







О.Ә. Әліпбеки¹ , Р.Т. Бексейтова¹ , Ч.А. Аліпбекова¹ ,
Р.Т. Турекелдиева² , Е.С. Сарыбаев¹ , М.М. Әлімбай^{1*} 

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

²Таразский университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан

*e-mail: mederkul95@mail.ru

ДЕГРАДАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

Изучение деградации земель и свойств почвенного покрова за последние несколько десятков лет являются одним из важнейших направлений исследований и носят как научный, так и прикладной характер. Особенно актуальна эта проблема для Казахстана, значительная часть земель которого расположена в субаридной и аридной зонах. Основными прямыми индикаторами деградации земель, вызванной воздействием усиливающихся аридности климата и антропогенной деятельности, являются внешние особенности рельефа и растительного покрова земной поверхности, и, протекающие на ней экзодинамические процессы, доступные непосредственному наблюдению. Наиболее ярко процессы опустынивания и разрушения земель наблюдаются на территориях активного освоения углеводородного и горнорудного освоения – Западного и Центрального Казахстана. В данной работе приведены результаты исследований деградации земель и трансформации (опустынивания) окружающей среды западного региона (Мангыстауской и Атырауской областях) Казахстана за 2012–2024 гг., проведенные коллективом Института географии и водной безопасности РК и научной группой факультета географии и природопользования КазНУ имени аль-Фараби. Методологической основой работы послужили маршрутно-полевые исследования, анализ библиографических и фондовых источников, картографический анализ, социальный опрос и графический метод.

Ключевые слова: деградация земель, опустынивание, почвенный покров, климатические изменения, землепользование.

О. Alipbeki¹, R. Bexeitova¹, Ch. Alipbekova¹,
R. Turekeldiyeva², E. Sarybaev¹, M. Alimbay^{1*}

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²Taraz University named after M.Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan

*e-mail: mederkul95@mail.ru

Land degradation in Western Kazakhstan

The study of land degradation and soil cover properties over the last few decades is one of the most important areas of research and has both scientific and applied character. This problem is especially relevant for Kazakhstan, a significant part of which is located in sub-arid and arid zones. The main direct indicators of land degradation caused by the impact of increasing climate aridity and anthropogenic activity are external features of relief and vegetation cover of the earth surface, and exodynamic processes occurring on it, available for direct observation. The most pronounced processes of desertification and land destruction are observed in the territories of active hydrocarbon and mining development – Western and Central Kazakhstan. This paper presents the results of studies of land degradation and transformation (desertification) of the environment of the western region (Mangystau and Atyrau regions) of Kazakhstan for 2012-2024, conducted by the team of the Institute of Geography and Water Security of the Republic of Kazakhstan and the scientific team of the Faculty of Geography and Nature Management of KazNU named after Al-Farabi. The methodological basis of the work was route-field research, analysis of bibliographic and stock sources, cartographic analysis, social survey and graphical method.

Keywords: land degradation, desertification, soil cover, climatic changes, land use.

О.Ә. Әліпбеки¹, Р.Т. Бексеитова¹, Ч.А. Алипбекова¹,
Р.Т. Түрекелдиева², Е.С. Сарыбаев¹, М.М. Әлімбаев^{1*}

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, ҚАлматы, Қазақстан

²М.Х. Дулати атындағы Тараз университеті, Тараз, Қазақстан

*e-mail: mederkul95@mail.ru

Батыс Қазақстан жерлерінің деградациясы

Соңғы онжылдықтарда жердің деградациясы мен жер жамылғысының қасиеттерін зерттеу ғылыми және қолданбалы маңызға ие өзекті бағыттардың біріне айналды. Әсіресе жер аумағының едәуір бөлігі субаридті және құрғақ аймақтарды қамтитын Қазақстан үшін бұл мәселе ерекше өзекті. Климаттық өзгерістер мен антропогендік ықпалдың әсерінен туындаған жердің деградациясының басты көрсеткіштері жер бедерінің өзгеруі, өсімдік жамылғысының құрылымдық ерекшеліктері және экзодинамикалық процестердің айқын көріністері болып табылады. Шөлейттену және жердің тозуы сияқты процестер Батыс және Орталық Қазақстанның көмірсутек және тау-кен өнеркәсібі қарқынды игерілетін аймақтарында ерекше байқалады. Осы жұмыста ҚР География және су қауіпсіздігі институты мен Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ География және табиғатты пайдалану факультетінің ғылыми тобы 2012–2024 жылдар аралығында жүргізген Маңғыстау және Атырау облыстарындағы жер деградациясы мен қоршаған ортаның өзгеруі (шөлейттену) бойынша зерттеу нәтижелері қарастырылған. Зерттеудің әдіснамалық негізіне маршруттық-далалық зерттеулер, библиографиялық және дереккөздерді талдау, картографиялық әдістер, әлеуметтік сауалнамалар мен графикалық тәсілдер пайдаланылған.

Түйін сөздер: жер деградациясы, шөлейттену, жер жамылғысы, климаттық өзгерістер, жерді пайдалану.

Введение

Последние десятилетия, согласно многочисленным исследованиям, характеризуются глобальным усилением аридности климата. Опустынивание и деградация земель – один из негативных процессов, затронувших значительные территории Казахстана. Опустынивание – это снижение плодородия почв и производства биомассы, и, в целом, деградация природных систем. Опустынивание вызывает экологическую нестабильность природного ландшафта. Оценка опустынивания, его масштабов, видов, темпов и риска развития является не только одним из значимых критериев экологического состояния окружающей среды, но и социально-экономического состояния засушливых территорий Казахстана, большая площадь которых демонстрирует процессы, как естественного, так и антропогенного опустынивания (Кружалин, 2002; Гельдыева, 2008; Чигаркин, 2000; Белгибаев, 1999; Белгибаев, 2001; Karataev, 2022; Материалы госбюджетных исследований, 2012-2024). Ярко эти процессы проявляются в полупустынных и пустынных районах Казахстана, что обусловлено низкой устойчивостью экосистем к изменениям внешних факторов окружающей среды, включая антропогенный фактор. Исследуемая территория – Атырауская и Мангистауская области Западного Казахстана – почти полностью расположена в полупустынной и пустынной зоне, где

естественные процессы опустынивания и деградации земель усиливают влияние антропогенного фактора (активная разведка и разработка углеводородных ресурсов, животноводство, сельское хозяйство). Усиливающаяся аридность климата, техногенез (добыча полезных ископаемых, строительство жилых объектов, трубопроводов и водопроводов, линий электропередач, дорог), а также интенсивная откачка пресных подземных вод, способствовали изменению рельефа окружающей среды, возбуждению негативных экзодинамических процессов, деградации продуктивного почвенного горизонта и растительности на больших площадях (прямое воздействие). А прямое воздействие антропогенных возмущений привело к усилению дефляционных процессов, эрозии, засолению, эрозионному расчленению земной поверхности. Еще более серьезной причиной опустынивания является загрязнение земель залежами, местами хранения, транспортировки и переработки нефти и нефтепродуктов, радиоактивными отходами (химическое воздействие) (Акиянова, 1998; Акиянова, 2000-2003; Фаизов, 2005; Кушимова, 2003). В данной статье представлены результаты совместных исследований кафедры картографии геоинформатики и Ноттингемского университета Великобритании (Материалы исследований по Международному научно-образовательному проекту «Climate change and land degradation», 2012-2015) по международной образовательной

программе «Глобальное изменение климата и деградация земель» и долгосрочных исследований кафедры картографии и геоинформатики по госбюджетной теме «Изучение и картографирование геодинамических процессов равнинных и горных территорий Казахстана» (Материалы госбюджетных исследований...2016-2024), основной целью которых было изучение проявлений деградации земель и развития неблагоприятных экзодинамических процессов на территории Казахстана, в том числе Западного Казахстана (Мангистауская и Атырауская области), в результате усиления засушливости климата.

Методология

Территория исследований

Исследования проводились в Мангистауском и Каракиянском районах Мангистауской области (общая протяженность маршрутных исследований более 1000 км Актау – Шетпе – Уштаган – Сауыскан – Шолтобе – Каратобе – Сенек – святилище Бекет Ата – Тушыкудык – Жана Узень – Актау), Исатаевском районе Атырауской области, (общая протяженность маршрутов составила более 300 км – Кайдак, Кожык, Исатай), где особенно выражены процессы опустынивания (рис. 1).

Рисунок 1

Карта полевых маршрутов



Примечание: составлено автором.

Структура исследований

Основными методами исследования были:

- изучение и анализ более ранних тематических исследований;
- полевой анализ почв и растительности;
- изучение пространственных условий размещения песчаных массивов;
- социальный опрос населения;
- камеральная обработка материалов;
- выявление пространственно-временного состояния природных компонентов в связи с увеличением засушливости;
- анализ влияния состояния природных компонентов на жизнь местного населения;
- составление карт (полевых и камеральных).

Были рассмотрены состояние основных компонентов природной среды, отражающие процессы опустынивания и нарушения земель: природные воды (грунтовые и поверхностные), рельеф (морфология рельефа) и геодинамические процессы, почва и растительность. Данные и суждения об этих компонентах были получены из литературы, а также по результатам полевых маршрутных исследований и опроса местных жителей разной возрастной группы (опрошено более 100 человек в возрасте от 30 до 85 лет) населенных пунктов Уштаган, Сауыскан, Сенек, Тушыкудык, Бекет-Ата (в Мангистауской области), Кайдак, Кожык, Исатай (в Атырауской области). Ниже приведены результаты исследований по данным компонентам.

Опрос и обсуждение

Подземные и поверхностные воды

Хозяйственно-питьевое водоснабжение Каспийского региона за счет подземных вод и опреснения морской воды Каспия.

Интенсивная разгрузка пресных и опресненных подземных вод, вызванная увеличением добычи и переработки углеводородов и, следовательно, ростом населения, не компенсируется инфильтрацией поверхностных вод из-за, во-первых, уменьшения количества годовых осадков, а во-вторых, увеличения летучести и испарения из-за более высоких за последние десятилетия среднемесячных летних температур (Сидиков, 1998; Смоляр, 2002).

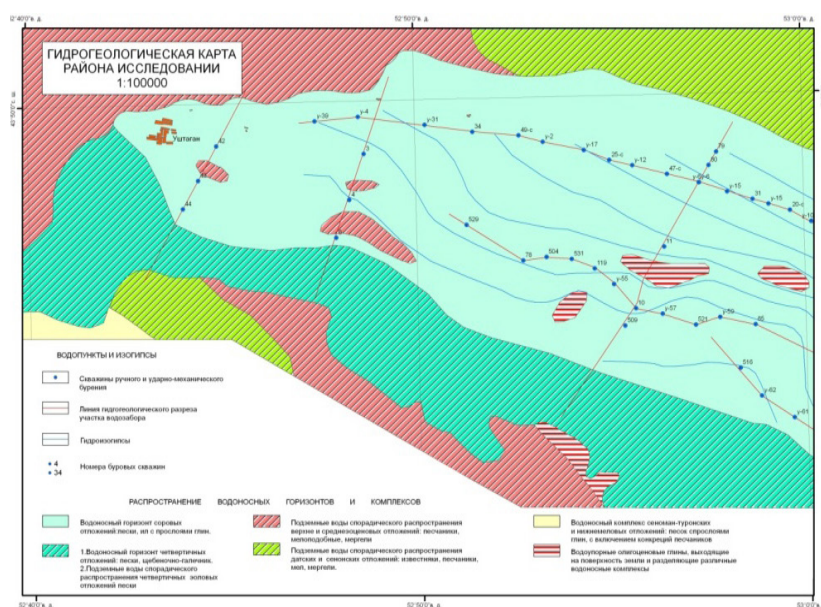
Долговременная работоспособность насосных станций (отбор воды на станции Саускан осуществляется с 1965 года. Эксплуатационные скважины образуют линейный ряд протяженностью 17,5 км, расстояние между скважинами

варьируется от 200 до 1300 м, глубина скважин 27-48 м. За 2014-2024гг., согласно опросу населения, эта глубина достигла 60 м, что свидетельствует о снижении уровня подземных

пресных вод почти на 12 м. Общая производительность по воде за 2008-2018 годы составила – 3,45 – 3,48 м³/сут.) (рис. 2, 3). (Материалы проекта «К задержанию...», 2008-2018).

Рисунок 2

Гидрогеологическая карта района села Уштаган (материалы Института географии МОН РК, 2008-2018)



Примечание: составлено автором.

Данные свидетельствуют, во-первых, о резком снижении, а по большей части – полном исчезновении пресной и опресненной воды в большинстве древних каменных колодцах, иногда до сих пор используемых в качестве водопоя, во-вторых, о засолении колодезной воды. Наблюдения за известными действующими скважинами и Мангистауским и Каракиянским районами Мангистауской области – Казахский, Шымрау, Малибек, Жанасу, Бесшымрау, Карашказган, Орпалы и другими; Исатаевским районе Атырауской области – Исатай, Безген, Теректы – показали снижение уровня колодезной воды более чем на 12 метров, и ее засоленность, а в большинстве скважин – ее полное исчезновение. Многие из старых каменных колодцев закрыты. Из 24 скважин, которые были отмечены нами в маршрутных исследованиях, 16 скважин были в эксплуатации в 1982 году. В настоящее время из 16 скважин работают только 3 скважины (скважина Борлы, расположенная к югу от поднятия Еликтау, с глубиной воды 11 м, а в 1982

году – 2 м; скважина Дармен, расположенная в восточной части Бостанкумских песков, с глубиной воды 12 м, а в 1982 году – 3 м; скважина Ашыборсан, расположенная в 5 км к юго-западу от скважины Дармен, с глубиной залегания воды 12 м, а в 1982 году – 2 м), а остальные 14 скважин – высохли (скважина Беке, расположенная в 20 км к востоку от скважины Борлы, с глубиной залегания воды в 1982 году – 12 м, скважина Саубе – в 2 км к востоку от скважины Беке, колодец Баскудук – в 1 км к западу от песков Баскудук; колодец Акпан на высоте 214 м; скважина Саз, расположенная в 2 километрах к юго-востоку от скважины Акпан; скважина Терекурпа, расположенная на северо-восточной оконечности песков Сенгиркум; скважины Шолакказган и Кожаказган, расположенные на западной оконечности песков Сенгиркум; скважина Акурпа, расположенная на восточной оконечности песков Тышканкум; скважины Бекберды, Шалабай, Коккудук, Кызылкудук и Жусаной, расположенные на юго-западной оконечности пе-

сков Сенека) или солончаковые (7 скважин – это скважины Ымыр, Куйлыс, Аккут, Торум, Аккот, Жангызак, Соқырсу) (рис. 3). Удивительно, как,

без каких-либо научных исследований, древние кочевники точно определяли места залегания пресных подземных вод.

Рисунок 3

Гидрогеологические условия подземного водного бассейна Саускан (материалы Института географии МОН РК, 2008-2018)



Большое косвенное влияние на сокращение загрязнения пресной воды (как поверхностной, так и подземной) оказывает человеческий фактор, который усиливает естественную засушливость. Основные очаги загрязнения наблюдаются вблизи промышленных предприятий и в пределах мегаполисов (Актау, Атырау). Как показали исследования предыдущих лет, вблизи таких городов наблюдаются большие ореолы загрязнения подземных вод, приводящие к выходу из строя всех водозаборов подземных вод или их частей. Наибольшее загрязняющее воздействие на подземные воды оказывают нефтепродукты на территориях практически всего нефтегазового комплекса Атырауской и Мангистауской областей (Акиянова, 1998; Акиянова, 2000-2001; Кушимова, 2003; Материалы проекта..., 2008-2018; Бочкарев, 2004).

Почвы и растительность

Уменьшение объемов поверхностной пресной воды и уровней подземных пресных и солоноватых вод привело к нарушениям почвенно-растительного покрова (нарушение структуры почвенного горизонта, засоление и ветровая эрозия, нарушение плотности и кроны растительного покрова, исчезновение или трансформация определенных видов растений), которые являют-

ся наиболее яркими индикаторами опустынивания и деградации земель (рис. 4).

Естественные условия опустынивания почв, обусловленные высокой степенью засушливости, ксерогаллофитным составом растительности, преобладанием бурых карбонатных и бесструктурных засоленных почв, характеризующихся низким естественным плодородием. Зональные бурые и серо-бурые пустынные почвы характеризуются низким гумусовым составом (А+В 20-30 см), низким содержанием гумуса (0,5-1,5%), элементов минерального питания растений, засоленностью, солонцеватостью. Генетические параметры почв нестабильны или изменчивы в связи с ростом естественной засушливости, усилением антропогенного фактора, нагрузка которого на окружающую среду исследуемой территории возрастает с каждым годом. Это привело к значительному осушению почвенного горизонта, к его засолению и солонцеватости, развитию ветровой и водной эрозии, нарушению плотности, сомкнутости и видового разнообразия растительности, образованию технологически трансформированных почв – техноземов с существенно иным морфогенетическим профилем и, следовательно, другим типом растительности (Джанпеисов, 1990; Фаизов, 2001).

Рисунок 4 – a, b, d

Уменьшение плотности и нарушение растительного покрова (красной линией обведены «лысеющей» участки), а, с, d – трансформация и исчезновение тростника, как показателя влажности почвы и неглубокого залегания пресных грунтовых вод (черными стрелками обозначены участки деградации и исчезновения тростника)



На территории исследований Института ботаники Национальной академии наук Казахстана выявлен 121 вид высших растений, относящихся к 84 родам и 35 семействам. Преобладают виды семейства (ченоподиевые) *chenopodiaceae* (30 видов или 24,8%), что свидетельствует о преобладании галофитных растений, которые входят в состав многих групп растений как на серо-бурых солонцевато-засоленных почвах, так и на песках. Снижение за последние десятилетия значений годовых осадков и повышение среднемесячных летних температур при увеличении поголовья скота усилили нагрузки на почву и растительность. Это обстоятельство, вызванное, во-первых, вытравливанием и исчезновением многих видов высших растений (деревесно-кустарниковой растительности), замена продуктивных растений несъедобными травами, во-вторых, к прореживанию и нарушению плотности растительного покрова (рис. 4), в-третьих – сменой высокорослой растительно-

сти (тростников) ее низкорослым аналогом (рис. 4), в-четвертых, заменой многих поедаемых скотом растений более засухоустойчивыми, слабо, и несъедобными травами и шиповником (Сводные отчеты об исследовании..., 2002-2010) ярко свидетельствует о снижении уровня подземных и грунтовых вод.

Эти выводы основаны на анализе:

- учетных данные Института ботаники МОН РК. – Алматы-Мангистау: Биржевые отчеты, 2002-2012;

- визуальных полевых наблюдений на ключевых участках вдоль маршрутов движения за 2016-2024 гг.;

- сравнительного изучения крупномасштабных геоботанических карт (1:200 000), выполненных в 1963 и 2005 годах;

- данные опроса местных жителей разных возрастных групп (опрошено более 100 человек в возрасте от 30 до 85 лет) населенных пунктов Уштаган, Сауйскан, Сенека, Тушыкудык, Бекет-

Ата (Мангистауская область), Кайдак, Кожык, Исатай (Атырауская область).

Морфология рельефа и экзодинамические процессы

Пространственно-временная динамика ландшафтно-климатических условий Каспийского региона обуславливает высокую активность некоторых современных экзогенных процессов, присущих засушливому климату. Согласно исследованию А.Г. Кошим (2000 – 2018 гг.), наиболее заметное проявление этих процессов наблюдается в сухостепной зоне возвышенной части Атырауской области с недостаточным количеством осадков (250-300 мм), с относительно слабым развитием древесно-кустарниковой растительности (Южный Общий Сырт, Субуральское плато, невысокие горы Мугалжар – Атырауская область), а также в области умеренно возвышающегося Устюрта (Мангистауская область), где дефицит влаги, высокая испаряемость, постоянно дующие ветры при отсутствии постоянных водных потоков и относительно слабое развитие почвенно-растительного покрова (Акиянова, 2000-2001-2003; Кушимова, 2003; Материалы проекта «К задержанию...», 2008-2018; Бочкарев, 2004; Кошим, 2012).

Выветривание играет чрезвычайно важную роль в формировании современного рельефа исследуемой территории, подготавливая материал к перемещению на более низкие абсолютные отметки. Это необходимое условие, начальный этап всего комплекса экзогенного формирования рельефа. Процесс выветривания, особенно физического, заметно усилился в связи с увеличением засушливости. Продукты выветривания мелкозема постоянно удаляются под действием дефляции. Особенно активной дефляции подвергаются «лысые» участки земной поверхности.

Плоскостной смыв (плоскостная эрозия) – чрезвычайно распространенная форма современной денудации исследуемой территории. Она сносит вниз по склонам мелкие минеральные частицы струйками дождевой и талой воды, образуя сплошной и очень тонкий слой воды. Этому способствуют развитый здесь делювиальный лессовидный суглинок легкой текстуры, высокая разреженность растительности, возрастающая антропогенная нагрузка (повышенная плотность грунтовых дорог, увеличение поголовья скота), усиленный штормовой характер редких осадков и быстрое весеннее таяние снега, которые являются признаками усиления

засушливости (континентальности) климата. Плоскостной и мелкокорусловой стоки смывают со дна балок, логов и долин огромное количество гумусового слоя, резко снижая плодородие почв, особенно в пределах возвышенной зоны сухих степей Атырауской области.

Прямыми показателями усиления развития плоскостного смыва является увеличение объема отложений гравия на склонах, обнажений коричнево-коричневого иллювиального горизонта и наличие рыхлого материала, вынесенного в подножия склонов и прилегающей к ним поверхности.

Карстовые и суффозионные процессы и связанные с ними формы рельефа в Прикаспийском регионе развиты в районе соляных куполов и на плато Устюрт, где на поверхности или на небольшой глубине залегают отложения мела и мергеля. Карст – это небольшие провалы, блюдца и впадины сложной формы, разделенные округлыми или удлиненными выступами. Размер провалов в диаметре колеблется от 5 до 10 м, а глубина – от 2,5 до 6,8 м. Особенно хорошо развиты карстовые процессы на поверхности плато Устюрт и полуострова Мангистау, где отложения представлены карбонатными породами (ракушечник и оолитовый известняк). Карстовые процессы наблюдаются в верхнемеловых отложениях Северного хребта Актау и полуострова Тупкараган.

В морфологии рельефа исследуемой территории суффозионные процессы, связанные с вымыванием илистых лессовых пород грунтовыми и поверхностными водами, хорошо представлены блюдцеобразными впадинами и котловинами в четвертичных лессовидных суглинках (на правом берегу реки Жайык, в прибрежном районе реки Джем, в верховьях рек. Жайык, Ор, Иргиз и т.д.). Растущие карстовые воронки, соединенные цепочкой, образуют нижнюю долину и неподвижные участки сильно засоленных почв с более глубоким залеганием подземных вод (5 м и более) (рис. 5).

Суффозионные понижения играют довольно значительную роль в формировании современной морфологии рельефа региона из-за слабого развития на аккумулятивных равнинах почвенно-растительного слоя и неустойчивости составляющих его неуплотненных отложений к малейшей эрозии.

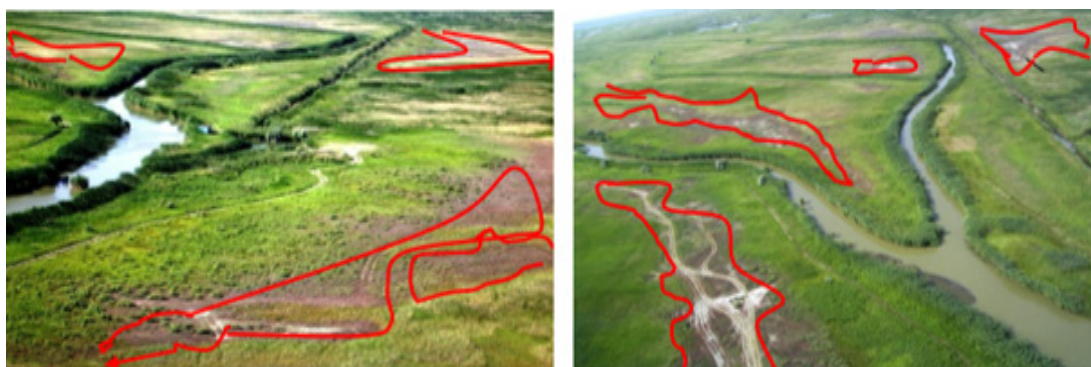
Золово-дефляционные процессы особенно активны в исследуемом районе и связаны с постоянными или периодически, но довольно

интенсивно дующими ветрами. Увеличение активности этих процессов способствует усилению засушливости климата. Выдуваются в основном пески, реже супеси и лессы. Процессы усиливаются с севера на юг и юго-восток области, с ростом засушливости. Они широко распространены и представлены такими формами, как скопления песка (подвижные барханные гряды и цепи), продувки котлов, ниши, карнизы, эоловые останцы. Наиболее ярким признаком растущей засушливости является активизация подвижности песчаных масс Прикаспийского

региона и засыпка песком отдельных населенных пунктов Мангистауской и Атырауской областей – Уштаган (население более 2000 чел.), что приведено на геоморфологической карте, составленной в 2008 году Институтом географии МОН РК (рис. 6), Сенека (более 2 000 человек), Сауыйскан (около 600 человек), Тушыкудык (более 1 000), Кожык (более 800 человек), Исатай (около 2 500 человек) и другие (рис. 7). Скорость надува песка в среднем составляет около 1,5-2 м/год, а в некоторых местах (Сауыйскан, Исатай) – более 4 м/год (рис. 8).

Рисунок 5

Пойма реки Урал: а, б – участки развития суффозионных процессов с образованием карстовых воронок с засолением почвы (эти участки выделены красной линией)



Ауыл Сенек: **а, б, в, г, д** – песчаные заросли «тростниково-кустарниковые оазисы» (на фото с слева показаны верхние концы песчаных ограждений, установленных в 2008 году Институтом Географии МОН РК; на фото е слева и на заднем плане видны пески фронта наступления; на фото земля покрыта пухлой соленой коркой, это вызвано капиллярным поднятием минерализованных грунтовых вод у подножия откоса плато Устюрт) (фото Бексеитовой Р.Т. за 2016-2023 гг);

Ауыл Сауыйскан: **ж, з, и, к, л, м, н, о** – песчаная «оккупация» домов ауыла (на фото видны активные пески со следами заграждений на их пути, возведенных в 2008-2014 гг. ГУ МЧС РК. Тростниковые циновки первоначальной высоты 2 м; на фото з видно заброшенное здание погребенное песками; на фото **к, л, м** – задний

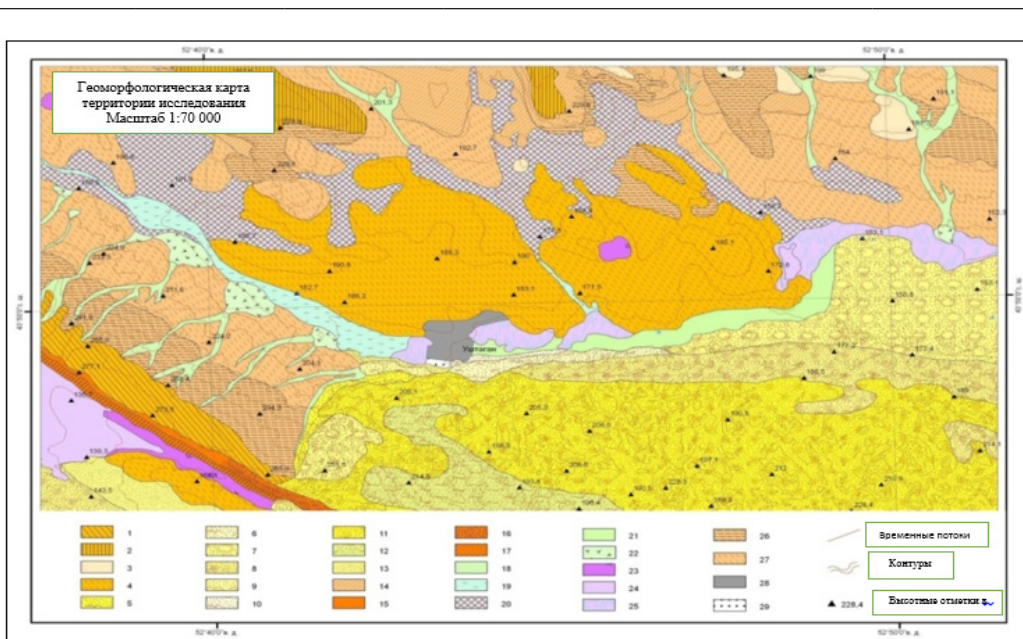
и боковые стены домов, вдоль которых видны ограждения, засыпанные песком; на фото **п, с, т** – следы ежедневной борьбы людей с активным наступлением песка импровизированными баррикадами) (фото Бексеитовой Р.Т. за 2016-2023 гг);

Ауыл Исатай: **и, к, л, н** – «агрессивная деятельность» песков на улицах села Исатай. Для борьбы с этим каждый месяц люди собирают деньги на очистку и вывоз песков большегрузными автомобилями типа «КаМАЗ» (фото Бексеитовой Р.Т. за 2016-2023 гг);

В обоих районах Мангыстауской области реализуются программы по уплотнению песков, но материальных и людских ресурсов недостаточно, чтобы активно противостоять процессу роста песчаных массивов и их наступлению.

Рисунок 6

Геоморфологическая карта района территории исследования (материалы Института географии МОН РК, 2008-2018 гг.)



Рельеф				
Класс	Генезис		Подкласс и тип	Номер контура на карте
Небольшие холмы	Денудационно-тектонический		Куэста	1
			С рассеченными склонами	2
Равнины и плато	Денудация		Плоские, с низким уклоном столовые поверхности	3
			Наклонные гребни	4
	Накапливающаяся	Эоловый	Пологие гряды рыхлых песков в виде больших дюн	5
			Пологие гряды рыхлых песков в виде малых и небольших дюн	6
			Пески холмисто-ячеистые	7
			Песчаные холмистые гребни	8
			Пески, большие дюны-гряды	9
			Пески рыхлые в виде вторичных дюн	10
			Сыпучие пески в виде небольших дюн	11
			Пески слабо удерживаемые во впадинах в виде средневысотных хребтов	12
			Выровненные полузакрепленные пески	13

Рисунок 7

Активная наступление песков и результаты деятельности человека по их закреплению:



а



в



ж



е



з



И



К



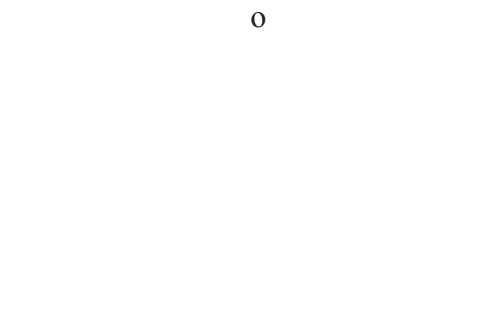
Л



М



Н



О



С



Р

Т

Засоление почв

Для территории Прикаспийского региона с его засушливым климатом характерен процесс, образно называемый «засолением». Развитие этого процесса связано с капиллярной вытяжкой грунтовых вод из-за сильного поверхностного испарения, кристаллизацией соли из воды, добываемой из той же породы, всасыванием соли при выветривании толстых массивных кристаллических пород, а также перераспределением и транспортировкой соли из соленосных осадочных пород (рис. 7 е). Благотворная роль этого процесса очень высока. Солончаки образуются во впадинах, сложенных глиной, суглинком, супесью и реже песчаниками. В последние годы повышение уровня грунтовых вод приводит к вспучиванию соляной кровли и активному образованию карстовых воронок и котловин (Бельгибаев, 1999; Бельгибаев, 2001; Акиянова, 2003; Кошим, 2012; Vexeitova, 2012). По наблюдениям местных жителей, площади негативных форм рельефа такого происхождения увеличиваются.

Анализ основных природных компонентов опирался также на данные социального опроса населения. Исследование планировалось провести с целью получения ответов на вопросы из следующих областей: Замечали ли вы когда-нибудь, что климатические изменения могут быть связаны с деятельностью человека? Какие изменения в погодных условиях вы заметили в районах традиционной хозяйственной деятельности? В чем проявляются эти изменения в природе? Какие факты вы могли бы привести в доказательство изменения климата в разное время года? Замечаете ли вы влияние изменения климата на растения и животных? Что говорили ваши предки о климате в свое время по сравнению с сегодняшним днем? Чувствуете ли вы влияние изменения климата на условия жизни и здоровье жителей?

Опрос был проведен в 2012 и в 2018 г. Основными методами сбора первичных данных были анкетирование и интервью. С помощью анкет и интервью было опрошено более 200 человек, в том числе частичные ответы были даны 102 людям, поскольку они были приезжими из-за рубежа и поселились в этом районе недавно (менее 10 лет). Автохтонами были 98 человек, из которых наиболее полные ответы дали только

старожилы – это 67 человек. при анализе данных социальных опросов мы опирались на этих коренных жителей. Из 67 человек – 35 мужчин и 32 женщины, что составляет соответственно 56,5% и 43,5%. Респонденты в возрасте от 45 до 65 лет составили 22 человека, или 34%, старше 65 лет – 50 человек, или 32,7% от общего числа респондентов, старше 80 лет – 10 человек.

Из общего числа опрошенных начальное образование имеют 8 человек, или 13%, среднее образование – 21 человек, или 33%, профессиональное – 27 человек, или 43%, высшее образование – 7, или 11%.

По результатам опроса определена структура населения по социальной ситуации самоидентификации. Среди опрошенных себя классифицировали как «работников» (32,6%), «прислугу» (22,9%), «других» (44,5%). В разделе «другие» респонденты отнесли себя к таким категориям, как «пенсионер» (рис. 9), «Безработный» (рис. 10).

Из числа опрошенных у 9% доход на одного члена семьи составляет более 60 тысяч тенге (около 200-250 долларов). Нет дохода у 5,2% и отказались отвечать 35,2% от общего числа респондентов. Таким образом, экстремальные погодные условия также усугубили положение большинства семей с низким доходом.

Результаты опроса респондентов об изменении климата за последнее десятилетие в районах традиционной экономической деятельности показали следующее (рис. 11, 12):

отмечены значительные изменения 82%;

не отметили изменений – 18% респондентов;

все респонденты отметили увеличение числа аномальных погодных явлений – аномальной жары, засух, пыльных бурь, увеличения количества зимних осадков и быстрого таяния снега и т.д.

В связи с изменением климата, в частности, увеличением количества жарких и очень жарких летних дней (более +35°C), местные жители отметили:

сокращение кормления овец и лошадей, потеря веса, и как следствие – изменение сроков стрижки;

увеличение числа вспышек инфекционных заболеваний животных, почвы, инфекционных и паразитарных заболеваний.

Рисунок 8

Карта наступления песков (на юго-востоке земель аула Сенек и северо-западе аула Сауыскан) с 1982 по 2018 год



Рисунок 9

Пожилые жители сел Сенек, Уштаган и Исатай: а – старая женщина 91 год; б – пожилой мужчина 89 лет



а

б

Рисунок 10

Житель аула Сенек – безработный 55 лет (а), Жительница села Исатай, домохозяйка 59 лет (б)



а

б

Проблема изменения климата в животноводческой отрасли, которая является доминирующим способом хозяйствования сельского населения, также усугубляется нехваткой воды, отсутствием пресной воды в источниках для поения домашнего скота. Эта проблема была решена с помощью подземных вод. Однако во многих скважинах региона вода исчезла или стала солоноватой, что указывает на снижение уровня грунтовых вод. На смену пресным грунтовыми водам подтягиваются глубоко залегающие щелочно-соленые грунтовые воды. Снижение уровня грунтовых вод есть следствие изменений

метеорологических условий и выкачиванием пресных подземных вод.

На вопрос о характере почвенного покрова 92% респондентов отметили его неудовлетворительность (рис. 13, 14), сокращение пастбищных площадей, исчезновение и замену многих пищевых растений несъедобными или даже ядовитыми видами, а также увеличение площади болот соров, активное наступление песков, резкое снижение численности поголовья крупного рогатого скота и лошадей и увеличение популяции верблюдов, что связано с их приспособляемостью к условиям ярко выраженного засушливого климата.

Рисунок 11

Оценка изменений летней погоды за последние 50 лет

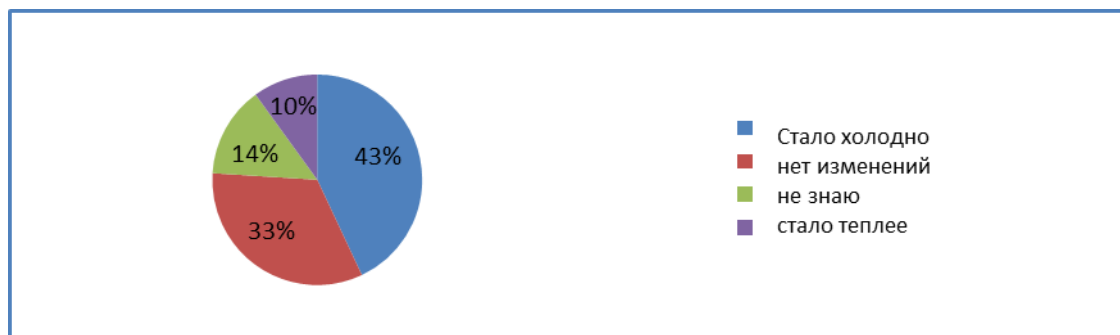


Рисунок 12

Оценка изменений погоды за 50 лет

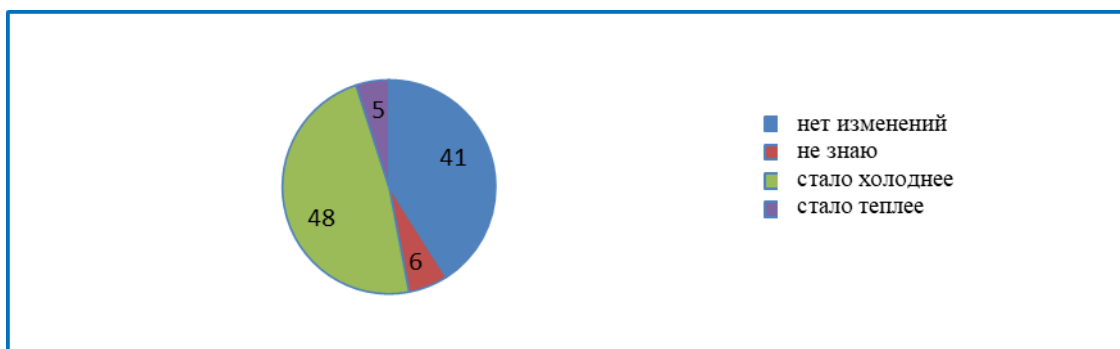


Рисунок 13

Оценка текущего состояния почвенного покрова

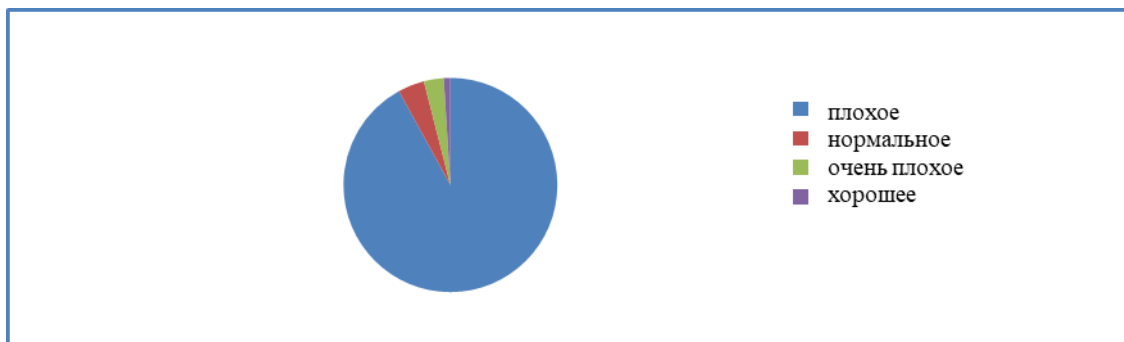
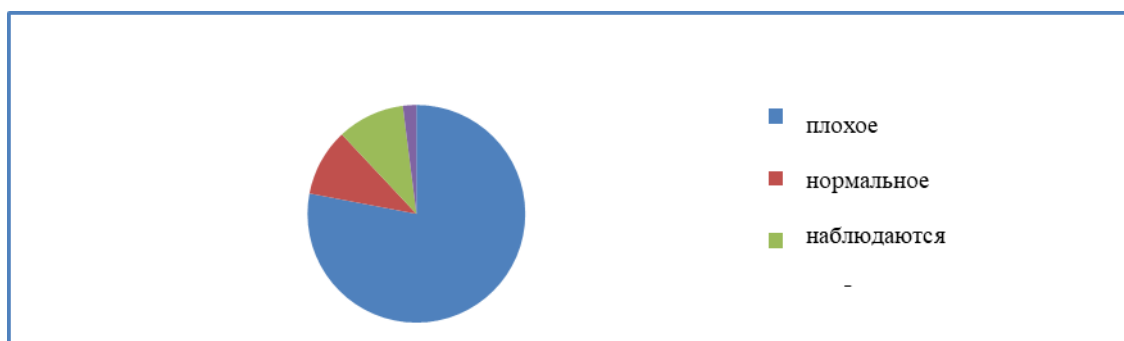


Рисунок 14

Состояние почвенного покрова за последние 50 лет



На рисунке 15 показано распределение ответов на вопрос: «Влияет ли изменение климата на уровень жизни». Ответы респондентов были следующими: да, очень сильно повлияло – 19%, да, в некоторой степени – 52%, не влияет – 8%, не определились – 21% от общего числа опрошенных. Местные жители наблюдают увеличение числа сердечно-сосудистых заболеваний и уве-

личение смертности от них, усиление теплового стресса, желудочно-кишечных и инфекционных и паразитарных заболеваний из-за недостаточного водоснабжения, низкого качества водоснабжения, увеличения количества дней аномально жаркого лета (более +48⁰ в тени и +56⁰ °С – это не в тени) и не свойственные этому региону низкие зимние (до -25⁰-30⁰С) температуры.

Рисунок 15

Влияние изменения климата на уровень жизни

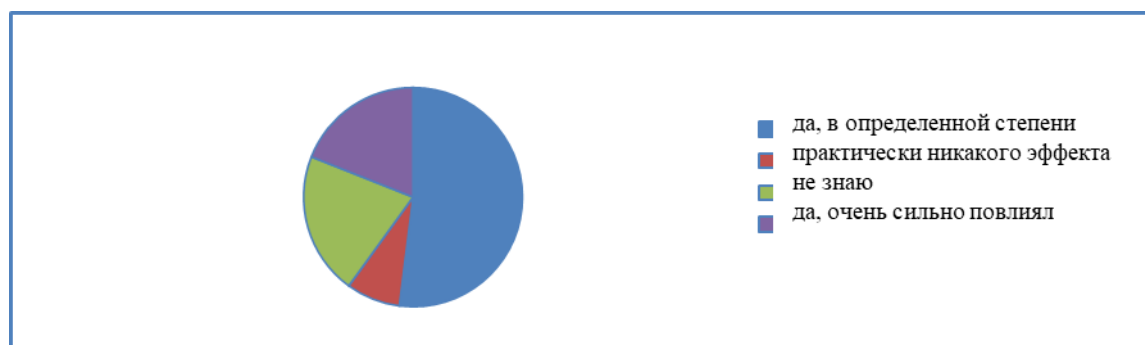
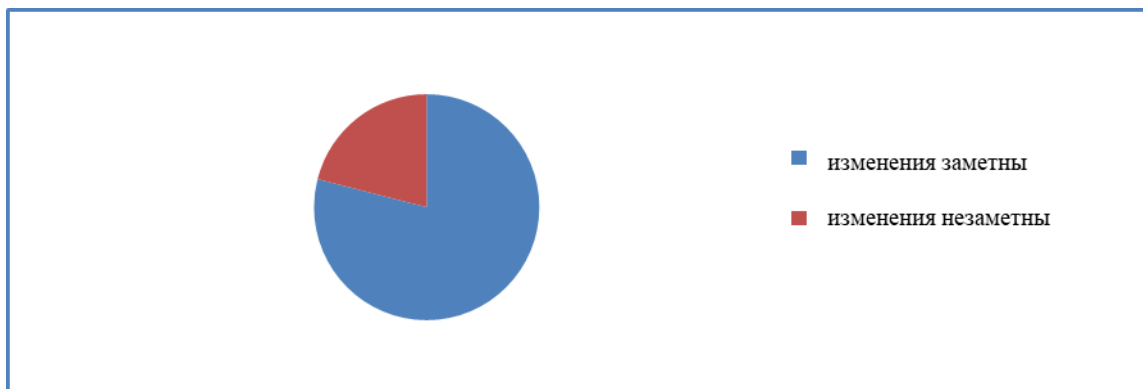


Рисунок 16

Наблюдаемые изменения климата



Подавляющее большинство респондентов упоминают об изменении климата (рис. 15, 16). Практически все респонденты дали утвердительный ответ на вопрос «Замечаете ли вы вообще изменение климата», назвав такие изменения видимыми или значительными.

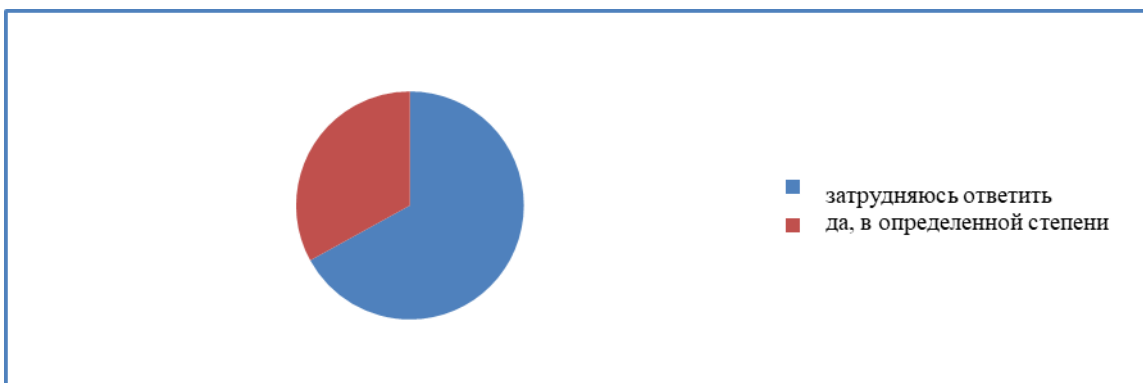
Урало-Каспийский речной бассейн – промышленный регион, в него входят 4 области Казахстана (Мангистауская, Атырауская, Западно-Казахстанская и Актюбинская). Здесь

добывается 75% нефти, добываемой в Казахстане. В регионе насчитывается 1008 промышленных предприятий, в том числе крупных и средних – 351.

На рисунке 17 показано распределение ответов на вопрос: «Влияет ли изменение климата на уровень жизни». Ответы респондентов распределились следующим образом: да, в определенной степени – 33% не определились – 67% от общего числа респондентов.

Рисунок 17

Влияние изменения климата на уровень жизни



Заключение

Все вышеприведенные выводы о морфологии рельефа и экзодинамических процессах, которые являются основными индикаторами изменения климата и связанных с этим природных элементов, сделаны на основе анализа результатов проведенных исследований, а именно:

- данных полевых наблюдений;
- крупномасштабных топографических карт – 1:500 000 и 1:100 000 (издания 1982 и 2006 годов), спутниковых снимков отдельных районов Мангистауской и Атырауской областей, тематических карт геологического и геоморфологического содержания;
- данных опроса населения;

- результатов исследований Института географии и Института ботаники Академии наук Республики Казахстан;

- научной литературы.

Анализ данных исследований показал почти повсеместную деградацию почвенного покрова в результате усиления аридности климата и, как следствие, значительного снижения уровня верхнего горизонта опресненных подземных вод. Данное обстоятельство было выявлено по данным водных скважин (снижение горизонта опресненных подземных вод от 12-15 метров до 30-35 метров глубины). В результате данного снижения корневая система растительности, «стягивающая» и укрепляющая верхние горизонты почвенно-грунтового слоя, не получая достаточно влаги, деградирует. Почвенно-грунтовой слой теряет свою структурность, а в растительном покрове наблюдается засилье, непоедаемых даже верблюдами, растительными видами-аллохтонами. Тростниковая растительность вдоль редких увлажненных логов характеризуется снижением высоты (от 2 метров до 0,5 метров и меньше) и значительной разреженностью. Песчаные массивы, сдерживаемые тростниковыми массивами, подвигаются из года в год на несколько метров. Меры по закреплению песчаных массивов и предотвращению их движения, предпринятые Институтом географии в 2006-2016 годах, не дали ожидаемых результатов.

При анализе республиканской печатной продукции за период 1940 – 2023 гг. выявлено, что материалы, касающиеся экологических проблем деградации земель, изменения климата, практически не нашли отражения в республиканской прессе. Не признана даже позитивная работа Управления по охране окружающей

среды, экологических неправительственных организаций. Это связано с тем, что общество больше озабочено проблемами социального характера, а правительство не хочет особо будировать население, поскольку экологические проблемы далеки от позитивных решений. Само же городское население больше обеспокоено проблемами, которые возникают в городе, чем в сельской местности. Кроме того, казахской нации присуща толерантность к экстремальным погодным условиям. Поэтому проблемы повышения температуры, деградации почв и т.д. являются осязаемыми, но, к сожалению, до сих пор не являются острым поводом для общественного обсуждения.

Вклад авторов

Methodology, Bexeitova Roza; Software, Alipbeki Onggarbek; Formal Analysis, Turekeldiyeva Rimma; Resources, Alipbekova Chaimgul; Investigation, Bexeitova Roza; Data Curation, Alimbay Mederkul; Writing – Original Draft Preparation, Sarybaev Edil; Writing – Review & Editing, Alimbay Mederkul; Supervision, Bexeitova Roza; Project Administration, Alipbeki Onggarbek; Funding Acquisition, Alipbeki Onggarbek.

Благодарность, конфликт интересов

Публикация данной статьи осуществлена при финансовой поддержке Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан в рамках программно-целевого финансирования (ПЦФ), ИРН: BR22886730, проект «Формирование аграрной инфраструктуры пространственных данных по принципам и технологиям 2.0».

Литература

Akiyanova F.Zh., & Medeu F.R. (1998). Modern relief formation in the Kazakh coast of the Caspian Sea, Proceedings of the 4th International symposium geotekhnology on the environment and global sustainable development. – Boston: Massachusetts State, USA, Vol.1: 176-184.

Karatajev, M., & Nizamova, M. (2022). Monitoring climate change, drought conditions and wheat production in Eurasia: the case study of Kazakhstan, *Heliyon*, 8(1), e08660.

Акиянова Ф.Ж. (2000). Закономерности современного рельефа – экологические проблемы Казахстана и Каспийского моря. Материалы первого Центральноазиатского геотехнического симпозиума, Астана, 864-868.

Акиянова Ф.Ж. (2001). Методы изучения и картографирования опустынивания Казахстанского Прикаспия. Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы геоэкологии и созологии», Алматы: Шартарап, 164-169.

Акиянова Ф.Ж. (2003). Риск опустынивания Казахского Прикаспия. Материалы Всероссийской конференции «Оценка и управление природными рисками» (Риск-2003), Университета дружбы народов, Т. 2., 120-123.

- Бексейтова Р.Т. (2012). Морфолитогенная основа эколого-геоморфологических систем платформенных равнин (на примере территории Центрального Казахстана). Диссертация на соискание ученой степени доктора географических наук, Алматы: ГНБ РК, 264.
- Белгибаев М. Е. (2001). Desertification and some environmental problems of THE South Balkhash. Proceedings of the International Conference "Problems of hydrometeorology and environment", Almaty, 242-249.
- Белгибаев М.Е., & Белый А.В. (1999). Изменение климата и засушливые районы Северного и Центрального Казахстана. Гидрометеорология и экология, Алматы, №4, 203-214.
- Бочкарев В.П. (2004). Опасные гемодинамические процессы на территории Казахстана. Пояснительный текст к инженерно-геологической карте Казахстана масштаба 1:2 000 000, Алматы, 356.
- Гельдыева Г.В. (2008). Ландшафтно-экологические исследования для устойчивого развития природных и экономических систем Республики Казахстан. Материалы Международной конференции «География: наука и образование», Алматы, Казахский университет, 31-35.
- Джанпейсов Р.И. (1990). Влияние эрозии и дефляции на структуру почв полупустынь Казахстана. Алма-Ата, 92.
- Кошим А.Г. (2012). Современные аспекты экзоморфодинамики Западного Казахстана. Диссертация на соискание ученой степени доктора географических наук, Алматы: ГНБ РК, 268.
- Кружалин В.И. (2002). Экологическая геоморфология суши. М.: «Научный мир», 131.
- Кушимова А.Г. (2003). Состояние и экологические проблемы нефтяной промышленности Каспийского региона. Материалы XXVII пленума VII геоморфологической комиссии Всероссийской академии наук и научного семинара «Самоорганизация и динамика геоморфосистем», Томск: Института оптики атмосферы, 272-274.
- Материалы госбюджетных исследований факультета географии и природопользования КазНУ имени аль-Фараби за 2012-2024 гг. по научному направлению «Исследование геодинамических процессов и состояния окружающей среды равнинных и горных территорий Казахстана», Рукописи, Алматы, КазНУ.
- Материалы проекта (2008-2018). «К задержанию песков в населенных пунктах Уштаган и Сенека Мангистауского района Мангистауской области». Контракт № 2 от 21.02.2008 по заказу Управления природных ресурсов и экологического контроля Мангистауской области (UPRIRP), Алматы Мангистау, 112.
- Сидиков Ю.С., & Шлыгин В.Ф. (1998). Подземные воды Казахстана. Структурные и гидрогеологические основы и таксономия, Алматы, 346.
- Смоляр В.А., & Буров Б.В. (2002). Водные ресурсы Казахстана (поверхностные и подземные воды, современное состояние), Алматы: НИЦ «Гылым», 596.
- Сводные отчеты по изучению растительности Мангистауской области (2002-2010)., Алматы-Мангистау.
- Фаизов К.С. Почвы Республики Казахстан. – Алматы, 2001. – 327 с.19.
- Фаизов К.С., & Сапаров А.С. (2005). Естественное и техногенное опустынивание и современные проблемы сохранения почв в Казахстане. Сборник научных статей «Состояние и перспективы почвоведения». – Алматы, 140-146.
- Чигаркин А.В. (2000). Региональная геоэкология Казахстана. Алматы: Казахский университет, 172 с.

References

- Akiyanova F.Zh., & Medeu F.R. (1998). Modern relief formation in the Kazakh coast of the Caspian Sea. Proceedings of the 4th International simposium geotekhnology on the environment and global sustainable development, Boston: Massachusetts State, USA, – Vol.1: 176-184.
- Karatayev, M. & Nizamova, M. (2022). Monitoring climate change, drought conditions and wheat production in Eurasia: the case study of Kazakhstan. Heliyon, 8(1): e08660.
- Akijanov F.Zh. (2000). Zakonomnosti sovremennogo rel'efa – jekologicheskie problemy Kazahstana i Kaspiskogo morja. Materialy pervogo Central'noaziatskogo geotekhnicheskogo simpoziuma, Astana, 864-868.
- Akijanov F.Zh. (2001). Metody izuchenija i kartografirovanija opustynivanija Kazahstanskogo Prikaspija. Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija "Sovremennye problemy geojekologii i sozologii", Almaty: Shartarap, 164-169.
- Akijanov F.Zh. (2003). Risk opustynivanija Kazahskogo Prikaspija. Materialy Vserossijskoj konferencii "Ocenka i upravlenie prirodnyimi riskami" (Risk-2003), M.: Universiteta druzhby narodov, T.2., 120-123.
- Bekseitova R.T. (2012). Morfolitogennaja osnova jekologo-geomorfologicheskikh sistem platformennyh ravnin (na primere territorii Central'nogo Kazahstana). Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni doktora geograficheskikh nauk, Almaty: GNB RK: 264.
- Belgibaev M. E. (2001). Desertification and some environmental problems of THE South Balkhash. Proceedings of the International Conference "Problems of hydrometeorology and environment", Almaty, 242-249.
- Bel'gibaev M.E., & Belyj A.V. (1999). Izmenenie klimata i zasushlivye rajony Severnogo i Central'nogo Kazahstana, Gidrometeorologija i jekologija, Almaty, № 4, 203-214.
- Bochkarev V.P. (2004). Opasnye gemodinamicheskie processy na territorii Kazahstana. Pojasnitel'nyj tekst k inzhenerno-geologicheskoy karte Kazahstana masshtaba 1:2 000 000, Almaty, 356.
- Gel'dyeva G.V. (2008). Landshaftno-jekologicheskie issledovanija dlja ustojchivogo razvitija prirodnyh i jekonomicheskikh sistem Respubliki Kazahstan. Materialy Mezhdunarodnoj konferencii "Geografija: nauka i obrazovanie", Almaty: Kazahskij universitet, 31-35.
- Dzhanpeisov R. I. (1990). Vlijanie jerozii i defljacii na strukturu pochv polupustyn' Kazahstana, Alma-Ata, 92.
- Koshim A.G. (2012). Sovremennye aspekty jekzomorfodinamiki Zapadnogo Kazahstana. Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni doktora geograficheskikh nauk, Almaty: GNB RK, 268.

Kruzhalin V.I. (2002). Jekologicheskaja geomorfologija sushi. M.: "Nauchnyj mir", 131.

Kushimova A.G. (2003). Sostojanie i jekologicheskie problemy neftjanoj promyshlennosti Kaspijskogo regiona. Materialy XXVII plenuma VII geomorfologicheskoy komissii Vserossijskoj akademii nauk i nauchnogo seminarina "Samoorganizacija i dinamika geomorfosistem", Tomsk: Instituta optiki atmosfery, 272-274.

Materialy gosbjudzhetnyh issledovanij fakul'teta geografii i prirodopol'zovanija KazNU imeni al'-Farabi za 2012-2024 gg. po nauchnomu napravleniju (2012-2024). «Issledovanie geodinamicheskikh processov i sostojanija okruzhajushhej sredy ravninnyh i gornyh territorij Kazahstana», Rukopisi. gg. Almaty, KazNU.

Materialy proekta (2008-2018). «K zaderzhaniju peskov v naselennyh punktah Ushtagan i Seneka Mangistauskogo rajona Mangistauskoy oblasti». Kontrakt № 2 ot 21.02.2008 po zakazu Upravlenija prirodnyh resursov i jekologicheskogo kontrolja Mangistauskoy oblasti (UPRIRP), Almaty Mangistau: 112.

Sidikov Ju.S., & Shlygin V.F. (1998). Podzemnye vody Kazahstana. Strukturnye i gidrogeologicheskie osnovy i taksonomija, Almaty, 346.

Smoljar V.A., & Burov B.V. (2002). Vodnye resursy Kazahstana (poverhnostnye i podzemnye vody, sovremennoe sostojanie), Almaty: NIC "Fylym", 596.

Faizov K.S. (2001). Pochvy Respubliki Kazahstan, Almaty, 327.

Svodnye otchety po izucheniju rastitel'nosti Mangistauskoy oblasti. (2002-2010). Almaty – Mangistau.

Faizov K.S., & Saparov A.S. (2005). Estestvennoe i tehnogennoe opustynivanie i sovremennye problemy sohraneniya pochv v Kazahstane. Sbornik nauchnyh statej "Sostojanie i perspektivy pochvovedeniya", Almaty, 140-146.

Chigarkin A.V. (2000). Regional'naja geojekologija Kazahstana. Almaty: Kazahskij universitet, 172.

Сведения об авторах:

Әліпбекі Оңғарбек Әліпбекұлы – доктор биологиялық ғылымдар, профессор кафедрасы картография және геоинформатика, Қазақ ұлттық ұниверситетінің атындағы Алматы, Қазақстан, e-mail: oalipbeki@gmail.com).

Бексейтова Роза Тлеулесовна – доктор географиялық ғылымдар, профессор кафедрасы картография және геоинформатика, Қазақ ұлттық ұниверситетінің атындағы Алматы, Қазақстан, e-mail: bexeitova.roza@gmail.com).

Алипбекова Чаймгуль Абусағатовна – кандидат сәулет және архитектура ғылымдар, жетекші ғылыми қызметкері кафедрасы картография және геоинформатика, Қазақ ұлттық ұниверситетінің атындағы Алматы, Қазақстан, e-mail: chaimgul@mail.ru).

Турекельдиева Римма Тилепалдиевна – кандидат биологиялық ғылымдар, и. о. доцент кафедрасы экология, Тараз университетінің атындағы Тараз, Қазақстан, e-mail: rimm_1205@mail.ru).

Сарыбаев Едил Саутович – PhD, доцент кафедрасы картография және геоинформатика, Қазақ ұлттық ұниверситетінің атындағы Алматы, Қазақстан, e-mail: edilait@mail.ru).

Әлімбаев Медеркул Медетжанқызы (ответственный автор) – докторант 2-курсы специальности «8D07303 – Картография» кафедрасы картография және геоинформатика, Қазақ ұлттық ұниверситетінің атындағы Алматы, Қазақстан, e-mail: mederkul95@mail.ru).

Information about authors:

Alipbeki Onggarbek – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Cartography and Geoinformatics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: oalipbeki@gmail.com).

Bexeitova Roza – Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Cartography and Geoinformatics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: bexeitova.roza@gmail.com).

Alipbekova Chaimgul – Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Department of Cartography and Geoinformatics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: chaimgul@mail.ru).

Turekeldiyeva Rimma – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of Ecology Department, Taraz University named after M.Kh.Dulaty (Taraz, Kazakhstan; e-mail: rimm_1205@mail.ru).

Sarybaev Edil – PhD, Associate professor Department of the Cartography and Geoinformatics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: edilait@mail.ru).

Alimbay Mederkul (responsible author) – 2nd year doctoral student of the specialty «8D07303 – Cartography», Department of Cartography and Geoinformatics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: mederkul95@mail.ru).

Авторлар туралы мәлімет:

Әліпбекі Оңғарбек Әліпбекұлы – биология ғылымдарының докторы, картография және геоинформатика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан; e-mail: oalipbeki@gmail.com).

Бексейтова Роза Тлеулесовна – география ғылымдарының докторы, картография және геоинформатика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан; e-mail: bexeitova.roza@gmail.com).

Алипбекова Чаймгуль Абусағатовна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, картография және геоинформатика кафедрасының жетекші ғылыми қызметкері, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан; e-mail: chaimgul@mail.ru).

Турекельдиева Римма Тилепалдиевна – биология ғылымдарының кандидаты, экология кафедрасының доцент м.а., М.Х. Дулати атындағы Тараз университеті (Тараз, Қазақстан; e-mail: rimm_1205@mail.ru).

Сарыбаев Едил Саутович – PhD, картография және геоинформатика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан; e-mail: edilai@mail.ru).

Әлімбаев Медеркүл Медетжанқызы (жауапты автор) – картография және геоинформатика кафедрасының «8D07303 – Картография» мамандығының 2-курс докторанты, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан; e-mail: mederkul95@mail.ru).

Поступила: 16 мая 2025 года

Принята: 10 января 2026 года