректері пайдаланылды. Күн сайынғы жер және биіктік карталары (АТ-700 гПа) бойынша оңтүстік циклондардың қазіргі заманғы сипаттамаларын зерттеу үшін оңтүстік циклондардың Қазақстан аумағына шығу жағдайлары айқындалды,

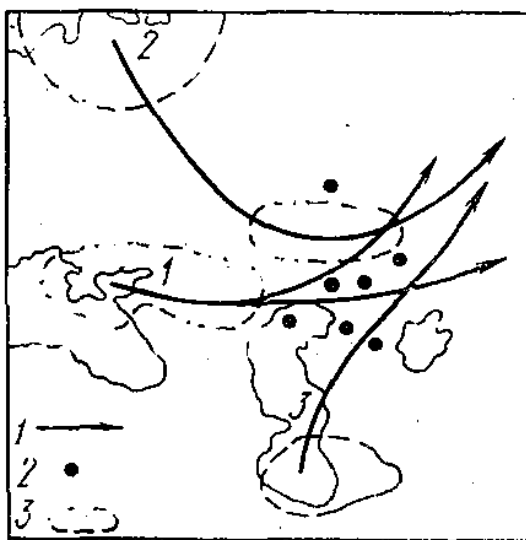
2013-2023 жылдар кезеңіндегі циклондардың маусымдық ерекшеліктері мен жыларалық динамикасы талданды.

Нәтижелер

Қазақстанның рельефі өте алуан түрлі. Оған Каспий маңы ойпаты, үлкен аймақтағы шөлдер, үстірт биіктіктер және одан әрі шығыс пен оңтүстік-шығыста таулы жүйелер кіреді.

Қазақстанға РЕТ-ның ашық оңтүстік-шығыс бөлігі, Оңтүстік Орал, Батыс Сібір және оңтүстігінде Орталық Азия тікелей шектесіп жатыр. Бұл аймақтардың синоптикалық процестері белгілі бір дәрежеде Қазақстанға тікелей таралады. Бұл РЕТ үстінде қалыптасатын батыс-шығыс тасымалына, сүңгітін циклон мен антициклонның соңғы бөліктеріне, Оралдан үлкен оңтүстік бағытымен өтетін циклонға, және де оңтүстік циклонға: оңтүстік Каспийлік, Мұрғабтық және Каспий теңізінің солтүстігінде пайда болатын циклонға қатысты. Қазақстанның ауа райына Сібір антициклоны үлкен әсер етеді.

Қазақстан батыстан шығысқа қарай 3 мың км-ден астам созылып жатыр. Табиғи түрде, бір-бірінен алшақ жатқан аймақтардағы синоптикалық процестер айтарлықтай айырмашылықтарға ие болуы мүмкін. Бұл әсіресе Қазақстанның батыс және шығыс бөліктерінде айқын байқалады. Мысалы, батыста төрт түрлі циклондық процестер бөлініп көрсетілген, олардың тән траекториялары мен пайда болатын жерлері 1-суретте көрсетілген. Бұл процестердің барлығы суық жартыжылдықта байқалады [4].



1-сурет. Қазақстанның батысындағы циклондардың үлгілік траекториялары:

1 - 1, 2 және 3 типтердің траекториялары; 2 - циклондардың пайда болуы (4 типі); 3 - әрбір типтегі циклондардың пайда болу аймағы

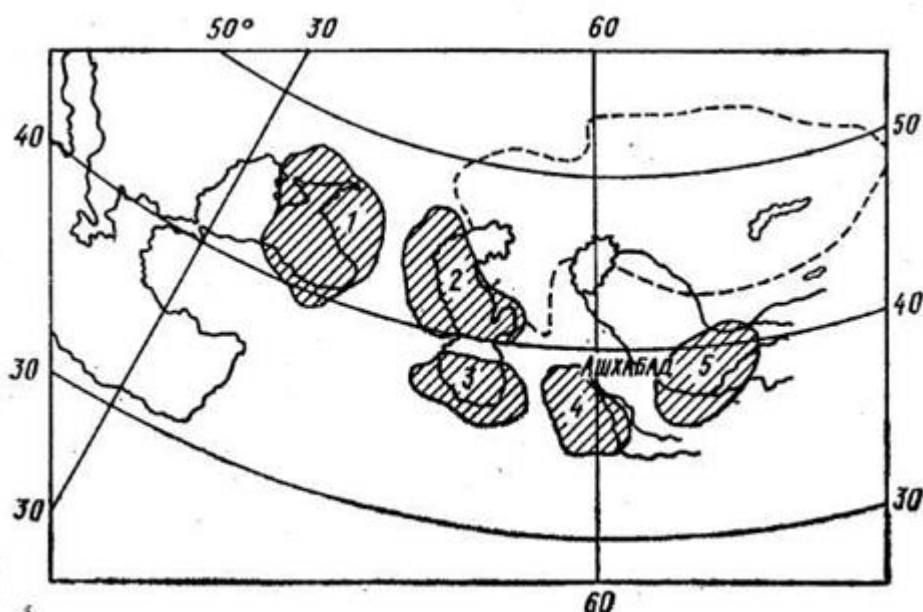
Төселме бетінің әсерінен, әсіресе таулы аймақтарда синоптикалық процестер, салыстырмалы түрде жазық төселме бетінің үстінде байқалатын процестерге қарағанда, кеңістіктік-уақыттық өзгерістерге ұшырайды. Салыстырмалы түрде жазық «таза» жағдайда орнатылған атмосфералық процестердің кейбір заңдылықтары, мысалы, таулы аймақтарда айтарлықтай бұзылады. Барикалық түзілімдердің дамуы анағұрлым күрделі. Термобарикалық алабтар, демек, циклондар мен антициклондардың белгілі даму кезеңі аймақтың ерекшеліктеріне байланысты синоптикада белгіленген классикалық схемалардан өзгеше белгілерге ие болады. Басқа белгілі заңдылықтар әлсіз немесе мүлдем «жұмыс істемейді». Бұл негізінен шекаралық қабаттағы жылу мен ылғалдың тасымалдануына қатысты.

Төселме бет әр түрлі масштабтағы атмосфералық процестерге әсер етеді [4].

Оңтүстік циклон деп, оңтүстік ендіктерден жылжитын барикалық депрессияларды айтады. Бұл циклондар жиі, меридионалды макроциркуляциялық қайта құрылу аяқталып, циклон қалыптасуына ыңғайлы термобарикалық алаб қалыптасқаннан кейін пайда болады. Оңтүстік циклонның қалыптасуы мен қозғалысы биіктіктегі жыраның қай жерде орналасқанына тікелей байланысты. Циклон биіктіктегі жыраның төменгі жағында, температура айырмашылығы күрт байқалатын алдыңғы бөлігінде пайда болады [1].

Жалпы алғанда, оңтүстік циклондардың пайда болуы суықтың қарқынды адвекциясымен және циркумполярлы құйын жырасының тереңдеуімен байланысты, оның алдыңғы бөлігінде циклонның пайда болуына қолайлы адвективті-динамикалық және құйынды факторлар көрінеді. Сондықтан атмосфералық процестердің қарқындылығы ЖФА-ның полярлық немесе субтропикалық ендіктерге ығысу тереңдігімен байланысты [5, 6].

Оңтүстік циклондардың Қазақстан аумағына шығу жағдайларын талдау оңтүстік циклондардың бес түрін анықтауға мүмкіндік берді: Қара теңіз, Орта Каспий, Оңтүстік Каспий, Мұрғаб, Жоғарғы Амудариялық (2-сурет). Әрқайсысының атауы олардың қалыптасуының немесе шығуының географиялық аймақтарымен анықталды [3].



2 сурет. - Оңтүстік циклондардың пайда болу немесе туындау аудандары [3 Комиссарова]: 1 - Қара теңіз циклондары, 2 - Орта Каспий, 3 - Оңтүстік Каспий, 4 - Мұрғаб, 5 – Жоғарғы Амудариялық.

Оңтүстік Каспий циклонының шығуы деп аталатын синоптикалық процесс, циклонның Каспий теңізінің оңтүстік бөлігінде немесе одан шығысқа қарай пайда болып, 1,5 - 2 тәулік ішінде Орталық Азия мен Қазақстанды солтүстік-шығыс бағытта кесіп өтуін білдіреді. Бұл процесс кезінде Жер бетінде көбінесе ойпаңда жақсы көрінетін жылы сектор байқалады, ал циклонның өзінде сирек кездеседі. Циклон пайда болған сәтте ауа райы картасында бір-екі тұйықталған изобарамен белгіленеді.

Циклонның суық фронтының өтуі, әдетте, жауын-шашынмен және желдің күшеюімен бірге жүреді, көбінесе дауыл күшіне жетеді. Қазақстан аумағында циклон орталығының жанында қарқынды қар жауады, циклонның артқы бөлігінде суық фронттың өтуімен қатты боран байқалады [7].

2013–2023 жылдар аралығындағы деректерді талдау Қазақстан аумағына әсер ететін оңтүстік циклондардың маусымдық және жылдық таралу ерекшеліктерін айқындауға мүмкіндік берді. Оңтүстік циклондардың жылдық таралуы жер бетінің және атмосфераның беткі қабатының температуралық режимінің маусымдық сипатына жақсы сәйкес келеді деп айтуға болады. Жылдық динамикада жалпы олардың саны 6-дан 22-ге дейін өзгереді, соның

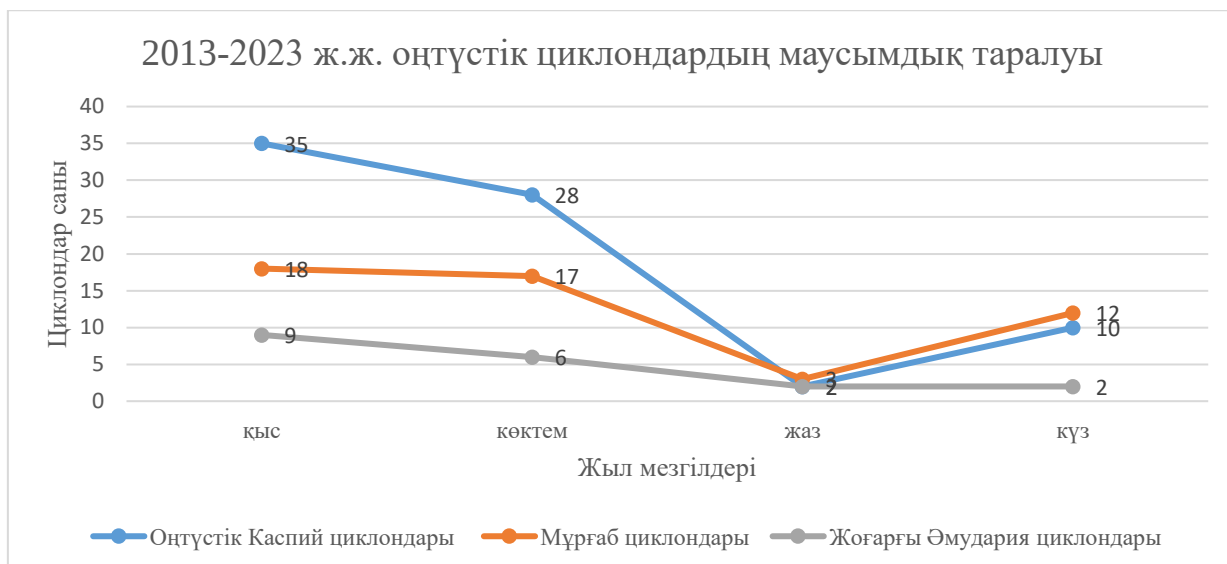
ішінде Оңтүстік Каспий циклондарының 3-тен 12 ретке дейін шығуы бақыланса, Мұрғабтық циклонның 1-ден 11 ге дейін шығуы, ал Жоғарғы Амудариялық циклонның 1-3 рет шығуы бақыланған (сур. 3). Мезгілдік таралуында суық жарты жылдықта оңтүстік циклондарының санының өсуі және жазда байқалатын минимум айқын көрінетіні анықталды (сур. 4). Орташа алғанда, бір жылда Қазақстанның батыс аумағына оңтүстік циклондардың 0-4 шығуы байқалады (сур. 5).

2013–2023 жылдар аралығындағы деректер Қазақстан аумағында оңтүстік циклондардың жылдық қайталануы айтарлықтай тұрақсыз екенін көрсетеді (сур. 3). 2013 және 2019 жылдары Оңтүстік Каспий циклондарының ең жоғары саны (12 жағдай) тіркелген. 2015 жылы Мұрғаб циклондарында (11 жағдай) және 2015-2016, 2019, 2021 жылдары Жоғарғы Амудария циклондарында (3 жағдай) айқын максимум байқалады. Алайда оңтүстік циклондардың соңғы жылдары (2020–2023 ж.ж.) олардың қайталануы 1-7 жағдай деңгейінде қалып отыр, бұл 2013 жылғы көрсеткіштен айтарлықтай төмен. Жалпы алғанда, оңтүстік циклондардың шығу саны ұзақ мерзімді өсу үрдісін көрсетпейді, тек жекелеген жылдарда ғана айқын максимумдар байқалады. Бұл жағдай олардың жиілігі емес, ықпалымен байланысты қауіпті құбылыстардың сипаты мен қарқындылығы негізгі зерттеу нысаны болуы қажеттігін айқындайды.



Сурет 3. 2013–2023 жж. Қазақстандағы оңтүстік циклондарының жылдық қайталануы

2013–2023 жылдар аралығында оңтүстік циклондардың маусымдық таралуы олардың қысқы және көктемгі айларда басым болатынын көрсетеді (сур. 4). Қыста Оңтүстік Каспий циклондарының ең көп шығуы байқалған (35 жағдай), бұл мезгілде Мұрғаб (18 жағдай) және Жоғарғы Амудария циклондары (9 жағдай) да белсенділігі жоғары. Көктемде де олардың қайталануы айтарлықтай сақталады: Оңтүстік Каспий циклондары – 28, Мұрғаб циклондары – 17, Жоғарғы Амудария циклондары – 6 жағдай. Жазғы маусымда оңтүстік циклондар өте сирек байқалады (бар болғаны 2-3 жағдай), бұл кезеңде олардың әсері әлсірейді. Күзде белгілі бір деңгейде қайта күшею байқалады: Оңтүстік Каспий (10 жағдай) және Мұрғаб циклондары (12 жағдай). Жалпы, оңтүстік циклондардың негізгі ықпалы Қазақстан аумағында қысқы-көктемгі кезеңде көрінеді, бұл олардың аймақтық климаттық ерекшеліктерді қалыптастырудағы маңызын көрсетеді.



Сурет 4. 2013–2023 жж. Қазақстандағы оңтүстік циклондарының маусымдық таралуы



Сурет 5. 2013–2023 жж. Қазақстандағы оңтүстік циклондарының шығу траекториялары

Оңтүстік циклонның келуімен станцияларда қатты жауын-шашын, көктайғақ, бұрқасын, найзағай және шаңды дауыл, желдің күшеюі сияқты қауіпті құбылыстар байқалды (1-кесте). Барлық оңтүстік циклондардың ерекшелігі - субтропикалық аймақтардан жылы және ылғалды ауа массаларын шығару. Тропикалық ауаның адвекциясы Қазақстан аумағында қарқынды жылымыққа, қар жамылғысының еруіне, тауларда қар көшкінінің пайда болуына және таудың солтүстік беткейлерінде фён желінің пайда болуына себеп болады [8].

Оңтүстік циклондар кезіндегі ауа райы құбылыстарының маусымдық ерекшеліктері Ақтөбе облысы мысалында қарастырылды (1-кесте). Облыс аумағына енген Оңтүстік Каспий циклондары жылдың әртүрлі маусымдарында әртүрлі метеорологиялық құбылыстармен қатар жүреді. Қыс мезгілінде жауын-шашынның максималды мөлшері 27 мм-ге дейін жетіп, көктайғақ (10 жағдай), бұрқасын (9 жағдай) және тұман (12 жағдай)

бақыланды. Сонымен қатар, желдің жылдамдығы 15-26 м/с-ке дейін жетіп, ауа температурасының күрт ауытқуы бақыланды.

Көктем айларында Оңтүстік Каспий циклондарның әсерінен түскен максималды жауын-шашын мөлшері 26 мм дейін жетіп, көктайғақ (7 жағдай), бұрқасын (5 жағдай), тұман (14 жағдай) сияқты атмосфералық құбылыстармен қатар найзағай (5 жағдай) және шаңды дауыл (2 жағдай) да бақыланды. Желдің жылдамдығы бұл кезеңде 15-28 м/с-қа дейін жетті.

Жазда оңтүстік циклондардың ықпалы біршама әлсірейді, қарастарылған кезең аралығында Ақтөбе облысында 1 рет бақыланған Оңтүстік Каспий циклонымен 3 мм дейін жауын-шашын және найзағай мен 15-20 м/с-қа дейін желдің күшеюі бақыланды.

Күзде жауын-шашын мөлшері 1-14 мм аралығында өзгеріп, бұрқасын мен найзағай (1 жағдайдан), көктайғақ (2 жағдай) және тұман (5 жағдай) бақыланды. Желдің жылдамдығы 15-23 м/с-ке дейін жетті.

	Жауын-шашын мөлшері, мм	Көктайғақ	Бұрқасын	Тұман	Найзағай	Шаңды дауыл	Желдің жылдамдығы, м/с
Қыс	1-27	10	9	12	0	0	15-26
Көктем	1-26	7	5	14	5	2	15-28
Жаз	1-3	0	0	0	1	0	15-20
Күз	1-14	2	1	5	1	0	15-23

Кесте 1. Ақтөбе облысында Оңтүстік Каспий циклонымен бақыланған ауа райы құбылыстары

Қорытынды

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, оңтүстік циклондар Қазақстан аумағының ауа райы мен климаттық жағдайларын қалыптастыруда маңызды рөл атқарады. 2013-2023 жылдар аралығындағы деректерге сүйенсек, оңтүстік циклондардың жиілігінің маусымдық және жылдық ауытқуына ие екенін көруге болады. Оңтүстік циклондардың негізгі белсенділігі қыс және көктем айларында байқалады, бұл уақыттарда ауа райының қауіпті құбылыстарының жиілігі де артады. Ақтөбе облысының мысалында Оңтүстік Каспий циклонының әсерінен қатты жауын-шашын, көктайғақ, бұрқасын, тұман, қатты жел және найзағай сияқты құбылыстар жиі тіркелген. Бұл Оңтүстік Каспий циклондарының жылы және ылғалды ауа массаларын әкелуімен түсіндіріледі.

Жазда оңтүстік циклондар ықпалы әлсіреп, онымен байланысты қауіпті құбылыстардың саны да азаяды.

Жалпы алғанда, оңтүстік циклондардың әсері суық жартыжылдықта айқын, ал олармен байланысты қауіпті құбылыстардың жиілігі мен қарқындылығы болашақта климаттың өзгеру жағдайында артуы мүмкін. Сондықтан оңтүстік циклондардың динамикасын және олардың қауіпті ауа райы құбылыстарымен байланысын зерттеп болжау маңызды болып табылады.

Әдебиеттер:

1. Волобуева О.В., Топтунова О.Н., Дробжева Я.В. Анализ выхода южных циклонов на территорию Республики Башкортостан // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. – 2021. – №2 (380). – С. 66–76.
2. Топтунова О.Н., Анискина О.Г. Изменения циклонических режимов северного и южного полушарий в условиях меняющегося климата // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 114 (10). – С. 14 - 20.
3. Комиссарова Л.Н. Опасные явления погоды на территории Казахстана, обусловленные выходами южных циклонов различных типов // Труды КазНИГМИ, 1978. – вып.72. – С.100 – 115.
4. Хандожко Л.А. Региональные синоптические процессы. Учебное пособие. – Л.: изд. ЛГМИ. – 1988. – 103 с.

5. Валькова В.В., Шушарина Л.М. Особенности высотных термобарических полей при выходе южных циклонов на территорию Казахстана //Вестник КазНУ. Серия географическая. – 2002. - №1 (14). – С.63 – 69.
6. Обухова М.Н., Вологжина С.Ж., Латышева И.В., Лощенко К.А. Сезонные и пространственные особенности южных циклонов при их смещении на территорию Иркутской области в начале XXI века // Материалы Международной конференции «Климатические риски и космическая погода». – 2021. – С. 176 – 181.
7. Бугаев В.А., Джорджио В.А. и др. Синоптические процессы Средней Азии. – Ташкент: АН УзССР. – 1957.
8. Ларина О.Г., Бадахова Г.Х. Эволюция и траектории перемещения южных циклонов и их фронтальных разделов в условиях Северного Кавказа //Академическая публицистика. – 2022. - №6 – 1. – С. 621 – 632.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОГО РЕГИОНА В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

¹А.В. Чередниченко, ²Алексей В. Чередниченко, ¹В.С. Чередниченко,
¹А.С.Нысанбаева

¹Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: geliograf@mail.ru

² Университет «Туран», г. Алматы, Республика Казахстан, aleksey3969@mail.ru

Аннотация. Используя возможности комплекса моделей CMIP5, сценарий 4.5 смоделированы возможные изменения температуры и осадков для территорий прилегающих к Каспийскому морю с востока, на период до 2050 г. по десятилетиям, начиная с 2020 г. Данная территория определяет не только климатические условия региона, но и влияет на формирование стока реки Урал, одной из основных рек питающих самое крупное озеро в мире. Рассмотрены возможности моделей по учёту влияния орографии данного региона на пространственное распределение прогнозируемых параметров. В результате моделирования получено, что к 2050г температура воздуха поднимется в среднем на 1°C, а количество осадков увеличится на 8–20 мм/год. Роль орографии при этом несколько возрастёт, что проявится в более значительном увеличении осадков и в меньшем росте температуры в орографически зависимых районах. Полученные результаты важны, они будут использованы в дальнейших исследованиях при оценке ресурсного потенциала Западно-Казахстанского региона. Ожидаемые изменения температуры и осадков мало повлияют на экономическую эффективность рассматриваемых территорий, но их следует учитывать при долгосрочном планировании хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: климатический потенциал, Западно-Казахстанский регион, модели CMIP5, поля температуры и осадков, прогностические сценарии, орография.

Введение. Климатический потенциал любой территории, является важнейшей частью природно-ресурсного комплекса. Однако важность этого потенциала не вполне оценена научной литературе. Природно-ресурсный потенциал (природные ресурсы) многообразен и изменчив. Он включает энергетические, земельные и почвенные, водные, лесные, биологические (растительный и животный мир), минеральные (полезные ископаемые), климатические и рекреационные ресурсы. Он является важнейшим фактором, непосредственно влияющим на размещение населения, определяет хозяйственную деятельность и специализацию, также место в системе территориального разделения труда (Лебедев М. А. 2019.; Багомедов М. А. 2011). Данная формулировка соответствует подходам, которые сложились в дальнем зарубежье и в Казахстане. Однако при этом в дальнем зарубежье, принято добавлять, что оценка природно-ресурсного потенциала предназначена для оценки инвестиционной привлекательности региона (Колесниченко Е. А., 2013.; Виноградова К. О., 2013; Дмитриевский Ю. Д. 1991) и др. Природные ресурсы делятся на неисчерпаемые (агроклиматические, геотермальные, гидроэнергетические) и исчерпаемые. В свою очередь, исчерпаемые ресурсы делятся на невозобновляемые (минеральные) и возобновляемые (земельные, водные, биологические, рекреационные).

Оценка природно-ресурсного потенциала носит комплексный характер и включает учет экономических, социальных, технических, эколого-географических факторов, которые обуславливают пространственные различия и значимость природных ресурсов для жизни и деятельности человека.

Автор (Лебедев М. А. 2019) вкладывает в это понятие кроме собственно природно-ресурсного потенциала, также экономико-географический потенциал и демографический потенциал. При этом природно-ресурсный потенциал он делит на социально-

инфраструктурный и производственный. Как видно, природная составляющая исчезает. Такой подход характерен для западных исследователей, потому что они живут на экономически эффективных территориях и учёт природного фактора для них малозначителен. Так, Агентство по охране окружающей среды США и Министерство окружающей среды Канады в фундаментальной работе (552 стр.) по оценке потенциала Великих озёр использовали индикативный метод. Оценка потенциала проводилась на основе девяти научно обоснованных показателей, которые подразделили на 44 субпоказателя. И среди этого большого количества индикаторов климат не учитывался (*State of the Great Lakes 2017*), правда, в приложении имеется небольшой раздел 9 “Climate change impacts”. Для исследований природно-ресурсного потенциала в США и других стран подход учитывать преимущественно текущие изменения климата характерен (*Anwar M. R., 2013; Dittus A. J. 2016; Vose R. S. 2014*). Много исследований посвящено уточнению прежних наблюдений с целью более точного определения климатических изменений (*Trouet V. A. 2013*) и др. Есть исследования по адаптации к происходящим изменениям (*Anwar M. R., 2013; Dittus A. J. 2016*) и др. Казахстанские исследователи тоже участвуют в анализе проблем природно-ресурсного потенциала своих стран с учетом принятых в США особенностей.

Китай, обладая большими экономическими возможностями и большим человеческим потенциалом, возможно наиболее эффективно использует свой природно-ресурсный потенциал. При этом проблема оценки инвестиционной привлекательности того или другого региона отсутствует. Природно-ресурсный потенциал всех регионов активно используется. Так, на Китай приходится около 10% пахотных земель, но они обеспечивают продовольствием около 20% населения Земли! На Китай приходится около четверти мирового урожая зерновых. Китай лидирует в мире по производству картофеля, производя около четверти мирового сбора этой культуры. Китайские леса площадью 230.9 млн га предоставляют обильные продовольственные и лекарственные ресурсы. Имеется ряд других успехов, обусловленных оптимальным использованием природно-климатических ресурсов (*Shi B., 2016; Tang X., 2015; Tang X., 2018*). В последние годы в Китае стали уделять большое внимание экологической составляющей при разработке природно-ресурсного потенциала.

Можно видеть, что возможно кроме Китая, развитые страны мало уделяют внимания климатическому потенциалу, поскольку живут в более благоприятных условиях.

Известно, что наиболее благоприятными для проживания и сельскохозяйственной деятельности являются территории, ограниченные с севера суммой температур 1400–1600°C, а с юга границей безводных областей, где коэффициент увлажнения оказывается меньше 0,33. К таким территориям в северном полушарии относятся вся Европа, США, Канада. Территории Казахстана относят к понятию «трудные, не эффективные земли». В Казахстане более 95% населения проживают на «не эффективных землях», исключая полосу в предгорных районах, а также Кустанайскую и Северо-Казахстанскую области.

Однако народ Казахстана, как нация, сформировался на «не эффективных землях» в условиях сурового холодного климата с коротким летом по сравнению с Европой. Именно в этих условиях выработалась его жизненная философия по отношению к природе, к другим народам. (*Афанасенко И. Д. 2007*). Поэтому климатическая составляющая природного ресурса в Казахстане всегда считалась важной.

Климатические характеристики территории определяют особенности её ландшафтов, флору и фауну, и возможности сельскохозяйственной деятельности. Они определяют также возможности по работе на открытом воздухе жарким летом и холодной зимой. Определяют значительные дополнительные затраты на создание приемлемых условий для проживания.

Западный Казахстан является регионом, где добывается основная доля казахстанских нефти и газа, здесь проходят экспортные нефте- и газопроводы. В предгорьях Урала расположены некоторые отрасли горнодобывающей промышленности. В северной части рассматриваемого региона развито земледелие, а в южной - животноводство. Развитая

промышленность и сельское хозяйство в значительной степени зависят от климатических условий, поскольку специфика отраслей требует продолжительного пребывания на открытом воздухе. Но также требуется наличие пресной воды, недостаток которой в регионе ощущался и ранее. Соответственно, климатическая составляющая природно-ресурсного потенциала представляется очень важной.

Целью данного исследования является оценка современного климатического потенциала Западно-Казахстанского региона и оценка ожидаемых изменений на период до 2050 г.

Исходные данные и методы исследования. Работа выполнена на основе данных наблюдений 50 метеорологических станций, работающих по международно принятым правилам, за период 1990–2020 гг., расположенных в Западно-Казахстанской, Актюбинской, Атырауской и Мангыстауской областях Западного Казахстана, формирующих территорию Северного и Восточного Прикаспия (рис.1). В некоторых случаях в работе использованы также данные климатического справочника (*Справочник, 2004*).



Рисунок. 1. Регион Западного Казахстана

Рассматривая климатические колебания температуры и осадков, мы должны иметь в виду и важнейшую географическую закономерность – зональность. Географические природные зоны – это продукт климата. Каждая географическая зона сформировалась под влиянием средних климатических условий за длительный период. Из климатических зон, ориентируясь на географическое положение изучаемой территории, выделим субтропический пояс полупустынь и пустынь, расположенный южнее 40° с.ш. а также менее устойчивый, но тоже хорошо просматривающийся в Евразии пояс пустынь и полупустынь умеренного пояса. К этому поясу относятся пустыни и полупустыни Средней Азии и Казахстана. Сформировавшись, природные географические зоны в свою очередь в определённых пределах способствуют стабилизации климата. Если же климат проявляет устойчивую тенденцию к изменению в ту или другую сторону, то и природная зона вынуждена смещаться вместе с ним, туда, куда перемещаются характерные для данной географической зоны климатические условия. Поскольку в работах по изменению климата, как настоящее исследование, используются данные за длительные временные периоды, то

целесообразно поэтому там, где это возможно, рассматривать изменение климата через перемещение или колебание климатических зон, придавая, таким образом, временным климатическим колебаниям определённую логику.

Сначала нами рассмотрено пространственное распределение среднегодовых значений температуры и количества осадков, как основы, на фоне которой затем рассмотрены ожидаемые их изменения на период до 2050 г. Моделирование ожидаемых изменений климата (ожидаемые сценарии) осуществлялось с помощью моделей группы CMIP5.

Напомним, что к концу XX века появилось много климатических моделей с большим разбросом результатов. Было решено объединить лучшее, что есть у таких моделей, показывающих близкие результаты. Для этого была создана группа по объединённому сравнительному моделированию мировых климатических исследований (Couple Model Intercomparison Project – CMIP), который занялся проблемой сравнения моделей и их приложению глобально. (Eyring V., 2016; Meehl G. A. 2000; Meehl G. A. 2007; Taylor K. E., 2012; Hourdin F. 2010; Wu W., 2005; Laprise R. 2012.;Gusain A., 2020). Работа продолжалась более 20 лет, понимание науки о климате постепенно улучшалось. Работа CMIP курировалась через программу мировых климатических исследований (World Climate Research Program – WCRP), которые курировали разные фазы CMIP (Eyring V., 2016; Meehl G. A. 2000; Meehl G. A. 2007; Taylor K. E., 2012; Hourdin F. 2010; Gusain A., 2020).

С помощью WCRP активность отдельных модельных групп координировалась, чтобы избежать повторений и минимизировать оперативные и вычислительные усилия. Федерацией наземной системы- сети (Earth System Grid Federation-ESGF) была разработана единая сетка, что облегчило пользование моделью на региональном уровне, например, нами (Gusain A., 2020). Работа CMIP привела к созданию достаточно совершенного модельного симулятора CMIP5, обладающего высокой разрешающей способностью и к тому же не требующего от пользователя специальной географической привязки, поскольку это уже сделано ESGF.

Модели группы CMIP настоящему времени прошли хорошую апробацию и рекомендованы ВМО к использованию, тем более, что осуществлена максимальная унификация (Boyle J., 2010; Lau N.-C., 2009; Alexander L., 2006.; Racherla P. N., 2012).

Мы в нашей работе предположили, что поскольку мировое сообщество довольно успешно борется с эмиссиями парниковых газов, то на период прогноза следует выбрать a middle range mitigation emission scenario т. е. RCP4.5 (Taylor K. E., 2012).

Результаты исследования. Пространственное распределение фактических температур и осадков

Пространственное распределение температуры рассмотрено нами для среднегодовых величин, которые затем были скорректированы с сезонными. Исходное пространственное распределение температуры и осадков представляется важным ещё и потому, что появляется возможность убедиться, что на нашем фактическом материале модель работает хорошо. Как работает модель именно на нашей территории, косвенно можно оценить по тому, как она улавливает региональные особенности, в первую очередь орографию.

Температура. Пространственное распределение средних годовых величин температуры представлено на рис.2. Можно видеть, что самые низкие среднегодовые температуры имеют место в районе южного Урала и составляют около 4 °С. В юго-западном направлении от этого района температуры плавно растут до самого побережья Каспия, достигая здесь уже 10°С. Южнее на полуострове Мангышлак средние годовые температуры уже не меняются с широтой, оставаясь в пределах 10°С.

На фоне плавного роста температуры к юго-западу территории выделяются следующие особенности: меридионально ориентированная ложбина холода вдоль западных склонов Урала, но имеющая продолжение до Арала и далее. В западной части территории имеет место, меридионально ориентированный гребень тепла, достигающий района Уральска.

Выполненный нами анализ также средне сезонных значений температуры показал, что в целом имеется большая зависимость поля температуры от орографии, на что указывалось ещё в работе (Утешев А. С., 1959).

Осадки. Пространственное распределение годового количества осадков несколько разнообразнее, чем годовой температуры. В то же время имеет место большая согласованность между этими полями (сравните рис. 2 и 3).

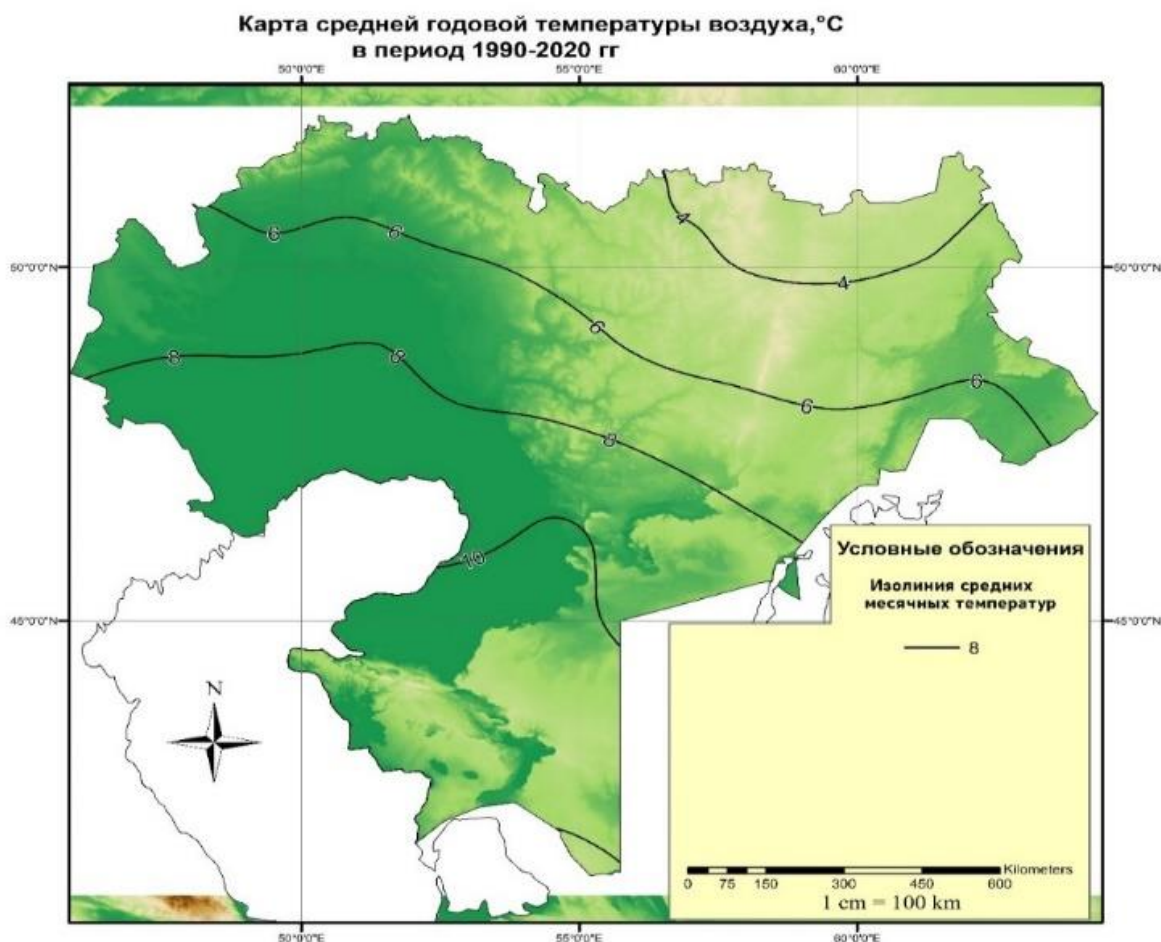


Рисунок 2. Карта средней годовой температуры воздуха, °С, в период 1990–2020 гг.

Наблюдается довольно высокая согласованность между полями температуры и осадков. Максимум количества осадков, до 400 мм, имеет место там же, где и минимум температуры - у западных склонов Южного Урала. Отсюда изогии в виде гребня ориентированы к югу, в котором количество осадков быстро понижается до 140–150 мм в промежутке между Северным Каспием и Аралом. Этот регион характеризуется наименьшим количеством осадков в Западной Казахстане. Второй максимум осадков, до 340 мм, наблюдается на северо-западе и западе территории, отсюда количество осадков плавно уменьшается к юго-востоку.

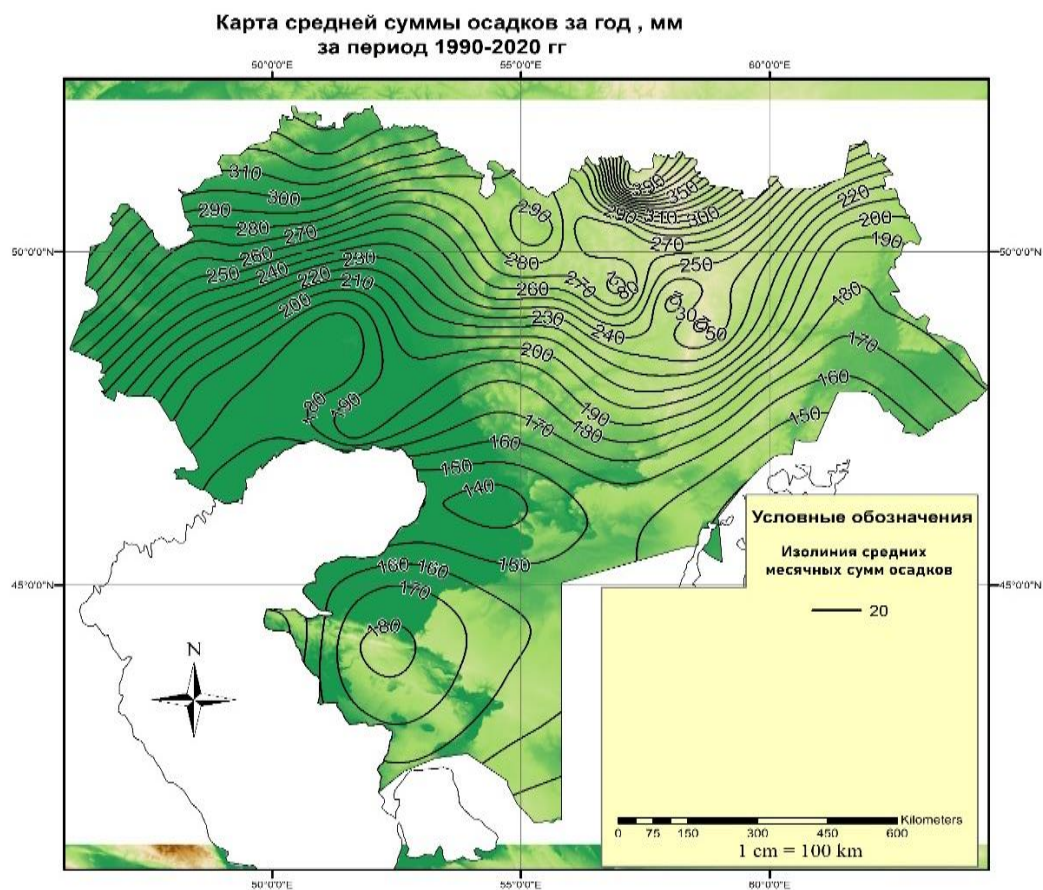


Рисунок 3. Карта средней суммы осадков за год, мм, в период 1990–2020 гг.

На юге западной части территории, там, где имеет место гребень температуры, наблюдается ложбина пониженных величин осадков, около 180 мм. Восточнее этой ложбины имеет место гребень повышенного количества осадков, который начинается в средней части северных районов территории в виде вторичного максимума осадков, 290 мм и в виде узкой ложбины просматривается до самого побережья Каспия. Восточнее этого гребня, там, где имеет место гребень температуры, ориентированный с Мангышлака к северу, наблюдается область пониженных величин осадков. Ещё восточнее из района Арала к северу на районы восточнее Урала ориентирована ложбина пониженного количества осадков, от 150 мм и выше (рис. 2 и 3). Над Мангышлаком наблюдается своя самостоятельная область относительно повышенного количества осадков, до 180 мм.

Пространственные поля осадков за отдельные сезоны в общих чертах отражают распределение средних годовых величин.

Результаты моделирования температуры и осадков (сценарии). Результаты моделирования рассмотрим для средних годовых значений температуры, за десятилетние промежутки до 2050 г. по отношению к 1990–2020 гг. Чтобы правильно смоделировать и объяснить ожидаемые изменения температуры на территории Западного Казахстана приходится анализировать ожидаемые изменения на значительно больших территориях, чем рассматриваемый регион. Для демонстрации, представлена иллюстрация моделируемого региона на рис 4 и 7, выполненные для среднегодовых величин температуры, и для осадков на период до 2030 г. В дальнейшем авторы ограничатся только кратким описанием процессов в представленном регионе. На рисунках даны приращения температуры по сравнению со средними, вычисленными за период 1990–2020 гг.

Температура. На период до 2030 г модель обещает наиболее заметную область роста температуры над югом восточной части Европейской части России и югом Западной Сибири (рис. 4). Эта область захватывает северные и центральные районы Казахстана.

Соответственно, над изучаемым регионом, Западным Казахстаном, наиболее значимый рост температуры имеет место над северо-восточной частью территории (0,7 °C) с понижением до 0,5 °C юго-западнее и до 0,4 °C над районами Мангышлака.

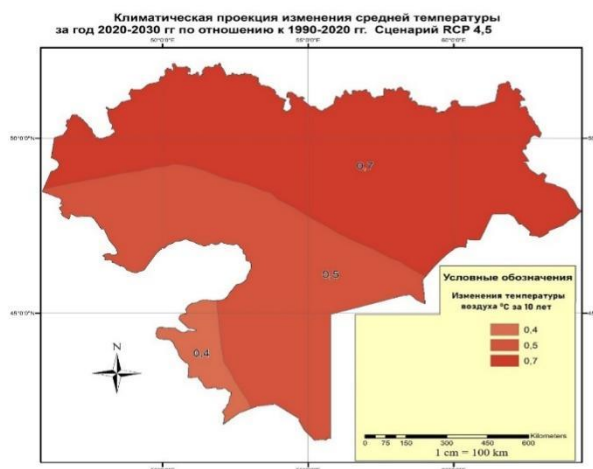


Рисунок 4. Климатическая проекция изменения средней температуры за год 2020–2030 гг. по отношению к 1990–2020. Сценарий RCP4.5

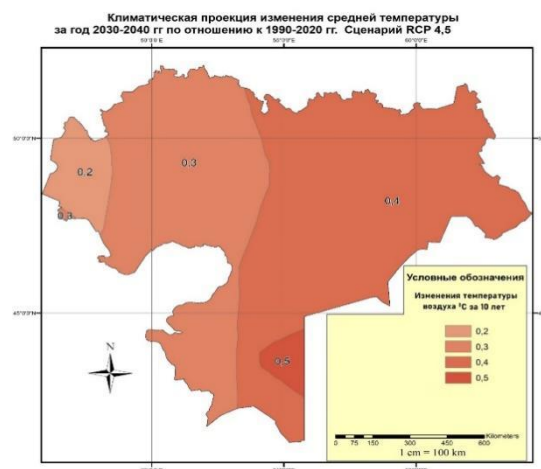


Рисунок 5. Климатическая проекция изменения средней температуры за год 2030–2040 гг. по отношению к 1990–2020. Сценарий RCP4.5

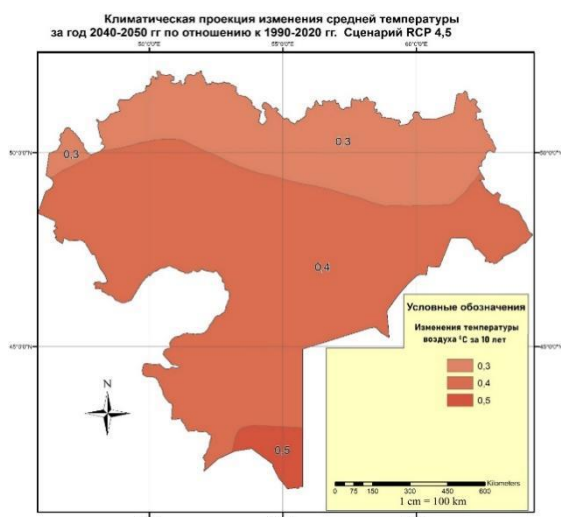


Рисунок 6. Климатическая проекция изменения средней температуры за год 2040–2050 гг. по отношению к 1990–2020. Сценарий RCP4.5

В следующем десятилетии 2030–2040 гг., максимальная область роста температуры ожидается южнее Казахстана и за его пределами (рис. 5). Заметный рост температуры ожидается над югом Западной Сибири и востоком Казахстана. Над юго-востоком Европейской части России, западнее Казахстана ожидается формирование области пониженного роста температуры. Соответственно, над изучаемой территорией максимальный прирост температуры, 0,4 °C, имеет место над восточной частью с постепенным понижением к западу до 0,2 °C. Над южной частью территории имеет место небольшая область роста температуры, 0,6 °C.

Таким образом, в данном десятилетии температура растёт по сравнению с исходным периодом, но она ниже, чем в десятилетии 2020–2030 гг. (сравните рис. 4 и 5).

В десятилетии 2040–2050 гг. наиболее заметный рост температуры ожидается по юго-востоку Казахстана и по западу Восточной Сибири (рис. 6). К северо-западу от Казахстана

прирост температуры уменьшается и даже принимает отрицательные значения на северо-западе России. Соответственно, над изучаемой территорией самый значимый прирост температуры имеет место на крайнем юге, 0,6 °С. К центральным районам прирост снижается до 0,4 °С, а над северными районами – до 0,3 °С. В течение рассматриваемого тридцатилетнего периода температура не демонстрировала плавного роста. В результате самый большой прирост температуры имел место в первом десятилетии, 0,7 °С, во втором 0,6 °С, а в третьем тоже 0,6 °С, но на очень небольшой площади. Следовательно, к 2050 г на изучаемой территории можно ожидать прирост средней годовой температуры примерно на 0,4–0,6 °С, а местами до 1 °С.

Осадки. На первый период 2020–2030 гг. для Центральной Евразии модель обещает смещение субтропической полупустынной зоны, обычно располагающейся несколько севернее 30° с.ш. на южные районы Казахстана, Северный Кавказ (рис. 7). Соответственно, над Западным Казахстаном, юго-западной его частью, ожидается снижение годового количества осадков на 20 мм. Далее к северо-западу дефицит осадков постепенно уменьшается и на крайнем севере территории ожидается даже увеличение количества осадков примерно на 4 мм.

Во втором десятилетии 2030–2040 гг., основная полоса субтропической полупустынной зоны располагается юго-восточнее территории Казахстана (рис. 8). Северо-западнее его территории в виде полосы расположена вторая зона пониженного количества осадков. Практически вся территория Казахстана расположена в зоне прироста осадков. Над Западным Казахстаном только северо-западный край находится в зоне снижения количества осадков на 8–4 мм, над северо-восточными и центральными регионами, а также на Мангышлаке, осадки вырастут на 8 мм. На юге территории прирост осадков ожидается около 4мм, а на крайнем юго-востоке – около нуля.

В третьем десятилетии 2040–2050 гг., полоса субтропических полупустынь расположена южнее территории Республики, занимая только крайние южные и восточные районы (рис. 9). К северо-востоку, однако, эта полоса вытянулась довольно далеко на районы Южной Сибири. Северо-западные районы Казахстана находятся под областью повышенного количества осадков. Не трудно определить поэтому, что в этом десятилетии модель обещает над первым естественным синоптическим районом преобладание меридиональных процессов типа С по Вангенгейму-Гирсу (аналог волн Россби) (*Гирс А. А.* 1971), когда ложбина предпочтительно располагается западнее Урала, а восточнее него тогда располагается гребень, с которым осадки не связаны.

Большую часть западного Казахстана, северо-восточные и северные его территории будут находиться под областью повышенного количества осадков, до 8 мм. Юго-запад Мангышлака и небольшая территория севернее Каспия будет под областью пониженного количества осадков, на 4 мм. Между этими двумя областями будет небольшая переходная зона.

В подавляющем большинстве случаев модельные данные о распределении осадков, как и температуры, хорошо отражают фактическое их распределение в регионе. Можно поэтому надеяться, что все региональные особенности пространственного распределения и температуры и осадков, несмотря на изменение климата, будут сохранены. В целом же, суммируя изменение количества осадков за три десятилетия, можно ожидать их увеличения от 20 до 8мм, наибольшее увеличение произойдет там, где осадков выпадает больше всего.

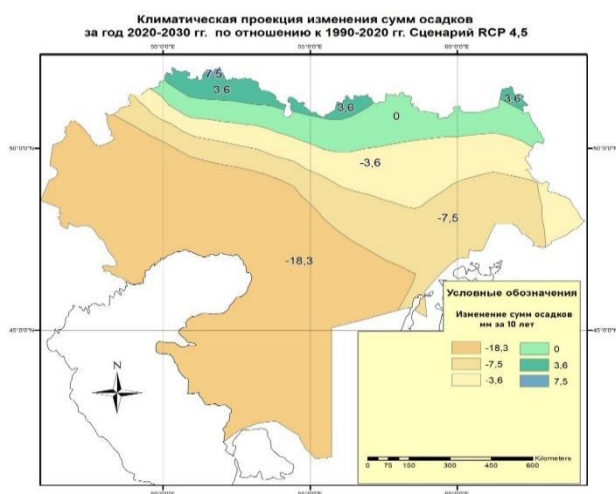


Рисунок 7. Климатическая проекция изменения сумм осадков за год за период 2020–2030 гг. по отношению к 1990–2020. Сценарий RCP4.5

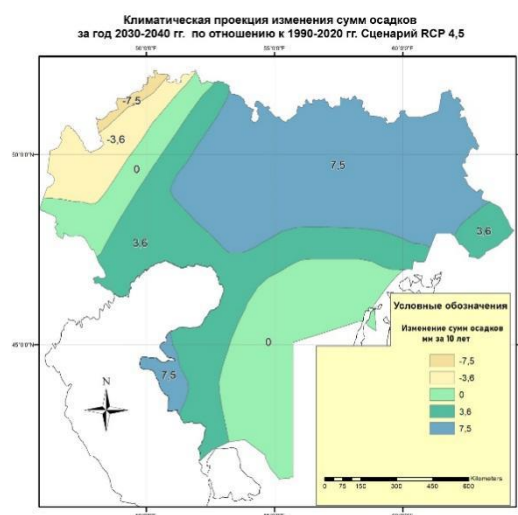


Рисунок 8. Климатическая проекция изменения сумм осадков за год за период 2030–2040 гг. по отношению к 1990–2020. Сценарий RCP4.5

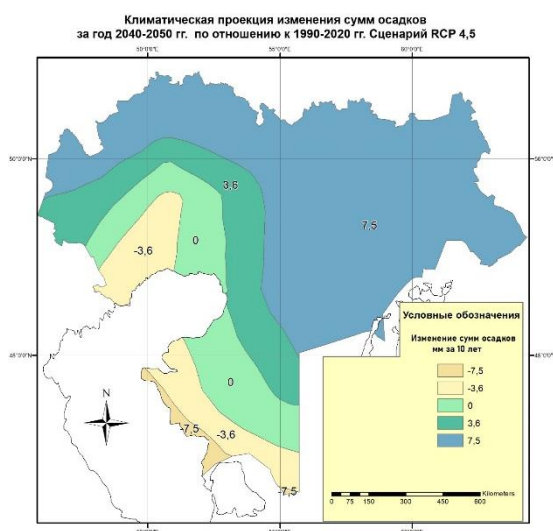


Рисунок 9. Климатическая проекция изменения сумм осадков за год за период 2040–2050 гг. по отношению к 1990–2020. Сценарий RCP4.5

Обсуждение. Об успешности использования моделей группы CMIP сообщается во многих публикациях, так, в (Vose R. S., 2014; Trouet V. A, 2013) содержатся такие результаты для США, в (Gusain A., 2020.; Lau N.-C., 2009) – при изучении муссонов в Индии, в (Xiao X., 2024)-засух в восточной Азии и др. К сожалению, работ по моделированию территорий, близких к нашим, мы не нашли. Поэтому степень достоверности мы, как показано выше, оценили через близость смоделированного и реального пространственного распределения температуры и осадков под влиянием орографии и получили неплохое совпадение. Считаем поэтому, что изложенные ниже наши результаты представляют определенный интерес.

Температура. Анализ фактического её распределения показывает, что в поле среднегодовых температур хорошо выделяются меридионально ориентированная к югу ложбина холода на меридиане западных склонов Южного Урала, и тоже меридионально ориентированный гребень тепла в западной части территории от северного побережья Каспия на район Уральска. Имеет место также не обширный гребень тепла из района Мангышлака, ориентированный к северо-северо-востоку (рис. 1). На сезонных картах

проявляются и другие проявления орографии помельче, однако основные черты среднегодового распределения температуры на них сохраняются.

Ожидаемые сценарии. Известно, что климатический рост температуры наиболее значим в северных широтах, а к югу он постепенно уменьшается, достигая к сороковым широтам минимальных значений (Чередниченко А. В., 2010; Чередниченко А. В., 2020; Акимов Л. М., 2012.; IPCC. Climate Change 2013). Для нашего региона максимальный прирост температуры в первом десятилетии максимален для северных и северо-восточных территорий, 0,7 °С, постепенно понижаясь к югу и юго-востоку сначала до 0,6 °С, а затем на западе Мангышлака до 0,4 °С (рис.6). Затем в следующем десятилетии (рис.7), к его концу, самые высокие приращения температуры имеют место на востоке исследуемой территории, 0,4 °С, постепенно понижаясь к западу до 0,2 °С.

В следующем, третьем десятилетии, самые высокие приращения температуры уже имеют место на крайнем юге территории, 0,5 °С, постепенно понижаясь к северу до 0,3 °С, а в сумме за три десятилетия – до 1 °С (рис. 8).

Таким образом, источник высоких температур по отношению к Западному Казахстану как бы перемещался с севера сначала на восток, а затем и на юг.

Таким образом, можно считать, что основная особенность в пространственном распределении температуры (асимметрия ложбина-восток и гребень-запад) под влиянием орографии моделью схвачена для всех трех временных периодов, однако инверсионное распределение приращений температуры для третьего десятилетия, максимальный прирост температуры на крайнем юге, пока не имеет физического объяснения.

Осадки. Анализ фактического распределения осадков показывает, что на их распределении орография проявляется многообразнее, чем на поле температуры (рис.2 и 3).

На карте пространственного распределения годового количества осадков выделяется три гребня повышенного количества осадков: наиболее обширный вдоль северных склонов Урала до широты Северного побережья Каспия, второй от севера территории в районе меридиана 65° в.д. до северного побережья Каспия и третий из района Уральска вдоль западных границ региона. Кроме того, над Мангышлаком имеет место самостоятельная область повышенного количества осадков, зимой и осенью она смещается на восточные территории Каспия.

Ожидаемые сценарии. Модельные данные на 2020-2030 гг. дают пониженные величины отрицательного изменения осадков в восточной части территории, повышенные отрицательные - в юго-западной. В последующие десятилетия ожидается асимметричное распределение приращений осадков: повышенное в северо-восточной части территории и пониженное или отрицательное в юго-западной. Очевидно наличие асимметрии, характерной для распределения температуры. А температура, как известно (Утешев А. С. 1959; Гирс А. А. 1971; Бугаев В. А., 1957), отражает поле распределения давления. Одновременно в северной части территории просматривается и не глубокий срединный гребень, характерный для фактического поля осадков.

Делать выводы о влиянии орографии по модельным данным чрезвычайно сложно. Это обусловлено тем, что мы не знаем через какие механизмы будут осуществляться климатические изменения. Однако, поскольку наш исследуемый регион находится в умеренных широтах, то роль крупномасштабной циркуляции здесь определяющая (Гирс А. А. 1971; Бугаев В. А., 1957). Кроме того, мы знаем, что основные климатические изменения (потепление) происходят в высоких широтах и оттуда они поступают в более низкие, в наши широты, в системе общей циркуляции (Акимов Л. М., 2012.; IPCC. Climate Change 2013). Модельные данные указывают как раз на то, что поля температуры и осадков будут формироваться под влиянием названных факторов.

Выводы. Выполненный анализ временной изменчивости температуры в течение моделируемого периода в тридцать лет показывает, что она будет расти. Согласно модельным данным, в течение рассматриваемого тридцатилетнего периода ожидается рост температуры, но она не демонстрирует плавного роста, имеет место и её отрицательный

прирост. В результате самый большой прирост температуры ожидается в первом десятилетии, 0,7 °С, во втором 0,6 °С, а в третьем тоже 0,6 °С, но на очень небольшой площади. Следовательно, к 2050 г на изучаемой территории можно ожидать средний годовой прирост средней годовой температуры примерно на 0,6–1,0 °С.

Во втором и третьем десятилетиях моделируется заметное снижение роста температуры и даже отрицательные тренды в отдельные месяцы. Исходя из теории общей циркуляции атмосферы это вполне нормально. В то же время отдельные небольшие области аномальных трендов, выдаваемые моделями, представляются сомнительными.

Фактическое распределение поля осадков заметно сложнее поля температуры. Максимум количества осадков, до 400 мм, имеет место там, где и минимум температуры – у западных склонов Южного Урала. Отсюда изогеты в виде гребня ориентированы к югу, в котором количество осадков быстро понижается до 140–150 мм в промежутке между Северным Каспием и Аралом. Этот регион характеризуется наименьшим количеством осадков в Западном Казахстане. Второй максимум осадков, до 340 мм, наблюдается на северо-западе и западе территории, отсюда количество осадков плавно уменьшается к юго-востоку.

Ожидаемое пространственное распределение годового количества осадков несколько разнообразнее, чем годовой температуры. В то же время имеет место большая согласованность между этими полями. В течение ближайших 30 лет в целом в регионе ожидается увеличение количества осадков от 5 до 20 мм, но не плавные изменения, а с некоторыми пульсациями даже на годовом уровне. На уровне сезонов и отдельных месяцев эти приращения будут выше.

В распределении ожидаемого количества осадков просматривается выраженная асимметрия, характерная для фактического распределения температуры, с максимальными приращениями осадков над северо-востоком и узкой полосой по северу территории, и минимальным или отрицательным – на западе. В распределении сезонных приращений количества осадков имеется большее разнообразие, но принцип асимметрии сохраняется. Временная и пространственная изменчивость трендов осадков ожидается высокой.

Модельные данные для осадков для всех трёх десятилетий хорошо отражают также нынешнее фактическое пространственное распределение и осадков, и температуры. Можно поэтому надеяться, что все региональные особенности пространственного распределения и температуры и осадков, несмотря на изменение климата, будут сохранены.

Из полученных нами результатов следует, что критических воздействий климата на хозяйственную деятельность в регионе ожидать не следует. Необходимо прилагать усилия по сокращению эмиссий парниковых газов, особенно метана, характерного загрязняющего вещества для районов добычи и транспортировки углеводородов и смягчению таким образом происходящих изменений. Также необходимо вырабатывать меры адаптации к происходящим изменениям климата

Литература:

1. *Акимов Л. М., Задорожная Т. Н.* Особенности климатических тенденций атмосферной циркуляции в различных широтных зонах // Региональные эффекты глобальных изменений климата (причины, следствия, прогнозы): материалы междунар. науч. конф. – Воронеж, 26–27 июня 2012 г. – Т. 1. – С. 17–22.
2. *Афанасенко И. Д.* Есть ли будущее у русской цивилизации. – М., 2007. – 380 с.
3. *Багомедов М. А.* Методологические подходы к анализу ресурсного потенциала экономики отстающих регионов // Вопросы структуризации экономики. – 2011. – № 2. – С. 4–13.
4. *Бугаев В. А., Джорджио В. А., Козик Е. М.* и др. Синоптические процессы Средней Азии / Под ред. В. А. Бугаева. – Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1957. – 477 с.
5. *Виноградова К. О., Ломовцева А. О.* Сущность и структура потенциала развития региона // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3. – URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=9620> (дата обращения: 28.10.2025).
6. *Гирс А. А.* Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 488 с.

7. *Дмитриевский Ю. Д.* Природно-ресурсный потенциал и природно-ресурсное районирование // Географические исследования регионального природно-ресурсного потенциала. – Саранск, 1991. – С. 13–20.
8. *Колесниченко Е. А., Нестерова Н. Н.* Методические аспекты оценки ресурсного потенциала // Вестник Тамбовского университета. – 2013. – Вып. 6(122).
9. *Лебедев М. А.* Теоретико-методологические аспекты оценки природно-ресурсного потенциала // Журнал экономических исследований. – 2019. – Т. 5, № 3.
10. *Справочник по климату Казахстана. Многолетние данные.* – Алматы: Казгидромет, 2004. – Вып. 1–14.
11. *Утешев А. С.* Климат Казахстана. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 370 с.
12. *Чередниченко А. В.* Изменение климата Казахстана и возможности адаптации за счёт доступных водозапасах облачности. – Бишкек: Илим, 2010. – 260 с.
13. *Чередниченко А. В., Чередниченко В. С.* Динамика климата Казахстана. – Алматы, 2020. – 500 с.
14. *Alexander L., Zhang X., Peterson T. C., Caesar J., Gleason B., Tank A. M. K.* Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation // Journal of Geophysical Research: Atmospheres. – 2006. – Vol. 111. – DOI: 10.1029/2005JD006290.
15. *Anwar M. R., Liu D. L., Macadam I., Kelly G.* Adapting agriculture to climate change: a review // Theoretical and Applied Climatology. – 2013. – Vol. 113. – P. 225–245. – DOI: 10.1007/s00704-012-0780-1.
16. *Boyle J., Klein S. A.* Impact of horizontal resolution on climate model forecasts of tropical precipitation and diabatic heating for the TWP-ICE period // Journal of Geophysical Research: Atmospheres. – 2010. – Vol. 115. – DOI: 10.1029/2009JD012926.
17. *Dittus A. J., Karoly D. J., Lewis S. C., Alexander L. V., Donat M. G.* A multiregional model evaluation and attribution study of historical changes in the area affected by temperature and precipitation extremes // Journal of Climate. – 2016. – Vol. 29. – P. 8285–8299. – DOI: 10.1175/JCLI-D-16-0164.1.
18. *Eyring V., Bony S., Meehl G. A.* Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization // Geoscientific Model Development. – 2016. – Vol. 9. – P. 1937–1958. – DOI: 10.5194/gmd-9-1937-2016.
19. *Gusain A., Ghosh S., Karmakar S.* Added value of CMIP6 over CMIP5 models in simulating Indian summer monsoon rainfall // Atmospheric Research. – 2020. – Vol. 232. – 104680. – DOI: 10.1016/j.atmosres.2019.104680.
20. *Hourdin F.* AMMA-model intercomparison project // Bulletin of the American Meteorological Society. – 2010. – Vol. 91. – P. 95–104. – DOI: 10.1175/2009BAMS2791.1.
21. *IPCC.* Climate Change 2013: The Physical Science Basis. – Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2013. – 1535 p.
22. *Laprise R.* Considerations of domain size and large-scale driving for nested regional climate models: impact on internal variability and ability at developing small-scale details. – Berlin: Springer, 2012. – P. 181–199.
23. *Lau N.-C., Ploshay J. J.* Simulation of synoptic- and subsynoptic-scale phenomena associated with the East Asian summer monsoon using a high-resolution GCM // Monthly Weather Review. – 2009. – Vol. 137. – P. 137–160. – DOI: 10.1175/2008MWR2623.1.
24. *Meehl G. A.* The Coupled Model Intercomparison Project (CMIP) // Bulletin of the American Meteorological Society. – 2000. – Vol. 81. – P. 313–318. – DOI: 10.1175/1520-0477(2000)081<0313:TCMP>2.3.CO;2.
25. *Meehl G. A.* The WCRP CMIP3 multimodal dataset: a new era in climate change research // Bulletin of the American Meteorological Society. – 2007. – Vol. 88. – P. 1383–1394. – DOI: 10.1175/BAMS-88-9-1383.
26. *Racherla P. N., Shindell D. T., Faluvegi G.* The added value to global model projections of climate change by dynamical downscaling: a case study over the continental U.S. using the GISS-ModelE2 and WRF models // Journal of Geophysical Research: Atmospheres. – 2012. – Vol. 117. – DOI: 10.1029/2011JD017186.
27. *Shi B., Yang H., Wang J., Zhao J.* City green economy evaluation: empirical evidence from 15 sub-provincial cities in China // Sustainability. – 2016. – Vol. 8(6). – 551. – DOI: 10.3390/su8060551.
28. *State of the Great Lakes 2017 Technical Report.* – Environment and Climate Change Canada; U.S. Environmental Protection Agency, 2017. – 552 p.
29. *Tang X., Jin Y., Feng C., McLellan B. C.* Optimizing the energy and water conservation synergy in China: 2007–2012 // Journal of Cleaner Production. – 2018. – Vol. 175. – P. 8–17. – DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.11.100.
30. *Tang X., McLellan B. C., Snowden S., Zhang B., Höök M.* Dilemmas for China: Energy, economy and environment // Sustainability. – 2015. – Vol. 7(5). – P. 5508–5520. – DOI: 10.3390/su7055508.
31. *Taylor K. E., Stouffer R. J., Meehl G. A.* An overview of CMIP5 and the experiment design // Bulletin of the American Meteorological Society. – 2012. – Vol. 93. – P. 485–498. – DOI: 10.1175/BAMS-D-11-00094.1.
32. *Trouet V.* A 1500-year reconstruction of annual mean temperature for temperate North America on decadal-to-multidecadal time scales // Environmental Research Letters. – 2013. – Vol. 8. – 024008. – DOI: 10.1088/1748-9326/8/2/024008.

33. Vose R. S. Improved historical temperature and precipitation time series for U.S. climate divisions // *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. – 2014. – Vol. 53. – P. 1232–1251. – DOI: 10.1175/JAMC-D-13-0248.1.
34. Wu W., Lynch A. H., Rivers A. Estimating the uncertainty in a regional climate model related to initial and lateral boundary conditions // *Journal of Climate*. – 2005. – Vol. 18. – P. 917–933. – DOI: 10.1175/JCLI-3296.1.
35. Xiao X., Chen T., Yang Y., Wang S., Zhou S. CMIP6 ESMs overestimate greening and the photosynthesis trends in Dryland East Asia // *Science of the Total Environment*. – 2024. – Vol. 937. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.173432.

ПРОБЛЕМА ЗАХОРОНЕНИЙ ПОЛИХЛОРИРОВАННЫХ ДИФЕНИЛОВ В КАЗАХСТАНЕ: ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ РЕШЕНИЯ

¹М.С.Хакимов, ¹С.А.Аскаров, ¹Г.Д.Беркинбаев

¹ТОО «ЭКОСЕРВИС-С», Алматы, Казахстан,
ecoservice@ecoservice.kz

***Аннотация.** В статье представлен обзор результатов предварительной инвентаризации оборудования и грунтов в Казахстане, загрязненных полихлордифенилами (ПХД). Показаны результаты оценки существующих в мире технологий уничтожения ПХД-содержащего оборудования и грунтов и выбраны технологии, пригодные для условий Казахстана. Международный опыт ликвидации ПХД-загрязнений, в частности, Проект очистки реки Гудзон (США). Определена предварительная стоимость работ по уничтожению ПХД-загрязненного оборудования и реабилитации ПХД-загрязненных территорий.*

Введение. Загрязнение окружающей среды стойкими органическими загрязнителями представляет собой одну из наиболее серьезных экологических проблем современности. Казахстан, унаследовав от советской индустриальной эпохи значительные объемы токсичных отходов, сегодня сталкивается с необходимостью их ликвидации. Среди наиболее опасных веществ особое место занимают полихлорированные дифенилы, захоронения которых на территории республики требуют незамедлительных действий. 22 мая 2001 г. была учреждена, а в июне 2007 г. ратифицирована Казахстаном, Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях (СОЗ), в которой ставится задача сократить и, в конечном счёте, полностью прекратить производство, использование, выбросы и хранение СОЗ [1].

В отношении преднамеренно производимых СОЗ Конвенцией предусматривается прекращение производства и использования химических веществ, которые отнесены к «грязной дюжине» и которые необходимо уничтожить: альдрин, хлордан, дильдрин, эндрин, гептахлор, гексахлорбензол, полихлорированные дифенилы (ПХД), токсафен, мирекс. Из химических веществ ограниченного применения в Конвенции обозначен ДДТ (производится и применяется в ряде стран в программах борьбы с переносчиками опасных заболеваний).

В Казахстане производство СОЗ отсутствует. Основными источниками загрязнения СОЗ являются устаревшие и непригодные к использованию пестициды (в том числе обладающие свойствами СОЗ) в сельском хозяйстве, оборудование, содержащее СОЗ, использование в промышленности технологий, ведущих к непреднамеренному выбросу диоксинов и фуранов, образование диоксинов и фуранов в процессе открытого горения [2].

Полихлорированные дифенилы: характеристика и опасность. Химическая природа и свойства. Полихлорированные дифенилы (в международной номенклатуре — полихлорированные бифенилы) представляют собой класс синтетических хлорорганических соединений. Эти вещества были впервые получены в конце 1920-х годов и быстро нашли широкое промышленное применение благодаря уникальному сочетанию физико-химических характеристик.

Существует 209 различных соединений данного класса, различающихся по количеству и расположению атомов хлора в молекуле. В Казахстане и странах бывшего СССР традиционно используется термин "дифенил", в то время как в международной практике принято название "бифенил".

Ключевые свойства, обусловившие массовое применение ПХД в промышленности:

- Исключительная термическая стабильность — способность выдерживать температуры выше 1100°C
- Превосходные диэлектрические характеристики (диэлектрическая константа 2,5-2,7)
- Негорючесть, что критично важно для электротехнического оборудования
- Высокая теплопроводность
- Химическая инертность и устойчивость к окислению
- Низкая растворимость в воде

Промышленное использование. В период с 1935 по 1995 год в Советском Союзе производилось 180 различных марок полихлорированных бифенилов. Основным потребителем продукции выступала электротехническая отрасль. ПХД применялись в качестве диэлектрических и теплоносительных жидкостей в следующих устройствах:

- Силовые трансформаторы различной мощности
- Конденсаторы высокого напряжения
- Масляные выключатели электрических сетей
- Гидравлические системы
- Теплообменное оборудование
- Системы охлаждения промышленных установок

Токсикологическая опасность. Парадоксально, но именно те свойства, которые делали ПХД ценными для промышленности — химическая стабильность и устойчивость к разложению — превращают их в серьезную экологическую угрозу. Эти вещества отнесены к первому классу опасности и обладают рядом критических характеристик:

Стойкость в окружающей среде. ПХД практически не подвергаются естественному разложению, сохраняясь в почве, воде и донных отложениях десятилетиями. Высокотемпературное воздействие не приводит к их разрушению, а лишь может вызвать образование еще более токсичных диоксинов и фуранов.

Биоаккумуляция. Благодаря липофильности (способности растворяться в жирах), ПХД накапливаются в жировой ткани живых организмов. При движении по пищевой цепи происходит кратное увеличение концентрации вещества — явление, известное как биомагнификация.

Воздействие на здоровье. Полихлорированные бифенилы классифицируются как вероятные канцерогены. Документально зафиксированы их негативные эффекты:

- Нарушения репродуктивной функции
- Снижение массы тела при рождении
- Заболевания щитовидной железы
- Нарушения когнитивных функций — памяти и способности к обучению
- Ослабление иммунной системы
- Ототоксичность (ухудшение слуха)

Наиболее известные случаи массовых отравлений произошли в Японии (1968 год, "Болезнь Юшо" — пострадали около 16 тысяч человек) и на Тайване (1979 год, "Болезнь Юй-чэн" — 2 тысячи пострадавших). В обоих случаях люди употребили в пищу рисовое масло, загрязненное ПХД и полихлорированными диоксинами.

Масштабы загрязнения в Республике Казахстан. Общая характеристика проблемы. Согласно результатам инвентаризации, Казахстан столкнулся с масштабной проблемой загрязнения стойкими органическими загрязнителями. Республика занимает второе место после Российской Федерации среди государств Восточной и Центральной Европы по объемам накопленных СОЗ-отходов. Суммарный объем отходов, содержащих полихлорированные дифенилы, оценивается приблизительно в 250 тысяч тонн. По состоянию на 2019 год инвентаризация выявила ПХД-содержащее оборудование и отходы общей массой 59 734 тонны.

Региональное распределение загрязнения. Загрязнение распределено по территории республики неравномерно, концентрируясь преимущественно в индустриальных регионах:

Карагандинская область — 57 105 тонн (более 95% от общего объема выявленных отходов). Такая концентрация объясняется размещением здесь крупных промышленных предприятий металлургического и машиностроительного профиля.

Восточно-Казахстанская область — 1 157 тонн. Регион характеризуется развитой цветной металлургией и электротехнической промышленностью.

Павлодарская область — 1 044 тонны. Промышленный центр с предприятиями энергетики и машиностроения.

Акмолинская область — 279 тонн.

Всего на территории республики обнаружено более 200 тысяч тонн стойких органических загрязнителей различных типов, включая:

- Свыше 1 500 тонн устаревших пестицидов, непригодных к применению
- Более 169 тысяч единиц тары из-под пестицидов
- 116 трансформаторов с ПХД-содержащим маслом
- Приблизительно 50 000 конденсаторов (общий объем ПХД около 980 тонн)
- Около 250 тысяч тонн отходов с различной степенью загрязнения ПХБ

Критические зоны загрязнения. На территории Казахстана идентифицировано девять площадей с различной степенью загрязнения ПХД. В национальном плане выполнения обязательств по Стокгольмской конвенции на период 2017-2028 годов определены восемь приоритетных "горячих точек":

Территория Усть-Каменогорского конденсаторного завода. Данный объект представляет собой одну из наиболее серьезных экологических проблем региона. После прекращения использования ПХД в производственном процессе в 1990 году остаточное количество трихлордифенила и загрязненный грунт были захоронены в пруде-накопителе предприятия. Поверхностный слой почвы на значительной площади характеризуется высоким содержанием полихлорированных дифенилов.

Бывшая радиолокационная станция "Дарьял-У" (Балхаш-9). Объект расположен в непосредственной близости от озера Балхаш — крупнейшего водоема региона. На территории военного объекта длительное время находились на хранении более шести тысяч конденсаторов, содержащих ПХД, а также три емкости с опасными отходами.

Особую тревогу вызывает расположение складов — всего в 130 метрах от уреза воды в водоохранной зоне озера. Аварийное техническое состояние хранилищ создавало риск прямого попадания токсичных веществ в водоем. В 2020 году была организована операция по переупаковке и вывозу опасных отходов со сметной стоимостью около 110 миллионов тенге.



Рисунок 1 Карта отбора проб на ПХД на территории бывшей радиолокационной станции «Дарьял-У» (Балхаш-9).

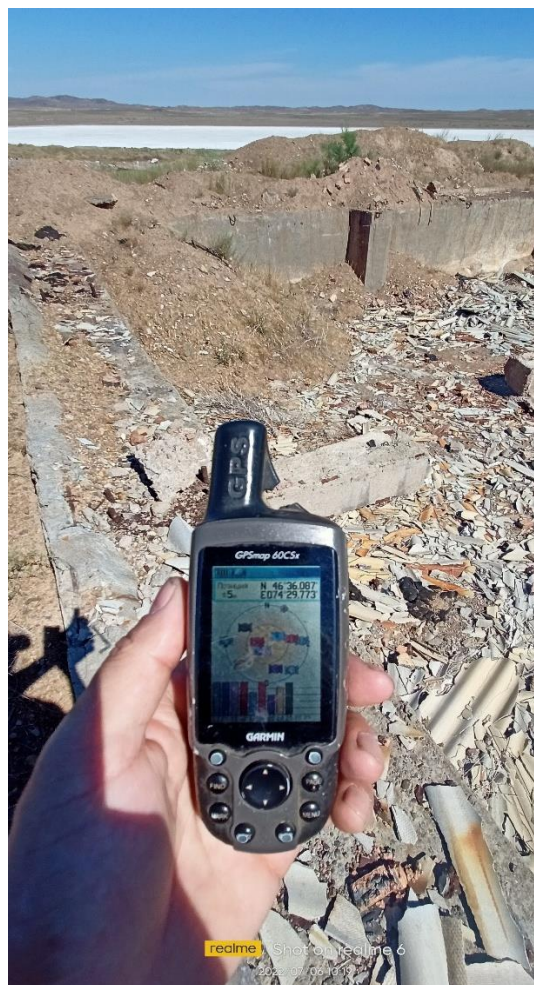


Рисунок 2 Место и метод отбора проб на ПХД.

Дополнительные проблемные территории включают места размещения списанного электротехнического оборудования, заброшенные промышленные площадки и территории бывших складов химикатов.

Пути попадания ПХД в окружающую среду. Полихлорированные бифенилы распространяются в окружающей среде по нескольким каналам:

- прямое загрязнение почв происходит в результате аварий трансформаторов и конденсаторов, утечек при хранении и транспортировке, неправильной утилизации оборудования.

- загрязнение водных объектов осуществляется через фильтрацию из захоронений в грунтовые воды, смыв с загрязненных территорий атмосферными осадками, прямые сбросы в водоемы.

- атмосферный перенос реализуется посредством испарения с поверхности загрязненных участков и переноса на значительные расстояния воздушными массами.

ПХД обнаруживаются во всех компонентах природной среды — атмосферном воздухе, поверхностных и подземных водах, донных отложениях, почве, тканях растений и животных. Полагают, что до настоящего времени в окружающую среду поступило до 80% от общего количества когда-либо произведенных полихлорированных бифенилов.

Международный опыт ликвидации ПХД-загрязнений. Проект очистки реки Гудзон (США).

Одним из наиболее масштабных и поучительных примеров ликвидации ПХД-загрязнения является проект очистки реки Гудзон в штате Нью-Йорк.

История загрязнения. Река Гудзон протяженностью 315 миль служила важным транспортным маршрутом в период промышленной революции. На протяжении трех

десятилетий (1947-1977 гг.) два завода корпорации General Electric, производившие конденсаторы в городах Форт-Эдвард и Гудзон-Фолс, осуществляли сброс ПХД-содержащих масел непосредственно в реку.

Общий объем сброшенных полихлорированных бифенилов составил около 590 тонн (1,3 миллиона фунтов). Попадая в водоток, ПХД оседали на дно, смешиваясь с донными отложениями и накапливаясь в определенных участках русла и поймы.

Начиная с 1969 года, ПХД были обнаружены в тканях рыбы, выловленной в реке. Биоаккумуляция привела к тому, что концентрация токсикантов в рыбе многократно превысила содержание в воде. С 1976 года власти штата Нью-Йорк были вынуждены ввести запрет на коммерческий вылов и строгие ограничения на рекреационное рыболовство. Департамент здравоохранения выпустил рекомендации, предостерегающие население от употребления в пищу рыбы из реки.

В 1984 году участок реки протяженностью 200 миль был включен в Список национальных приоритетов Агентства по охране окружающей среды США как один из наиболее загрязненных объектов программы Суперфонд в стране.

Исследования и подготовка к очистке. Длительный период (1976-2000 гг.) был посвящен комплексному изучению проблемы. Исследования включали:

- Детальную инвентаризацию донных отложений
- Идентификацию "горячих точек" с максимальными концентрациями загрязнения
- Оценку рисков для здоровья населения и экосистем
- Моделирование процессов естественного восстановления
- Тестирование технологий дноуглубления и обработки отходов

Изначально в 1984 году Агентство по охране окружающей среды приняло решение о "временном непринятии мер" в отношении донных отложений, полагая, что имеющиеся на тот момент технологии восстановления недостаточно надежны и эффективны. Однако многолетний мониторинг продемонстрировал, что река не очищается самостоятельно, и концентрации ПХД остаются на опасном уровне.

Детальные исследования показали, что основная масса загрязненных отложений сконцентрирована на 40-мильном участке между городом Форт-Эдвард и плотиной Троя. Было выявлено 40 "горячих точек" со средней концентрацией ПХД 50 миллионных долей и выше.

Реализация проекта очистки. В феврале 2002 года Агентство по охране окружающей среды утвердило протокол решения о проведении целенаправленных экологических дноуглубительных работ. План предусматривал извлечение приблизительно 2,65 миллиона кубических метров загрязненных донных отложений.

Участок работ был разделен на три речных сегмента, внутри которых выделялись единицы сертификации площадью около двух гектаров каждая. Такой подход позволил обеспечить поэтапный контроль качества и эффективности операций.

Этап 1 (2009 год). В течение одного сезона (май-ноябрь) было извлечено около 283 000 кубических ярдов загрязненных отложений с шестимильного участка в районе Форт-Эдварда. После завершения работ независимая группа ученых провела всестороннюю оценку результатов, что позволило скорректировать технологию для второго этапа.

Этап 2 (2011-2015 гг.). Основной этап очистки продолжался шесть сезонов с полной загрузкой мощностей. За этот период было извлечено около 2,5 миллиона кубических ярдов донных отложений.

Суммарно проект обеспечил удаление приблизительно 2,75 миллиона кубических ярдов загрязненного материала со дна реки. Все работы выполнялись корпорацией General Electric под строгим надзором федерального Агентства по охране окружающей среды в соответствии с юридическим соглашением 2006 года.

Инфраструктура проекта. Для реализации столь масштабного предприятия была создана специализированная инфраструктура. В городе Форт-Эдвард на площади около 40 гектаров был построен завод по переработке извлеченных отложений. Объект включал:

- Комплекс обезвреживания и обработки донных отложений
- Систему очистки технологических вод
- Участок временного складирования
- Транспортно-логистический центр для отправки обработанных отходов на окончательное захоронение

После завершения дноуглубительных работ в 2016 году завод был демонтирован и обеззаражен согласно утвержденному плану. Земельные участки были возвращены прежним владельцам, которые рассматривают возможности их повторного использования для экономического развития региона.

Восстановление экосистем. Важным компонентом проекта стало восстановление нарушенных местообитаний. После завершения дноуглубления проводились работы по:

- Реконструкции донных сообществ
- Восстановлению растительности водных и прибрежных зон
- Стабилизации береговой линии на участках эрозии

Естественное зарастание обработанных участков водной растительностью происходило в течение вегетационного сезона, следующего за годом проведения работ.

Долгосрочный мониторинг. План очистки предусматривал двухкомпонентный подход: активное удаление наиболее загрязненных отложений с последующим периодом контролируемого естественного восстановления. После завершения дноуглубления проект перешел в фазу комплексного мониторинга.

Программа эксплуатации, технического обслуживания и мониторинга включает:

Мониторинг водной толщи — регулярный контроль концентраций ПХД в воде на всем протяжении Верхнего и Нижнего Гудзона, отслеживание переноса загрязнителей вниз по течению.

Мониторинг донных отложений — оценка изменения концентраций ПХД в отложениях с интервалом в пять лет для контроля процесса восстановления.

Мониторинг биоты — анализ содержания ПХД в различных видах рыб для оценки безопасности их потребления населением.

Контроль изолирующих покрытий — проверка состояния защитных слоев, размещенных на участках с остаточными концентрациями ПХД.

Агентство по охране окружающей среды также проводит обязательные пятилетние обзоры эффективности выполненных мероприятий.

Проект очистки территории завода Westinghouse (США). Другим показательным примером является ликвидация ПХД-загрязнения на территории завода Westinghouse Distribution Apparatus Division, реализованная в период 1983-2011 годов.

Данный проект демонстрирует эффективность применения комплексного подхода, сочетающего извлечение загрязненного грунта, его обработку и последующую рекультивацию территории. Опыт реализации показал важность тщательного планирования, применения передовых технологий и долгосрочного мониторинга. Современные технологии обезвреживания ПХД. Рекомендуемые методы уничтожения.

Щелочное восстановление металлами. Технология основана на использовании активных металлов (натрий, калий) в щелочной среде для разрушения молекулы ПХД. Процесс протекает при умеренных температурах и обеспечивает коэффициент эффективности уничтожения свыше 99,99%. Метод особенно эффективен для жидких ПХД-содержащих масел высокой концентрации.

Преимущества технологии включают относительно невысокую температуру процесса и отсутствие образования диоксинов. Однако необходимо учитывать высокую реакционную способность используемых металлов, что требует строгого соблюдения мер безопасности.

Катализируемое основанием разложение (КОР). Метод предполагает разложение ПХД в присутствии донора водорода и катализатора на основе щелочных металлов при

температурах 300-400°C. Технология демонстрирует коэффициент эффективности уничтожения 99,9999% и выше.

КОР применим для обработки масел из трансформаторов и конденсаторов, а также для очистки загрязненных почв после предварительной термической десорбции. Важным преимуществом является низкая вероятность образования диоксинов благодаря восстановительным условиям процесса.

Каталитическое гидродехлорирование (КГД). Процесс осуществляется в присутствии водорода и специального катализатора при температурах 200-350°C и повышенном давлении. Атомы хлора в молекуле ПХД замещаются водородом, в результате чего образуются нехлорированные углеводороды.

Метод обеспечивает коэффициент эффективности 99,99-99,9999% и может применяться для жидких масел, загрязненных грунтов и твердых отходов. Восстановительные условия практически исключают образование диоксинов.

Химическое восстановление в газовой фазе (ХВГФ). Технология предусматривает испарение ПХД-содержащего материала с последующей обработкой паров водородом в присутствии катализатора при температурах 850-900°C. Коэффициент эффективности достигает 99,99-99,9999%.

ХВГФ применяется для масел из трансформаторов и конденсаторов. Преимущество метода — возможность рециркуляции и повторного использования обработанных масел. Промышленные установки успешно функционировали в Канаде, Австралии и Японии.

Высокотемпературное сжигание. Технология предполагает окислительное разложение органических загрязнителей в контролируемых условиях при температурах выше 1100°C. Современные установки для сжигания опасных отходов обеспечивают коэффициент эффективности уничтожения более 99,9999%.

Метод универсален и применим к ПХД в любом физическом состоянии и концентрации. Критически важным является наличие эффективных систем газоочистки для предотвращения выбросов диоксинов и других токсичных продуктов неполного сгорания.

Современные установки, оснащенные системами быстрого охлаждения дымовых газов, фильтрами из активированного угля и многоступенчатыми скрубберами, позволяют достичь крайне низких уровней выбросов ПХДД/ПХДФ.

Комбинированная система фотохимического и каталитического дехлорирования. Японская технология, сочетающая два процесса: фотохимическое дехлорирование под воздействием ультрафиолетового излучения и каталитическое дехлорирование. Процесс протекает при умеренной температуре (менее 75°C) и атмосферном давлении.

Коэффициент эффективности для ПХД составляет 99,99-99,9999%, для ПХДД/ПХДФ — 99,9999-99,999999%. Технология особенно подходит для обработки масел с высокими концентрациями ПХД. Промышленное применение в Японии насчитывает более десяти лет.

Плазменно-дуговые технологии. Метод основан на использовании плазменной дуги с температурой свыше 3000°C для пиролиза отходов. При таких температурах происходит полная диссоциация химических соединений на элементарные компоненты с последующей рекомбинацией в простые молекулы.

Коэффициент эффективности достигает 99,9999-99,999999%. Технология применима для жидких и газообразных отходов, а также мелкодисперсных твердых материалов в виде суспензий. Промышленные установки эксплуатируются в Австралии, США и Японии более двадцати лет.

Метод с использованием трет-бутоксид калия. Дехлорирование осуществляется посредством реакции с трет-бутоксидом калия при температурах 200-240°C и атмосферном давлении. В результате образуются хлорид калия и нехлорированные углеводороды.

Коэффициент эффективности составляет 99,98-99,9999%, что позволяет снизить содержание ПХД до уровня менее 0,5 мг/кг. Очищенное масло может использоваться в качестве топлива. Технология применяется в Японии более десяти лет.

Сверхкритическое и подкритическое водяное окисление. Технология предполагает обработку отходов в водной среде с окислителем при температурах и давлениях, превышающих критическую точку для воды (374°C, 218 атмосфер) или близких к ней. При таких условиях органические вещества окисляются с образованием диоксида углерода, воды и неорганических солей.

Коэффициент эффективности для различных СОЗ превышает 99,999-99,9999999%. Метод применим ко всем типам стойких органических загрязнителей. Промышленные установки функционируют в Японии и США.

Газификация отходов. Технология представляет собой высокотемпературное (1300-2000°C) разложение в восстановительной среде с использованием пара и кислорода под давлением. Все органические молекулы необратимо расщепляются на простые газы — водород, монооксид углерода, метан.

Образующийся синтез-газ перерабатывается в метанол высокого качества. Коэффициент эффективности для ПХДД/ПХДФ составляет 99,974%. Восстановительная среда минимизирует образование диоксинов. Коммерческое применение осуществляется в Германии с 1992 года.

Нерекомендуемые технологии.

Сжигание в цементных печах. Использование цементнообжигательных печей для уничтожения СОЗ не рекомендуется из-за необходимости значительной реконструкции оборудования, высоких материальных затрат и сложности обеспечения требуемых режимов обработки.

Металлургические методы. Применение металлургических технологий для уничтожения ПХД также не рекомендовано из-за риска загрязнения металлопродукции, сложности контроля процесса и потенциальной опасности для окружающей среды.

Правовое регулирование обращения с ПХД в Казахстане.

Международные обязательства. Казахстан подписал Стокгольмскую конвенцию о стойких органических загрязнителях 23 мая 2001 года, ратифицировав ее 7 июня 2007 года. Тем самым республика приняла на себя обязательства по глобальному подходу к ликвидации опасных химических веществ. Конвенция устанавливает цель постоянной минимизации и, где это возможно, окончательного устранения выбросов ПХД, диоксинов, фуранов и других приоритетных загрязнителей. Казахстан также присоединился к Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов, что определяет правовые рамки обращения с токсичными отходами.

Национальное законодательство. Министерством экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан разработаны Правила обращения со стойкими органическими загрязнителями и отходами, их содержащими. Данный нормативный акт устанавливает обязательные требования для всех собственников ПХД-содержащего оборудования и отходов.

Правила регламентируют следующие аспекты:

- инвентаризация. Все владельцы маслonaполненного электрооборудования обязаны провести его инвентаризацию с целью выявления ПХД. Оборудование классифицируется на три группы в зависимости от подтвержденного или потенциального содержания загрязнителя.

- эксплуатация. Установлены требования к эксплуатации ПХД-содержащего оборудования, включая меры по предотвращению утечек и загрязнения окружающей среды.

- вывод из эксплуатации. Определен порядок списания и изъятия оборудования с выявленным содержанием ПХД.

Проблемы и вызовы при ликвидации ПХД-загрязнений.

Отсутствие национальных мощностей по утилизации. Одной из ключевых проблем является отсутствие в Казахстане собственного завода по уничтожению ПХД-отходов. Несмотря на законодательные требования об обязательной утилизации выявленных

отходов, предприятия вынуждены организовывать их вывоз за рубеж. На протяжении последних лет опасные грузы транспортируются за счет собственников в страны, обладающие специализированными установками. Например, в 2021 году более ста тонн жидких полихлорированных дифенилов и содержащего их оборудования были отправлены авиатранспортом в Бельгию для термического уничтожения. Министерство экологии периодически упоминает о планах строительства национального завода по обезвреживанию СОЗ-отходов, однако конкретные сроки реализации проекта, место размещения объекта и источники финансирования остаются неопределенными.

Административные барьеры. Компании, занимающиеся организацией вывоза ПХД-отходов, сталкиваются с серьезными бюрократическими препятствиями. Процесс получения необходимых разрешений может затягиваться на многие месяцы, несмотря на наличие всей требуемой документации. Специалисты отмечают несогласованность действий различных ведомств, дублирование процедур и чрезмерную продолжительность согласований. Это приводит к дополнительным расходам на хранение опасных грузов и увеличивает риски для окружающей среды.

Неполная инвентаризация. По оценкам экологов, многие руководители предприятий недостаточно информированы о кампании по выявлению и ликвидации ПХД-содержащего оборудования. Инвентаризацией охвачено лишь около 20% территории страны в отношении пестицидов со свойствами СОЗ. Значительная часть старого электротехнического оборудования может находиться на заброшенных промышленных объектах, в складах бывших сельскохозяйственных предприятий, на территориях ликвидированных военных частей. Это создает скрытую угрозу неучтенного загрязнения.

Финансовые ограничения. Ликвидация ПХД-загрязнений требует значительных финансовых ресурсов. Стоимость вывоза и уничтожения отходов за рубежом, необходимость создания специализированной инфраструктуры хранения, затраты на проведение анализов — все это создает существенную нагрузку на собственников отходов.

Многие предприятия, особенно в условиях экономических трудностей, испытывают сложности с изысканием средств на выполнение экологических обязательств. Механизмы государственной поддержки в данной сфере развиты недостаточно.

Технические сложности. Извлечение и обработка ПХД-загрязненных материалов сопряжены с рядом технических проблем:

Труднодоступность объектов. Многие захоронения находятся в отдаленных районах с плохо развитой транспортной инфраструктурой.

Смешанное загрязнение. Часто ПХД присутствуют совместно с другими опасными веществами — тяжелыми металлами, нефтепродуктами, пестицидами. Это усложняет выбор методов обработки.

Разнообразие физических форм. ПХД могут находиться в жидком состоянии (масла), в виде пропитки пористых материалов, адсорбированными на почвенных частицах. Каждая форма требует специфического подхода.

Миграция загрязнителя. За десятилетия хранения ПХД могли мигрировать в грунт, грунтовые воды, распространиться по поверхности. Определение границ загрязненной зоны требует тщательных исследований.

Выводы. Проблема старых захоронений полихлорированных дифенилов на территории Казахстана представляет собой серьезный вызов экологической безопасности и здоровью населения. Накопленные за десятилетия индустриального развития сотни тысяч тонн токсичных отходов требуют безотлагательных действий.

Международный опыт, в частности успешная реализация проекта очистки реки Гудзон, демонстрирует, что при наличии политической воли, адекватного финансирования и применении современных технологий даже масштабные загрязнения могут быть ликвидированы. Однако такие проекты требуют многолетних усилий, значительных инвестиций и строгого научного контроля.

Казахстан обладает необходимыми правовыми основами для решения проблемы, приняв на себя международные обязательства и разработав национальное законодательство. Вместе с тем, практическая реализация ликвидационных мероприятий сталкивается с множеством препятствий — от отсутствия собственных мощностей по утилизации до бюрократических проволочек и финансовых ограничений.

Ключевыми направлениями должны стать: завершение полной инвентаризации ПХД-содержащих объектов, создание национальной инфраструктуры для обезвреживания опасных отходов, приоритетная ликвидация наиболее опасных "горячих точек", упрощение административных процедур и развитие механизмов поддержки предприятий.

Решение проблемы ПХД-загрязнений — это не только выполнение международных обязательств, но и инвестиция в здоровье нынешнего и будущих поколений, в экологическую безопасность и устойчивое развитие страны. Дальнейшее промедление увеличивает риски для окружающей среды и населения, повышает конечную стоимость ликвидации загрязнений. Только комплексный и системный подход, объединяющий усилия государства, бизнеса и гражданского общества, позволит решить эту сложную задачу.

Литература:

1. Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях. Стокгольм, 2001
2. Руководство по идентификации ПХД и материалов, содержащих ПХД. ЮНЕП, Женева, 199, 34 с
3. Проект Национального плана выполнения обязательств по Стокгольмской конвенции о СОЗ. ПРООН, Астана, 2006
4. Бейбитова А.Д. Инвентаризация ПХД-содержащего оборудования в Республике Казахстан. Доклад на Втором семинаре в рамках проекта ПРООН/ГЭФ «Начальная помощь Республике Казахстан по выполнению обязательств по Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях». ПРООН, Астана, 2005, 5 с
5. Крапивина С.А. Плазмохимические технологические процессы. Л. Химия, 1981
6. Биоремедиация почв на территории г. Серпухова. Технический отчет по проекту МНТЦ, М, 2023
7. Подготовка основы для общей стратегии ликвидации ПХД с «наименьшими затратами». Технический отчет по проекту АМАР (фаза 2). Москва, 2024, 171 с.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ В РЕГИОНАХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НЕБЛАГОПОЛУЧИЯ

¹С.А.Даулбаева, ¹Г.Д.Беркинбаев, ¹Г.В.Федоров

¹ТОО «ЭКОСЕРВИС-С», Алматы, Казахстан,
ecoservice@ecoservice.kz

Аннотация. В статье показано, что зона экологического неблагополучия Приаралья характеризуется повышенными уровнями загрязнения продуктов питания химическими веществами, а район Семипалатинского полигона - радионуклидами. Значения концентраций химических веществ и радионуклидов практически нигде не превышают допустимых уровней.

Введение. Загрязнение химическими веществами пищевых продуктов и пищевого сырья представляет собой один из универсальных индикаторов экологического состояния региона [1,2]. Оно может быть связано, как с наличием естественных источников загрязнения возделываемой сельскохозяйственной продукции (естественная радиация, высокое содержание в почве и воде отдельных микроэлементов, высоких концентраций минералов и др.), но чаще всего является результатом нерациональной хозяйственной деятельности человека, сопровождающейся загрязнением объектов окружающей среды техногенными загрязнителями. К наиболее распространенным и опасным техногенным загрязнителям пищевой продукции относятся пестициды, нитраты, тяжелые металлы и радионуклиды, которые определяют физико-химические риски для здоровья населения [2]. Установление причинно-следственных связей между экологическими факторами риска и состоянием здоровья населения дает возможность управления факторами риска в профилактических целях.

Традиционно в Казахстане к регионам экологического неблагополучия относят казахстанскую часть Приаралья (Кызылординская область) и регион бывшего Семипалатинского испытательного ядерного полигона (Восточно-Казахстанская область). Первая представляет собой регион сочетания большого количества экологических проблем, связанных с исчезновением Аральского моря. Второй – регион повышенного радиационного риска, причиной которого является многолетнее функционирование ядерного испытательного полигона.

Согласно базисному регламенту ЕС 178/2002, производство пищевых продуктов должно контролироваться уже изготовителем на уровне поля и кормов для сельскохозяйственных животных. При этом, исключительно важным значением имеют постоянный мониторинг за применяемыми пестицидами и минеральными удобрениями, а также используемых ветеринарных препаратов, контроль за соблюдением санитарных правил и норм на всех этапах прохождения пищевых продуктов от производства до потребителя. Здесь одну из ключевых ролей в обеспечении безопасности пищевых продуктов играет интенсивно внедряемая в последние годы в Казахстане система внутреннего производственного контроля изготовителями (HASSP-система – «Оценка потенциального вреда методом контроля критических точек производства») [3,4].

Одним из основных следствий проблемы безопасности пищевых продуктов являются болезни, передаваемые через пищевые продукты и связанные с воздействием патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. В Республике Казахстан, как и в большинстве стран мира, регистрируется устойчивый рост частоты возникновения новых случаев заболеваний, вызываемых присутствующими в продуктах питания такими патогенными и условно патогенными микроорганизмами, как сальмонеллы и кампилобактеры. При этом в странах ЕС появились новые штаммы энтерогеморрагических кишечных палочек, сальмонелл DT-

104 с множественной лекарственной устойчивостью и губкообразной энцефалопатии крупного рогатого скота (BSE). Такая ситуация требует более активного внедрения HASSP-системы в секторе общественного питания, разработки и продвижения программ обучения потребителей вопросам безопасности пищевых продуктов [4,5].

Важнейшим фактором проблемы безопасности пищевых продуктов является их загрязнение токсическими веществами химической и биологической природы, к которым относятся микотоксины, диоксины, ртуть, свинец, радионуклиды, пестициды и ветеринарные препараты. Загрязнение продуктов питания химическими веществами, главным образом, происходит через воздух, почву и воду и более проявлено в экологически неблагополучных регионах, к которым в Казахстане относятся Приаралье и регион бывшего Семипалатинского ядерного испытательного полигона.

Сводным документом по международным стандартам качества и безопасности пищевых продуктов является разработанный ФАО и ВОЗ Codex Alimentarius [6], основной целью которого является защита потребителей от риска для здоровья и мошенничества, содействие передвижению пищевых продуктов в международной торговле, поощрение справедливой практики торговли и оказание помощи по созданию собственных систем контроля за пищевыми продуктами.

Республика Казахстан, являясь полноправным членом Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и Продовольственной и сельскохозяйственной организации (ФАО), проводит большую работу по гармонизации собственной нормативной правовой базы с рекомендациями этих международных организаций и созданию собственной системы мониторинга безопасности пищевых продуктов, тесно интегрированной с глобальной системой информации и раннего оповещения ФАО. Последнее требует проведения соответствующих научных исследований, касающихся анализа действующей национальной нормативной правовой базы по проблеме безопасности пищевых продуктов, методам контроля на предмет ее полноты и соответствия международным требованиям, детального анализа тенденций развития основных пищевых болезней, а также проведения выборочных исследований по оценке рисков для состояния здоровья населения, проживающего в экологически неблагоприятных регионах республики, основных видов продуктов питания местного производства.

В последнее время в Казахстане уделяется более пристальное внимание контролю за загрязнениями пищевых продуктов пестицидами, содержащими стойкие органические загрязнители. Контроль за хлорорганическими пестицидами проводится во всех объектах окружающей среды, для обеспечения безопасности пищевых продуктов, руководствуясь санитарными правилами и нормами от 11.06.2003 г. № 4.01.071.03 «Гигиенические требования к безопасности пищевых продуктов». На сегодняшний день в республике скопилось несколько тонн пестицидов, запрещенных для борьбы с вредителями растений. Кроме того, остается большим количество (более 600 тонн) препаратов с просроченным сроком хранения, подлежащих утилизации и захоронению [7,8]. Хлорорганические пестициды оказывают разносторонние токсические эффекты на организм людей, особенно женщин и детей.

По мнению большинства отечественных специалистов во многих регионах республики отмечена высокая минерализация воды, загрязненность гидро- и биосферы различными ксенобиотиками, включая хлорорганические пестициды. С высоким уровнем контаминированности объектов окружающей среды пестицидами связывают рост заболеваемости железодефицитной анемией среди женщин репродуктивного периода и детей раннего возраста.

Основным мероприятием по обеспечению безопасного применения пестицидов является контроль за их остаточным содержанием в сельскохозяйственной продукции, объектах внешней среды, продуктах питания и кормах, осуществляемый Государственной санитарно-эпидемиологической службой республики.

По данным республиканской СЭС, на сегодняшний день в почвенном слое земли из

различных регионов Казахстана обнаружено более 30 стойких органических загрязнителей – хлорорганических пестицидов и полихлорированных дифенилов (ПХД), ранее, в силу ограниченных технических возможностей, не обнаруживаемых в объектах окружающей среды. При этом загрязненность полихлорированными дифенилами в 2006-2007 годах составила 85,0% из числа всех загрязнителей почвы. Так, например, в 2007 году из 1234 проб почвенного слоя земли в 37 пробах были обнаружены превышения ПДК полихлорированными дифенилами [8].

В целом по республике за последние 5 лет отмечается рост положительных находок остаточных количеств пестицидов в образцах почвы с 3,5% в 2004 году до 5,75% - в 2007 году, т.е. в 1,6 раза. При этом, за этот же временной промежуток рост удельного веса проб с превышением ПДК составил с 0,08% до 3,0% [8]. Такая динамика должна вызывать обоснованную тревогу в связи с опасностью загрязнения пестицидами продуктов питания, возделываемых в различных регионах Казахстана для здоровья населения.

Таким образом, загрязненность пищевых продуктов остаточными количествами хлорорганических пестицидов и ПХД в Республике Казахстан, особенно в регионах интенсивного земледелия, представляет собой большую опасность для здоровья населения.

Проведенный анализ пищевой продукции в Кызылординской и Восточно-Казахстанской областях показал некоторое различие в характере и уровнях ее загрязненности химическими веществами.

При анализе 18 видов растительной продукции, проведенных в республиканской СЭС, в Кызылординской области положительные находки по свинцу были выявлены в образцах картофеля, капусты, лука, моркови и помидорах. При этом, наиболее высокие значения были в картофеле и помидорах. Нитраты определялись практически во всех видах исследованных проб растениеводческих культур, при этом самые высокие показатели отмечались в пробах капусты и картофеля, а минимальные – в ягодах. По результатам исследования 91 пробы, в целом загрязненность свинцом основных пищевых продуктов в различных экологических зонах Казахстанской части Приаралья не превышала ПДУ. Свинец чаще всего определялся в пробах мяса и рыбы, причем наиболее высокие показатели отмечались в пробах, отобранных в г. Кызылорде. Была отмечена положительная динамика содержания мышьяка во всех исследованных населенных пунктах Кызылординской области, а также снижение загрязненностью ртутью основных видов местных пищевых продуктов в различных экологических зонах Казахстанской части Приаралья.

Таким образом, по тяжелым металлам в Кызылординской области в исследованных пробах различных видов пищевых продуктов в различных экологических зонах Приаралья не было установлено превышение ПДУ, при этом, наиболее часто и в более высоких концентрациях тяжелые металлы определялись в пробах, отобранных в городе Кызылорде.

Во всех пробах пищевых продуктов уровни радионуклидов и пестицидов не превышали предельно допустимого уровня, а относительно высоким было загрязнение пестицидами. При этом показатели существенно отличались, как по отдельным видам сырья и пищевой продукции, так и по выбранным регионам.

При анализе животноводческой и растениеводческой продукции в районе Приаралья остаточные количества пестицидов были обнаружены в пробах мяса и мясopодуlктов только в г. Кызылорде и Жанакорганском районе, частота которых соответственно отмечалась в 2,42% и 0,63% случаев, соответственно, при этом в одном из случаев (в Жанакорганском районе) было установлено незначительное превышение ПДУ.

Нитраты определялись в пробах, отобранных во всех исследуемых районах (за исключением Аральского) и городе Кызылорде, при этом чаще всего они обнаруживались в продукции Жанакорганского района, где они в 3,58% случаев превышали ПДУ, в пробах из других районов этот показатель не превышал 1,0% и составил соответственно по пробам г. Кызылорды – 0,87%, Аральского района – 0%, Шиелйского – 0,4%.

Получены данные о несколько повышенном уровне загрязнения пестицидами основных видов продуктов питания в г. Кызылорде и четырех районах области, включая два района казахстанской части Приаралья. Вместе с тем, обнаруженные остаточные количества пестицидов за исключением проб из Жанакорганского района, не превышали ПДУ. Чаще всего остаточные количества пестицидов обнаруживались в пробах, отобранных на продовольственных рынках и других объектах торговли г. Кызылорды, причем наиболее высокий процент находок был характерен для проб очищенного риса (7,1%), затем - фруктов, овощей и бахчевых (3,1%), мяса и мясопродуктов (2,42%). В то же время следует отметить повышенную частоту обнаружения остаточных количеств пестицидов в пробах молока и молочных продуктов Жанакорганского района (12,3%). В растительной пищевой продукции этого же района выявлены превышения ПДУ по нитратам (3,58%). Как видим, по частоте обнаружения остаточных количеств пестицидов и нитратов пробы основных видов продуктов питания из различных районов Кызылординской области существенно отличались, причем из региона Приаралья они были меньше всего загрязнены этими токсикантами.

На рынках и объектах торговли и пищевого сектора этих же населенных пунктах Кызылординской области был проведен методом случайной выборки забор проб основных видов продуктов питания на содержание в них солей тяжелых металлов: свинца, кадмия, мышьяка и ртути. Ни в одной из проанализированных в республиканской СЭС проб превышений ПДУ по тяжелым металлам и мышьяку не выявлено.

Несколько иная ситуация отмечается в районе Семипалатинского полигона. Данные изучения уровня суммарной бета-активности и стронция 90 в пробах мяса, молока и воды, отобранных в различных населенных пунктах Восточно-Казахстанской области, отличающихся по уровню радиационного риска, свидетельствуют о несколько повышенном уровне загрязненности радионуклидами. При этом по прогнозу содержание долгоживущих продуктов деления в молоке населенных пунктов, прилегающих к ядерному испытательному полигону, в 2005-2008 годах составляет от 20,3 до 42,6 Бк/л. Аналогичная ситуация наблюдается при анализе проб мяса. Вместе с тем, необходимо отметить, что содержание основных радионуклидов не превышает ПДУ. Несмотря на то, что территория города Семей и близлежащих населенных пунктов относится к зоне высокого радиационного риска, в 16 пробах местно произведенных молочных и мясных продуктов, равно как и муки не выявлено присутствие радионуклидов, в частности цезия и стронция, в концентрациях, превышающих ПДУ.

По данным анализов, проведенных в Республиканской СЭС в пробах отобранных из животноводческой и растениеводческой продукции в Восточно-Казахстанской области ни в одном из случаев не было выявлены остаточные количества пестицидов, превышающие ПДУ, что существенно отличается от соответствующих данных, полученных по Кызылординской области. Нитраты в количествах выше ПДУ были обнаружены только в 2 случаях или 0,59%. В лабораторных исследованиях на присутствие микотоксинов в 16 пробах молока и молочных продуктов, овощей фруктов и бахчевых, а также зерна не было выявлено положительных проб с превышением ПДУ. Только в 2 из 10 проб хлеба было установлено превышение предельно допустимого уровня токсических элементов. Скорее всего, этот показатель не отражает истинной химической безопасности хлеба, выпекаемого в Бескарагайском районе из-за малого числа исследованных проб. По всем другим изученным показателям основные виды продукции соответствовали республиканским нормативным требованиям.

В пробах, в которых был проведен микробиологический анализ, бактерии кишечной группы в пробах молока и молочных продуктов обнаруживались в 3,9% случаев, тогда как при исследовании проб мяса и мясных продуктов ни в одной из 206 проб не было установлено наличие данной группы микроорганизмов с превышением норм. В то же время наличие представителей патогенной микрофлоры в количестве выше ПДУ установлено в пробах мяса и мясных продуктов в 0,67% случаев.

Согласно законодательству Европейского Союза (статья 32, Регламента (ЕС) № 396/2005), EFSA предоставляет ежегодный отчет, в котором рассматриваются уровни остатков пестицидов в пищевых продуктах на европейском рынке. Этот отчет основан на данных официальных национальных контрольных мероприятий, проведенных государствами-членами ЕС, Исландией и Норвегией, и включает в себя подмножество данных из координируемой ЕС программы контроля, которая использует стратегию рандомизированного отбора проб. В 2020 году 94,9% из общего числа 88 141 проанализированных образцов оказались ниже максимального уровня остатков (MRL), 5,1% превысили этот уровень, из которых 3,6% не соответствовали, т. е. образцы превышали MRL после учета неопределенности измерений. Для подмножества из 12 077 образцов, проанализированных в рамках координируемой ЕС многолетней программы контроля, 1,7% превысили MRL и 0,9% не соответствовали. Для оценки острого и хронического риска для здоровья потребителей была проведена оценка пищевого воздействия остатков пестицидов и сравнение их с ориентировочными значениями, основанными на воздействии на здоровье. Пищевое воздействие пестицидов, для которых имелись ориентировочные значения, основанные на воздействии на здоровье, вряд ли представляет риск для здоровья потребителей в ЕС. В редких случаях, когда расчетное пищевое воздействие для конкретной комбинации пестицида/продукта превышало ориентировочное значение, основанное на воздействии на здоровье, и для тех пестицидов, для которых ориентировочные значения, основанные на воздействии на здоровье, установить не удалось, компетентные органы принимали соответствующие и соразмерные корректирующие меры для устранения потенциальных рисков для потребителей. [9].

Выводы. Приведенные данные указывают на несколько повышенные уровни загрязнения основных видов местных продуктов питания, как по микробиологическим, так и химическим показателям. При этом, очевидно следует отметить имеющие место существенные региональные отличия и отсутствие прямой взаимосвязи полученных результатов с экологической ситуацией в регионе.

Анализ данных позволяет заключить, что хотя и имеет место положительная динамика показателей загрязнения, ситуация с загрязнением окружающей среды в районах Приаралья и Семипалатинского полигона все еще требует пристального внимания, так как потенциальные риски сохраняются.

Литература;

1. Шарманов Т. Ш, Каламкарова Л.И., и др. Качество продуктов питания как результат развития сельского хозяйства, перерабатывающей и пищевой промышленности, воздействие на здоровье. Окружающая среда и устойчивое развитие в Казахстане (обзор). Сер. публикаций ПРООН Казахстан, UNDP KAZ 06, с. 98-101
2. Система обеспечения качества и безопасности пищи. Учебное руководство по пищевой гигиене и системе критических точек при анализе опасного фактора. Рим, 2003
3. Апсеметова М.А., Лян Л.Б. и др. Заболевания пищевого происхождения в Казахстане. Алматы, 2005, 134 с
4. Апсеметова М.А. и др. Система безопасности пищевой продукции на основе принципов ХАССА. Алматы, 2007. 95 с.
5. Каламкарова Л.И. и др. Основные направления национальной политики в области обеспечения безопасности пищевых продуктов. Здоровье и болезнь, №5, 2004
6. The Codex Alimentarius, WHO|FAO, Rome, 2005
7. Нажметдинова А.Ш. Научное обоснование регламентов содержания некоторых пестицидов и нитратов в объектах окружающей среды, разработка методологических подходов к их идентификации и схемы мониторинга. Докт. Дисс., Алматы, 2004
8. Нажметдинова А.Ш. Вопросы применения и контроля за остаточным количеством пестицидов и нитратов на территории Республики Казахстан, Алматы, 2008
9. Отчет Европейского союза за 2020 год об остатках пестицидов в пищевых продуктах.

ҚАРАТАЛ ӨЗЕНІНІҢ СУ САПАСЫН БАҒАЛАУ: ГИДРОХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРДІҢ ӨЗГЕРІСІ ЖӘНЕ АНТРОПОГЕНДІК ӘСЕР

Т.А. Базарбаева, Г.Е. Садвакасова

Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан
tursynkul.bazarbayeva@gmail.com , sadvakassovagauhar@gmail.com

Аннотация Мақалада Қаратал өзенінің гидрохимиялық сипаттамасы келтірілген. Судың химиялық құрамы туралы мәліметтердің практикалық маңызы қарастырылды, гидрологиялық режимдегі өзен жай-күйін және қазіргі уақытта өзен суының сапасын қалыптастыру ерекшеліктерін зерттеу нәтижелері баяндалды. Мониторинг 2015 жылдан 2020 жылға дейін жүргізілді. Ерітілген оттегінің мөлшері, рН мәні және минералдануы анықталды. 2015 жылдан 2020 жылға дейінгі кезеңдер бойынша гидрохимиялық көрсеткіштеріне сипаттама берілді. Сондай-ақ стандартты гидрохимиялық сипаттамалардың орташа мәндері, биогендік элементтердің концентрациясы және судың әртүрлі заттармен ластану деңгейі келтірілген. Қаратал, өзенінің гидрохимиялық сипаттамаларының уақытша өзгергіштігі және өзен суларының химиялық құрамының қалыптасуы мен өзгеруіне табиғи және антропогендік факторлардың әсері қарастырылды, сондай-ақ судың негізгі бейорганикалық компоненттері (катиондар мен аниондар) анықталды. «Қазгидромет» РМК «Қазақстан Республикасының жер үсті суларының сапасы туралы жылдық деректер» ақпараттық-талдау материалдарын жүйелі талдау нәтижесінде Қаратал, Ақсу, Лепсі өзендерінің экологиялық жағдайы мен су сапасына баға берілді.

Кілт сөздер: мониторинг, гидрохимия, кіші өзендер, шекті рұқсат етілген көлем, су сапасы.

Аннотация В статье приводится гидрохимическая характеристика водного объекта — реки Каратал. Рассмотрено практическое значение сведений о химическом составе воды, изложены результаты изучения состояния реки и особенностей формирования качества вод реки в настоящее время. Мониторинг проводился с 2015 по 2020 год. Установлены содержания растворенного кислорода, значения pH и минерализации. Также приведены усредненные значения стандартных гидрохимических характеристик, концентрация биогенных элементов и уровень загрязнения вод. Рассмотрена временная изменчивость гидрохимических характеристик реки Каратал и влияние природных и антропогенных факторов на формирование и трансформацию химического состава речных вод. Был проведен сравнительный анализ с 2015 по 2020 гг. и детально изучено изменение среднегодовых концентраций загрязняющих компонентов за эти годы. Рассмотрены основные показатели качества вод рек, а также методы анализа основных неорганических компонентов вод (катионов и анионов) и способы определения обобщенных показателей качества вод.

Ключевые слова: мониторинг, гидрохимия, малые реки, предельно-допустимая концентрация, качество воды.

Annotation The article presents the hydrochemical characteristics of water bodies — the rivers Karatal, Aksu, Lepsi. The practical significance of information on the chemical composition of water is considered, the results of studying the state of the rivers of the hydrological regime and the features of the formation of the quality of river waters at the present time are presented. Monitoring was carried out from 2015 to 2020. The dissolved oxygen content, pH and mineralization values were determined. The characteristic of hydrochemical indicators of rivers

by seasons from 2015 to 2020 is given. The averaged values of standard hydrochemical characteristics, the concentration of biogenic elements and the level of water pollution are also given. The temporal variability of the hydrochemical characteristics of the Karatal, Aksu and Lepsy rivers and the influence of natural and anthropogenic factors on the formation and transformation of the chemical composition of river waters are considered. A comparative analysis was carried out from 2015 to 2020 and the change in the average annual concentrations of polluting components over these years was studied in detail. The main indicators of river water quality are considered, as well as methods for analyzing the main inorganic components of waters (cations and anions) and methods for determining generalized indicators of water quality.

Keywords: monitoring, hydrochemistry, small rivers, maximum permissible concentration, water quality.

Кіріспе. Су нысандарының сапасы – қоғам үшін, халықтың тіршілігі мен денсаулығы үшін аса маңызды өзекті мәселе болып табылады. Судың сапасын анықтау үшін гидрохимиялық талдау жүргізіледі – судың сапалық және сандық құрамын айқындайтын арнайы әдістер қолданылады. Табиғатта су таза күйінде кездеспейді. Ол тау жыныстарымен және топырақпен әрекеттесіп, олардың құрамындағы барлық еритін заттарды ерітіп, ерітіндіге айналады. Өзен суларындағы еріген заттардың құрамы мен минералдану дәрежесі тау жыныстары мен топырақтың құрамына, биологиялық үдерістерге, климат жағдайына және көптеген басқа факторларға байланысты. Сондықтан өзендердің гидрохимиялық режимі қоршаған табиғатпен тығыз байланысты және онымен бірге өзгереді. Бұл әсіресе шағын өзендерге тән.

Шағын өзендердің бассейндері тек климат пен өңірдің геоморфологиялық ерекшеліктерінің ғана емес, сонымен қатар адамның шаруашылық қызметінің нәтижесі болып табылады.

Шағын өзендердің тағы бір маңызды ерекшелігі – олардың өзін-өзі тазарту қабілетінің төмендігі. Соның салдарынан олар тез ластанып, лайлылығы артады және су деңгейі төмендейді. Шағын өзендер үлкен экономикалық және әлеуметтік маңызға ие, өйткені олар ауыз су көзі ретінде, шаруашылықта, ауыл шаруашылығы дақылдарын суаруда, сондай-ақ шағын су қоймалары мен электр станцияларын сумен қамтамасыз ету мақсатында пайдаланылады. Сонымен қатар, өзен жайылымдары мал жаюға және шабындық ретінде қолданылады.

Шағын өзендердің гидрохимиялық режимінің қалыптасуына өзендегі су көлемі мен ластану деңгейі әсер етеді, себебі ірі өзендермен салыстырғанда олардың өзін-өзі тазарту қабілеті әлдеқайда төмен. Шағын өзендердің су ресурстарының азаюы табиғи және шаруашылық кешендерге, өзен экожүйелерінің тұрақтылығына, су тұтыну жағдайына және адамның өмір сүруіне үлкен экологиялық және экономикалық әсерін тигізеді [1].

Шағын өзендерге экологиялық тұрғыдан рұқсат етілген әсерді бағалау үшін әртүрлі авторлар түрлі әдіс-тәсілдер қолданған: М.Ж. Бурлибаев – жайылма шабындықтарының биоөнімділігі мен балық қорларының қалпына келуіне негізделген тәуелділіктерді [2]; В.Н. Маркин – өзен бассейндеріндегі заттардың гидрохимиялық балансы теңдеуіне негізделген, су жүйесінің мінез-құлқын сипаттайтын функцияларды [3]; В.В. Шабанов – өзен бассейндерінің пропорционалды шығындары әдісін [4] қолданған. Көптеген зерттеушілер Б. Фашевский әзірлеген гемостатикалық қисықты [1], Ж.С. Мустафаев пен Л.Ж. Мустафаева жариялаған «өзен бассейндерінің өмірлік циклі диаграммасын» [5], Ж.С. Мустафаев, Л.Ж. Мустафаева, К.Б. Койбагарова және К.Ж. Мустафаев ұсынған «табиғи жүйенің экологиялық-экономикалық белсенділігінің табиғи ресурстарды пайдалану қарқындылығына тәуелділігі графигін» [6], сондай-ақ К.Ж. Мустафаев енгізген «қоғамның табиғи ресурстарды пайдалану кезіндегі экологиялық-экономикалық белсенділік коэффициентін» [7] пайдаланады.

Зерттеу әдісі

Қаратал өзенінің су сапасы мен экологиялық жағдайын бағалау үшін «Қазгидромет» РМК-ның «Қазақстан Республикасының жерүсті суларының сапасы туралы жыл сайынғы деректері» атты ақпараттық-талдамалық материалдары пайдаланылды.

Зерттеу әдістемесі

Қаратал өзенінің арнасындағы судың химиялық және биогендік құрамының негізгі компоненттерін анықтауға және олардың сапасын балық шаруашылығы су айдындары үшін белгіленген зиянды заттардың шекті рұқсат етілген концентрациялары (ШРК) нормативтеріне сәйкестігін бағалауға негізделді.

Сонымен қатар, техногендік ластану ықтимал көздерін ескере отырып, бағалау «Балық шаруашылығы су айдындары үшін зиянды заттардың шекті рұқсат етілген концентрациялары (ШРК) және шамамен қауіпсіз әсер ету деңгейлері туралы жинақталған тізбе» (1-кесте) [8; 9] негізінде жүргізілді.

Нәтижелер мен талқылау

Зерттелетін аумақ ежелден көптеген көрнекті зерттеушілердің назарын аударып келген. Бұл өңірде әр жылдары географтар мен натуралистер: П.П. Семенов (1859), П.С. Паллас, М. Сиверс, Г.С. Карелин, Н.Г. Кириллов, ботаник А.И. Шренк (1845), зоолог А.М. Никольский (1855), Б.В. Сапожников (1905–1907), геолог В.А. Обручев (1912), В.В. Докучаев және С.С. Неуструев (1907) зерттеу жүргізген. Бұл аумақта орын алған табиғи үдерістер туралы мәліметтер республика ғалымдарының бірқатар іргелі еңбектерінде келтірілген [10, 16–24].

Аталған аумақтың гидрогеологиялық жағдайын зерттеу негізінен академик У.М. Ахмедсафиннің жетекшілігімен жүргізілген [11, 25–28].

Балқаш көлі бассейніндегі өзен суларының гидрохимиялық сипаттамасы алғаш рет О.А. Алекин (1948) тарапынан жасалып, кейінірек 1959–1968 жылдары М.А. Ибрагимова тарапынан жалғастырылған [12].

Құрғақ климат жағдайында өзен жүйелерінің тұщы сулары мен көптеген тұзды көлдер өңірдің негізгі, кейде жалғыз ауыз су және суару көзі болып табылады. Табиғи ортаның қалпына келу қабілеті мен антропогендік жүктеменің арасындағы теңгерімсіздік Қаратал, Ақсу және Лепсі өзендерінің барлық негізгі бассейндерінің экологиялық жағдайының нашарлауына әкелді.

Оңтүстік-шығыс Балқаш маңы өзендері бассейнінің аумағы шаруашылық тұрғысынан жақсы игерілген. Мұнда ауыл шаруашылығы, өнеркәсіп және басқа да салалар дамыған. Суармалы егіншілік үлкен рөл атқарады. Қырқаға жақын аймақтарда күріш, қант қызылшасы, жеміс-көкөніс және мал азығы дақылдары өсіріледі.

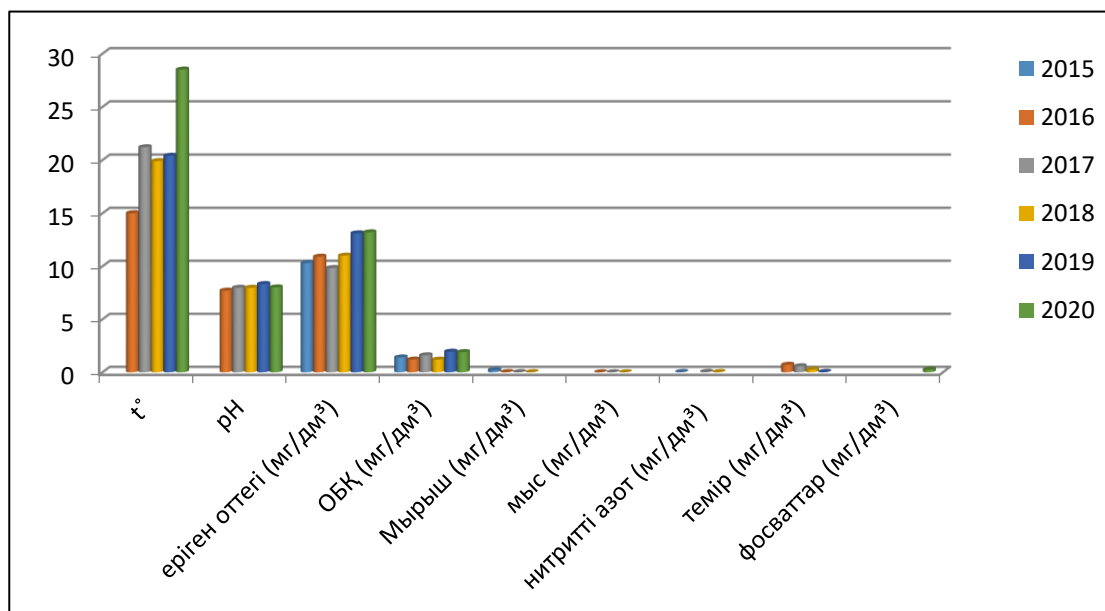
Өңірдің негізгі өзендері — Қаратал, Ақсу және Лепсі, олардың ішінде ең ірісі және ең маңыздысы — Қаратал өзені.

Қаратал — оңтүстік Балқаш маңындағы көлемі мен су мөлшері бойынша екінші ірі өзен. Ол Жетісу Алатауының солтүстік-батыс беткейлеріндегі Қарой және Шыжы өзендерінің қосылуынан бастау алады. Қоректенуі — қар-мұздық текті, көктемгі тасқын айқын байқалады. Судың белгілі бір бөлігі аңғардың борпылдақ шөгінділеріне сіңеді. Суы тұщы, минералдануы 0,05–0,25 г/л. Минералданудың ең жоғары деңгейі — қыста, ең төмені — жазда байқалады. Су типі — гидрокарбонатты-кальцийлі. Тұз мөлшерінің азаюы ерте көктемде басталып, ең төменгі минералдану маусымда тіркеледі. Бұл өзеннің негізгі қоректену көзі — көктемгі жерүсті ағыны екенін көрсетеді [13].

Шағын өзендер бассейндерінде тиімді су шаруашылығын ұйымдастыру және су ресурстарын оңтайлы басқару үшін су нысандарының жағдайы туралы жүйелендірілген, объективті ақпарат қажет. Бұл міндетті жүзеге асыруда мониторинг жүйесі маңызды орын алады. Мониторинг нәтижелері басқарушылық шешімдер қабылдауға, су сапасын бақылауға, антропогендік әсерді бағалауға және табиғи құбылыстарды болжауға аналитикалық негіз қалыптастырады.

Мониторинг 2015–2020 жылдары жүргізілді. Судағы еріген оттегі мөлшері, рН, минералдану деңгейі анықталды. 2015–2020 жылдардағы гидрохимиялық көрсеткіштер, биогендік элементтердің шоғырлануы және ластану деңгейлері талданды. Қаратал өзенінің гидрохимиялық құрамының уақыт бойынша өзгеруі және оған әсер ететін табиғи және антропогендік факторлар қарастырылды. 2015 жылғы мәліметтер бойынша: рН = 7,6, минералдануы = 154 мг/дм³ жалпы қаттылығы = 1,6 мг-экв/дм³.

2015-2020 жылдар аралығында Қаратал өзені бойынша өзен суының негізгі гидрохимиялық көрсеткіштерінің өзгеру динамикасы [14].



Талдықорған қаласынан жоғары бөлікте нитритті азот (1,4 ШРК) және марганец (2,0 ШРК) бойынша нормадан асу байқалды. Су ластану индексі (СЛКИ) = 1,7, су сапасы — «орташа ластанған».

Үштөбе елді мекені маңында марганецтің шамадан тыс мөлшері (1,7 ШРК) тіркелді, СЛКИ = 1,7. Су сапасы — «орташа ластанған» [14].

2016 жылғы мәліметтерге сәйкес, Қаратал өзеніндегі су температурасы 10,6–15,0 °С аралығында болды, сутектік көрсеткіші (рН) 7,7 деңгейінде, суда еріген оттегінің концентрациясы 10,9 мг/дм³, ал бес тәуліктік биохимиялық оттегі тұтынуы (ОБТ₅) 1,2 мг/дм³ шамасында анықталды. Биогендік заттар тобына жататын кейбір компоненттер бойынша шекті жол берілетін концентрацияның (ШРК) асуы тіркелді: жалпы темір — 7,1 ШРК, аммоний тұзы — 1,3 ШРК. Ауыр металдар бойынша да нормадан асу байқалды: мыс — 2,6 ШРК, марганец — 1,6 ШРК.

Талдықорған қаласы маңындағы бақылау орнында фосфаттардың орташа концентрациясы 0,311 мг/дм³, жалпы темір — 0,21 мг/дм³, оттегінің химиялық тұтынуы (ОХТ) — 16,2 мг/дм³ болды. Фосфаттар, ОХТ және жалпы темірдің концентрациялары фондық мәндерден аспаған.

Текелі қаласы маңындағы бақылау нүктесінде фосфаттардың мөлшері 0,245 мг/дм³, ОХТ 16,4 мг/дм³ құрады.

Үштөбе елді-мекені маңындағы бақылау нүктесінде аммоний-ионының мөлшері 0,52 мг/дм³ болып, фондық көрсеткіштерден жоғары екені анықталды. Су сапасы 3-классқа жатады.

Қаратал өзенінің бойында су температурасы 0–28,5 °С аралығында, сутектік көрсеткіш — 6,95–8,0, суда еріген оттегінің концентрациясы — 7,6–13,2 мг/дм³, ОБТ₅ — 0,5–1,9 мг/дм³, түсі — 5–7 мәндері аралығында, ал иісі барлық бақылау нүктелерінде 0 балл деңгейінде болды. Өзен суындағы негізгі иондар — гидрокарбонат (НСО₃⁻) және кальций

(Ca²⁺). Алекин жіктелуі бойынша су типі ССаII болып анықталды. Су сапасы 2-классқа жатады.

2015–2020 жылдар аралығындағы гидрохимиялық сипаттамаларға талдау жүргізу нәтижесінде су температурасының, рН көрсеткішінің, ОБТ және суда еріген оттегі мөлшерінің 2015 жылмен салыстырғанда 2020 жылы айтарлықтай артқаны байқалады. 2016 жылы су температурасының ең жоғарғы мәні 15 °С болса, кейінгі жылдары ол 28 °С-қа дейін көтерілген. рН көрсеткіші 2016 жылғы 7,7 деңгейінен 2019 жылы 8,32 мәніне дейін өскен. ШРК асуы ауыр металдар (мыс, мырыш, темір) және биогендік заттар (нитритті азот, аммоний тұзы) бойынша байқалды. 2015–2020 жылдар арасындағы кезеңде Қаратал өзені сулары орташа ластану деңгейіндегі су санатына жатқызылды.

Жүргізілген тәжірибе нәтижелері бойынша, қалдық сақтау қоймасының Қаратал өзеніндегі кальций мен магний тұздарының құрамына айтарлықтай әсер етпейтіні анықталды. Қаратал өзені бассейніндегі өндірістік әлеуеттің дамуына қолайлы табиғи-климаттық жағдай және пайдалы қазбалардың мол қоры себеп болды.

Өзен суының сапасы ауыл шаруашылығы өнімдерінің сапасына, өсімдіктер мен жануарлардың тыныс-тіршілігіне, сондай-ақ халық денсаулығына тікелей әсер етеді. Су сапасына әсер ететін негізгі антропогендік факторлар — өнеркәсіптік және ауыл шаруашылығы кәсіпорындары.

Әдеби деректерді талдау нәтижесінде гидрокарбонаттар, сульфаттар, кальций және магний хлоридтері сияқты қосылыстардың қалдық сақтау қоймасынан шығатын беткі суларға әсерін бағалайтын кешенді және жүйелі зерттеулер жүргізілмегені анықталды.

Қаратал өзені бассейніндегі қазіргі жағдай беткі ағынды сулардың технологиялық, шаруашылық-тұрмыстық және суармалы егіншілік қажеттеріне байланысты қайтарымсыз алынуының ұлғаюымен сипатталады. Егер бұл үрдіс қалпына келтіру шараларынсыз жалғаса берсе, жақын болашақта Қаратал өзенінің су деңгейінің төмендеуі мүмкін.

Зерттелетін аумақта су ресурстарының жыл сайын азаюы табиғатты ұтымды пайдалану мәселелерін күрделендіреді. Климаттың одан әрі өзгеруі дельтадағы көлдердің тартылуына және олардың тұздылығының артуына әкелуі ықтимал.

Өзеннің жайылма бөлігіндегі негізгі ластанушылар — өнеркәсіп нысандары, елді мекендердің коммуналды-тұрмыстық шаруашылықтары және суармалы ауыл шаруашылығы. Соның салдарынан бассейннің көптеген өзендерінің гидрологиялық режимі балық шаруашылығы, рекреация және ауыз суға қойылатын санитарлық талаптарға сәйкес келмейді. Ластанған ағынды сулар Қаратал өзенінің дельтасының экологиялық жағдайын нашарлатады. Елді мекендерден жыл сайын су айдындарына 129,5 мың т/жыл қалқымалы заттар, 4,9 мың т/жыл ОБТ, 1,5 мың т/жыл мұнай өнімдері түседі. Соңғы жылдары суармалы жерлердің азаюы, мал шаруашылығы мен өнеркәсіптің төмендеуі және жалпы су тұтынудың қысқаруы нәтижесінде қайтарымды сулар көлемі бірнеше есе азайып, су көздерінің ластануы да төмендеген.

Қорытынды. Өңірдегі өнеркәсіптің дамуы қолда бар әлеуетті неғұрлым тиімді және толық пайдалануды талап етеді. Болашақтағы басым бағыттардың бірі — ауыл шаруашылығы шикізатын терең өңдеу арқылы ұзақ мерзімге сақталатын дайын өнім өндіру. Техникалық жаңғырту, кеңейту және қайта құру нәтижесінде ұн, сүт өнімдері, қант өндірісінің көлемін арттыру көзделуде. Машина жасау саласында аккумулятор өндірісін ұлғайту, жаңа технологиялық өнім түрлерін шығару және теміржол көлігіне арналған қосалқы бөлшектерді өндіру жоспарлануда.

Осылайша, техногендік ластану деңгейі өндіріс технологиясына тікелей байланысты. Қоршаған ортаның ластану дәрежесі мен оның деградациясы ластанушы көздердің қуатына, тазарту құрылыстарының тиімділігіне, олардың әсер ету аймағына және табиғатты қорғау шараларының экономикалық тиімділігіне тәуелді.

Литература:

1. Фашевский Б.В. Экологическое обоснование допустимой степени ре-гулирования речного стока. — Минск: БелНИИИТИ, 1989. — 186 с.

2. Бурлибаев М.Ж. Теоретические основы устойчивости экосистем трансзональных рек Казахстана. – Алматы: Канагат, 2007. – 516 с.
3. Маркин В.Н. Определение экологически допустимого воздействия на малые реки // Мелиорация и водное хозяйство. – 2005. – №4. – С. 8-11.
4. Комплексное использование водных ресурсов и охрана природы / Под ред. В.В. Шабанова. – М.: Колос, 1990. – 360 с.
5. Мустафаев Ж.С., Мустафаева Л.Ж. Методологические основы микро-экологической эффективности использования водно-земельных ресурсов // Повышение эффективности системы сельскохозяйственно-го водопользования: Матер. Республ. научно-практической конференции, Алматы. – С. 198-204.
6. Мустафаев Ж.С., Мустафаева Л.Ж., Койбагаров К.Б., Мустафаев К.Ж. Методология оценки эколого-экономической эффективности природо-обустройства агроландшафтов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – Барнаул, 2007. – №6(32). – С. 24-28. 168
7. Мустафаев К.Ж. Методологические основы экологической оценки емкости природных систем. – Тараз, 2014. – 316 с.
8. Методические рекомендации по комплексной оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям /под общей редакцией академика РАВН, д.т.н., профессора М.Ж. Бурлибаева. – Астана, 2012. – 84 с.
9. Бурлибаев М.Ж., Амиргалиев Н.А., Шенбергер И.В., Скольский В.А., Бурлибаева Д.М., Уваров Д.В., Смирнова Д.А., Ефименко А.В., Милуков Д.Ю. Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана. – Алматы, 2017. – том I. – 744 с.
10. Абдулин А.А. Геология и минеральные ресурсы Казахстана / НАН РК, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева. – Алма-Ата: Ғылым, 1997. – 397 с.
11. Ахмедсафин У.М., Джабасов М.Х. и др. Подземные воды Южного Прибалхашья. – Алма-Ата: Наука, 1980. – 128 с.
12. Ибрагимова М.А. Физико-химическая характеристика воды рек бассейна оз. Балхаш: автореф. дис. канд. хим. наук: 02.00.11. – Алма-Ата, 1969. – 23 с.
13. Бурлибаев М.Ж., Муртазин Е.Ж., Исаков Н.А. Биогенные вещества в основных водотоках Казахстана. – Алматы: Изд-во «Канагат», 2003. – 723 с
14. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды бассейна озера Балхаш. – Алматы, 2010. – Вып. 4(15). – 50 с
15. Гидрологические и водохозяйственные аспекты Или-Балхашской проблемы / под ред. А.А. Соколова. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 300 с.
16. Отчет по Талдыкорганскому району (г. Текели) // Фонды Талдыкорганского облкомэкологии и биоресурсов. – Талды-Корган, 2005. – 147 с.

ГЕОСАЯСИ ӨЗГЕРІСТЕР ЖӘНЕ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ҚАУІПСІЗДІК ЗЕРТТЕУЛЕРІ

¹Мылқайдаров А.Т., ²Толеков З.А.

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан, mylkaydarov@mail.ru

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан, tolekov.zangar04@gmail.com

Аңдатпа. Бұл баяндамада қазіргі халықаралық қатынастар жүйесіндегі геосаяси өзгерістер мен олардың қауіпсіздік зерттеулері саласына әсері ғылыми тұрғыда талданады. Жұмыста қырғи-қабақ соғыстан кейінгі бірполярлық тәртіптен көпполярлық құрылымға өтудің ерекшеліктері, жаһандану мен фрагментацияның қатар жүруі, цифрландыру мен ақпараттық кеңістіктің рөлі қарастырылады. Қауіпсіздік ұғымының эволюциясы дәстүрлі әскери-мемлекеттік түсініктен Копенгаген мектебі ұсынған кеңейтілген қауіпсіздік және БҰҰ тұжырымдаған адам қауіпсіздігі концепциясына дейінгі кезеңде салыстырмалы талдау негізінде сипатталады.

Баяндамада кестелер мен диаграммалар арқылы геосаяси үрдістердің негізгі бағыттары, қауіпсіздік түсінігінің өзгеруі және әскери, экономикалық, кибер, климаттық-денсаулық қауіптерінің салыстырмалы маңыздылығы көрнекі түрде көрсетілген. Зерттеу нәтижелері қазіргі қауіпсіздік архитектурасының көпөлшемді, көпдеңгейлі және өзара тәуелді сипат алға шыққанын, ал шағын және орта мемлекеттер үшін (соның ішінде Қазақстан үшін) көпвекторлы, адамға бағытталған және төзімділікке негізделген қауіпсіздік стратегиясының өзектілігін айқындайды.

Түйінді сөздер: геосаясат, қауіпсіздік зерттеулері, көпполярлық, адам қауіпсіздігі, Копенгаген мектебі, гибридік қауіптер, киберқауіпсіздік, ұлттық және аймақтық қауіпсіздік.

Аннотация. В данной работе проводится научный анализ современных геополитических изменений и их влияния на сферу исследований безопасности. Рассматриваются переход от биполярного порядка времён «холодной войны» к более многополярной структуре международной системы, параллельное развитие процессов глобализации и фрагментации, а также усиливающаяся роль цифровизации и информационного пространства. Эволюция понятия безопасности описывается на основе сравнительного анализа: от традиционного военно-государственного подхода к расширенной концепции безопасности Копенгагенской школы и к гуманитарно ориентированной концепции человеческой безопасности, предложенной ООН.

С помощью таблиц и диаграмм наглядно показаны ключевые геополитические тренды, изменение понимания безопасности и сравнительная значимость различных типов угроз (военных, экономических, кибернетических, климатических и связанных с общественным здоровьем). Полученные результаты демонстрируют, что современная архитектура безопасности носит многомерный, многоуровневый и взаимозависимый характер. Для малых и средних государств (включая Казахстан) особую актуальность приобретают многовекторная внешняя политика, ориентированная на человека безопасность и стратегии повышения устойчивости к гибридным и киберугрозам.

Ключевые слова: геополитика, исследования безопасности, многополярность, человеческая безопасность, Копенгагенская школа, гибридные угрозы, кибербезопасность, национальная и региональная безопасность.

Кіріспе

XX ғасырдың соңы мен XXI ғасырдың басы халықаралық қатынастар жүйесінде терең геосаяси өзгерістерге алып келді: қырғи-қабақ соғыстың аяқталуы, АҚШ-тың уақытша

«бірполярлы үстемдігі», Қытайдың көтерілуі, Ресейдің қайта белсенділенуі, жаһандық Оңтүстіктің саяси салмағының өсуі, сондай-ақ киберкеңістік, климат пен денсаулық сияқты жаңа өлшемдердің алға шығуы. Бұл өзгерістер қауіпсіздік зерттеулерінің күн тәртібін де түбегейлі кеңейтіп, классикалық әскери-стратегиялық түсініктермен шектелмейтін, көпөлшемді ғылыми салаға айналдырды [1].

Геосаяси өзгерістердің негізгі үрдістері

Биполярлықтан көпполярлыққа өтудің логикасы

Қырғи-қабақ соғыс кезеңінде жаһандық жүйе екі блогқа – АҚШ пен КСРО төңірегіндегі биполярлық тәртіпке негізделді. 1991 жылдан кейін қысқа уақытқа АҚШ-тың әскери, экономикалық және идеологиялық үстемдігіне сүйенген «бірполярлы сәт» туралы дискуссиялар үстем болды. Алайда ХХІ ғасырда Қытай, Үндістан, аймақтық одақтар (ЕО, АСЕАН, Африка Одағы) күшейіп, халықаралық жүйе көпполярлық сипатқа жақындай түсті [2,3].

Бұл өзгеріс қауіпсіздік архитектурасына бірнеше тұрғыдан әсер етті:

Үлкен державалар бәсекесі қайтадан күн тәртібіне шықты (АҚШ–Қытай, НАТО–Ресей бәсекесі);

Аймақтық қақтығыстардың (Шығыс Еуропа, Таяу Шығыс, Үнді–Тынық мұхиты) жаһандық салдары күшейді;

Көпвекторлы сыртқы саясат (мысалы, Орталық Азия елдері үшін) аман қалу мен даму стратегиясының маңызды құралына айналды.

1.2. Жаһандану, фрагментация және билік табиғатының өзгеруі

Геосаяси өзгерістер тек картаның «қайта сызығуымен» шектелмейді. Билік пен ықпал құралдарының өзі трансформацияға ұшырады:

Экономикалық өзара тәуелділік артқанымен, сауда соғыстары, санкциялар мен технологиялық блоктар жаңа экономикалық қауіпсіздік өлшемін тудырды [3];

Ақпараттық және цифрлық кеңістік үстемдік пен ықпал үшін басты алаңға айналды – пропаганда, дезинформация, кибершабуылдар арқылы жүргізілетін гибридік қақтығыстар күшейді [3,5];

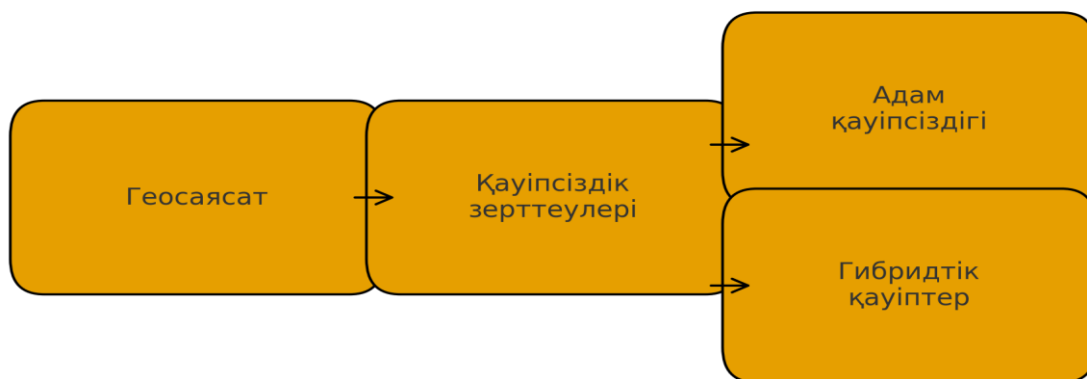
Мемлекетпен қатар халықаралық ұйымдар, трансұлттық корпорациялар, ҰЕҰ, радикалды ұйымдар да қауіпсіздік динамикасының маңызды акторына айналды. [4]

Сондықтан қазіргі геосаясат тек географиялық кеңістіктің бақылауы емес, сонымен бірге технологиялық, ақпараттық және символикалық кеңістікті басқару мәселесін де қамтиды.

1-кесте – Геосаяси өзгерістердің негізгі үрдістері және олардың қауіпсіздікке әсері

<i>Үрдіс</i>	<i>Қысқаша сипаттамасы</i>	<i>Қауіпсіздікке ықпалы</i>
Көпполярлыққа өту	Жаңа державалардың көтерілуі және күштің қайта бөлінуі	Одақтар мен қарсы тұру желілерінің күрделенуі, аймақтық қақтығыстардың салмағы артады
Жаһандану және фрагментация	Экономикалық өзара тәуелділік пен ұлттық протекционизмнің қатар жүруі	Сауда соғыстары, санкциялар, жеткізу тізбектеріндегі тәуекелдер күшейеді
Цифрландыру және ақпараттық төңкеріс	Интернет пен әлеуметтік желілердің саяси және әлеуметтік өмірге енуі	Киберқауіпсіздік, дезинформация және ақпараттық соғыстар басты қауіпке айналады
Аймақтық ұйымдардың өсуі	ЕО, АСЕАН, Африка Одағы, ЕАЭО сияқты құрылымдардың нығаюы	Аймақтық қауіпсіздік архитектурасы қалыптасады, шағын мемлекеттер үшін жаңа мүмкіндіктер туады

1-кестеде геосаясаттағы төрт басты үрдісті (көпполярлық, жаһандану-фрагментация, цифрландыру, аймақтық ұйымдардың өсуі) және олардың қауіпсіздікке тікелей ықпалын жүйелейді. Кестеден көрінетіні – қауіпсіздік енді тек әскери күш теңгерімімен емес, сауда-санкция, жеткізу тізбектері, ақпараттық кеңістік, аймақтық интеграция сияқты факторлармен де анықталады. Әсіресе цифрландыру мен ақпараттық төңкеріс киберқауіпсіздік пен ақпараттық соғыстарды жаңа басым бағыт ретінде алға шығарады. Жалпы алғанда, кесте қазіргі қауіпсіздік ландшафтының көпқырлы әрі өзара байланысты екенін көрсетеді.



1-сурет – Геосаясат, қауіпсіздік зерттеулері және жаңа қауіпсіздік өлшемдерінің өзара байланысы

1-суретте геосаясат → қауіпсіздік зерттеулері → адам қауіпсіздігі мен гибридік қауіптер арасындағы логикалық байланыс схемалық түрде бейнеленген. Геосаяси үдерістер қауіпсіздік туралы теориялық ойлауға ықпал етіп, нәтижесінде қауіпсіздік зерттеулері жаңа бағыттарды (адам қауіпсіздігі, гибридік соғыс, киберқауіпсіздік) қамтитын кеңейтілген салаға айналғаны көрсетіледі. Диаграммада қауіпсіздік зерттеулері аралық буын ретінде беріліп, геосаяси өзгерістердің ғылыми талдау арқылы жаңа қауіпсіздік өлшемдеріне «аударылатыны» көрінеді. Бұл схема жұмыстың теориялық қисынын, бөлімдердің өзара байланысын көрнекі түрде түсіндіруге көмектеседі.

2. Қауіпсіздік зерттеулерінің эволюциясы

2.1. Дәстүрлі (әскери-мемлекеттік) тәсіл

Қырғи-қабақ соғыс кезеңінде қауіпсіздік зерттеулері көбіне стратегиялық зерттеулерге – ядролық тежеу, күш тепе-теңдігі, одақтық стратегияларға бағытталды. Негізгі сұрақтар: «мемлекеттер соғыстан қалай сақталады?», «ядролық соғыстың алдын қалай алуға болады?» болды. Реалистік мектеп қауіпсіздікті мемлекеттік әскери қуатпен теңестірді [1,3].

2.2. Қауіпсіздікті «кеңейту» және «тереңдету»

1990 жылдардан бастап Б. Бузан, О. Вэвер, Я. де Вильде жетекшілік ететін Копенгаген мектебі қауіпсіздік ұғымын «кеңейту» және «тереңдету» идеясын ұсынды:

қауіпсіздікті тек әскери салада емес, саяси, экономикалық, әлеуметтік, экологиялық секторларда қарастыру;

қорғаудың бірлігі ретінде тек мемлекетті емес, жеке адамды, қоғамды, аймақты қарастыру [4].

Копенгаген мектебінің маңызды концепциясы – «секьюритизация»: қандай да бір мәселені (миграция, терроризм, климат, эпидемия) билік пен элиталар «өмірлік маңызды қауіп» ретінде сөз арқылы құрып, оны әдеттегі саясаттан «ерекше қауіпсіздік режиміне» көтереді [4,5].

Параллель түрде «адам қауіпсіздігі» (human security) концепциясы пайда болды. 1994 жылғы БҰҰ Даму бағдарламасының баяндамасы қауіпсіздікті аумақ емес, адам өмірінің

жеті негізгі саласындағы (экономикалық, азық-түлік, денсаулық, экологиялық, жеке, қауымдық, саяси) қауіпсіздікпен байланыстырады [4,10].

2-кесте – Қауіпсіздік түсінігінің эволюциясы (дәстүрлі, кеңейтілген және адам қауіпсіздігі)

<i>Тәсіл түрі</i>	<i>Басты субъект</i>	<i>Негізгі қауіптер</i>	<i>Негізгі мақсат</i>
Дәстүрлі ұлттық қауіпсіздік	Мемлекет	Әскери шабуыл, аумақтық тұтастыққа қауіп	Мемлекеттік шекараларды және егемендікті қорғау
Кеңейтілген қауіпсіздік (Копенгаген мектебі)	Мемлекет, қоғам, аймақ	Саяси, экономикалық, әлеуметтік, экологиялық қауіптер	Қоғамдық тұрақтылықты және аймақтық қауіпсіздік кешендерін сақтау
Адам қауіпсіздігі	Жеке адам және қауымдастық	Кедейлік, аштық, ауру, зорлық-зомбылық, экологиялық дағдарыстар	Адамның өмір сүру сапасын, бостандығын және құқықтарын қорғау

2-кестеде қауіпсіздік ұғымының үш деңгейдегі эволюциясын салыстырмалы түрде көрсетеді: дәстүрлі ұлттық қауіпсіздік, кеңейтілген (секторлық) қауіпсіздік және адам қауіпсіздігі. Дәстүрлі тәсілде басты субъект – мемлекет, ал мақсат – шекара мен егемендікті қорғау болса, кеңейтілген модельде саяси, экономикалық, экологиялық өлшемдер қосылып, қоғам мен аймақ деңгейі де ескеріледі. Адам қауіпсіздігі тәсілінде орталыққа жеке адам мен қауымдастық қойылып, кедейлік, аштық, ауру, зорлық сияқты қауіптер басты назарға алынады. Осылайша, кесте қауіпсіздіктің әскери-мемлекеттік парадигмадан әлеуметтік-гуманитарлық, адамға бағытталған парадигмаға біртіндеп ығысқанын айқын көрсетеді.

2.3. Қазіргі қауіпсіздік зерттеулері: плюралистік алаң

Қазіргі қауіпсіздік зерттеулері саласы дәстүрлі және сыни тәсілдерден тұратын плюралистік алаңға айналды. Пол Д. Уильямстың «Security Studies: An Introduction» оқу құралы бұл саланың:

реализм, либерализм, конструктивизм сияқты теориялық негіздерін;

ядролық қару, терроризм, азаматтық соғыс сияқты дәстүрлі қауіптерді;

адам қауіпсіздігі, гендер және қауіпсіздік, экологиялық қауіпсіздік, киберқауіпсіздік сияқты жаңа бағыттарды жүйелі түрде талдайды [5].

3. Жаңа қауіптер: гибридтік, кибер және көпөлшемді қауіпсіздік

3.1. Гибридтік қауіптер мен гибридтік соғыс

Қазіргі қақтығыстарда гибридтік соғыс ұғымы кең таралды. Гибридтік соғыс – дәстүрлі әскери күшті кибершабуылдармен, дезинформациямен, экономикалық қысыммен, саяси және дипломатиялық құралдармен бір мезгілде ұштастыру стратегиясы [6,7].

Еуроатлантикалық кеңістікте гибридтік қауіптерге мысал ретінде:

энергия инфрақұрылымына, теңіз асты кабельдеріне диверсия әрекеттері [7,8];

кибершабуылдар мен ақпараттық операциялардың артуы (мысалы, соңғы жылда Ресейге телінген кибершабуылдардың НАТО елдеріне 25%-ға өсуі туралы деректер) келтіріледі [8,9].

Мұндай қауіптер классикалық «соғыс – бейбітшілік» шекарасын бұлдыратып, құқықтық жауап беру механизмдерін қиындатады.

3.2. Киберқауіпсіздік және цифрлық кеңістік

Киберкеңістік қазіргі кезеңде қауіпсіздіктің дербес доменіне айналды. Мемлекеттер, корпорациялар және жеке тұлғалар үшін:

мемлекеттік органдардың, критикалық инфрақұрылымның (энергетика, көлік, банк жүйесі) кибершабуылдарға осалдығы;

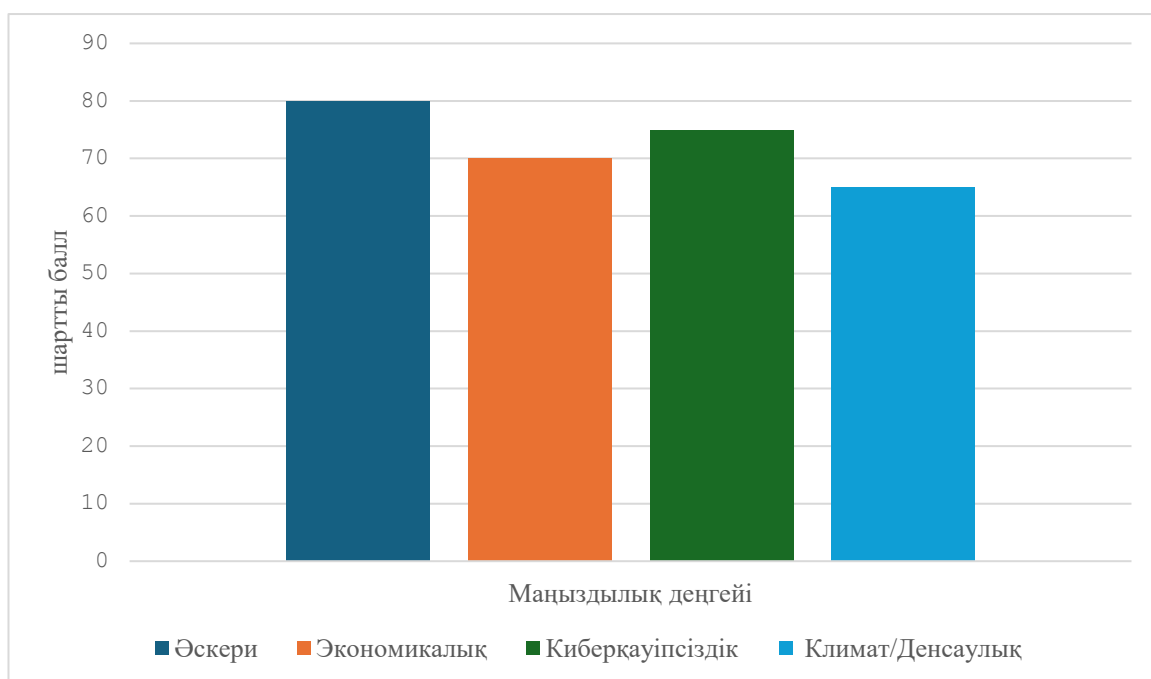
әлеуметтік желілердегі манипуляция, жалған ақпараттың саяси процестерге ықпалы;

цифрлық тәуелсіздік пен деректер қауіпсіздігі қауіпсіздіктің негізгі мәселелеріне айналды [5,8]

3.3. Климат, пандемия және адам қауіпсіздігі

Климаттың өзгеруі, табиғи апаттар, пандемиялар дәстүрлі «ұлттық қауіпсіздік» шеңберінен шығып, ғаламдық және адам қауіпсіздігі категорияларында қарастырылуда. COVID-19 пандемиясы денсаулық қауіпсіздігі мен жаппай дағдарыс жағдайларына дайындықтың стратегиялық маңызын көрсетті. Қазіргі қауіпсіздік әдебиеттері климат пен денсаулықты «қауіпсіздіктің көбейткіштері» (threat multipliers) ретінде сипаттайды [5,9].

Осыған байланысты қауіпсіздік стратегиялары классикалық әскери компоненттен бөлек, төтенше жағдайларға дайындық, төзімді инфрақұрылым, әлеуметтік қорғау жүйелері және халықаралық ынтымақтастық сияқты бағыттарды да қамтуы тиіс.



2-сурет – Қауіп түрлерінің шартты маңыздылығы

2-суретте әскери, экономикалық, кибер және климат/денсаулық қауіптерінің шартты маңыздылық деңгейлері салыстырмалы түрде көрсетілген. Диаграммада әскери қауіп ең жоғары балға ие болғанымен, экономикалық, кибер және климат-денсаулық қауіптерінің айырмашылығы аса үлкен емес, яғни олардың да стратегиялық маңызы артып келе жатқанын аңғартады. Бұл қазіргі кезеңде қауіпсіздік күн тәртібінің тек әскери салаға емес, экономикалық тұрақтылыққа, цифрлық инфрақұрылымға және қоғамдық денсаулыққа да бірдей тәуелді екенін білдіреді. Диаграмма жұмыста «қауіптердің көпөлшемділігі» туралы тезисті визуалды түрде нақтылап береді.

4. Геосаяси өзгерістер мен қауіпсіздік зерттеулерінің тоғысуы

4.1. Үлкен державалар бәсекесі және аймақтық қауіпсіздік архитектурасы

Көпполярлыққа өтумен бірге аймақтық қауіпсіздік кешендері (Copenhagen School терминологиясы бойынша) ерекше мәнге ие болды. Әрбір аймақта (Еуропа, Таяу Шығыс, Орталық Азия, Үнді–Тынық мұхиты) қауіптер мен акторлар өзіндік конфигурацияға ие, бірақ олар жаһандық деңгейдегі державааралық бәсекемен тығыз байланыста [3,5].

Мысалы, Еуроатлантикалық кеңістікте НАТО мен Ресей арасындағы гибридік бәсеке, алдын ала кибер немесе басқа да «проактивті» шаралар жөніндегі пікірталастар қауіпсіздік зерттеулерінде құқық, этика және тежеу стратегиясы туралы жаңа сұрақтар тудырып отыр [6,7].

4.2. Шағын және орта мемлекеттердің дилеммасы

Геосаяси өзгерістер жағдайында шағын және орта мемлекеттердің қауіпсіздік стратегиясы аса күрделенді. Олар үшін:

көпвекторлы дипломатия – бір державаға тәуелділікті азайту, әртүрлі аймақтық ұйымдарда (экономикалық, әскери, саяси) параллель мүше болу;

экономикалық және инфрақұрылымдық өзара тәуелділік арқылы «қатерді ортақ бөлу»;

адам қауіпсіздігі мен төзімділік (resilience) ұстанымдарын ұлттық стратегияға енгізу маңызды [7,9].

Орталық Азия және соның ішінде Қазақстан үшін Еуразиялық құрлықтың ортасындағы географиялық орны, Ресей мен Қытайға, ЕО нарықтарына жақындығы – бір мезгілде де мүмкіндік, де – қауіптер көзі. Сондықтан ұлттық қауіпсіздік тұжырымдамасында тек әскери емес, экономикалық, энергетикалық, ақпараттық және экологиялық қауіпсіздік те алдыңғы қатарға шығады.

4.3. Сыни тәсілдер және нормативтік өлшем

Қазіргі қауіпсіздік зерттеулеріндегі сыни бағыттар (постколониалдық, феминистік, конструктивистік) «кімнің қауіпсіздігі?», «кімнен қорғаймыз және қандай әдістермен?» деген нормативтік сұрақтарды алға тартады. Көптеген авторлар қауіпсіздік дискурсы кейде демократиялық құқықтарды шектеуге, азшылық топтарды «қауіп көзі» ретінде көрсетуге пайдаланылатынын атап өтеді [5,10].

Сондықтан қазіргі ғылыми әдебиетте қауіпсіздік пен еркіндік, қауіпсіздік пен даму арасындағы теңгерімді табу орталық проблемаға айналған.

Қорытынды

Геосаяси өзгерістер мен қазіргі заманғы қауіпсіздік зерттеулері бір-бірімен тығыз байланысты, динамикалық процесс ретінде қарастырылуы тиіс.

Біріншіден, биполярлықтан көпполярлыққа ауысу, жаңа державалардың көтерілуі және жаһандану-фрагментацияның қатар жүруі қауіпсіздік картасын күрделендірді: қақтығыстар мен қауіптер бір мезгілде жергілікті де, жаһандық та сипатқа ие болды.

Екіншіден, қауіпсіздік зерттеулері классикалық әскери-стратегиялық шеңберден шығып, Копенгаген мектебі мен адам қауіпсіздігі концепциясы негізінде көпөлшемді, көпдеңгейлі салаға айналды. Бұл кеңею қауіпсіздік категориясына климат, денсаулық, киберкеңістік, миграция сияқты жаңа мәселелерді енгізуге мүмкіндік берді [3,5].

Үшіншіден, гибридік соғыс пен киберқауіпсіздік дәуірінде қауіптер «көрінбейтін», «сызығы анық емес» сипат алып, алдын алу, атрибуция және құқықтық жауап беру мәселелерін күрделендірді [8,9].

Төртіншіден, шағын және орта мемлекеттер үшін геосаясат пен қауіпсіздік зерттеулерінің сабақтарын ескере отырып, көпвекторлы, адамға бағытталған, төзімділікке негізделген қауіпсіздік стратегиясын қалыптастыру өзекті.

Осылайша, «геосаяси өзгерістер» – картадағы шекаралардың ауысуы ғана емес, қауіпсіздік туралы ойлау тәсілінің дәстүрлі әскери парадигмадан кешенді, адамға бағытталған және көпөлшемді парадигмаға ауысуы болып табылады.

Әдебиеттер:

1. Buzan, B., Wæver, O., & de Wilde, J. (1998). *Security: A New Framework for Analysis*. Boulder, CO: Lynne Rienner.
2. Buzan, B., & Hansen, L. (2009). *The Evolution of International Security Studies*. Cambridge: Cambridge University Press.
3. Dalby, S. (2000). *Geopolitical Change and Contemporary Security Studies*. Working Paper No. 30, University of Victoria.

4. UNDP (United Nations Development Programme). (1994). *Human Development Report 1994: New Dimensions of Human Security*. New York: Oxford University Press.
5. Williams, P. D., & McDonald, M. (eds.). (2023). *Security Studies: An Introduction* (4th ed.). London: Routledge.
6. Rahmati, R. (2025). "Hybrid Warfare in Contemporary Conflicts: Examining the Multidimensional Threats to International Security." *Journal of International and Strategic Studies*.
7. Hybrid CoE (European Centre of Excellence for Countering Hybrid Threats). "Hybrid threats as a phenomenon." Policy note.
8. Sia Partners. (2024). "Hybrid Warfare: How Cyber Warfare is Transforming International Relations." Аналитикалық есеп.
9. Multidimensional Challenges for National and International Security in the Context of Hybrid Threats. *Security and Defence Quarterly*.
10. UN Human Security Unit. "UN Approach to Human Security." Онлайн-ресурс.

МАЗМҰНЫ/СОДЕРЖАНИЕ/CONTENT

Алғысөз.....	6
Предисловие	7
Preface	8

ОРТАЛЫҚ АЗИЯДАҒЫ БИОАЛУАНТҮРЛІЛІКТІ САҚТАУ ЖӘНЕ ТҰРАҚТЫ ДАМУ СЕКЦИЯСЫ СЕКЦИЯ СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ BIODIVERSITY CONSERVATION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN CENTRAL ASIA SECTION

А.К. Жанбырбаева

Патогендік факторлардың әсерінен сазан бауырының морфологиялық өзгерістері.....	10
---	----

М. Kurambaeva, Sh. Murodov

Деградация биоразнообразия и экологическая безопасность Центральной Азии в условиях климатических изменений.....	17
--	----

А.Ж. Хамитов, Г.А. Садырова, С.Т.Қалдыбаева

Влияние урбанизированной экосистемы на развитие личинок земноводных: обзор исследований.....	25
--	----

Г.Д. Беркинбаев, Н.А. Яковлева, Е.К. Садвакасов, Т.А. Базарбаева, Ю.С. Борисова

Выборочная оценка состояния зеленых насаждений города Кентау как важное условие обеспечения биоразнообразия и устойчивого развития территории.....	38
--	----

Ж.К.Тұхфатов А.Ж. Мустафина, М. Джексенов, М.М Абдибаттаева, Е.С. Нуров

Каспий теңізінің қазақстандық бөлігінің биологиялық алуантүрлігі, қалыптасқан проблемалары және шешілу жолдары.....	47
---	----

ЕРЕКШЕ ҚОРҒАЛАТЫН ТАБИҒИ АУМАҚТАРДЫҢ РӨЛІ СЕКЦИЯСЫ СЕКЦИЯ РОЛЬ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ THE ROLE OF PROTECTED NATURAL AREAS SECTION

Р.Х. Кадырбеков, А.М. Тлеппаева, Б.В. Златанов, С.В. Тимов

Итоги изучения энтомофауны (Arthropoda, Insecta) в Западном Казахстане.....	63
---	----

Т.Р. Рысбеков, Ж.К. Алимсеитова, С.Р. Турганалиев

Современные проблемы и подходы в оценке биоразнообразия Казахстана.....	73
---	----

<i>Ш.Н. Дурмекбаева, Г. Өнерхан, С.К. Мемешов, Г.Т. Кыздарбекова, О.Н. Бабенко, Е. Жумай</i> Қазақстан Ұлттық парктөріндегі флоралық биоалуантүрліліктің қазіргі жағдайы.....	83
--	----

Ahlam Al-Nahari

Threats to biodiversity in Yemen's natural reserves.....	95
--	----

Н.В. Терлеука, Р.А. Мұсағалиева, О.А. Зубова

Анатомические и фитохимические особенности, определяющие стрессоустойчивость вида <i>Haloxylon persicum</i>	105
---	-----

Н.Т. Байзакова

Роль особо охраняемых природных территорий в сохранении биоразнообразия: сравнительный анализ Казахстана, США и Евросоюза.....	111
--	-----

Ж.Е.Дәрібаев, А.Н. Құтжан, Д.Б. Жабықбай

«КНАУФ гипс Капшағай» ЖШС-І кәсіпорнының атмосфералық ауаға әсері мен биоалуантүрлілігін бағалау.....	120
---	-----

Т.А Сунатаев, У.Ж Жамынчиев, К.У Кулназарова, А.А Асанова

Влияние существующих особо охраняемых природных территорий на сохранение биоразнообразия в центральной части Чуйской области.....130

**БИОАЛУАНТҮРЛІК ПЕН ЭКОТУРИЗМДІ МОНИТОРИНГІНДЕ ГАЖ ЖӘНЕ
ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ СЕКЦИЯСЫ
СЕКЦИЯ ПРИМЕНЕНИЕ ГИС И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В МОНИТОРИНГЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ЭКОТУРИЗМА
APPLICATION OF GIS AND DIGITAL TECHNOLOGIES IN BIODIVERSITY
AND ECOTOURISM MONITORING SECTION**

А.С.Тергеусизова А.С., Н.Д.Бекен

Актуальные технологии анализа и картографирования содержания почв: обзор методов и инструментов.....140

Н.К. Джексенбаев, Ә.К. Молдабаева

Биоәртүрлілік мониторингінде акпараттық - коммуникациялық технологиялардың қолданылуы: орталық Азия мысалында.....149

А.А. Иващенко, М.С. Рамазанова, А.Д. Толенова

Дикорастущие ирисы и тюльпаны Южного Казахстана - объекты экологического туризма.....156

Н.К. Джексенбаев, А.Ғ. Махамбетова

Экотуризмдегі еңбек қауіпсіздігі – тұрақты туризм дамуының негізі.....166

**ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БІЛІМ ЖӘНЕ АҒАРТУ БИОЛОГИЯЛЫҚ ӘРТҮРЛІЛІКТІ
ЖӘНЕ ЭКОЖҮЙЕ ҚЫЗМЕТТЕРІН САҚТАУ ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕ СЕКЦИЯСЫ
СЕКЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОСВЕЩЕНИЕ КАК
ИНСТРУМЕНТ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ЭКОСИСТЕМНЫХ
УСЛУГ**

**ENVIRONMENTAL EDUCATION AND AWARENESS AS A TOOL FOR
BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES CONSERVATION SECTION**

М.Б. Курамбаева, Ж.Тулаев, Ш.О. Мурадов

Полосатая гиена (*Hyena hyenas*) объект ареала ЦА для устойчивости сохранения биоразнообразия.....174

Д. Ходжибаев, З.А. Разыков, М. Э. Назарова, И. А. Мамадов

Экологическое образование и молодежные инициативы как инструмент сохранения биоразнообразия: опыт экоклуба ГМИТ и YGRE.....180

Г.З. Бижанова М.М. Абдибаттаева, Л.С. Курбанова, Е.О. Досжанов, Г.М. Минжанова

Роль промышленных предприятий в сохранении экосистемных услуг: переход к зеленым технологиям очистки сточных вод.....187

З.Қ.Бестен, Т.С.Кертешев

Жамбыл облысы Ақкөл орман шаруашылығы мекемесінің орман қорының үдерісін талдау.....198

Абдуллаев Ж. С.

Учёт малого тушканчика *ALLACTAGA ELATER* в аридных биотопах Алакольской котловины методом «при свете фар автомобилем».....206

Г.Ш. Эркимбаева, А.А. Мамбеталиева, Ж. Абаскызы

Загрязнение твёрдо - бытовыми отходами и экологическое состояние окружающей среды города Бишкек.....210

**БАТЫС ҚАЗАҚСТАН Өңірінің жасыл өсу контексіндегі
ТАБИҒИ -ШАРУАШЫЛЫҚ ЖӘНЕ ӘЛЕУМЕТТІК -ЭКОНОМИКАЛЫҚ
ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ТҮРАҚТЫ ДАМУЫ СЕКЦИЯСЫ
СЕКЦИЯ УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ И
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОГО
РЕГИОНА В КОНТЕКСТЕ ЗЕЛЕННОГО РОСТА
SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF NATURAL, ECONOMIC, SOCIO-ECONOMIC
SYSTEMS OF THE WESTERN KAZAKHSTAN REGION IN THE CONTEXT OF
GREEN GROWTH SECTION**

А.С.Саханова, Г.О.Оракова, А.С.Нысанбаева

Қазақстанда оңтүстік циклондардың шығу жиілігі мен қауіпті құбылыстардың қайталанушылығын бағалау.....219

А.В. Чередниченко, Алексей В. Чередниченко, В.С. Чередниченко, А.С.Нысанбаева

Оценка изменений климатического потенциала Западно-Казахстанского региона в контексте устойчивого развития.....226

М.С.Хакимов, С.А.Аскаров, Г.Д.Беркинбаев

Проблема захоронений полихлорированных дифенилов в Казахстане: текущее состояние и международный опыт решения.....239

С.А.Даулбаева Г.Д.Беркинбаев, Г.В.Федоров

Загрязнении пищевых продуктов в регионах экологического неблагополучия.....249

Т.А. Базарбаева, Г.Е. Садвакасова

Қаратал өзенінің су сапасын бағалау: гидрохимиялық көрсеткіштердің өзгерісі және антропогендік әсер.....254

Мылқайдаров А.Т., Толеков З.А.

Геосаяси өзгерістер және қазіргі заманғы қауіпсіздік зерттеулері.....260

Ғылыми басылым

«ОРТАЛЫҚ АЗИЯДАҒЫ
БИОАЛУАНТҮРЛІЛІКТІ САҚТАУДЫҢ МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН БОЛАШАҒЫ»
атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция материалдары
Алматы, 6-8 қараша 2025

Жинақ авторлардың редакциялауымен жарыққа шықты

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті «Қазақ университеті»
050040, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71.