

ISSN 1563-0234  
eISSN 2663-0397

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

# ХАБАРШЫ

География сериясы

---

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

# ВЕСТНИК

Серия географическая

---

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

# JOURNAL

of Geography and Environmental Management

---

№1 (68)

Алматы  
«Қазақ университеті»  
2023



KazNU Science • ҚазҰУ Ғылымы • Наука ҚазҰУ

# ХАБАРШЫ

ГЕОГРАФИЯ СЕРИЯСЫ №1 (68) наурыз

ISSN 1563-0234

eISSN 2663-0397



04.05.2017 ж. Қазақстан Республикасының Мәдениет, ақпарат және қоғамдық келісім министрлігінде тіркелген

Қуәлік №16502-Ж.

Журнал жылына 4 рет жарыққа шығады

## ЖАУАПТЫ ХАТШЫ

Мусағалиева А.Н., PhD, доцент м.а.

(Қазақстан)

e-mail: vestnik.kaznu.geo@gmail.com

## РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

Қалиасқарова З.К., г.ғ.к., доцент – ғылыми редактор

(Қазақстан)

Рысмағамбетова А.А., PhD, доцент м.а. – ғылыми

редактордың орынбасары (Қазақстан)

Асқарова М.А., г.ғ.д., профессор м.а. (Қазақстан)

Плохих Р.В., г.ғ.д., профессор м.а. (Қазақстан)

Бексентова Р.Т., г.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Нысанбаева А.С., г.ғ.к. (Қазақстан)

Ивкина Н.И., г.ғ.к., доцент (Қазақстан)

Родионова И.А., г.ғ.д., профессор (Ресей)

Béla Márkus (Белла Маркус) профессор (Венгрия)

Fernandez De Arroyabe Pablo (Фернандес Де

Арройеб Пабло), профессор (Испания)

Севастьянов В.В., г.ғ.д., профессор (Ресей)

Мазбаев О.Б., г.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Исанова Г.Т., PhD (Қазақстан)

Шокпарова Д.К., PhD, доцент м.а. (Қазақстан)

Христиан Опп, профессор (Германия)

Эйюп Артвинли, PhD, профессор (Түркия)

Каратаев М.А., PhD (Ұлыбритания)

Dolly Priatna (Долли Приатна), PhD (Индонезия)

## ТЕХНИКАЛЫҚ РЕДАКТОР

Маханова Н.Б. (Қазақстан)

Тақырыптық бағыты: қоршаған орта туралы ғылымдар, география, метеорология, гидрология, туризм, экология, геодезия, картография, геоақпараттық жүйелер, жерді қашықтықтан зондылау.



Министерство образования и науки  
Республики Казахстан  
Официальный интернет-ресурс  
Комитета по контролю в сфере  
образования и науки



ҚАЗАҚ  
УНИВЕРСИТЕТІ  
БАСПА ҮЙІ

## Ғылыми басылымдар бөлімінің басшысы

Гульмира Шаккозова

Телефон: +7 7017242911

E-mail: Gulmira.Shakkozova@kaznu.kz

## Компьютерде беттеген

Ұлжан Молдашева

Баспа журналдың ішкі мазмұнына жауап бермейді.

Пішімі 60x84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Көлемі 7,0 б.т.

Офсетті қағаз. Сандық басылыс.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің

«Қазақ университеті» баспа үйі.

050040, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71.

© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2023

1-бөлім  
**ФИЗИКАЛЫҚ, ЭКОНОМИКАЛЫҚ  
ЖӘНЕ ӘЛЕУМЕТТІК ГЕОГРАФИЯ**

---

Section 1  
**PHYSICAL, ECONOMIC  
AND SOCIAL GEOGRAPHY**

---

Раздел 1  
**ФИЗИЧЕСКАЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ  
И СОЦИАЛЬНАЯ ГЕОГРАФИЯ**

А.Г. Валеев<sup>1,\*</sup>, Н.Б. Зинабдин<sup>2</sup>,

Ж.М. Шарапханова<sup>1</sup>, А.Д. Абитбаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт географии и водной безопасности, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Евразийский Национальный Университет имени Л.Н. Гумилева, Казахстан, г. Астана

\*e-mail: adiletv@gmail.com

## СОВРЕМЕННОЕ РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЕ СЕВЕРНОГО ПРИАРАЛЬЯ В УСЛОВИЯХ РЕГРЕССИИ МОРЯ

Целью исследования является определить преобладающие типы процессов рельефообразования Северного Приаралья в условиях регрессии моря и воздействия аридного климата.

Методика исследования объединяет полевые наблюдения, интерпретацию данных ДЗЗ, цифровой фотограмметрический анализ аэрофотоснимков и обработку данных в ГИС. Была использована комбинация инструментальных геоморфологических полевых исследований, с использованием беспилотного летательного аппарата, тахеометра, дальномера и GPS координирование.

В результате исследования создана карта современного земельного покрова исследуемого участка Северного Приаралья. Выделены 13 типов покрова: пустоши (неиспользуемые земли), земли занятые населенными пунктами, пашни, водно-болотные угодья, травы, степь с редкой растительностью, водная поверхность, осушенное дно Аральского моря, закрепленные пески, подвижные пески, соры и такыры. Отсутствие растительности на делювиально-пролювиальных выносах, склонах денудационного уступа, свидетельствуют об активных гравитационных процессах и ветровой эрозии. В Северном Приаралье выявлены несколько сел, подверженных неблагоприятному воздействию подвижных песков, это Косаман, Акеспе, Акбасты, Боген и др. В селах Акеспе и Акбасты подвижными песками засыпаются жилые дома и хозяйственные помещения местных жителей. Относительные высоты между основанием и гребнем бархана, в среднем составляет 2 метра. Площадь развития подвижных песков в с. Акеспе составляет 1,68 км<sup>2</sup>, в с. Акбасты около 1,62 км<sup>2</sup>. Высчитаны величины коэффициента нагрузки условного скота на пастбища на территории исследования, где высокий коэффициент отмечается в с. Акбасты.

Характер происходящих рельефообразующих процессов указывает на усиление в регионе воздействия аридности климата и антропогенного влияния в результате регрессии моря. На первый план выходят эколого-геоморфологические проблемы, влияющие на здоровье человека и качество жизни местных жителей, возникшие в результате нерационального землепользования, хрупких пустынных экосистем вблизи населенных пунктов. С учетом полученных результатов становится актуальной разработка и внедрение мероприятий рационального природопользования в условиях адаптации окружающей среды и жизнедеятельности человека к усиливающимся процессам аридизации климата и его последствий.

**Ключевые слова:** Северное Приаралье, аридизация климата, рельефообразующие процессы, регрессия моря.

А.Г. Валеев<sup>1,\*</sup>, Н.Б. Зинабдин<sup>2</sup>, Ж.М. Шарапханова<sup>1</sup>, А.Д. Абитбаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>География және су қауіпсіздігі институты, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразиялық Ұлттық Университеті, Қазақстан, Астана қ.

\*e-mail: adiletv@gmail.com

### Теңіз регрессиясы жағдайында солтүстік Арал маңы аймағындағы заманауи бедердің қалыптасуы

Мақалада теңіз регрессиясы кезеңіндегі Солтүстік Арал маңының заманауи жер бедерін қалыптастырушы үдерістер мен олардың қалыптасу факторлары қарастырылған. Зерттеудің мақсаты теңіз регрессиясы жағдайында Солтүстік Арал маңының заманауи жер бедерін қалыптастырушы үдерістердің басым типтерін және аридтік климаттың ықпалын анықтау болып табылады.

Зерттеудің әдістемесі далалық зерттеу жұмыстарын, ЖҚЗ деректерін интерпретациялау, аэрофотосуреттерді сандық фотограмметриялық талдау және деректерді ГАЗ-де өңдеу жұмыстарын біріктіреді. Ұшқышсыз ұшатын аппарат, тахеометр, қашықтық өлшегіш және GPS құралдарын пайдалану арқылы аспаптық геоморфологиялық далалық зерттеу жұмыстары жүргізілді.

Зерттеу нәтижесінде Солтүстік Арал маңының зерттелген үлескісінің қазіргі жер жамылғысының картасы жасалды. Жамылғының 13 типі бөлінді: бос жерлер (пайдаланылмайтын жерлер), елді мекен жерлері, егістіктер, сулы-батпақты жерлер, шөптер, өсімдіктер сирек өскен далалар, су айдындары, Арал теңізінің құрғаған түбі, бекіген құмдар, жылжымалы құмдар, сорлар мен тақырлар. Делювийлік-пролювийлік ысырындыларда, денудациялық кертпештің беткейлерінде өсімдік жамылғысының болмауы гравитациялық үдерістердің және жел эрозиясының қарқындылығын айғақтайды. Солтүстік Арал маңында жылжымалы құмдардың жағымсыз ықпалына ұшыраған елді мекендер анықталды, олар Қосаман, Ақеспе, Ақбасты, Бөген және басқа да ауылдар. Ақеспе және Ақбасты ауылдарында жергілікті халықтың тұрғын үйлері мен шаруашылық үй-жайларын жылжымалы құмдар басып жатыр. Шағылдың негізі мен қырқасының арасындағы салыстырмалы биіктік орташа 2 м-ді құрайды. Жылжымалы құмдардың даму ауданы Ақеспе ауылында 1,68 км<sup>2</sup>, Ақбасты ауылында шамамен 1,62 км<sup>2</sup>. Зерттеу аумағындағы жайылымға шартты мал басы жүктемесінің коэффициенті есептелді, жоғары коэффициент Ақбасты ауылында байқалады.

Аймақта жүріп жатқан жер бедерін қалыптастырушы үдерістердің сипаты теңіз регрессиясының нәтижесінде аридтік климаттың және антропогендік ықпалдың артуын айқандайды. Әлбетте, елді мекендер маңындағы осал шөл экожүйелерін, жер ресурстарын ұтымсыз пайдалану нәтижесінде қалыптасқан, жергілікті халықтың денсаулығы мен өмір сүру сапасына ықпал ететін экологиялық-геоморфологиялық мәселелер алдыңғы орынға шығады. Алынған нәтижелерді есепке ала отырып, қарқынды климаттың аридтену үдерісі мен оның салдарына қоршаған ортаны және халықтың тіршілік әрекетін бейімдеу жағдайында табиғатты ұтымды пайдалану шараларын әзірлеу және ендіру жұмыстары өзекті болып отыр.

**Түйін сөздер:** Солтүстік Арал маңы, климаттың аридтелуі, бедер қалыптастырушы үдерістер, теңіз регрессиясы.

A.G. Valeev<sup>1,\*</sup>, N.B. Zinabdin<sup>2</sup>, Zh.M. Sharapkhanova<sup>1</sup>, A.D. Abitbayeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Geography and Water Security, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Kazakhstan, Astana

\*e-mail: adiletv@gmail.com

### **Modern relief formation of the northern Aral region under the conditions of the sea regression**

The article examines the modern processes of relief formation in the Northern Aral Sea during the period of sea regression and the factors of their formation. The study aims to determine the predominant types of relief formation processes under the conditions of sea regression and the impact of an arid climate.

The research methodology combines field observations, interpretation of remote sensing data, digital photogrammetric analysis of aerial photographs, and data processing in GIS.

As a result of the study, a map of the modern land cover of the studied area of the Northern Aral Sea region was created. 13 types of cover were identified: wastelands (unused lands), lands occupied by settlements, arable land, wetlands, grasses, steppe with sparse vegetation, water surface, drained bottom of the Aral Sea, fixed sands, shifting sands, saline, and takyrs. The absence of vegetation indicates active gravitational processes and wind erosion. Several villages have been identified that are subject to the adverse effects of mobile sands; these are Kosaman, Akespe, Akbasty, Bogen, etc. In the villages of Akespe and Akbasty, residential houses and household premises of residents are covered with mobile sands. The relative height between the base and the crest of the dune, on average, is 2 meters. The development area of shifting sands in Akespe village is 1.68 km<sup>2</sup>, and in the village of Akbasty is about 1.62 km<sup>2</sup>. The values of the load factor of conditional cattle on pastures in the study area, where a high coefficient is noted in the village of Akbasty, are calculated. The development and implementation of environmental management measures in the conditions of adaptation of the environment and human activity to the increasing processes of climate aridization and its consequences become relevant.

**Key words:** Northern Prearalie, climate aridization, relief-forming processes, sea regression.

## Введение

Исследованию Арала посвящены труды многих ученых на протяжении более 100 лет. Многим ученым посчастливилось увидеть полноводный Арал, изучать его с позиции озера-моря. Физико-географические явления исследовали Л.С. Берг (Берг, 1908: 15-50), впервые геоморфологическую характеристику берегов Арала описал Л.С. Берг (Берг, 1902:1-5), изучением закономерностей развития и рельефообразования берегов занимался А. И. Бутаков (Бутаков, 1872: 1), определил основные факторы формирования берегов в аридных условиях и районировал берега Арала с учетом ландшафтно-зональных особенностей В.И. Лымарев (Лымарев, 1967: 16-30).

Однако, начиная с 1960 года уровень Аральского моря начал падать в связи с расширением орошаемого земледелия в бассейнах рек Амудария и Сырдария (Micklin, 2007: 49-53). При этом уровень упал на 23 м, площадь водного зеркала сократилась на 74 %, объем воды уменьшился на 90%, что привело к различным негативным последствиям, в том числе изменению климата вокруг бывшей береговой линии (Micklin, 2007: 53). Рельеф бывшего дна Аральского моря в настоящий период развивается под воздействием доминирующего аридного климата, повысилась среднегодовая температура (Micklin, 2014: 16), осадки сократились в несколько раз до 150-200 мм, испаряемость повысилась до 1700 мм в год (Алтаева, 2015: 1-3). В связи с чем, активизировалось воздействие эоловых процессов на рельеф дна бывшего водоема, проявляющийся в эрозии горных пород, переносе осадочного материала, корразии и т.д.

Целью исследования является определение преобладающих типов рельефообразования Северного Приаралья в условиях регрессии моря и воздействия аридного климата; анализ современной морфоскульптуры рельефа на ключевых участках в контексте выявления интенсивности рельефообразования.

Концептуальные аспекты исследования основываются на учениях климатической и аридной геоморфологии А.П. Дедкова, В.П. Чичагова, И.П. Герасимова и др. (Дедков, 1976: 4-5, Чичагов, 2011: 19, Герасимов, 1967: 155-160). Ученые сходятся во мнении, что чередование фаз развития рельефа зависит как от тектонических, так и климатических условий, при этом в создании морфоструктур и морфоскульптур,

значительная роль принадлежит экзогенным процессам, характер и интенсивность которых во многом определены климатом (Дедков, 1976: 4-5). В.П. Чичаговым в 1990 г. были обозначены основные темы и направления аридной геоморфологии для изучения аридной морфоскульптуры Центральной и Средней Азии, в том числе для изучения проблем антропогенного опустынивания и активизации рельефообразующих процессов в связи с осушением дна Аральского моря. Следуя фундаментальным учениям, были обозначены теоретические рамки исследования: при изучении морфоструктур и морфоскульптур, должен использоваться климато-геоморфологический анализ, с учетом аспектов аридной геоморфологии (Чичагов, 2011: 20).

Исследование динамики современного рельефа Северного Приаралья в условиях регрессии Аральского моря проводилось эпизодически. Большинство исследований затрагивают актуальные вопросы по гидрологии рек и озер Аральского бассейна, динамики акватории моря, экологии и т.д. Тогда как территория Северного Приаралья является ценным хозяйственным регионом с наличием пастбищ, пресной воды, инфраструктуры, а также обладает уникальным природным потенциалом биологического и рельефного разнообразия, геотермальными источниками на осушенном дне моря. Катастрофические изменения окружающей среды, усиление аридного климата приводит к процессам эволюции и адаптации живой и неживой природы. Регрессия Аральского моря и усиление аридного климата способствуют проявлению процессов выветривания, выноса солей в атмосферу, сокращению водного стока, обнажению дна моря, сокращению биоразнообразия и др. [Бекнияз, 2010: 77-80, Кипшакпаев, 2010: 219-220]. Поэтому, изучение динамики современного рельефа территории имеет важное значение для понимания современных факторов рельефообразования и будущих преобразований в рельефе Северного Приаралья, являющегося основным компонентом в состоянии окружающей среды территории исследования.

Следует отметить, что после сокращения Аральского моря усилилась континентальность климата, активизировались некоторые опасные процессы рельефообразования под воздействием природных и антропогенных факторов. Для понимания изменений окружающей среды

необходимо знание различных факторов и процессов рельефообразования (Rao, 2002: 51-54). Усиление антропогенных факторов в проявлении и развитии опасных рельефообразующих процессов, среди которых можно выделить развитие подвижных песков за счет перевыпаса и последующей деградации растительности, развитие дефляции, выветривания, эрозии и развития пыльных бурь.

Тесная связь прослеживается между рельефом и другими компонентами земельного покрова, получившая отражение на космических снимках (Rao, 2002: 51-54). Их дешифрирование, классификация и интерпретация проводится

с помощью различных степеней корреляции в структуре распределения. Например, схема подвижных песков/населенных пунктов/линейных типов – дорог, очевидно, имеет сильную корреляцию между землепользованием и рельефом. Кокаральская дамба послужила развитию водно-болотной растительности с северной стороны, образовавшей соответствующий тип землепользования.

Область исследования включает территорию Северного Приаралья, по которой проведены маршрутные полевые исследования. На севере граница проходит в районе с. Косаман, на западе и юге по с. Куланды, на западе с. Боген (рисунок 1).

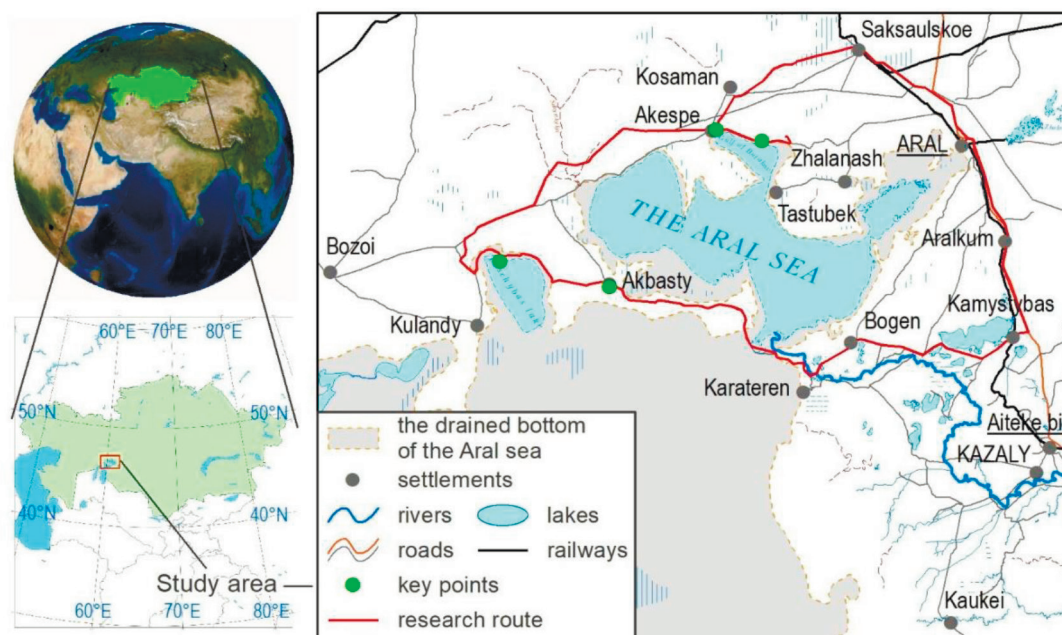


Рисунок 1 – Обзорная схема расположения исследуемого участка

## Материалы и методы

В качестве исходных данных, для изучения динамики современного рельефа Северного Приаралья в период регрессии моря, применялись топографические карты и космические снимки, по которым можно извлечь первоочередные сведения о земной поверхности. Основным исходным материалом в исследовании послужил пакет аэрофотоснимков, полученных с беспилотного летательного аппарата (БПЛА) в ходе полевого исследования. Для оценки современного состояния и картографирования

рельефа, наряду с вышеуказанными сведениями, были использованы также данные из научных публикации (Micklin, 2007: 59-60, Yang, 2020: 1-5).

Наилучшие характеристики пространственной информации о земной поверхности, находящейся в открытом доступе, на сегодняшний день имеют спутники Landsat 8 и Sentinel-2. Для решения задач настоящего исследования были использованы снимки со спутника Sentinel-2A (семейство спутников Европейского космического агентства, созданное в рамках проекта глобального мониторинга окружающей

среды и безопасности Copernicus), полученные с портала Earth Explorer Геологической службы США (US Geological Survey) – <https://earthexplorer.usgs.gov> и находящиеся в свободном доступе. В пользу выбора данных спутника Sentinel-2A, оснащенных оптико-электронным мультиспектральным сенсором, выполняющим съемку в 13 спектральных каналах, запущенной 23 июня 2015 г. (Kaplan, 2017: 2-4), послужила высокая частота съемки (периодичность съемки – 10 дней), большой пространственный охват (ширина полосы съемки – 290 км) и достаточно детальное пространственное разрешение (10 м в пикселе) (Ereña, 2016: 2-5) необходимых для проведения большинства исследовательских и мониторинговых работ.

Для аэрофотосъемки был использован БПЛА Phantom 4 и программное обеспечение Pix4Dcapture для Android. По сравнению с другими, более дорогими технологиями дистанционного зондирования, серия DJI Phantom обеспечивает компромисс между стоимостью, качеством датчиков, функциональностью и мобильностью (Peppra, 2019:1-2). Квадрокоптер DJI Phantom 4 давно зарекомендовал себя на рынке гражданских беспилотников. Это небольшой беспилотный летательный аппарат, весит около 1,4 кг и может летать на одном заряде до 28 минут. Его характерной особенностью является высокая стабильность работы, небольшая цена, камера 12 мегапикселей с трехосевым гиросtabilизирующим подвесом (Захлебин, 2018: 2). Для ориентации в пространстве БПЛА Phantom 4 использует до 24 навигационных спутников системы ГЛОНАСС/GPS, что обеспечивает высокую точность позиционирования, быстрое подключение и полный контроль за полетом.

Обработка полученных снимков и классификация земельного покрова проводилась в программном комплексе ENVI 5.2, геоинформационное картографирование – в ArcGIS 10.8, обработка материалов аэрофотосъемки – в программном обеспечении Agisoft Photoscan.

При решении поставленных задач применялись методы полевых исследований, геоинформационного картографирования и дистанционного зондирования с применением БПЛА. С учетом большой площади территории исследования, приоритет отдавался дистанционным методам.

Используемая методология состояла из трех этапов.

На *первом этапе*, для получения обзорных данных современных условий рельефа, была проведена классификация земельного покрова с использованием космических Sentinel-2A. С помощью ряда последовательных этапов – цифровой обработки выбранных изображений, и загрузки изображений, предварительной обработки, классификации с использованием известных обучающих выборок, последующей обработки классификации (Degife, 2018: 5-6) – получена карта современного земельного покрова исследуемой территории. Цифровой анализ позволяет быстрее и удобнее идентифицировать и разграничить земельный покров и виды землепользования. Различные виды земельного покрова имеют уникальную сигнатуру, формы рельефа, тон, текстуру, размер, дренаж, уклон, землепользование и др. (Rao, 2002: 3-5).

Их дешифрирование, классификация и интерпретация проводилась с помощью различных степеней корреляции в структуре распределения. Например, анализ схем подвижных песков/населенных пунктов/линейных объектов показал достаточно четкую корреляцию между землепользованием и рельефом.

На *втором этапе* были проведены полевые геоморфологические исследования, в том числе проведена съемка с БПЛА с целью крупномасштабного картографирования ключевых участков для изучения динамики современного рельефа Северного Приаралья в период регрессии моря и построения цифровых моделей рельефа с помощью простой методологии фотограмметрической съемки. Результаты использованы для получения поперечных профилей бывшей береговой зоны для изучения динамики современного рельефа Северного Приаралья в период регрессии моря.

Технология аэрофотосъемки БПЛА состояла из следующих трех этапов:

- подготовительные работы (изучение местности, подлежащей фотографированию, подготовка карт, проектирование маршрутов полета и расчет элементов фотосъемки);
- выполнение аэрофотосъемки на местности;
- камеральные работы (фотограмметрическая обработка снимков, создание ортофотоплана, карты высот и получение поперечных профилей рельефа).

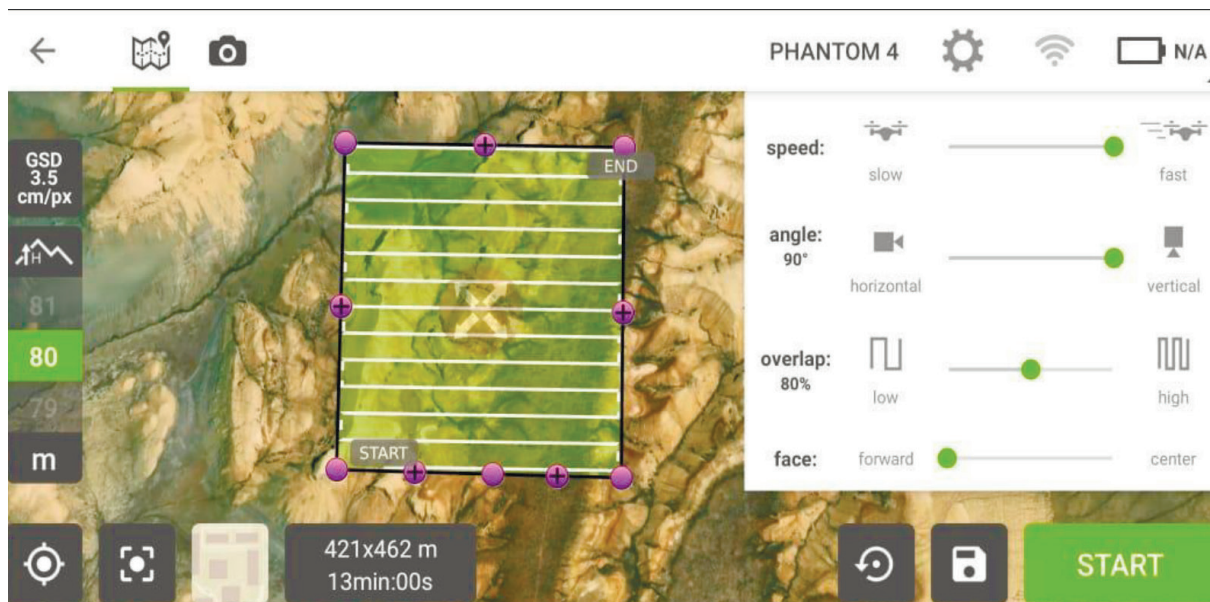
Перед взлетом БПЛА было загружено полетное задание с помощью, предварительно установленной на мобильное устройство, программного обеспечения Ctrl+DJI и Pix4Dcapture



ге, в котором были прописаны основные детали полета (рисунок 2):

- задана площадь исследуемого участка;
- маршрут следования БПЛА;

- процент перекрытия фото был выбран 80%;
- скорость полета по маршруту 5 м/с;
- угол наклона камеры 90°;
- высота полета – 80 м.



**Рисунок 2** – Запуск аэрофотосъемки в условиях полевой работы средствами БПЛА DJI PHANTOM 4

Взлет производился непосредственно над ключевым участком для получения аэрофотографического материала. Время, необходимое для выполнения одной аэрофотосъемки составило около 2 часов, что включало настройку БПЛА, развертывание наземных целей управления, GPS-съемку и время полета и фотосъемки.

Важной задачей исследования этого этапа являлась обработка полученных материалов аэрофотосъемки с БПЛА в ГИС-среде. Полученный в результате выполнения аэрофотосъемки массив данных подвергся фотограмметрической обработке с помощью автоматизированного программного обеспечения Agisoft PhotoScan. В качестве исходных данных были использованы цифровые растровые изображения, координаты центров фотографирования, материалы калибровки оптической системы камеры.

Общий рабочий процесс обработки является схожим и состоит из нескольких фундаментальных шагов, таких как выравнивание фотографий (рисунок 3), создание плотного облака точек, сетки и цифровой поверхности и, наконец, создание ортофотоплана. Координаты центров фотографирования представлены в глобальной геоцентрической координатной системе отсчета WGS-84.

В результате, после выполнения операций с массивом изображений в программе Agisoft PhotoScan -добавление и выравнивание фотографий, построение плотного облака точек, постройка модели, постройка текстуры, карты высот – был получен ортофотоплан и карта высот ключевых участков в формате geotiff (рисунок 3), пространственным разрешением 3 и 12 см, соответственно.

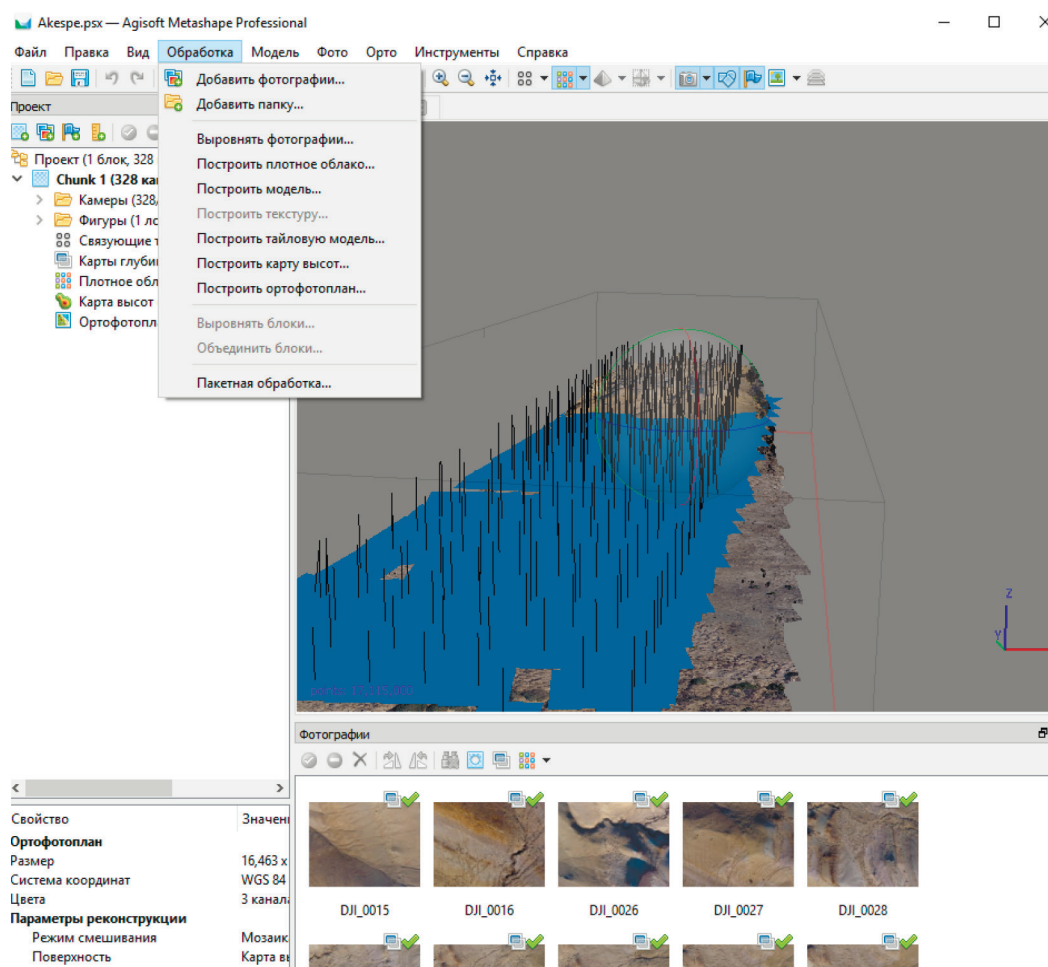


Рисунок 3 – Процесс обработки аэрофотоснимков в программном обеспечении Agisoft PhotoScan

На *третьем этапе*, полученные данные (карта земельного покрова, ортофотоплан и карта высот) были проанализированы в среде ГИС с использованием программного обеспечения ArcGIS версии 10.8 для оценки морфологических изменений. Геоморфологическое исследование территории Северного Приаралья путем интерпретации космических снимков Sentinel 2 A, в сочетании с анализом ортофотоплана высокого разрешения, полученного с БПЛА, и, подробными полевыми исследованиями, проведенными в августе 2021 года, позволили анализировать динамику современного рельефа Северного Приаралья в период регрессии моря.

Применение методов дешифрирования данных аэрофотосъемки с БПЛА в сочетании с использованием данных дистанционного зондирования Земли среднего пространственного разрешения (Sentinel-2), материалов полевых исследований и имеющихся литературных дан-

ных послужили основой максимально объективно и в достаточно короткие сроки создать геоморфологическую карту, описать и характеризовать его геоморфологическую структуру.

### Результаты и обсуждение

Происходящие изменения природной среды обсохшего дна Арала настолько динамичны, что, за относительно короткое время, здесь наблюдается интенсивная трансформация рельефа, режима грунтовых вод, почвенно-растительного покрова, что в естественных условиях других пустынь Туранской равнины не отмечается (Курбаниязов, 2017: 102). Как можно заметить, непосредственно Арал ограничивают столово-останцовая равнина Северного Приаралья, Туранская низменность и плато Устирт, в пределах которых находятся соответствующие участки побережий Арала. Местами, в береговой зоне

широко развиты оползни, а также формы рельефа, созданные выветриванием и суффозионно-карстовыми процессами (Лымарев, 1967:80-82). На рассматриваемой территории развиты денудационный, эрозионно-денудационный, аккумулятивный и абразионно-аккумулятивный типы рельефа (Акиянова, 2016: 14, Слюсарев, 1974:35-42).

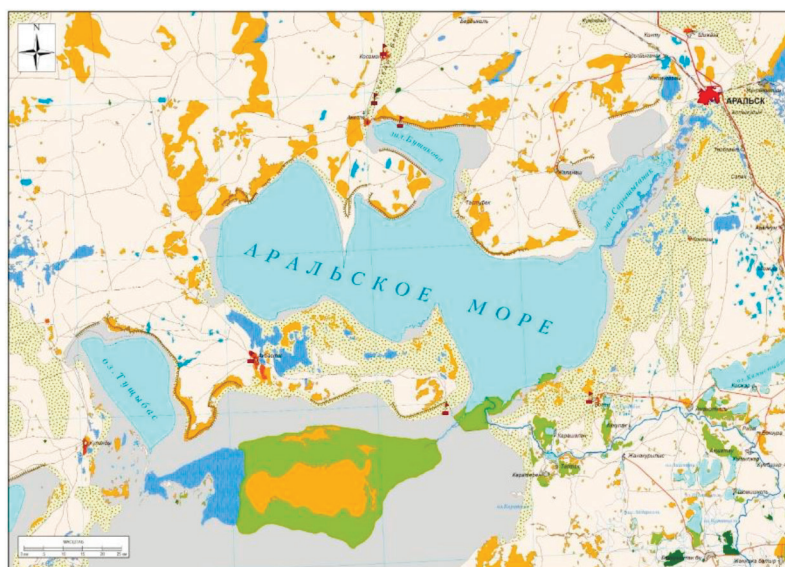
Климат района резко континентальный, характерный для внутриматериковых пустынь. Зима сравнительно холодная, но короткая. Средняя температура января  $-13,5$  градусов, а минимальная  $-36$  градусов. Снежный покров не превышает 70-90 мм. Лето жаркое, засушливое, с резко пониженной относительной влажностью (19%). Средняя температура июля составляет  $+26$  градусов, а в отдельные дни она поднимается до  $+42$  градусов. Для района характерны частые и сильные ветры (20 м/сек) преимущественно северо-восточного направления, летом вызывающие пыльные бури и штормы, а зимой сдувающие снеговой покров. Средняя годовая скорость ветра превышает 4 м/сек. Годовая сумма осадков не велика (от 91 до 118 мм) и неравномерно распределена по сезонам: намечаются два максимума – в апреле и октябре. Испарение с открытой водной поверхности в 13 раз превышает сумму атмосферных осадков (Слюсарев, 1974:4).









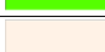



В настоящем исследовании использовались полевые исследования, архивные материалы и данные ДДЗ, проанализированы современная

динамика рельефа, определены ее тренды и общие направления ее развития и особенности, в условиях регрессии моря. Аральское море не оказывало существенного смягчающего влияния на резко континентальный климат Северного Приаралья (Слюсарев, 1974:4). При этом, по данным исследования Бекнияз Б.К., сокращение Аральского моря вызвало изменения климатических параметров (температурный и ветровой режим) в прибрежной зоне (Бекнияз, 2010: 60-62).

Создана карта современного земельного покрова исследуемого участка Северного Приаралья (рисунок 4). Выделены всего 13 типов покрова, включающие пустоши (неиспользуемые земли), земли занятые населенными пунктами, пашни, водно-болотные угодья, травы, степь с редкой растительностью, водная поверхность, осушенное дно Аральского моря, закрепленные пески, подвижные пески, ссоры и такыры. Также на карте показаны ключевые точки полевых исследований и отвесные денудационные уступы в пределах побережья Аральского моря и оз. Туцубас. Площади типов земельного покрова приведены в таблице рисунка 4.

Анализ классификации типов земельного покрова позволил выявить происходящие современные изменения в рельефе в условиях настоящей регрессии Аральского моря. Среди них следует отметить образование зоны современной осушки, занимающей более 6000 км<sup>2</sup>, исследуемой территории.



На карте	Типы	Площадь в км <sup>2</sup>	На карте	Типы	Площадь в км <sup>2</sup>
	Пустоши (Bare Area)	2 541,5		Осушка	6040,6
	Пашни	123,5		Пески	5 132,6
	ВБУ	954,5		Подвижные пески	26,3
	Трава (Grass)	1,0		Соры	800,2
	Степи, ред. раст	17 988,4		Такыры	118,3
	Водные	4 093,8		Нас. пун.	67,78
<b>Общая</b>			<b>37 888,9</b>		


 Уступы

Рисунок 4 – Современное состояние земельного покрова Северного Приаралья

Прежде всего, осушенное дно являются уникальным объектом в контексте образования и развития молодой пустыни аридной зоны. Ей свойственны рельефообразующие процессы, характерные пустыням – это эоловые процессы, формирование рельефа песчаных пустынь (Курбаниязов, 2017: 70), а также развитие значительного выноса пыле-солевых частиц ветрами (Тлеумуратова, 2015: 1-2).

Наблюдается увеличение площади соров и такыров, а также образование водно-болотных угодий в районе Кокаральской плотины и вдоль направления течения сбрасываемых излишек вод Малого Арала в сторону оз. Тущыбас. Для более

детального изучения, очевидно, недостаточно использование только дистанционных данных. Поэтому были использованы карты земельного покрова с обозначением ключевых точек для проведения полевых мониторинговых исследований. Для изучения гравитационных склоновых процессов выбрали 2 участка, первый, расположенный на северном денудационно-аккумулятивном побережье залива Бутакова (рисунок 5), и второй на северном денудационно-аккумулятивном побережье оз. Тущыбас (рисунок 6). Для изучения развития процессов подвижных песков были выделены два участка – первый с. Акеспе (рисунок 7) и второй с. Акбасты (рисунок 8) (таблица 1).

Таблица 1 – Данные аэрофотосъемки ключевых участков

№	Ключевой участок	Дата съемки	Высота полета, м	Количество фото, шт
1	Бывшее побережье залива Бутакова	23.08.21	100	328
2	Северное побережье оз. Тущыбас	25.08.21	50	623
3	с. Акеспе	24.08.21	60	978
4	с. Акбасты	26.08.21	90	493
Всего				2 422

В 6 км восточнее от горячего источника Акеспе провели аэрофотосъемку от поверхности берегового уступа до современного уреза воды. Максимальное превышение 227 м абс. высоты, относительные высоты достигают 50-70 метров (рисунок 5). Береговой уступ сложен из осадочных пород, найдены палеонтологические образцы зуба акулы, окаменелые раковины. Абразионный берег протягивается вдоль залива Бутакова. На абразионных уступах на всем протяжении развиты делювиальные выносы, хорошо прослеживаются конусы выноса одной литологии по цвету породы уступа и с аккумулярованным у подножия уступа. Развиты рытвины, эрозионные врезы, овраги, образованные временными водотоками. Форма склонов абразионных уступов переформиро-

валась в пологий склон, особенно в местах выноса материала. На высоких уступах видна складчатость, отличающаяся по цвету отложений. Абразионные уступы, возвышенности подвержены выветриванию. В результате ветровой эрозии, уступ на всем протяжении, представляет неповторимые формы рельефа, своеобразные уникальные морфоскульптуры. В период регрессии, усиление аридности климата, преимущественно, воздействует на формирование современного рельефа бывшего побережья, в том числе, на выполаживание (выравнивание) берегового уступа. Отсутствие растительности на делювиально-пролювиальных выносах и склонах денудационного уступа свидетельствуют об активных гравитационных процессах и ветровой эрозии.

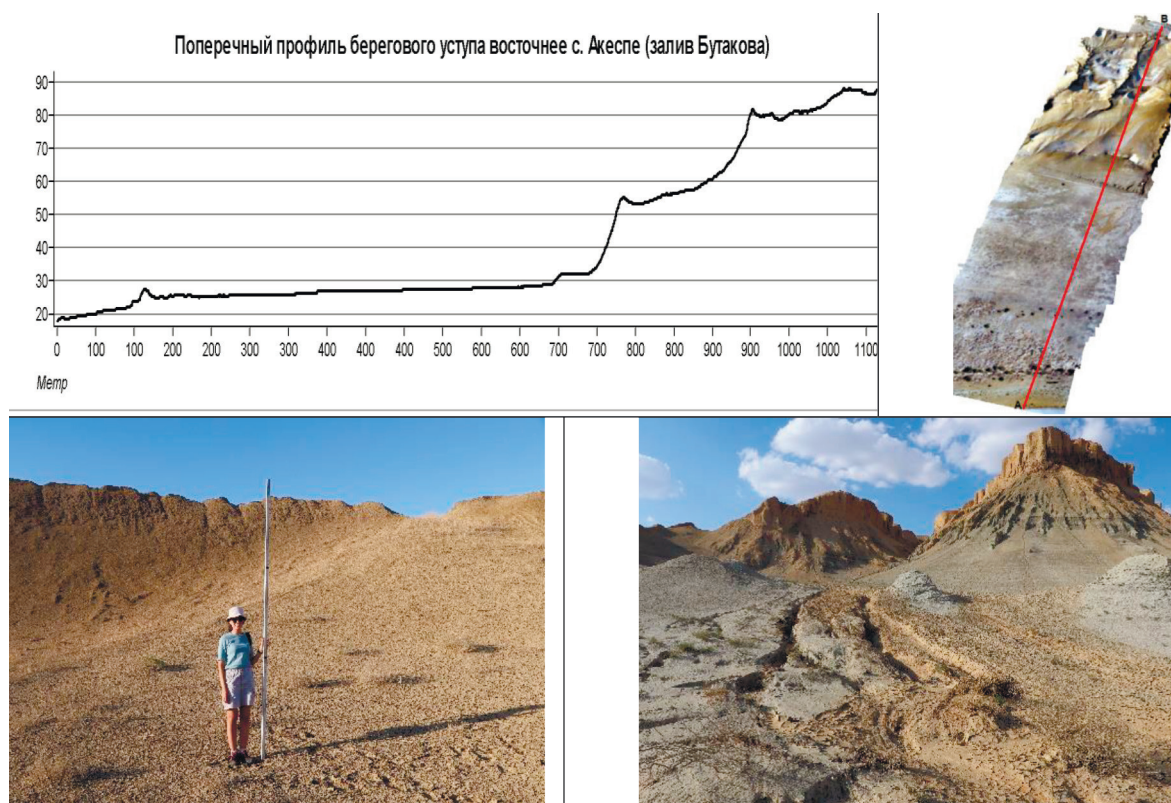


Рисунок 5 – Поперечный профиль северного берегового денудационного уступа залива Бутакова

Озеро Тущыбас. Аэрофотосъемку проводили в северо-западной части побережья, относительные высоты рельефа на расстоянии 500 м от уреза воды достигает 60 метров (рисунок 6). Озеро высыхает, образовалась полоса осушки шириной 100-150 м (ил, черная грязь), чуть повыше – высохшее в предыдущие годы – дно

озера шириной 200-300 м, представленная солами, солончаками, покрытые тонким слоем соли, растительность отсутствует. Далее, к береговому уступу примыкает равнина, образовавшаяся после сокращения Арала, покрытая растительностью. Выше уступов расположена бывшая терраса, покрытая древесно-кустарниковой растительностью.

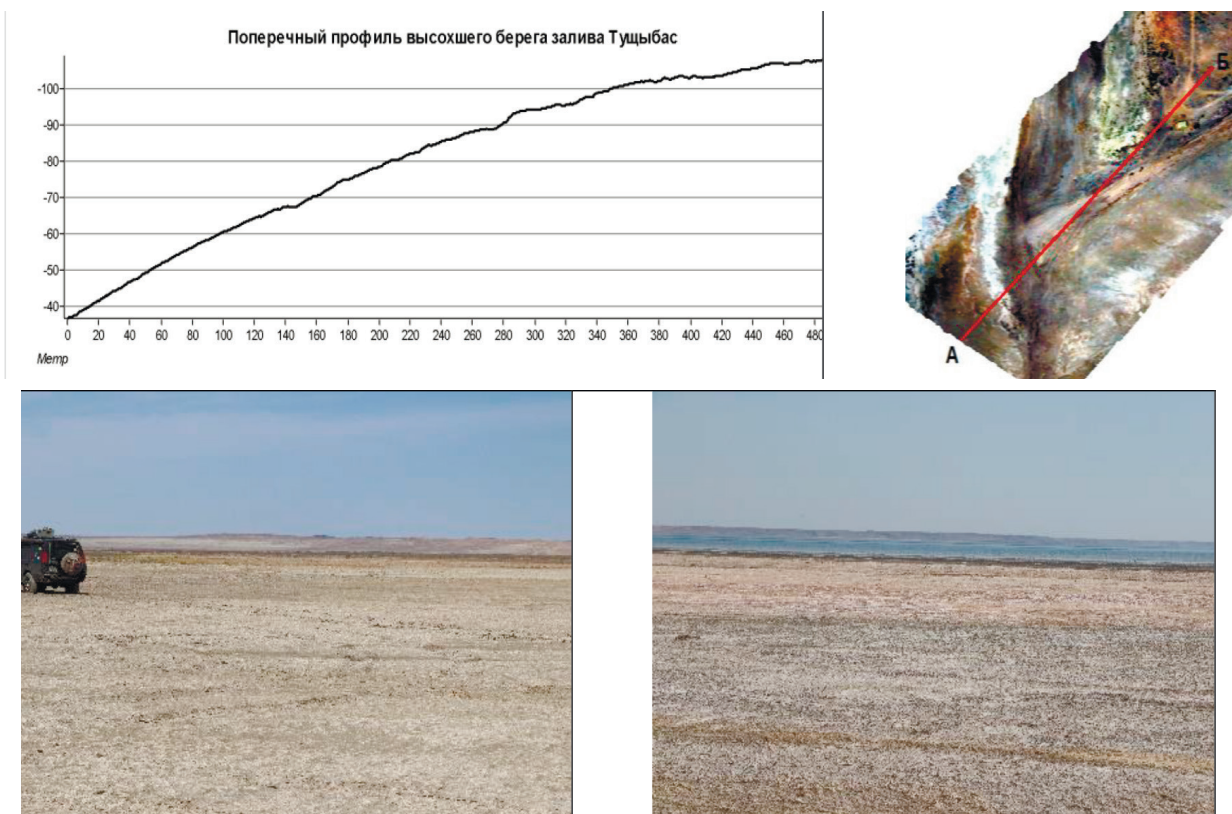


Рисунок 6 – Поперечный профиль северного берегового денудационного уступа оз. Тущыбас

После сокращения Аральского моря, усилилась нагрузка на, близ расположенные к населенным пунктам, пастбища в пределах Северного Приаралья. Это связано с изменением хозяйственной деятельности местных жителей. В период существования моря жители занимались промысловым рыболовством. В настоящее время основной деятельностью населенных пунктов исследуемой территории является отгонное животноводство. Очевидно, несоблюдение пастбищных нагрузок на песчаных массивах привели сначала к деградации растительности, а

потом, под действием ветра, началось развитие подвижных песков вблизи населенных пунктов. В Северном Приаралье отмечают несколько сел, подверженных неблагоприятному воздействию подвижных песков на земли населенных пунктов, это Косаман, Акеспе, Акбасты, Боген и др. В полевых исследованиях нами обследованы села Акеспе (рисунок 7) и Акбасты (рисунок 8). Имеющиеся доступные статистические данные по домашнему животноводству, позволили рассчитать коэффициент пастбищной нагрузки (Казахстанское рук. по упр..., 2004: 20).

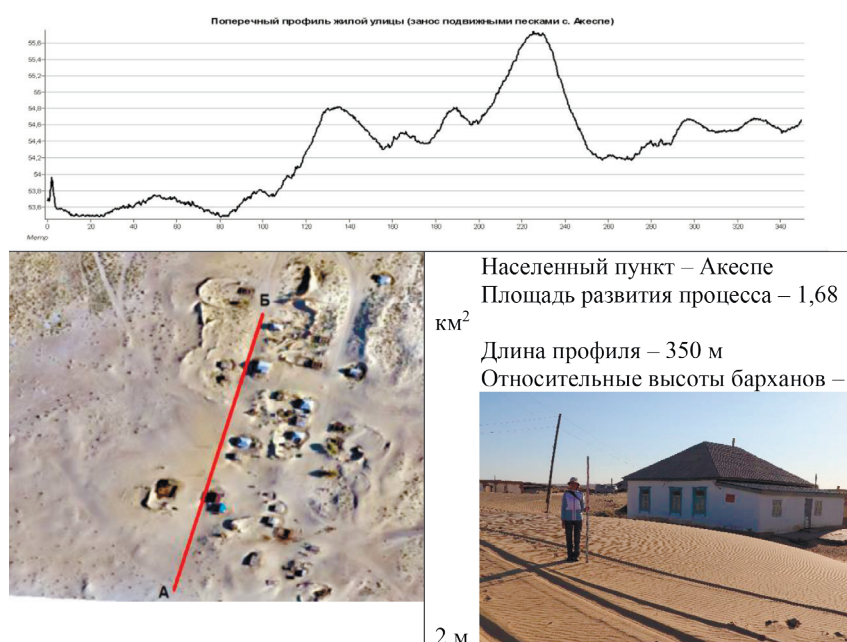
**Таблица 2** – Расчет коэффициента пастбищной нагрузки в пределах сел Акбасты и Акеспе (в условных единицах, у.е.)

Населенный пункт	Год	Площадь пастбищных угодий, га	Крупный рогатый скот, в у.е.	Мелко-рогатый скот, в у.е.	Лошади, в у.е.	Верблюды, в у.е.	Общее количество скота, в у.е.	Коэффициент нагрузки условного скота на пастбища (поголове/площадь пастбища)	Уровень деградации пастбищ
Акбас-ты	2017	6530	524	620	1791	1853	4788	0,73	средний
	2018		563	1060	1819	2049	5491	0,84	средний
	2019		497	648	1841	2172	5158	0,79	средний
	2020		459	592	1844	3044	5939	0,91	средний
	2021		531	994	2193	3207	6925	1,06	высокий
Акеспе	2017	3809	211	679	298	363	1551	0,41	низкий
	2018		207	305	356	370	1238	0,33	низкий
	2019		177	291	401	395	1264	0,33	низкий
	2020		186	358	530	402	1476	0,39	низкий
	2021		188	356	560	504	1608	0,42	низкий

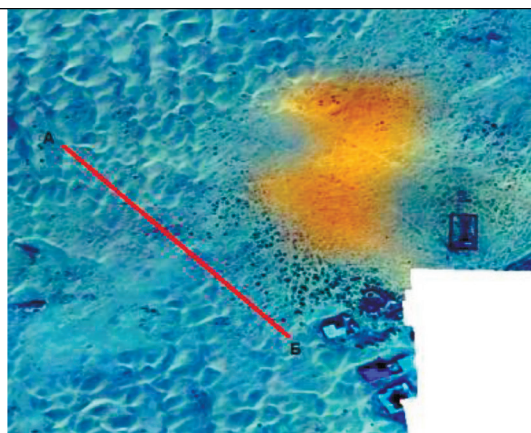
Эоловые процессы являются основными в преобразовании рельефа высохшего дна моря. Интенсивное их развитие обусловлено, прежде всего, частыми и сильными ветрами преимущественно северных и близких к ним румбов, свойственных данному региону. При скорости ветра 4 м/с и более незакрепленные пески приходят в движение. Ветер расчленил и усложняет исходную поверхность обсохшего дна моря, формируя положительные (барханы) и отрицательные формы эолового рельефа,

и перемещает пески на большое расстояние (Курбаниязов, 2017: 70).

В обоих населенных пунктах подвижными песками засыпаются жилые дома и хозяйственные помещения местных жителей. При сильных ветрах очень часты пыльные бури. Как видно по продольным профилям из цифровой модели рельефа, относительные высоты между основанием и гребнем бархана, в среднем, составляют 2 метра. Площадь развития подвижных песков в с. Акеспе составляет 1,68 км<sup>2</sup>, в с. Акбасты – около 1,62 км<sup>2</sup>.



**Рисунок 7** – Неблагоприятное воздействие на территорию с. Акеспе эоловых процессов (подвижные пески)



Населенный пункт – Акбасты  
 Площадь развития процесса – 1,62 км<sup>2</sup>  
 Длина профиля – 270 м  
 Относительные высоты барханов – 2 м.



**Рисунок 8** – Неблагоприятное воздействие на территорию с. Акбасты эоловых процессов (подвижные пески)

Усиление роли ветра в рельефообразовании, в результате антропогенного воздействия, привело к образованию молодых аридных пустынь Северного Приаралья. Ключевая роль в современном рельефообразовании Северного Приаралья принадлежит климато-геоморфологическим факторам, при этом тектонические аспекты структурной геоморфологии на настоящем этапе развития не активны. Характер и динамика рельефообразующих процессов исследуемой территории указывают на усиление в регионе воздействия аридности климата и хозяйственной деятельности человека. Очевидно,

на первый план выходят эколого-геоморфологические проблемы, влияющие на здоровье человека и качество жизни местных жителей, возникшие в результате нерационального землепользования хрупких пустынных экосистем вблизи населенных пунктов (таблица 3). Решение задач смягчения воздействия подвижных песков, требует проведение дополнительных прикладных исследований. На повестку выходит необходимость мониторинга региональных климатических изменений для исследования и прогнозирования проявлений экстремальных процессов аридного рельефообразования.



Таблица 3 – Концептуальная рамка исследования рельефной среды Северного Приаралья

Морфоструктура аридных равнин	Морфоскульптура	Объекты исследования	Ведущий процесс	Антропогенные преобразования
Туранская плита	Денудационный рельеф побережья	с. Акеспе (залив Бутакова), побережье	Выветривание, склоновая эрозия, засоление	Сокращение площадь водного зеркала Аральского моря
		Оз. Тущыбас, побережье		
	Пески	с. Акеспе	Эоловый	Подвижные пески
		с. Акбасты		Подвижные пески

Результаты исследования подтверждают основные выводы ученых о происходящих изменениях в природной среде. В частности, регрессия моря обусловила изменения климатических характеристик прилегающих районов (Micklin, 2014: 433-435), усиление антропогенного воздействия на природу территории исследования обусловило изменение в развитии и активности эоловых процессов (Новоточина, 1996: 9-10), вызвало активизацию природных аридных рельефообразующих процессов, усилило опустынивание (Искаков, 2006: 222-223).

Формирование песчаных барханов с относительно высокими 2 метра в черте селитебных территорий являются наглядными индикаторами последствий понижения уровня моря, проявления процессов опустынивания, а также нерационального сельскохозяйственного землепользования местными жителями. Фактор подвижных песков стал причиной трехкратного переселения с. Акеспе, однако до сих пор не решены и не предложены рациональные подходы в землепользовании, с учетом происходящих изменений окружающей среды. Стоит отметить, что происходящие процесс местным населением не рассматривается как негативно критические, люди продолжают заниматься традиционным животноводством, при этом увеличивая общее поголовье. По словам старожил, ранее, когда существовало море, местное население прибрежных населенных пунктов, в основном, занимались рыболовством. После отступления моря, преобладающим видом деятельности сельских жителей стало отгонное животноводство. В результате одной из причин развития подвижных песков стало несоблюдение пастбищной нагрузки на землях вновь формируемых пустынных экосистем, что представляет собой опасность не только в плане снижения запасов пастбищных кормов, это

ведет к исчезновению наиболее чувствительных к выпасу видов растений, уничтожению их местообитаний и обеднению биоразнообразия, т.е. к опустыниванию пастбищ (Темирбаева, 2017: 48-51).

Бывшие абразионные уступы в результате изменения климатических параметров (Micklin, 2014: 405-407), подвержены ветровому, температурному выветриванию, эрозионному расчленению, а также склоновым процессам.

Ограничениями исследования были отсутствие исторических данных – космоснимков высокого разрешения, статданных о количестве населения, количестве домашних животных, а также о деятельности промыслового рыболовства для подтверждения результатов количественными данными. Однако, сказанное не снижает актуальность и репрезентативность полученных результатов.

### Заключение

В исследовании использованы комбинация геоморфологических полевых исследований, данных ДЗЗ и беспилотных летательных аппаратов. Используемая методология объединяла полевые наблюдения, интерпретацию данных ДЗЗ, цифровой фотограмметрический анализ аэрофотоснимков и обработку данных в ГИС.

Изучены гравитационные склоновые процессы на 2 участках, расположенных на денудационно-аккумулятивных участках побережья залива Бутакова и оз. Тущыбас. Развитие процессов подвижных песков изучены в пределах с. Акеспе и Акбасты. Отсутствие растительности на делювиально-пролювиальных выносах, склонах денудационного уступа, свидетельствуют об активных гравитационных процессах и ветровой эрозии. Эоловые рельефообразующие процессы оказывают существенное воздействие

на становление и развитие земной поверхности осушенного дна Аральского моря. Наблюдается активное антропогенное воздействие у населенных пунктах, расположенных на бывшем морском побережье. Особо следует отметить активизацию эоловых процессов у населенных пунктов Акеспе и Акбасты.

Наступление песков происходит в результате неумеренного выпаса скота (особенно мелкого рогатого скота), заготовки кустарниково-древесной растительности для отопления, бессистемной прокладки грунтовых дорог у населенных пунктов. Для защиты населенных пунктов от наступления подвижных песков необходимо проведение комплекса научно обоснованных мероприятий.

## Благодарность

Эта работа была проведена при поддержке проекта «Ecosystems, Society and Economics of the Region of Aral (ESERA)», действующий при поддержке Казахстанско-Немецкого университета. Особую благодарность выражаем координатору проекта Китапбаеву Алмасу, Алие Танкибаевой за полезные предложения и помощь в редактировании данной статьи, а также сотрудникам Барсакельмесского государственного природного заповедника и Международного фонда спасения Арала за значительную помощь при полевых исследованиях.

## Литература

- Degife A.W., Zabel F., Mauser W. "Assessing land use and land cover changes and agricultural farmland expansions in Gambella Region, Ethiopia, using Landsat 5 and Sentinel 2a multispectral data." *Heliyon*, Volume 4, № 11 (2018).
- Erena M. and etc. "Configuration and specifications of an unmanned aerial vehicle for precision agriculture." *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume 41 (2016): P. 809.
- Kaplan G., Avdan U. "MAPPING AND MONITORING WETLANDS USING SENTINEL-2 SA<sup>TEL</sup>LITE IMAGERY". *ISPRS Annals of Photogrammetry Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, Volume 4 (2017).
- Micklin P. "The Aral Sea disaster" *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, Volume 35, (2007): P. 47-72.
- Peppas M.V. and etc. "Photogrammetric assessment and comparison of DJI Phantom 4 pro and phantom 4 RTK small unmanned aircraft systems." *ISPRS Geospatial Week*, 2019.
- Rao D.P. "Remote sensing application in geomorphology." *Tropical ecology*, Volume 43, № 1 (2002): P. 49-59.
- The Aral Sea: The Devastation and Partial Rehabilitation of a Great Lake: P. Micklin, N. Aladin, I. Plotnikov. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2014.
- Yang X., Wang N., He J., Hua T., Qie Y. *Changes in area and water volume of the Aral Sea in the arid Central Asia over the period of 1960-2018 and their causes*. Catena: 2020.
- Акиянова Ф.Ж., Зинабдин Н.Б. Рельеф. Атлас функционального зонирования Аральского района Кызылординской области. Астана (2016): 60 с.
- Алтаева Б.Ж., Мукашева Б.Г., Касымбекова Б.К., Киянбекова Ж.К. "Ключевые Слова: Приаралье, Аральское Море, Климат, Экологическая Катастрофа, Температура." 2015: С.16-24.
- Бекнияз Б.К. "Эколого-геоморфологические условия Казахстанского Приаралья." Дисс. на соиск. ученой степени канд. географ, наук. Алматы (2010):136 с.
- Берг Л.С. "Аральское море. Опыт физико-географической монографии." *Известия Турк. отд. РГО*, Т. 5, Вып. 9 (1908): 580 с.
- Берг Л.С. "К Морфологии берегов Аральского моря." *Ежегодн. геол. и минерал. России*, Т. 5, Вып. 6-7 (1902).
- Бутаков А.И. "Берега Аральского моря. (Геологические заметки)". *Туркестанские ведомости*, №48-50, Ташкент (1872).
- Герасимов И.П., Мещеряков Ю.А. Рельеф Земли (Морфоструктура и морфоскульптура). М., «Наука», 1967. С.330.
- Дедков А.П. "Теоретические Аспекты Современных Климато-Геоморфологических Представлений." *Геоморфология*, №4 (1976): С. 3-11.
- Захлебин А.С. "Верховой осмотр линий электропередач с использованием БПЛА вертолетного типа DJI PHANTOM 4." *Оптико-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов, обработки изображений и символьной информации. Распознавание*, (2018): С. 122-124.
- Искаков Н.А., Медеу А.Р., Бекниязов Б. К. "Экологическое состояние регионов" Гл. 5. Окружающая среда и экология. Республика Казахстан. Т. 3. Алматы (2006): С. 321-442.
- Казахстанское руководство по управлению фермерскими хозяйствами (финансово-экономические аспекты). 2-е издание. Астана (2004).
- Кипшакпаев Н. и др. Восстановление Экологической Системы в Дельте Сырдарии и Северной Части Аральского Моря. 2010.
- Курбаниязов А.К. Эволюция ландшафтов и обсохшего дна Аральского моря, 2017.
- Лымарев В.И. Берега Аральского Моря-Внутреннего Водоема Аридной Зоны. (1967): 250 с.

Новоточина М.В. “Современный эоловый морфогенез песчаных массивов Большие, Малые Барсуки и Приаральские Каракумы.” Автореферат дисс. на соиск. ученой степени канд. географ, наук. Алматы (1996): 23 с.

Слюсарев А.Н. “Геологическая карта СССР, масштаба 1:200 000.” Объяснительная записка. Серия Тургайская, Лист L-41-XIII. М. (1974): 64 с.

Темирбаева Р.К., Акиянова Ф.Ж., Карынбаев А.К., Оспанбаев Ж.О., Егембердиева К.Б., Будникова Т.И., Шарапханова Ж.М. Стратегия и План действий по устойчивому землепользованию Арало-Сырдарьинской проектной территории. Астана (2017): 116 с.

Тлеумуратов Б.С., Мамбетуллаева С.М., Мустафаева Р. “Моделирование выноса солей с обсохшего дна Аральского моря и его последствий.” В сб.: Эффективные исследования современности. Сборник научных работ X Международной научной конференции Евразийского Научного Объединения (г. Москва, октябрь 2015). М.: ЕНО (2015): 242 с.

Чичагов В.П. “Аридная Геоморфология, Ее Смысл и Содержание.” Экология и адаптивно-ландшафтное землепользование, №2(23) (2011.): С. 19-28.

## References

“Aral’skoe more. Opyt fiziko-geograficheskoy monografii [The Aral Sea. The experience of a physical and geographical monograph].” Izvestiya Turkestan Department of the Russian Geographical Society, Vol. 5, Issue 9 (1908): 580 – (In Russian).

Akijanov F.Zh., Zinabdin N.B. Rel’ef. Atlas funktsional’nogo zonirovaniya Aral’skogo rajona Kyzylordinskoj oblasti [Atlas of functional zoning of the Aral district of the Kyzylorda region]. Astana (2016): 60 – (In Russian).

Altaeva B.Zh., Mukasheva B.G., Kasymbekova B.K., Kijanbekova Zh.K. “Kljuchevye Slova: Priaral’e, Aral’skoe More, Klimat, Jekologicheskaja Katastrofa, Temperatura [Keywords: Aral Sea, Aral Sea, Climate, Ecological Catastrophe, Temperature].” 2015: 16-24 – (In Russian).

Beknijaz B.K. “Jekologo-geomorfologicheskie uslovija Kazahstanskogo Priaral’ja [Ecological and geomorphological conditions of the Kazakhstan Aral Sea region].” Dissertation for the degree of Candidate of Geographer, Sciences. Almaty (2010):136 p. – (In Russian).

Berg L.S. “K Morfologii beregov Aral’skogo morja [On the Morphology of the shores of the Aral Sea].” Annual. geol. and a mineral. Russia, Vol. 5, Issue 6-7 (1902) – (In Russian).

Butakov A.I. “Berega Aral’skogo morja. (Geologicheskie zametki) [The shores of the Aral Sea. (Geological notes)].” Turkestan Gazette, No. 48-50, Tashkent (1872) – (In Russian).

Chichagov V.P. “Aridnaja Geomorfologija, Ee Smysl i Soderzhanie [Arid Geomorphology, Its Meaning and Content].” Ecology and adaptive landscape land use, №2(23) (2011.): pp. 19-28 – (In Russian).

Dedkov A.P. “Teoreticheskie Aspekty Sovremennyh Klimato-Geomorfologicheskikh Predstavlenij [Theoretical Aspects Of Modern Climatic And Geomorphological Concepts].” Geomorphology, No. 4 (1976): pp. 3-11 – (In Russian).

Degife A.W., Zabel F., Mauser W. “Assessing land use and land cover changes and agricultural farmland expansions in Gambella Region, Ethiopia, using Landsat 5 and Sentinel 2a multispectral data.” Heliyon, Volume 4, № 11 (2018).

Erena M. and etc. “Configuration and specifications of an unmanned aerial vehicle for precision agriculture.” The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume 41 (2016): P. 809.

Gerasimov I.P., Meshcheryakov YU.A. Relyef mestnosti (Morfostruktura i morfoskop’tura) [Land relief (morphostructure and morphosculpture)]. М., “Наука”, 1967:330 – (In Russian).

Iskakov N.A., Medeu A.R., Beknijazov B. K. “Jekologicheskoe sostojanie regionov [Ecological state of the regions].” Chapter 5. Environment and ecology. The Republic of Kazakhstan. Vol. 3. Almaty (2006): pp. 321-442 – (In Russian).

Kaplan G., Avdan U. “MAPPING AND MONITORING WETLANDS USING SENTINEL-2 SA<sup>TEL</sup>-LITE IMAGERY”. ISPRS Annals of Photogrammetry Remote Sensing & Spatial Information Sciences, Volume 4 (2017).

Kazahstanskoe rukovodstvo po upravleniju fermerskimi hozjajstvami (finansovo-jekonomicheskie aspekty) [Kazakhstan Manual on Farm Management (financial and economic aspects).]. 2nd edition, Astana (2004) – (In Russian).

Kipshakpaev N. i dr. Vosstanovlenie Jekologicheskoy Sistemy v Del’te Syrdarii i Severnoj Chasti Aral’skogo Morja [Restoration of the Ecological System in the Syrdarya Delta and the Northern Part of the Aral Sea]. 2010 – (In Russian).

Kurbanijazov A.K. Jevoljucija landshaftov i obsohshego dna Aral’skogo morja [Evolution of landscapes and the dried-up bottom of the Aral Sea], 2017 – (In Russian).

Lymarev V.I. Berega Aral’skogo Morja-Vnutrennego Vodoema Aridnoj Zony [The Shores Of The Aral Sea-An Internal Reservoir Of The Arid Zone]. (1967): 250 – (In Russian).

Micklin P. “The Aral Sea disaster” Annu. Rev. Earth Planet. Sci., Volume 35, (2007): P. 47-72.

Novotochina M.V. “Sovremennyj jeolovyy morfogenez peschanyh massivov Bol’shie, Malye Barsuki i Priaral’skie Karakumy [Modern Aeolian morphogenesis of Large, Small Badgers and Aral Karakum sand massifs].” Dissertation for the degree of Candidate of Geographer, Sciences. Almaty (1996): 23 p. – (In Russian).

Peppas M.V. and etc. “Photogrammetric assessment and comparison of DJI Phantom 4 pro and phantom 4 RTK small unmanned aircraft systems.” ISPRS Geospatial Week, 2019.

Rao D.P. “Remote sensing application in geomorphology.” Tropical ecology, Volume 43, № 1 (2002): P. 49-59.

Sljusarev A.N. “Geologicheskaja karta SSSR, masshtaba 1:200 000 [Geological map of the USSR, scale 1:200 000].” Explanatory note. Turgayskaya series, Sheet L-41-XIII. М. (1974): 64 p. – (In Russian).





Temirbaeva R.K., Akijanova F.Zh., Karynbaev A.K., Ospanbaev Zh.O., Egemberdieva K.B., Budnikova T.I., Sharaphanova Zh.M. Strategija i Plan dejstvij po ustojchivomu zemlepol'zovaniju Aralo-Syrdar'inskoj proektnoj territorii [Strategy and Action Plan for Sustainable Land Use of the Aral-Syrdarya Project Area]. Astana (2017): 116 – (In Russian).

The Aral Sea: The Devastation and Partial Rehabilitation of a Great Lake: P. Micklin, N. Aladin, I. Plotnikov. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2014.

Tleumuratova B.S., Mambetullaeva S.M., Mustafaeva R. “Modelirovanie vynosa solej s obsohshego dna Aral'skogo morja i ego posledstvij [Modeling of salt removal from the dried bottom of the Aral Sea and its consequences].” In the collection: Effective Studies of modernity. Collection of scientific papers of the X International Scientific Conference of the Eurasian Scientific Association (Moscow, October 2015). Moscow: (2015): 242 p. – (In Russian).

Yang X., Wang N., He J., Hua T., Qie Y. Changes in area and water volume of the Aral Sea in the arid Central Asia over the period of 1960-2018 and their causes. Catena: 2020.

Zahlebin A.S. “Verhovoij osmotr linij jelektroperedach s ispol'zovaniem BPLA vertoletnogo tipa DJI PHANTOM 4 [Riding inspection of power lines using a helicopter-type UAV DJI PHANTOM 4].” Optoelectronic devices and devices in image recognition, image processing and symbolic information systems. Recognition, (2018): pp. 122-124 – (In Russian).

А.И. Даньшин<sup>1</sup> , А.М. Сергеева<sup>2,\*</sup> ,  
А.Г. Абдуллина<sup>2</sup> , А.Б. Хамит<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Россия, г. Москва

<sup>2</sup>Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, Казахстан, г. Актобе

\*e-mail: sergeyeva.aigul@gmail.com

## ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЮ ЦЕН НА ЖИЛЬЕ В Г. АКТОБЕ

Существует несколько факторов, определяющих дифференциацию цен на жилье в городе Актобе. Это качество жилья, состояние квартир, расположение, близость к центру, экологическое состояние, транспортная доступность и т.д. Благодаря своей востребованности и высокой инвестиционной привлекательности город в последние годы опережает среднеказахстанские показатели по темпам роста цен на жилье. Одним из наиболее динамично развивающихся рынков жилья в Казахстане является город Актобе. Развитие рынка недвижимости способствует развитию национальной экономики, тем самым создавая благоприятный инвестиционный климат для инвесторов. Повышение уровня доходов жителей может увеличить доступность жилья в городе за счет инструментов фискальной политики. Актуальность статьи связана с необходимостью анализа тенденций и перспектив развития рынка недвижимости города Актобе, так как имеет большое социальное значение для участников рынка. Целью исследования является анализ влияющих факторов и тенденций развития рынка недвижимости в городе Актобе. Сравнительным методом анализа проведен рынок жилой недвижимости. Методами исследования, использованными в статье, являются статистический анализ данных, ретроспективный анализ и логические подходы. В заключении исследования было установлено, что существует множество различий в индексе доступности жилья и в тенденциях развития рынка недвижимости в схожих географических и экономических условиях города Актобе.

**Ключевые слова:** дифференциация цен, город Актобе, жилая недвижимость, окружающая среда.

A.I. Danshin<sup>1</sup>, A.M. Sergeyeva<sup>2,\*</sup>, A.G. Abdullina<sup>2</sup>, A.B. Khamit<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Russia, Moscow

<sup>2</sup>K. Zhubanov Aktobe regional university, Kazakhstan, Aktobe

### Factors determining the differentiation of housing prices in Aktobe

There are several factors that determine the differentiation of housing prices in the city of Aktobe. These are the quality of housing, the condition of apartments, location, proximity to the center, environmental condition, transport accessibility, etc. Due to its demand and high investment attractiveness, the city has been ahead of average Kazakh indicators in terms of housing price growth in recent years. One of the most dynamically developing housing markets in Kazakhstan is the city of Aktobe. The development of the real estate market contributes to the development of the national economy, thereby creating a favorable investment climate for investors. An increase in the income level of residents can increase the availability of housing in the city through fiscal policy instruments. The relevance of the article is related to the need to analyze trends and prospects for the development of the Aktobe real estate market, as it is of great social importance for market participants. The purpose of the study is to analyze the influencing factors and trends in the development of the real estate market in the city of Aktobe. A comparative analysis method was used to analyze the residential real estate market. The research methods used in the article are statistical data analysis, retrospective analysis and logical approaches. At the conclusion of the study, it was found that there are many differences in the housing affordability index and in the trends in the development of the real estate market in similar geographical and economic conditions of the city of Aktobe.

**Key words:** price differentiation, Aktobe city, residential real estate, environment.

А.И. Данышин<sup>1</sup>, А.М. Сергеева<sup>2,\*</sup>, А.Г. Абдуллина<sup>2</sup>, А.Б. Хамит<sup>2</sup>

<sup>1</sup>М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті, Ресей, Мәскеу қ.

<sup>2</sup>Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Қазақстан, Ақтөбе қ.

\*e-mail: sergeyeva.aigul@gmail.com

### Ақтөбе қаласындағы тұрғын үй бағасының дифференциациясын анықтайтын факторлар

Ақтөбе қаласындағы тұрғын үй бағасының саралануын анықтайтын бірнеше факторлар бар. Бұл тұрғын үйдің сапасы, пәтерлердің жай-күйі, орналасқан орны, орталыққа жақындығы, экологиялық жай-күйі, көлікке қолжетімділігі және т.б. өзінің сұранысы мен жоғары инвестициялық тартымдылығының арқасында қала соңғы жылдары тұрғын үй бағасының өсу қарқыны бойынша қазақстандық орташа көрсеткіштерден алда келе жатыр. Қазақстандағы ең қарқынды дамып келе жатқан тұрғын үй нарықтарының бірі – Ақтөбе қаласы. Жылжымайтын мүлік нарығының дамуы ұлттық экономиканың өркендеуіне ықпал етеді, осылайша инвесторлар үшін қолайлы инвестициялық ахуал жасайды. Тұрғындардың табыс деңгейін арттыру фискалдық саясат құралдарының негізінде қаладағы тұрғын үйдің қолжетімділігін көтеруі мүмкін. Мақаланың өзектілігі Ақтөбе қаласындағы жылжымайтын мүлік нарығының даму үрдістері мен келешегін талдау қажеттілігімен байланысты, өйткені оның нарықтағы тұтынушылар үшін үлкен әлеуметтік маңызы бар. Зерттеудің мақсаты Ақтөбе қаласындағы жылжымайтын мүлік нарығының дамуына әсер етуші факторлары мен үрдістерін талдау. Салыстырмалы талдау әдісімен тұрғын үй жылжымайтын мүлік нарығы жүргізілді. Мақалада қолданылған зерттеу әдістері статистикалық деректерді талдау, ретроспективті талдау және логикалық тәсілдер болып табылады. Зерттеу қорытындысында Ақтөбе қаласының географиялық және экономикалық жағдайларында тұрғын үйге қолжетімділік индексында және жылжымайтын мүлік нарығының даму үрдістерінде көптеген айырмашылықтар бар екені анықталды.

**Түйін сөздер:** баға дифференциациясы, Ақтөбе қаласы, жылжымайтын мүлік, қоршаған орта.

### Введение

Вопросы пространственной дифференциации цен на жилье в городе являются важной частью исследований городской географии. Некоторые ученые применяют пространственный подход для анализа и описания пространственного распределения цен на жилье в городских районах и доказывают, что обычно существует пространственная дифференциация цен на жилье в городах (Махрова, 2006; Cai и др., 2021). Анализируя феномен пространственного изменения цен на жилье, многие ученые используют теорию гедонистических цен для обсуждения факторов, влияющих на их пространственное изменение. Эти факторы обычно включают: возраст здания (Chica Olmo, 2019; Adriane, 2007), структуру здания (Liang и др., 2018; Tazan, 1999), объекты в жилом районе (Kishor, Morley, 2015) и другие типичные характеристики жилых комплексов. Существование образовательных учреждений, коммерческих объектов, природного ландшафта, природной среды и окружающая среда – это репрезентативные характеристики района (Zhao и др., 2021; Turpenaitė и др., 2017). Расстояние от центра города и удобство транспортировки (Nozdrina и др., 2021, Попов, 2014; Махрова, Стерник, 2005) являются репрезентативными характеристиками местоположения жилья.

Многие покупатели опираются на аналогичные критерии при выборе жилой недви-

жимости, хотя и привязывают различное значение этих факторов. Наиболее важными критериями для покупателей были технические характеристики: аспекты имущества, включая архитектурный стиль здания, возраст, полезную площадь, количество комнат и доступность транспорта, коммунальных услуг и экологический фактор. Результаты исследований, в которых анализировались первичные данные и предпринимались попытки моделирования рынка недвижимости также показало, что отдельные качественные факторы, которые трудно определить, также могут быть недооценены (Żróbek S. и др., 2015; Binovska I. и др., 2018).

Среди этих факторов природный ландшафт и факторы окружающей среды, влияющие на цены жилья, привлекают все большее внимание ученых (Битюкова и др., 2006; Иванова, Евтушенко, 2021; Тлепбаев и др., 2022). Превосходный ландшафт и окружающая среда могут значительно повысить ценность жилых кварталов. Эмпирические исследования показали, что существующее зеленое пространство, парк, водно-болотные угодья и другие условия положительно коррелируют с ценами на жилье. В то же время хаотичная или загрязненная окружающая среда может снизить ценность жилых кварталов. Например, загрязнение воздуха, шум, свалки, промышленные зоны и другие в некоторой степени снижают цены на жилье в окрестностях.

Цены на жилье – это не только горячо обсуждаемая тема средств к существованию людей, привлекающая широкое общественное внимание, но и ключевой индикатор мониторинга, отражающий здоровый уровень развития рынка недвижимости. Стабильное повышение цен на недвижимость и повышение доступности жилья широко считаются необходимыми для обеспечения здорового и устойчивого развития национальной экономики и повышения качества городской жизни.

Исследование раскрывает сложные географические взаимосвязи, существующие между ценами на жилье и внешними факторами, связанными с местоположением, и то, как они взаимодействуют в различных пространственных масштабах.

Цены на жилье в городах Казахстана сильно различаются. Рост цен на жилье зависит от многих факторов. Один из факторов является занятость населения, развитие производств и инфраструктуры обслуживания, экономико-географического положения города и т.д. Рост города требует изучения рынка жилья (Абиллов и др., 2017; Тугельбаева, 2015; Мансурова, 2020).

Цена на жилье является эффективным признаком многих факторов и процессов, происходящих в обществе. Уровень цен на жилье можно считать косвенным показателем социально-экономического развития благосостояния, комфорта. Характерной чертой современных городов считается увеличение их территории. Рынок жилья в городе меняется из-за растущего числа людей в городе. В центре города Актобе – расположены учебные заведения, учреждения здравоохранения, административные здания. Качественные и красивые дома города построены в районах «Батыс», «Батыс-2». Жители учитывают множество факторов при покупке квартиры и дома. Одним из главных факторов для них является размер квартиры, общее состояние, а также двор дома, экологическое состояние района, доступность общественного транспорта, близость школы и детского сада. Если раньше размеры квартир в городе были небольшими и дворы не рассчитывались на парковку частных легковых автомобилей, то в современных новых домах эти факторы предусмотрены. Поэтому новостройки востребованы и соответственно цены дороже.

Целью данной статьи является изучение факторов, влияющих на цены жилья в г. Актобе.

### Материалы и методы

Город Актобе, являющийся объектом исследования, стал одним из крупнейших городов

Казахстана. Строительство крепости датируется 1869 годом, но первые поселенцы города были в 1870 году. В Актюбинской крепости насчитывались 357 человек, а в 1880 году – 409 человек. В 1901 году в Актобе проживало 9074 человек (Хворостанский, 1912, 19-25). Из-за концентрации производственных мощностей с 1950 года население стабильно заселялось, начало расти количество людей. Развитие рынка жилья, как и многих других экономических явлений, носит циклический характер.

Численность городского населения составляет 556,1 тыс. человек (2022 г.). В Актобе начальный этап – период роста – был связан с процессами формирования рынка недвижимости. Из-за острого дефицита предложения цены на жилье быстро росли в 2004 году (Программа Регионального развития города Актобе на 2016-2020 гг., 2016).

Ядром промышленности города являются два крупных предприятия по переработке хромитовых руд Южного Кемпирсайского месторождения, завод ферросплавов и завод хромовых соединений. Также развиты машиностроение, пищевая промышленность и строительная промышленность. С 1960-е годы в г.Актобе начали активно развиваться жилые массивы и микрорайоны. В 1977 году город Актобе стал становиться в центр из-за развития железной дороги на западе Казахстана. В 2015 году в жилом фонде города насчитывалось 1615 многоквартирных домов.

Для получения территориальных данных дифференциации цен на жилье используются два вида информации: 1. Информация о цене предложения (объявления, размещенные агентствами); 2. Информация о цене сделки (государственная регистрация в системах).

В ходе сбора материала к исследовательской работе были использованы данные Генерального плана города Актобе, управления экономики и бюджетного планирования города Актобе за 2015-2021 годы, а также было проведено исследование городской среды «изнутри» с помощью анализа таких рекламных площадок, как <https://krisha.kz>. В ходе работы были проанализированы научные литературные источники, оценены результаты градостроительных исследований, типология городской среды и ее анализ на основе картографических методов.

Гедонистическая модель ценообразования часто используется для определения стоимости экологических или экосистемных услуг, которые

напрямую влияют на рыночную цену жилья. Этот метод оценки может потребовать статистической экспертизы и спецификации модели после этапа сбора данных. Гедонистическое ценообразование определяет внутренние и внешние факторы и характеристики, влияющие на цену продукта на рынке. Гедонистическое ценообразование распространено на рынке жилья, поскольку цена недвижимости определяется уникальными характеристиками собственности, а также районом или окружающей средой, в которой она расположена.

На основе ретроспективного метода дифференцированы особенности развития города Актобе.

### Результаты и обсуждение

На начало 2021 года численность населения в черте города Актобе (в том числе 39 поселков как Каргалы, Магаджан, Жанаконьыс, 41 разъезд и др.) составляла 512,4 тыс. человек. Генеральным планом предусмотрено расширение территории города за счет земель сельских округов и присоединение к городу населенных пунктов: с. К. Нокина, с. Кызылжар, с. Пригородное, с. Украинка, с. Акжар. (Программа Регионального развития города Актобе на 2021-2025 гг., 2021). Численность в 2022 г. выросла до 556,1 тыс. человек за счет их присоединения.

Планировочная организация селитебных районов города Актобе. Архитектурно-планировочное решение селитебных территорий связано с общей планировочной структурой и характером развития города, местными природно-климатическими условиями, положением и связями города в системе населенных мест и др. факторами.

Старая часть города состоит из нескольких спланированных районов, разделенных поймами рек Елек, Сазды, Жинишке, Тамды, а также железнодорожной магистралью Озинки – Кандагаш. В старых районах города Актобе жилые дома были построены в основном в 1935-1990 годах. Подавляющее их большинство это частные дома, коттеджи.

В настоящее время в городе формируется и развивается несколько поселений.

1-жилой район, самая старая часть города, состоящая из «Старого города»: Курмыш, Татарская слободка и Оторвановка. В этих районах много ветхого жилья, и дома не очень ценятся на рынке жилья из-за их плотной планировки.

Исторически сложившаяся структура городского ландшафта старого города с улицами, бульварами на выраженном рельефе местности обогащают архитектурный облик этой части города и придают ему индивидуальный, неповторимый характер. Она имеет в основном прямоугольную планировочную структуру, нарушаемую в восточной части, где улицы, повторяют рельеф местности.

Главными улицами района являются улицы Т. Ахтанова, Шернияза, Жанкожа батыра в меридиональном направлении и Ш. Уалиханова – М. Ломоносова, Ы. Алтынсарина, Н. Некрасова в широтном. В результате реконструкции пробивкой ул. Ж. Кереева в качестве пешеходного бульвара в диагональном направлении от вокзала до ул. Ы. Алтынсарина нарушена однообразная прямоугольная структура.

В этой части города многоэтажные дома строились в разное время. Подавляющее большинство представляют собой небольшие пятиэтажные жилые дома, построенные из панелей, блоков, кирпича в 1956-1973 годах. В 1948-1965 годах планировалось построить многоэтажное здание в старом городе, недалеко от вокзала и Центрального рынка. По генеральному плану развития города Актобе основными местами строительства жилья стали кварталы улиц Айтеке би, Ш. Уалиханова и др. Единое строительство полностью утратило личный облик города Актобе, изменило его региональную специфику. Основная идея заключалась в том, чтобы переселить этих людей из бараков, казарм и коммунальных служб в отдельные квартиры. Общий вид домов, построенных в 1956-1973 годах, не интересуют современных людей, особенно молодое поколение, поскольку он предоставляет очень узкие возможности для демонстрации дизайнерского мастерства и реализации уникальных идей для создания оригинального, престижного и современного роскошного жилья. Таким образом, квартиры в «хрущевских» домах с каждым годом теряют свою ценность и становятся не особенно востребованными среди потребителей.

Исторически сложившийся старый торговый центр города – одно из самых оживленных мест от Центрального рынка до площади железнодорожного вокзала по улице Ш. Уалиханова. Однако улицы не выдерживают транспортной нагрузки. В связи с этим главные улицы М. Ломоносова, Ш. Уалиханова, Шернияза и Т. Ахтанова переведены в одностороннее



движение. Отсутствие возможности дифференциации транспортных и пешеходных потоков в условиях уплотненного капитального строительства создает неудобную ситуацию.

Курмыш – в основном состоит из частных домов. Отделен от старого города улицей Н. Некрасова. Его северная и северо-западная часть вдоль кольцевой дороги занята коммунально-складскими территориями и производственными предприятиями. Большая часть района относится к тупиковым, весной затопляемым, заболоченным территориям. Жилые улицы, расположенные вдали от главных улиц, не асфальтированы, уровень культурно-бытового обслуживания низкий. Курмыш граничит с рынком «Мега Шыгыс», расположенным на западной окраине района. Транспортное обслуживание в основном осуществляется по тупиковым, кольцевым дорогам (ул. Некрасова, ул. Асау Барака и Кольцевая магистраль). Также на окраине находится крупнейший транспортный узел в районе автовокзала. Здесь начинается и пересекается большая часть городских маршрутов общественного транспорта.

Периферийные части жилых районов «Оторвановка», «Малышка» отличаются малогабаритными жилыми постройками, которые в основном не благоустроены по железнодорожной магистрали. Дома не обслуживаются или имеют низкий уровень обслуживания. Непосредственно к ним примыкает крупный дачный массив, защищенный насыпной плотиной под кольцевой дорогой от весеннего паводка реки Елек. Сейчас в этих дачных массивах проживают малообеспеченные семьи, переселившиеся из сел. Цены на жилье в этом районе города очень низкие.

Жилой район – 2 занимает северо-западную часть города. С северо-востока граничит с железнодорожной магистралью, с севера – с производственной зоной, с юга – с проспектами Санкибай батыра, А. Молдагуловой. Это самый большой район по площади и населению. В его состав входят исторически сложившиеся районы «Жилгородок», «Шанхай», 8, 5 – микрорайоны и центр города, территории общественных мест. Из-за крупных транспортных магистралей экологическая ситуация в районе не удовлетворительная, но цены на жилье относительно высокие. Потому что большое количество общественных мест в центре, транспортная доступность и т.д. процессы не снижают возможности жильцов выбирать квартиры из этой среды.

Главными транспортными магистралями района являются проспекты Абулхаир хана, А. Молдагуловой, ул. Бр. Жубановых, проспекты Санкибай батыра, Мира, Победы и ул. Есет батыра. Основные транспортные связи между старым и новым городом осуществляются по проспектам Абулхаир хана, А. Молдагуловой, улицам М. Маметовой, М. Ломоносова.

Старейшая часть района в центре города – «Жилгородок», один из первых примеров комплексного градостроительного решения жилого района, предоставляющего культурно-бытовые услуги в Казахстане. Общественный центр «Жилгородок» развит в сочетании с системой площадей и бульваров, открытых озелененных пространств. Строительство двух- и трехэтажных жилых домов с благоустроенными дворами и общественными центрами построено единым стилевым подходом, характерным для архитектуры 1940-х и 1950-х годов. Дворцы культуры образуют основные площадки и зоны для привлечения населения и общественного транспорта.

Особенности домов в этом районе – приличное распределение комнат, высота до 3-3,5 м, хорошая звукоизоляция, небольшое количество соседей, все знают друг-друга, тихо, просторно и не многолюдно.

Главный недостаток района – высокий уровень загрязнения воздуха из-за близости к производственной зоне. Экология воздушного бассейна во многом определяется физико-географическими условиями, наиболее важными из которых являются микроклиматические особенности. Среди климатических факторов на условия накопления загрязняющих веществ существенно влияют скорость и направление ветра, условия увлажнения (интенсивность и частота осадков, температурная стратификация поверхностного слоя атмосферы). Степень и возможности распространения загрязнения зависят именно от этих факторов. Поэтому цены на дома «Жилгородка» считаются относительно низкими.

Шанхай расположен в юго-западной части проспекта Санкибай батыра и улицы Братьев Жубановых, а также на северной стороне улицы Н. Чернышевского в санитарно-защитной зоне. Поскольку этот район находится недалеко от городской свалки бытовых отходов, промышленной зоны, а также является бывшей территорией города, где совершается много преступлений, цены на жилье самые низкие.

Главная улица 2 – го жилого района и города в целом – проспект Абулхаир хана. На нем сосредоточено подавляющее большинство ценных сооружений, как стадион, Дворец спорта «Коньсы», Дворец школьников города, гостиница «Актобе», здание областного акимата и др. Это самая благоустроенная часть города. Большая часть жилья была построена в 1980-1990 годах. Но встречаются и дома, построенные в 1960-х годах. Поэтому цены на квартиры относительно дорогие.

3-й жилой район занимает центральное место по отношению к сложившимся районам города и ограничен с северо-запада проспектом А. Молдагуловой, с севера железной дорогой, с юга проспектом Санкибай батыра, с востока поймой реки Сазды. Он включает в себя 6-й, 7-й, 8-й микрорайоны, район Сазда и часть 5-го микрорайона. Главная улица – проспект Абулхаир хана и улица 101-й стрелковой дивизии. Большинство домов в этих районах были построены в 1980-х годах, и только дома 5-го микрорайона были построены в 1960-х годах. В связи с этим, дома, построенные в 1960-х годах, демонстрируют относительно низкие цены на рынке из-за их общего состояния.

4-й жилой район охватывает районы Москва, Авиагородок, расположенные к северу от старого города и лежащие на севере вдоль взлетно-посадочной полосы аэропорта с разворотом железной дороги, на юго-западе. Это комплексный промышленно-расселительный район. В юго-западной части территории расселения пересекаются с промышленными специальными территориями и другими коммунальными зонами. Дома района выделяются своей неровной застройкой. Многоэтажное строительство 11-го и 12-го микрорайонов контрастирует с домостроением района Москва. Для микрорайонов характерен относительно высокий уровень качества культурно-бытового обслуживания. А полное отсутствие этих условий в частных домах в районе Москвы или низкий его уровень, неправильная постановка работ, связанных с инженерным обеспечением и подготовкой территории, привели к очень низкой цене домов. Москва – самый заброшенный район города. Несмотря на то, что материалы, из которых построены некоторые дома в этом районе, качественные и дорогие, из-за плохого санитарно-экологического состояния района жители не могут продать свое жилье по разумной цене.

Новые районы малоэтажной индивидуальной жилой застройки сформировались на северо-западе и восточной части трассы Кобда-Урал в междуречьях рек Елек и Каргалы (Заречный 1, 2).

Учитывая невысокие темпы развития с момента разработки последнего генерального плана и проекта размещения жилищно-гражданского строительства, эти площадки и на сегодня остались основными для перспективного расселения, имея хорошие транспортные связи с центром города и местами приложения труда.

Городская среда города Актобе разделена на 6 основных типов (рисунки 1, 2):

1) Городская среда старой части города. Его скелет составляют довоенные разработки. В старой части города сложно найти однородные дома. В районах, издавна названными «Курмыш», «Оторвановка», «Татарская слободка», часто встречаются старые частные дома. Как мы рассмотрели выше, район, будучи старым поселением, имеет узкие улицы и не соответствует некоторым городским нормам. Дома очень старые и обновлялись они в разные годы. Поэтому можно увидеть частные дома как 1940-х так и 2000-х годов.

2) «Сталинские» дома, построенные после 1946 года, расположены в основном в районе «Жилгородка» и Центрального рынка в старом городе. Эти жилые дома, построенные в основном для металлургов и сотрудников, находятся недалеко от заводов, то есть производственной зоны города. Дома такого типа можно увидеть во многих городах бывшего Советского Союза. Для жителей хорошо расположены дома и улицы, а также предусмотрены зоны отдыха.

3) 1950-1960-е годы в г. Актобе пятиэтажные здания были построены в больших масштабах. Городская территория здесь разделена на постоянные одинаковые квадраты, образующие закрытые двory. В 50-е годы остро стоял вопрос жилищного строительства в СССР. В 1957 году было принято постановление КПСС «О развитии жилищного строительства в СССР», главным следствием которого стало важнейшее явление советской жизни – «хрущевка». В среднем на человека приходилось 7 кв. м. жилья и они часто не были благоустроены, поэтому в краткосрочной перспективе необходимо было построить много недорогого типового жилья. Госстрой СССР утвердил проекты панельных домов с низкими потолками и небольшими комнатами. Всего в городе Актобе около 2 тысяч

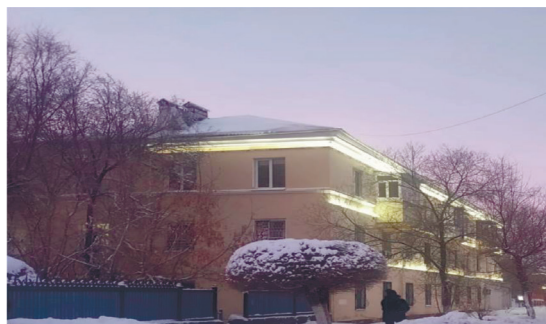
многоквартирных домов. За последние 9 лет из них модернизировано 109. Около 20 таких домов сосредоточены в районе «Спутник». «Хрущевки» расположены в основном вдоль проспектов Абулхаир хана и Есет батыра, в старой части города, в микрорайонах 5 и 8. Основной проблемой будущей судьбы таких зданий является целесообразность их сноса или обновления. Серьезность жилищной проблемы в Казахстане, отсутствие жилищного фонда для переселения семей из пятиэтажек 1950-60 годов постройки показали, что у нас нет другой альтернативы, кроме как экономии и обновления жилищного фонда, созданного в последние десятилетия. Поэтому некоторым домам был сделан серьезный ремонт, а некоторые все еще ждут своей очереди.

4) В 1970-1980-е годы строились «брежневки». В самом начале, как и в «хрущевке», «брежневки» были 5-этажными, но постепенно стали появляться 9, 10-этажные дома. «Брежневки» строились в основном из панелей, варианты из кирпича и блока встречаются редко. Основная часть этих домов построена из железобетонных панелей. «Брежневки» расположены в основном в 11-ом мкр, 8-ом мкр, ул. Бр. Жубановых, Т. Рыскулова и в старой части города.

5) В 1990-х годах современные многоквартирные дома строились в основном в 11-12-х микрорайонах. В этот период были созданы и получили широкое распространение в городах Казахстана типовые проекты, предопределяющие качественно новый подход к типовому проектированию. Распад СССР привел к резкому спаду жилищного строительства в 1990-е годы.



Дома старой части города (ул. Некрасова)



Дома, построенные в 1946-1950-е годы



Дома, построенные в 1950-1960-е годы (дома который требуют ремонта)



Жилые дома, построенные в 1980-ые годы

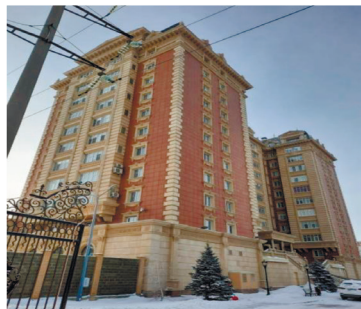
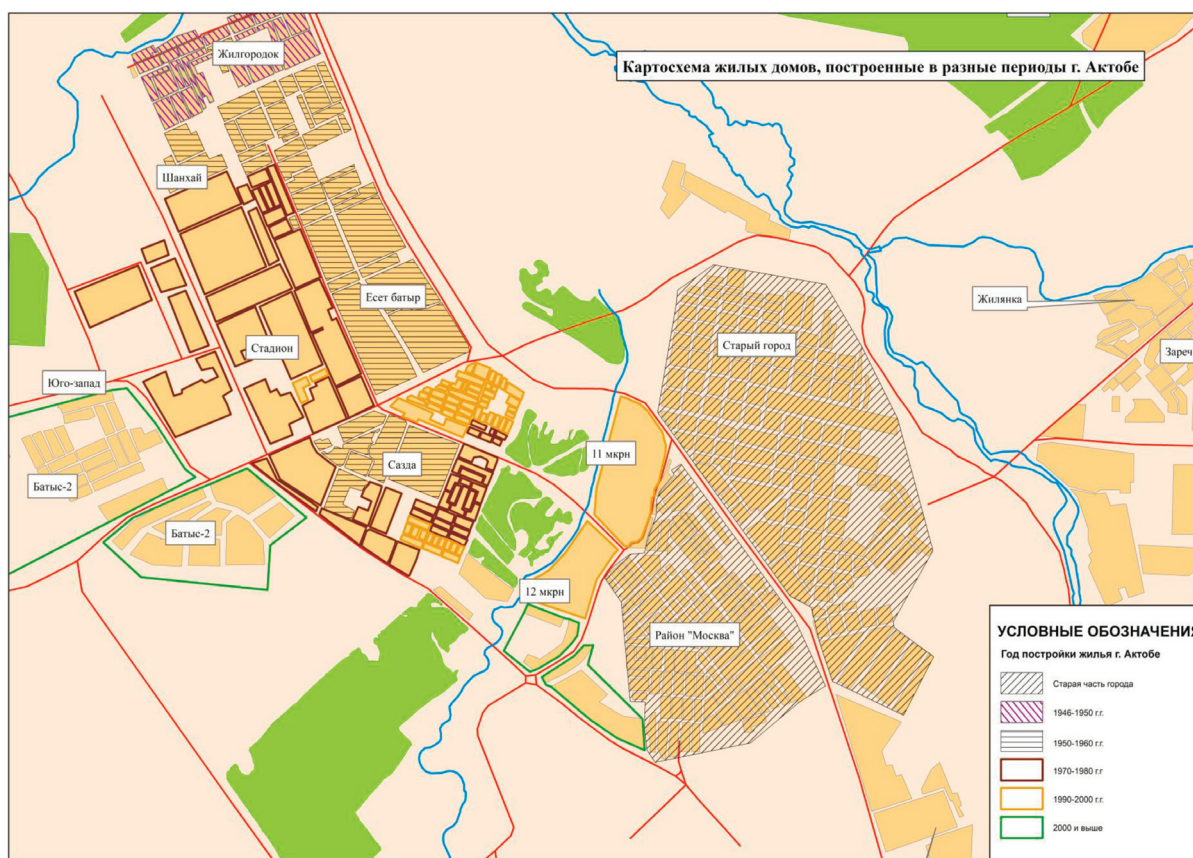


Рисунок 1 – Жилые дома, построенные в разные периоды г. Актобе



**Рисунок 2** – Картосхема жилых домов, построенные в разные периоды г. Актобе  
(Составлено авторами на основе данных генерального плана города Актобе)

6) В 2000-х годах в городе Актобе в связи с ростом городского населения начали строить жилые дома нового типа в западной части города, в 11-м и 12-м микрорайонах и др. Дома строились строительными компаниями «Альтаир», «Нектар», «Саулет-Строй», «АктобеСтрой». Чтобы удовлетворить потребности жителей, строительные компании работали над несколькими предложениями, например, при проектировании комнаты учитывались отзывы покупателей квартир, а также рассматривались парковки для автомобилей, места отдыха, детские площадки, отдельная котельная и охрана. В 2005 году построено в 3 раза больше жилья, чем в 2004 году. В 2005 году был представлен проект 25-этажного многоэтажного комплекса «Актобе Ажары», который был введен в эксплуатацию в 2010 году. По проекту завершаются работы по расширению 11-го и 12-го микрорайонов, строится новая набережная и ряд жилых комплексов.

В ближайшие годы планируется строительство развязки и нескольких подземных

и надземных пешеходных переходов. Также повсеместно ведутся работы по благоустройству в строящемся микрорайоне «Болашак», в Авиагородке и мкр. Есет батыра (бывш. Нур-сити). Основными типами жилья в районах «Шанхай», «Курмыш» и «Москва» являются частные дома и коттеджи. До 2006 года земельные участки в черте города не учитывались в генплане города. Из-за этого некоторые частные дома и коттеджи были построены вместо будущих школ и дорог.

Дальнейшее строительство города ведется по Кобдинскому направлению «Батыс-2» и по мкр. Есет батыр северо-восточнее направления Орск – Хромтау (бывший район «Нур Актобе» («Актобе-Сити»). Микрорайон Есет батыра рассчитан на проживание 200-300 тысяч человек, почти половина нынешнего Актобе. В 2004 году быстро выросли цены на жилье из-за острого дефицита предложения.

Характерной чертой современных городов является увеличение их территории наряду с формированием внутригородских ценовых зон

на рынке жилья. Поэтому изменения, происходящие на рынке жилья, невозможно проанализировать без учета его территориальной связи с определенными районами города. В городе Актобе также формируется закономерность дифференциации качества среды обитания по территории. Это часто делается на основе взглядов и мнений жителей. Престижную часть города занимают районы «Батыс» и «Батыс-2», построенные по единому последнему проекту. Кроме того, к дорогим домам относятся новые дома в 12-ом микрорайоне. Близость районов «Батыс» и «Батыс-2» к центру города послужила основой для поддержания высоких цен на дома.

Большая часть жилой зоны с самым высоким уровнем цен находится в районе Батыс, Батыс-2 (на 1 кв.м 360 000 – 450 000 тг. самая высокая цена). Вторая ценовая зона (на 1 кв.м 270 000 – 300 000 тг.). Остальные районы, расположенные

ближе к центру по проспектам А. Молдагуловой и Абулхаирхана (на 1 кв.м не более 250 000 – 270 000 тг.). Третья ценовая зона с уровнем цен выше среднего городского (на 1 кв.м не более 200 000 тг.) составляют районы старой части города. Еще одна большая группа этой ценовой зоны – районы с пригородным уровнем цен (на 1 кв.м не более 250 000 тг.). Регион ниже средней городской цены занимает некоторые старые части города как «Курмыш» (на 1 кв.м не более 200 000 тг.). Группа районов с самым низким уровнем цен охватывает только три района города (110 000 тг. не более). Это самые экстремальные и непривлекательные, как правило, очень неблагоприятные с экологической точки зрения территории: Москва, Шанхай, промышленная зона по ул. Н. Чернышевского.

Дифференциация стоимости квадратных метров по районам города Актобе представлена на рисунке 3 в виде картосхемы. А также 3 рисунке можно увидеть уровень загрязненности города.

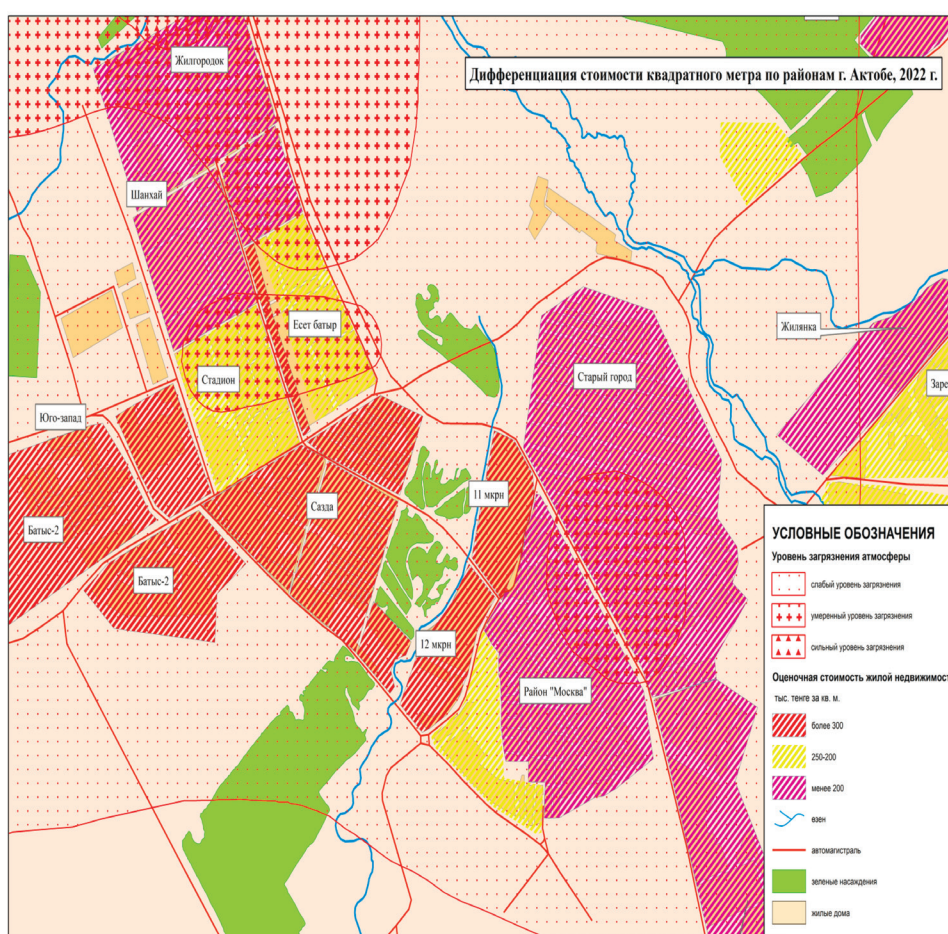


Рисунок 3 – Дифференциация стоимости квадратного метра по районам г. Актобе, 2022 г. (составлено авторами)

К концу 2004 г. падение цен на рынке жилья в Актобе прекратилось и начался их новый рост. В 2007 г. они продолжили свой рост, в 2016 г. они продемонстрировали рост в начале года и стабилизацию в его второй половине, с 2020 г. цены на рынке жилья вновь продолжили свой рост, правда, с небольшим темпом. Рост цен на рынке жилья в период с 2004 – 2010 г.г. обусловлен, прежде всего, общим выходом из кризиса экономики и активизацией спроса на

жилье. Одной из причин роста цен является совершенствование ипотечного кредитования. Рост цен на жилье в городе Актобе начался в 2021 году. В 2022 году политическая ситуация в мире оказала большое влияние на стоимость строительных материалов. Динамика на рисунке 4 показывает, что цены на жилье относительно стабильны в 2016-2020 гг. Кроме того, можно заметить, что цена новостроек дороже, чем старых.

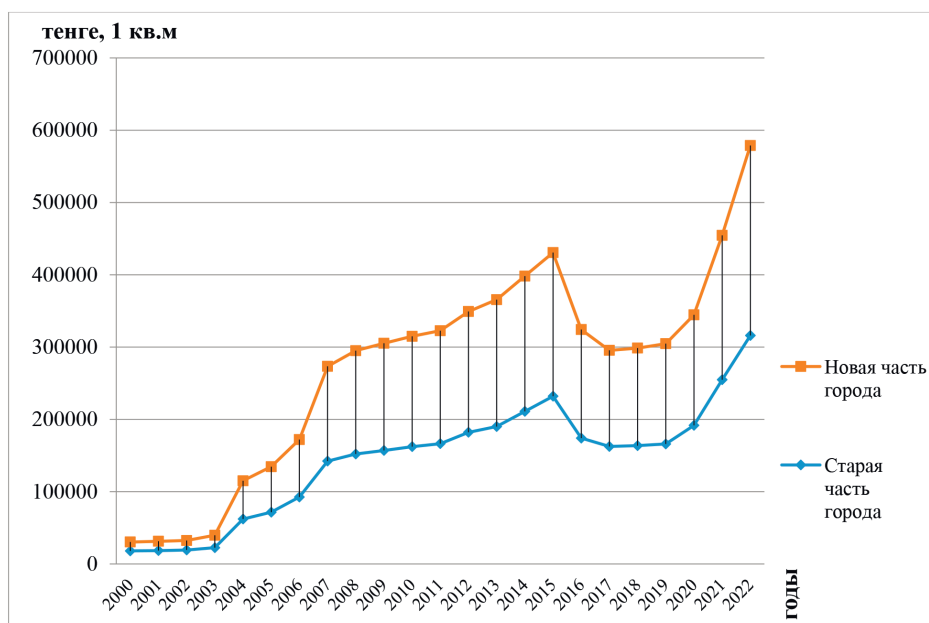


Рисунок 4 – Динамика стоимости жилья г. Актобе (2000-2022 гг.)

К факторам, определяющим дифференциацию цен на жилье, можно отнести несколько факторов: природные факторы,

экологические факторы, техногенные факторы. Их влияние на город представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Факторы определяющие дифференциацию цен на жилье в г. Актобе

№	Факторы	Характеристика факторов
1	2	3
1	Природные факторы	К природным факторам воздействия на экологическое состояние и здоровье населения г. Актобе в первую очередь необходимо отнести климатические особенности, характеризующиеся резко континентальными чертами с низкими температурами зимой, высокими летом и относительной сухостью во все времена года. Другой особенностью является порывистые ветры и пыльные бури. Все это имеет непосредственное негативное воздействие на здоровье населения. Кроме того, неблагоприятные природные условия не позволяют развитию естественных лесных массивов в районе города и создают существенные трудности при создании искусственного водно-зеленого каркаса города.

1	2	3
2	Экологические факторы	Основными экологическими факторами воздействия на здоровье населения являются загрязнение природных сред (воздуха, почвы, воды, растительности) выбросами и сбросами промышленных предприятий и выхлопами автотранспорта. Главными загрязнителями, как было указано выше, являются Актюбинский завод ферросплавов, Актюбинский завод хромовых соединений, Актобе-ТЭЦ, автотранспорт. В связи с постоянным ростом количества автотранспорта в городе роль этого загрязнителя растет.
3	Техногенные факторы и воздействие физических полей	Физическими факторами неблагоприятного воздействия на здоровье населения города являются шумовые нагрузки и электромагнитное излучение. Интенсивность воздействия этих факторов нормируется санитарно-гигиеническими и строительными нормативами и учитывается во всех видах градостроительной и архитектурно-строительной документации. Основными источниками повышенных шумовых нагрузок в городе Актобе являются автомобильный и железнодорожный транспорт, Международный аэропорт А. Молдагуловой (класса В), расположенный в 5 км от центра города, трансформаторные подстанции.

В будущем для улучшения качества жизни в текущем месте жительства должны быть приняты следующие меры по защите окружающей среды: улучшение качества воздуха и питьевой воды, подключение к канализации, сортировка отходов, устранение местных источников загрязнения воздуха, защита ландшафта, снижение рискованного использования, строительство шумовых барьеров и т. д.

### Заключение

Таким образом, в результате проведенного исследования можно сформулировать следующие выводы:

1. Факторы, влияющие на выбор покупателями недвижимости места жительства, могут представлять собой ценные исходные данные для проектирования жилья и их можно использовать для сведения к минимуму потенциальных неблагоприятных последствий жилищного строительства.

2. Местные органы власти, ответственные за городское планирование, могли бы использовать результаты исследования для определения первоочередных задач, которые необходимо решить для создания благоприятной жилой среды.

3. Результаты этого исследования показывают, что качество окружающей среды влияет на стоимость имущества. По этой причине термин «жилая недвижимость» следует использовать в более широком контексте в стандартной оценочной практике.

Иерархия рассмотренных в статье зон города, выделенных в зависимости от цен на жилье, носит устойчивый характер, хотя постепенно происходит нарастание контрастов как между центром и периферией, так и западными и восточными секторами города. Причем различия между последними оказываются не менее существенными чем между центром и периферией. Одновременно с этим очевидны и сглаживающие процессы – в результате обменов, расселения коммуналок, точечного коммерческого строительства, а также реконструкции отдельных кварталов пятиэтажной застройки. Это позволяет утверждать, что процесс пространственной стратификации городского пространства Актобе еще не завершен, хотя она уже далека от социалистической модели равномерного расселения, и рыночные цены на жилье, как зеркало, отражают эти процессы.

### Литература

- Adriaanse C.C.M. (2007). Measuring residential satisfaction: a residential environmental satisfaction scale (RESS). *Journal of housing and the built environment*. 3, 287-304. <https://doi.org/10.1007/s10901-007-9082-9>
- Binovska I., Kauškale L., Vanags J. (2018). The comparative analysis of real estate market development tendencies in the Baltic States. *Baltic Journal of Real Estate Economics and Construction Management*. Vol. 6, 1, 6-23. <https://doi.org/10.1515/bjreecm-2018-0001>
- Cai Y., Zhu Y., Yuan F., Gao J., Helbich M. (2021). Urban housing prices and regional integration: A spatial analysis in the city of Kaifeng, China. *Applied Spatial Analysis and Policy*. 2, 355-378. <https://doi.org/10.1007/s12061-020-09367-y>

Chica-Olmo J., Cano-Guervos R., Tamaris-Turizo I. (2019). Determination of buffer zone for negative externalities: Effect on housing prices. *The Geographical Journal*. 185, 2, 222-236. <https://doi.org/10.1111/geoj.12289>

Kishor N.K., Morley J. (2015). What factors drive the price–rent ratio for the housing market? A modified present-value analysis. *Journal of Economic Dynamics and Control*. 58, 235-249. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2015.06.006>

Liang X., Liu Y., Qiu T., Fang J.F. (2018). The effects of locational factors on the housing prices of residential communities: The case of Ningbo, China. *Habitat International*. Vol.81, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2018.09.004>

Nozdrina N.N., Minchenko M.M., Yankov K.V. (2021). Analysis of the State of the Housing Stock of the Far Eastern Regions. *Studies on Russian Economic Development*. 32(5), 526–535. <https://doi.org/10.1134/S1075700721050105>

Tasan T. (1999). Warsaw under transformation: new tendencies in the housing market. *Geojournal*. 1, 91-103. <https://doi.org/10.1023/A:1007037619915>

Tupenaite L., Kanapeckiene L., Naimaviciene J. (2017). Determinants of housing market fluctuations: Case study of Lithuania. *Procedia Engineering*. 172, 1169-1175. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.136>

Zhao S., Zhao K., Zhang P. (2021). Spatial Inequality in China's housing market and the driving mechanism. *Land*. 8, 841. <https://doi.org/10.3390/land10080841>

Żróbek S., Trojanek M., Żróbek-Sokolnik A., Trojanek R. (2015). The influence of environmental factors on property buyers' choice of residential location in Poland. *Journal of International Studies*. Vol.8, 3, 163-173. <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2015/8-3/13>

Абилев А.Ж., Кусаинова Г.К., Махрова А.Г. Социологические исследования при анализе формирования городских агломераций Казахстана (на примере Астаны). *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. 2017. № 4, С. 75-83.

Битюкова В.Р., Махрова А.Г., Соколова Е.П. Экологическая ситуация как фактор дифференциации цен на жилье в г. Москве. *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. 2006. №. 6. С. 34-41.

Иванова О.И., Евтушенко С.В. Анализ экологического состояния города Красноярска и оценка его воздействия на рынок недвижимости. *International agricultural journal*. 2021. Т.64, №2, С. 46-57. <https://doi.org/10.24411/2588-0209-2021-10309>

Мансурова М.А. Современное состояние и тенденции развития рынка недвижимости в Республике Казахстан. *Вестник Западно-Казахстанского инновационно-технологического университета*. 2020. №1(13). С.136-141

Махрова А.Г. Территориальная дифференциация рынка загородного жилья в Московской области. *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. 2006. №2, С. 29-34.

Махрова А.Г., Стерник Г.М. Тенденции и факторы развития рынка жилья в Московской области. *Региональные исследования*. 2005. №2. С. 50-62.

Попов А.А. Пространственно-временной анализ факторов ценообразования на рынке жилой недвижимости Москвы. *Региональные исследования*. 2014. №. 4. С. 70-80.

Программа развития Актюбинской области на 2016-2020 годы. <https://www.gov.kz/memleket/entities/aktobe-akt/documents/details/117957?Lang=ru> (дата обращения 25.12.2021)

Программа развития Актюбинской области на 2021-2025 годы. <https://www.gov.kz/memleket/entities/aktobe-ekonomika/documents/details/120061?Lang=ru> (дата обращения 26.12.2021)

Тлеппаев А.М., Зейнолла С.Ж., Велеско С. Исследование экологического поведения жителей агломераций Казахстана. *Economics: the strategy and practice*. 2022. Т.17, №3. С. 138-155. <https://doi.org/10.51176/1997-9967-2022-3-138-155>

Тугельбаева А.А. Тенденции развития регионального рынка жилья в Республике Казахстан. *Управленец*. 2015. №5 (57). С. 72-77.

Хворостанский П. Переселенцы Кустанайского уезда Тургайской области. *Вопросы колонизации*. 1912. №11. С. 19-30.

## References

Abilov A.Zh., Kusainova G.K., Makhrova A.G. (2017). Socziologicheskie issledovaniya pri analize formirovaniya gorodskikh aglomeraczij Kazakhstana (na primere Astany'). *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*. № 4, P. 75-83.

Adriaanse C.C.M. (2007). Measuring residential satisfaction: a residential environmental satisfaction scale (RESS). *Journal of housing and the built environment*. 3, 287-304. <https://doi.org/10.1007/s10901-007-9082-9>

Binovska I., Kauškale L., Vanags J. (2018). The comparative analysis of real estate market development tendencies in the Baltic States. *Baltic Journal of Real Estate Economics and Construction Management*. Vol. 6, 1, 6-23. <https://doi.org/10.1515/bjreecm-2018-0001>

Bitjukova V.R., Makhrova A.G., Sokolova E.P. (2006). E'kologicheskaya situacziya kak faktor differenciaczii czen na zhil'e v g. Moskve. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*. №6. P. 34-41.

Cai Y., Zhu Y., Yuan F., Gao J., Helbich M. (2021). Urban housing prices and regional integration: A spatial analysis in the city of Kaifeng, China. *Applied Spatial Analysis and Policy*. 2, 355-378. <https://doi.org/10.1007/s12061-020-09367-y>

Chica-Olmo J., Cano-Guervos R., Tamaris-Turizo I. (2019). Determination of buffer zone for negative externalities: Effect on housing prices. *The Geographical Journal*. 185, 2, 222-236. <https://doi.org/10.1111/geoj.12289>

Hvorostanski P. (1912). Pereselensy Kustanayskogo uezda Turgaiskoi oblasti. *Voprosy kolonizacii*. №11, 19-30.

Ivanova O.I., Evtushenko S.V. (2021). Analiz e'kologicheskogo sostoyaniya goroda Krasnoyarska i ocenka ego vozdeystviya na ry'nok nedvizhimosti. *International agricultural journal*. Т.64, №2, P. 46-57. <https://doi.org/10.24411/2588-0209-2021-10309>



- Kishor N.K., Morley J. (2015). What factors drive the price–rent ratio for the housing market? A modified present-value analysis. *Journal of Economic Dynamics and Control*. 58, 235-249. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2015.06.006>
- Liang X., Liu Y., Qiu T., Fang J.F. (2018). The effects of locational factors on the housing prices of residential communities: The case of Ningbo, China. *Habitat International*. Vol.81, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2018.09.004>
- Makhrova A.G. (2006). Territorial'naya differenziatsiya ry'nka zagorodnogo zhil'ya v Moskovskoy oblasti. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*. №2, P. 29-34.
- Makhrova A.G., Sternik G.M. (2005). Tendencii i faktory` razvitiya ry'nka zhil'ya v Moskovskoy oblasti. *Regional'ny'e issledovaniya*. 2005. №2. P. 50-62.
- Mansurova M.A. (2020). Sovremennoe sostoyanie i tendencii razvitiya ry'nka nedvizhimosti v Respublike Kazakhstan. *Vestnik Zapadno-Kazakhstanskogo innovatsionno-tehnologicheskogo universiteta*. №1(13). P.136-141
- Nozdrina N.N., Minchenko M.M., Yankov K.V. (2021). Analysis of the State of the Housing Stock of the Far Eastern Regions. *Studies on Russian Economic Development*. 32(5), 526–535. <https://doi.org/10.1134/S1075700721050105>
- Popov A.A. (2014). Prostranstvenno-vremennoj analiz faktorov czenoobrazovaniya na ry'nke zhihoj nedvizhimosti Moskvyy'. *Regional'ny'e issledovaniya*. №4. P. 70-80.
- Programa razvitiya Aktübinskoi oblasti na 2016-2020 gody. <https://www.gov.kz/memleket/entities/aktobe-akt/documents/details/117957?lang=ru> (data obraşenia 25.12.2021)
- Programa razvitiya Aktübinskoi oblasti na 2021-2025 gody. <https://www.gov.kz/memleket/entities/aktobe-ekonomika/documents/details/120061?lang=ru> (data obraşenia 26.12.2021)
- Tasan T. (1999). Warsaw under transformation: new tendencies in the housing market. *GeoJournal*. 1, 91-103. <https://doi.org/10.1023/A:1007037619915>
- Tleppaev A.M., Zejnolla S.Zh., Velesko S. (2022). Issledovanie e`kologicheskogo povedeniya zhitelej aglomeracij Kazakhstana. *Economics: the strategy and practice*. T.17, №3. P. 138-155. <https://doi.org/10.51176/1997-9967-2022-3-138-155>
- Tugel'baeva A.A. (2015). Tendencii razvitiya regional'nogo ry'nka zhil'ya v Respublike Kazakhstan. *Upravlenecz*. №5 (57), P. 72-77.
- Tupenaite L., Kanapeckiene L., Naimaviciene J. (2017). Determinants of housing market fluctuations: Case study of Lithuania. *Procedia Engineering*. 172, 1169-1175. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.136>
- Zhao S., Zhao K., Zhang P. (2021). Spatial Inequality in China's housing market and the driving mechanism. *Land*. 8, 841. <https://doi.org/10.3390/land10080841>
- Żróbek S., Trojanek M., Żróbek-Sokolnik A., Trojanek R. (2015). The influence of environmental factors on property buyers' choice of residential location in Poland. *Journal of International Studies*. Vol.8, 3, 163-173. <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2015/8-3/13>

2-бөлім  
**КАРТОГРАФИЯ ЖӘНЕ  
ГЕОИНФОРМАТИКА**

---

Section 2  
**CARTOGRAPHY AND  
GEOINFORMATICS**

---

Раздел 2  
**КАРТОГРАФИЯ  
И ГЕОИНФОРМАТИКА**

Alyson Bueno Francisco\* 

Sao Paulo State University, Presidente Prudente, Brazil, Sao Paulo

\*e-mail: alysonbueno@gmail.com

## CHANGES IN LAND COVER AND RELATIONS WITH THE EQUATION UNIVERSAL SOIL LOSSES IN BASIN OF THE WESTERN PLATEAU OF SAO PAULO IN BRAZIL

The soil loss has become a problem of environmental degradation in Southeastern Brazil. In a region of tropical climate, with precipitations concentrated in summer and sandy soils, the substitution of native vegetation by pasture and cultivation of sugarcane caused changes in the hydrological regime of the hydrographic basins. Soil degradation conditions, with marks present in the landscape, need to be quantified by empirical methods. In the estimates of water erosion, the most used method is the Universal Equation of Soil Losses. The method of estimating soil losses by generating geographic information and spatial data. The Confusion Stream's basin is located in a region with replacement of pasture areas planted by sugarcane crop for fuel production. This research aims to estimate soil losses in a basin from comparative data from 2009 and 2018, derived from analysis of CBERS satellite images, with spatial resolution of 20 meters, in the mapping of land cover, through the classification of images in the IDRISI geographic information system. Rainfall erosivity factors and soil erodibility were obtained from secondary sources. The topographic factor was obtained from the processing of data from the Shuttle Radar Topography Mission. The areas of the land cover classes were related to factor C of the USLE and data estimates of secondary sources of erosivity factor (R), erodibility factor (K) and topographic factor with the data of slope (LS). From these parameters, an estimate of soil loss was presented for the basin of Confusion's Stream. The soil loss in the basin of Confusion's Stream was estimated by 2018 data at 2,484 t/ha/y.

**Key words:** erosion; basin Confusion's stream; agricultural crop.

Элисон Буэно Франциско\*

Сан-Паулу мемлекеттік университеті, Президенти-Пруденти, Бразилия, Сан-Паулу қ.

\* e-mail: alysonbueno@gmail.com

### Бразилиядағы Сан-Паулу Батыс үстірті бассейніндегі жер жамылғысының өзгеруі және әмбебап топырақ жоғалту теңдеуімен байланысы

Топырақтың деградациясы Бразилияның оңтүстік-шығысында экологиялық проблемаға айналды. Жазғы және құмды топырақтарда жауын-шашын шоғырланған тропиктік климат жағдайында жергілікті өсімдіктердің жайылымдық және қант қамысы өсірумен алмастырылуы гидрографиялық бассейндердің гидрологиялық режимінің өзгеруіне себеп болды. Ландшафттағы ерекшеліктері бар топырақтың деградация жағдайлары эмпирикалық әдістермен сандық түрде анықталуы керек. Су эрозиясын бағалау кезінде топырақ жоғалтудың универсалды теңдеу әдісі жиі қолданылады. Топырақтың жоғалуын бағалау әдісі географиялық ақпарат пен кеңістіктік мәліметтерді алу арқылы жүзеге асырылады. Конфузион өзен бассейні отын өндіру үшін қант қамысы егілген жайылымдық алқапта орналасқан. Бұл зерттеу IDRISI географиялық ақпараттық жүйесіндегі кескіндерді классификациялау арқылы жер жамылғысының картасын жасауда 20 метрлік кеңістіктік тұнықтығы бар CBERS спутниктік суреттерін талдау нәтижесінде алынған 2009 және 2018 жылдардағы салыстырмалы деректер негізінде бассейніндегі топырақтың жоғалуын бағалауға бағытталған. Екінші реттік көздерден шөгінділердің эрозиялық белсенділік коэффициенттері мен топырақтың эрозияға ұшырауы алынды. Топографиялық фактор Shuttle Radar Topography Mission деректерін өңдеуден алынды. Жер жамылғысы класының аудандары әмбебап топырақ тозу теңдеуімен (USLE) C коэффициентімен және эрозия коэффициентінің (R), эрозия коэффициентінің (K) және топографиялық фактордың еңіс деректерімен (LS) қайталама бастапқы деректер бағалауымен байланысты болды. Осы параметрлерге сүйене отырып, Конфузион өзені бассейні үшін топырақтың жоғалуын бағалау ұсынылды. Конфузион өзені бассейніндегі топырақтың шайылуы 2018 жылғы мәліметтер бойынша 2484 т/га/жыл деңгейінде бағаланады.

**Түйін сөздер:** эрозия; Конфузион өзенінің бассейні; ауыл шаруашылығы дақылы.

Элисон Буэно Франциско\*

Государственный университет Сан-Паулу, Президенти-Пруденти, Бразилия, г. Сан-Паулу  
\*e-mail: alysonbueno@gmail.com

### **Изменение земного покрова в бассейне Западного плато Сан-Паулу в Бразилии и его связь с универсальным уравнением потери почвы**

Деградация почвы стала проблемой окружающей среды на юго-востоке Бразилии. В районе тропического климата с осадками, сосредоточенными в летних и песчаных почвах, замещение местной растительности пастбищами и возделыванием сахарного тростника вызвало изменение гидрологического режима гидрографических бассейнов. Условия деградации почвы с признаками, присутствующими в ландшафте, должны быть количественно оценены эмпирическими методами. При оценке водной эрозии наиболее часто используется метод универсального уравнения почвенных потерь. Метод оценки потерь почвы осуществляется путем получения географической информации и пространственных данных. Бассейн реки Конфусион расположен в районе замены пастбищных угодий, засеянных сахарным тростником для производства топлива. Это исследование направлено на оценку потерь почвы в бассейне на основе сравнительных данных за 2009 и 2018 годы, полученных в результате анализа спутниковых изображений CBERS с пространственным разрешением 20 метров при картографировании земного покрова посредством классификации изображений в географической информационной системе IDRISI. Коэффициенты эрозионной активности осадков и эродируемость почвы были получены из вторичных источников. Топографический фактор был получен в результате обработки данных Shuttle Radar Topography Mission. Площади классов земного покрова были связаны с коэффициентом  $C$  универсального уравнения деградации почвы (USLE) и оценками данных вторичных источников коэффициента эрозии ( $R$ ), коэффициента эрозионности ( $K$ ) и топографического фактора с данными уклона ( $LS$ ). По этим параметрам была представлена оценка потери почвы для бассейна реки Конфусион. Смыв почвы в бассейне реки Конфусион оценивается по данным 2018 г. в 2484 т/га/год.

**Ключевые слова:** эрозия; бассейн реки Конфусион; сельскохозяйственная культура.

#### **Introduction**

The first estimates of soil losses in Brazil were analyzed in the 1940s using experimental plots at the Agronomic Institute of Campinas (Bertoni; Lombardi Neto, 1999).

The Universal Equation of Soil Losses was developed from the studies of Wischmeier and Smith (1961 Apud Lafflen; Moldenhauer, 2003) from 10,000 data on soil loss rates in experimental plots in the United States of America.

Soil losses in Brazil are estimated at approximately 848 million tons per year (Merten; Minella, 2013). Fast-paced soil losses in the degraded areas of the Western Plateau of São Paulo represent environmental and economic damage.

The scale of watersheds has repercussions in recent years due to the details of the guaranteed by advances in geographic technologies. On the local scale, the particularities of each rural producer are found and mitigating measures are applied in the face of land degradation conditions. The dialogue with rural producers takes place through the technical knowledge of public agencies and researchers guide these agencies through extension projects. The definition of the concepts and principles

of water management is essential to consolidate the necessary measures in river basins. Ideals based on rational water use are important to guide political decisions and favor of soil conservation measures and recovery of degraded areas.

The geoprocessing techniques used met the research needs, confirming that its use improves the processes and phases of spatial analysis. In addition, the created database can be replicated, corrected and updated at any time, which makes it dynamic and applicable to the most diverse spatial representation demands of the information contained therein (PIROLI, 2013).

The watershed is a territorial and physical unit present in nature bounded by drainage. Nature presents its diversity and researchers need to avoid generalizing small scales and seek to understand natural phenomena in field research.

In this sense, fieldwork is necessary, as the main methodology of the geographer, to investigate the nature of each hydrographic basin and present the diagnoses (inventories), to carry out environmental planning from the perspective of water resources management with adequate prognoses to ensure the future availability of drinking potable water (Guimarães, 1999).

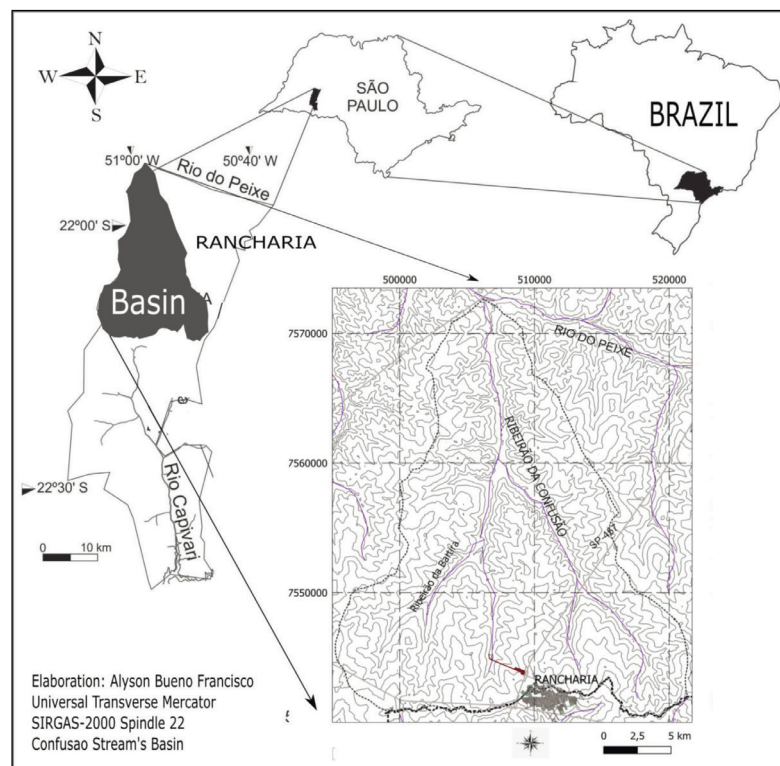
From the development of Geographic Information Systems, spatial data from watersheds served as parameters applying the Universal Equation of Soil Losses, mainly by the formation of numerical elevation models. The development of erosive processes in the large hydrographic basins of tropical environments made it propitious to apply this empirical model in river basins to generate databases in Geographic Information Systems (Parveen; Kumar, 2012).

In recent years, research on river basins and geoprocessing techniques has become more present in geographical studies. The spatiality of erosive processes involves the understanding of the aspects of hydrographic basins and the transformations that occur in rural landscapes of changes in agricultural activities. The use of conservation practices for the

recovery of areas with degraded soils can contribute to the mappings performed by geographers with support in geographic information systems.

The Confusion Stream's basin has an area of 46,760 ha, located in the northwest part of the municipality of Rancharia. It is considered a sub-basin belonging to the River of Fish basin. The basin has an average width of 22 km and a maximum length of 34 km. The channel of Confusion stream of the main course is 35 km long, being the tributary Saltinho stream with an extension of 16 km. The Confusion stream has the maximum flows by the annual averages are 12 m<sup>3</sup>/s, with the highest occurrences in summer, where in region has tropical climate.

Figure 1 shows the location of the Confusion Stream's basin.



**Figure 1** – Map of Confusion Stream's Basin

The quotas relief of the Confusion Stream's basin has between 380 and 540 meters. The relief consists of wide hills and wavy tops belonging to the Western Plateau of São Paulo. The slope is generally low between 5° and 15° in more than 80% of the area.

According to the Map of Soils in the State of São Paulo (Oliveira et al., 1999), the predominant

soils in the Confusion Stream's basin are the Red Oxisols and the Red-Yellow Clay Sols. The erodibility values of the surface horizon of the Red Clay Sols of the Presidente Prudente region are estimated at 0.051 Mg/ha/year. For the Red Oxisols of the sandy phase, the estimated values were 0.016 Mg/ha/year (Freire; Godoy; Carvalho, 1992).

On the climatic conditions in the region affected by water erosion, Francisco (2017) presents the erosivity of rain for the municipality of Rancharia, considering precipitation data between 1945 and 2003, being in rainy years the R factor of 9,088 MJ.mm/ha.h.year; 7,129 MJ.mm/ha.h.year for regular years and 5,665 MJ.mm/ha.h.year for dry years.

Despite deforestation for cotton planting until the 1970s and later the domain of pasture planting for cattle herd farming, the Confusion Stream's basin has preserved fragments of native forest (approximately 8% of the area), including a fragment of approximately 3,000 hectares.

In the last 15 years, installing a sugar-alcohol plant in the southwestern part of the basin favored the increase of sugarcane planting areas (23% to 34% of the area) with the existence of terraced plantations, replacing the degraded pasture areas.

### Materials and Methods

The clinographic letter of slope was elaborated based on data from the digital elevation model from the SRTM mission, in the Slope routine of the TerrSet GIS. The slope data served as the basis for the elaboration of the estimation of the LS factor, ramp length (slopes) and unevenness (slopes).

The preparation of the land cover charts were carried out in the TerrSet Geographic Information System with orbital images of the CBERS satellite dated October 2009 and February 2018, through the supervised classification routine. The geographic referencing of the images was performed at GIS

Idrisi. After geographic referencing, the false-color composition was applied with bands 2, 3 and 4.

Using the Digitize routine, reliable samples were selected with the vectorization of polygons, whose each class to be represented had a value. With the use of the Make-sig routine, signatures are created and then the classifier is defined with maximum likelihood with the use of the Max-like routine. Then, mode filtering was applied using a size 7x7. To cut out the area of the Confusion Stream's basin, the limits of the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) data were delimited using SRTM data in the GlobalMapper software. The vector that delimits the watershed was exported in Shapefile format, having as reference system the horizontal datum SIRGAS-2000.

Regarding the factors attributed to the Universal Equation of Soil Losses, the erodibility indexes presented by Freire et al. (1992). The rainfall erosivity (R) was estimated based on the reference of Francisco (2017) when presenting the values for an adjacent basin 15 km away from the Confusion Stream's basin. The types of soils identified in the hydrographic basin were adopted by the map presented by Oliveira et al. (1999). The C factor of soil management forms, by the land cover classes, followed the reference adopted by Pinto (1991). The factor conservation practices (P) was estimated based on the indices of calculations expressed by Bertoni and Lombardi Neto (1999).

### Results and Discussion

Table 1 presents the land cover classes in 2009 and 2018 in the Confusion Stream's basin.

**Table 1** – Areas and plots of land cover classes in Confusion Stream's basin

Land covers classes	Area in 2009(ha)	%	Area in 2018(ha)	%
Urban areas and roads	0.58	0.01	1.55	0.003
Native forest	3,610.00	7.72	3,913.28	8.37
Water channel	1.42	0.01	1.58	0.003
Agricultural crop	10,679.00	22.84	15,768.36	33.72
Pasture	23,085.00	49.75	22,571.32	48.27
Land wood	326.00	0.70	-	-
Bare soil	8,698.00	18.75	3,504.06	09.61

The Figure 2 presents the land cover map of the Confusion Stream's basin by 2009 data.

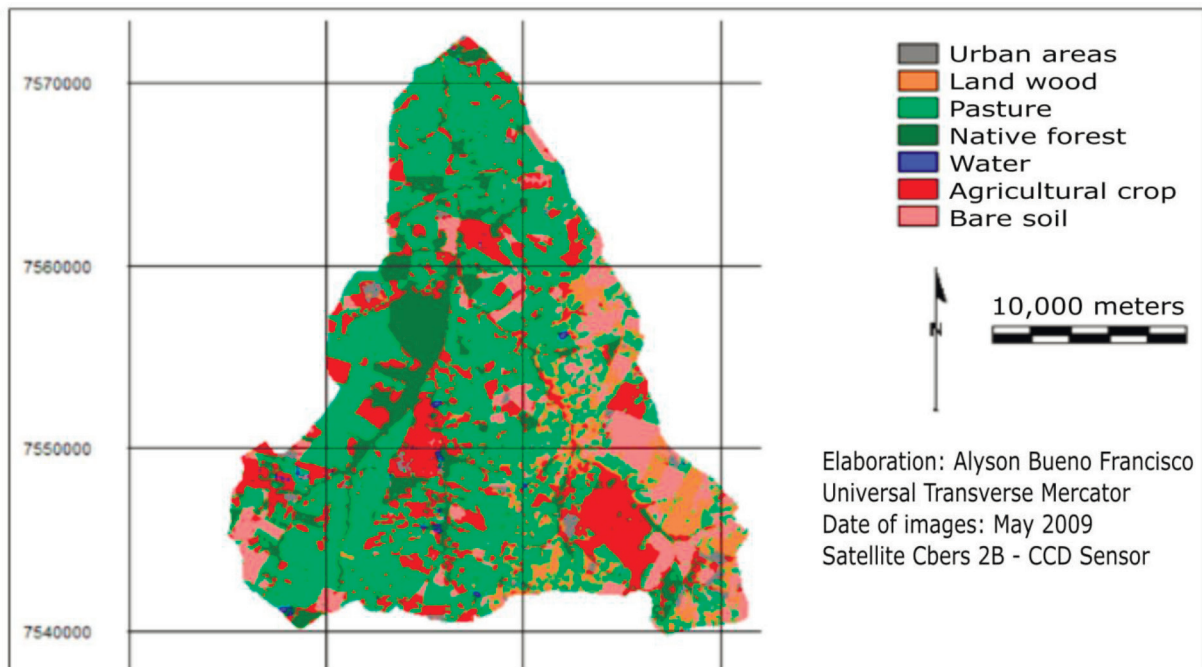


Figure 2 – Map of Land Cover of the Confusion Stream's Basin (2009)

Figure 3 presents the land cover map of the Confusion Stream's basin by 2018 data.

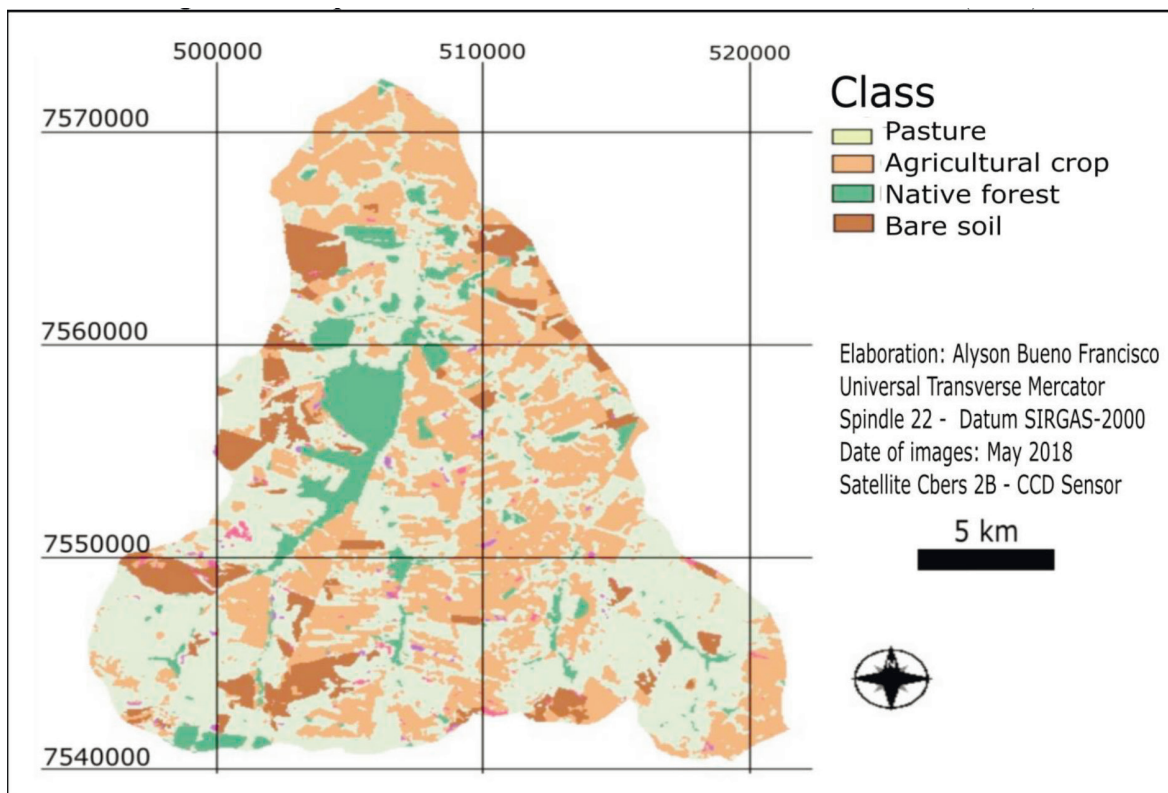


Figure 3 – Map of Land Cover of the Confusion Stream's Basin (2018)

The table 2 shows the relationship between the areas of the land cover classes and the C factor of

land use applied in the Universal Equation of Soil Losses.

**Table 2** – Relation land cover classes with factor C of USLE

Land covers classes	Factor C	Area in 2009 (ha)	C (2009)	Area in 2018 (ha)	C (2018)
Native forest	0.0004	3,610	0.00003	3,913.28	0.00003
Agricultural crop	0.0500	10,679	0.11420	15,768.36	0.16860
Pasture	0.0075	23,085	0.37000	22,571.32	0.36200
Bare soil	0.1000	8,698	0.18601	3,504.06	0.00370

The data show factor C from 810.17 to 994.31, an increase of 18.5% in erosive potential according to land cover changes in 9 years.

The table 3 presents the relation of the areas of the land cover classes with the predominant types of soils by the K factor of erodibility.

**Table 3** – Factor of erodibility (K) in relation areas of land covers

Class of land cover	Soil type	Factor K	Área in 2009 (ha)	K (2009)	Área in 2018 (ha)	K (2018)
Native forest	Hydricsoil	0.003	3,610	0.00023	3,913.28	0.00025
Agricultural crop	Clay soil	0.051	10,679	0.01165	15,768.36	0.01719
Pasture	Oxissoil	0.016	23,085	0.00799	22,571.32	0.00772
Bare soil	Clay soil	0.051	8,698	0.00949	3,504.06	0.00382

The erodibility factor remained practically stable in 9 years, being present the addition of native forest areas present in hydromorphic soils of primary forests and a decrease in exposed soil areas, very conducive to the development of laminar erosion.

Based on the data of the factors of application of the Universal Equation of Soil Losses by erosivity presented to the municipality of Rancharia (Perusi et al., 2004) in 7,300 MJ.mm/ha.h.year, we have the estimated indices for the land cover classes in table 4.

**Table 4** – Factor of erosivity rain (R) in relation áreas land covers

Class of land cover	Área in 2009 (ha)	R (2009)	Área in 2018 (ha)	R (2018)
Native forest	3,610	564.66	3,913.28	610.92
Agricultural crop	10,679	1,667.16	15,768.36	2,461.64
Pasture	23,085	3,603.94	22,571.32	3,523.7
Bare soil	9,024	1,408.8	3,504.06	547.03
Σ	46,398	7,244.55	46,398	7,143.29

When considering the average length of 100 m of ramp in the basin and the mean slope of 5.67° or 10°, the topographic factor was estimated at 0.006.

The factor of conservation practices was calculated based on the mean slope of 10°, being obtained in 0.19342.

Considering the estimated factors of the USLE for the basin, the rates of soil losses were estimated in 2009 by the land cover classes in table 5.



**Table 5** – Estimated factors of the USLE for the basin in 2009

Land covers	Factor R	Factor K	Factor LS	Factor C	Factor P	Ei	A (t/ha/year)
Native forest	564.66	0.00023	0.006	0.00003	0.19342	2.10 <sup>-9</sup>	0.0002
Agricultural crop	1,667.16	0.01165	0.006	0.11420	0.19342	0.0257	1,201.73
Pasture	3,603.94	0.00799	0.006	0.37000	0.19342	0.0123	577.51
Bare soil	1,357.9	0.00949	0.006	0.18601	0.19342	0.0027	130

The Confusion Stream's basin, with 46,760 ha, presents an estimate of soil losses at 1,909.24 t/ha/year in 2009. In the estimated soil loss in 2009, an erosion rate of 1,201 t/ha/year was found in the agricultural area, corresponding to 63% erosion rate in

basin, whereas the agricultural area corresponds to 23% of the territorial area of the basin.

When considering the estimated factors of the USLE for the basin, the rates of soil losses were estimated in 2018 by the land cover classes in table 6.

**Table 6** – Estimated factors of the USLE for the basin in 2018

Land covers	Factor R	Factor K	Factor LS	Factor C	Factor P	Ei	A (t/ha/year)
Native forest	610.92	0.00023	0.006	0.00003	0.19342	2.10 <sup>-9</sup>	0.0002
Agricultural crop	2,461.64	0.01165	0.006	0.11420	0.19342	0.038	1,777.23
Pasture	3,523.7	0.00799	0.006	0.37000	0.19342	0.012	566
Bare soil	547.03	0.00949	0.006	0.18601	0.19342	0.003	140.85

The Confusion Stream's basin, with 46,760 hectares, presents an estimate of soil losses at 2,484.08 t/ha/year in 2018. In the estimate of soil loss in 2018, an erosion rate of 1,777 t/ha/year was found in the agricultural area, corresponding to 71.5% erosion rate in basin, whereas the agricultural area corresponds to 34% of the territorial area of the basin.

The Confusion Stream's basin, with 46,760 ha, presents an estimate of soil losses at 1,909.24 t/ha/year in 2009. The Confusion Stream's basin, with 46,760 hectares, presents an estimate of soil losses at 2,484.08 t/ha/year in 2018. The data show factor C from 810.17 to 994.31, an increase of 18.5% in erosive potential according to land cover changes in 9 years.

### Conclusion

The Universal Equation of Soil Loss (USLE) is a method applicable to the studies of land cov-

er changes in watersheds. In this article, erosion rates were estimated in a basin located on the plateau of a tropical region where in the last 9 years (2009-2018) there have been changes in land cover.

In the basin of Confusion stream there was a change from 23 to 34% of the agricultural crop area in 9 years, and the rate of erosion in the segment of the agricultural crop area was also increased from 63 to 71.5%. The largest geographical distribution of agricultural crop areas in this basin are where with clay soils with high susceptibility to erosion, erodibility of 0.051 (K factor).

Although conservation practices are applied in planting in level curves in sugarcane areas, erosion rates may be evident in this study. Despite few areas, the cover with bare soil needs attention in the face of rain action in the tropical climate during the summer.

### References

- Bertoni, J., Lombardi, F. (1999) Conservação do solo. São Paulo, Icone.
- Freire, O., Godoy, M. C. T. F., Carvalho, W. A. (1992) Erodibilidade de alguns solos do oeste do estado de São Paulo. *Revista de Geografia*, São Paulo, n.11, pp. 77-87.
- Guimarães, E. M. A. (1999) Trabalhos de campo em bacias hidrográficas: os caminhos de uma experiência em Educação Ambiental. Dissertação, Mestrado em Geografia, Universidade Estadual de Campinas, 184p.
- Lafren, J. M., Moldenhauer, W. C. (2003) *The Story USLE: pioneering soil erosion prediction*. Beijing, China, World Association of Soil and Water Conservation.
- Merten, G. H., Minella, J. P. G. (2013) The expansion of Brazilian agriculture: soil erosion scenarios. *International Soil and Water Conservation Research*, v. 1(3), pp. 37-48, 2013.
- Oliveira, J.B., Camargo, M. N., Rossi, M., Calderano, B. (1999) *Map of Soils in the State of São Paulo*. Scale: 1: 500.000, Agronomic Institute of Campinas, 1999.
- Parveen, R., Kumar, U. (2012) Integrated Approach of Universal Soil Loss Equation (USLE) and Geographical Information System (GIS) for Soil Loss Risk Assessment in Upper South Koel Basin, Jharkhand. *Journal of Geographic Information System*. v.4 (6), pp 67-79.
- Perusi, M.C., Zero, V., Tommaselli, J.T.G., Brigatti, N. (2004) Erosividade das chuvas no extremo oeste do Estado de São Paulo nos anos de 1998 e 1999. *Caderno Prudentino de Geografia*, v. 26, pp. 25-36.
- Pinto, S.A.F. (1991) *Sensoriamento Remoto e integração de dados aplicados no estudo da erosão dos solos: contribuição metodológica*. Thesis (Physical Geography), University of São Paulo, 185p.
- Piroli, E.L. (2013) *Geoprocessamento aplicado ao estudo do uso da terra das áreas de preservação permanente dos corpos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo*. Tese (Livre Docência em Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto), Universidade Estadual Paulista, 150p.

Ю.Ф. Лый<sup>1,\*</sup>, Е.Е. Халыков<sup>1</sup>, М.М. Тоғыс<sup>1</sup>,  
Е.С. Сарыбаев<sup>2</sup>, Е.Г. Әлікен<sup>2</sup>

<sup>1</sup>География және су қауіпсіздігі институты, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup> Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: edilait@mail.ru

## СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ ЖЕР БЕДЕРІНЕ ХАЛЫҚТЫ ҚОНЫСТАНДЫРУДЫҢ ҚОЛАЙЛЫЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН ГАЖ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ БАҒАЛАУ

Еліміздің оңтүстік аймағындағы тығыз шоғырланған халықтың еңбек ресурстарының әлеуеттік мүмкіндіктерін тиімді пайдалану мақсатында, Солтүстік өңірлерге қоныстандыру қарастылууда. Ол әртүрлі экономикалық салалардың дамуына серпін беру үшін, қажетті және дер кезінде қолға алынған шара болып табылады. «Оңтүстіктен – теріскейге» қоныстандыру бағдарламасы бойынша халықты көшіру жыл сайын қарқын алып келеді. Солтүстік аймаққа халықты көшіру шаралары тығыз орналасқан оңтүстік өңірдің демографиялық мәселелерін шешуде өзіндік пайдасын тигізеді.

Бұл мақалада халықты қоныстандыру үшін қолайлы жағдай тұрғысынан Солтүстік Қазақстан облысы аумағы жер бедерінің қазіргі жай-күйі қарастырылды. Кез-келген геоморфологиялық жағдайлар, егер олар (тұрақты тұру үшін жайлылық, қауіпсіздік және тартымдылық), осы аймаққа қойылатын талаптарға сәйкес келсе оның тіршілік ету ортасының негізі бола алады. Жер бедерінің сандық үлгісін талдаумен бірге кешенді геоморфологиялық зерттеу халықты қоныстандыруға қолайлы жағдайлар тұрғысынан бағалауда маңызды рөл атқарады.

Жер бедерінің морфометриясын сипаттайтын негізгі көрсеткіштердің алынған көрсеткіштерін ескере отырып, жер бедерінің халықты қоныстандыруға қолайлылық дәрежесі бес балдық рейтингтік жүйені пайдалана отырып есептелді: қолайлы, шартты түрде қолайлы, онша қолайлы емес, қолайсыз және өте қолайсыз. Интегралдық көрсеткіш жер бедерінің қолайлылық дәрежесінің әртүрлі аймақтарын анықтауға мүмкіндік береді. Солтүстік Қазақстан облысы аумағының жартысынан астамы халықтың өмір сүруі үшін қолайлы екені анықталды.

**Түйін сөздер:** жер бедері, геоморфологиялық жағдай, ГАЖ, көші-қон, жер бедерінің қолайлы жағдайларының деңгейі.

Yu.F. Lyy<sup>1,\*</sup>, Ye.Ye. Khalykov<sup>1</sup>, M.M. Togys<sup>1</sup>, Ye.S. Sarybayev<sup>2</sup>, Ye.G. Aliken<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Geography and Water Security, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: edilait@mail.ru

### Evaluation of the relief of the North-Kazakhstan region according to the favorableness for the resettlement of the population using GIS technologies

In order to effectively use the potential opportunities of the labor resources of the densely concentrated population in the southern region of the country, resettlement in the northern regions is being considered. It is a necessary and timely measure to give impetus to the development of various economic sectors. Migration of the population under the resettlement program "From South to North" is gaining momentum every year. Measures to resettle the population in the northern region will be useful in solving the demographic problems of the densely populated southern region.

This article considers the current state of the relief of the North Kazakhstan region territory from the position of favorable condition for the settlement of the population. Any geomorphological conditions can be the basis of its habitat, if they meet the requirements for the area (comfort, safety and attractiveness for permanent residence). Comprehensive geomorphological study, coupled with the analysis of digital elevation model, plays a primary role in assessing geomorphological features from the standpoint of favorable conditions for settlement.

Taking into account the obtained parameters of the main indicators characterizing the morphometry of the relief, the degree of favorableness of the relief for the resettlement of the population was calculated using a five-point ranking system: favorable, conditionally favorable, slightly unfavorable, unfavorable and extremely unfavorable. The integral indicator makes it possible to determine the areas of varying de-

grees of favorability of the relief. It has been determined that more than half of the territory of the North Kazakhstan region has favorable condition for the population living.

**Key words:** relief, geomorphological features, GIS, degree of favorable relief conditions.

Ю.Ф. Лый<sup>1\*</sup>, Е.Е. Халыков<sup>1</sup>, М.М. Тоғыс<sup>1</sup>, Е.С. Сарыбаев<sup>2</sup>, Е.Ф. Әлікен<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт географии и водной безопасности, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

\* e-mail: edilait@mail.ru

### Оценка рельефа Северо-Казахстанской области по благоприятности для расселения населения с применением ГИС-технологий

В целях эффективного использования потенциальных возможностей трудовых ресурсов компактно сконцентрированного населения в южном регионе страны рассматривается возможность переселения в северные районы. Это необходимая и своевременная мера для придания импульса развитию различных отраслей экономики. Миграция населения по программе переселения «Юг на север» с каждым годом набирает обороты. Меры по переселению населения в северный регион будут иметь свою пользу в решении демографических проблем густонаселенного южного региона.

В данной статье рассмотрено современное состояние рельефа территории Северо-Казахстанской области с позиции благоприятности для расселения населения. Любые геоморфологические условия могут быть основой его среды обитания, если они отвечают требованиям, предъявляемым к данной местности (комфортности, безопасности и привлекательности для постоянного проживания). Комплексное геоморфологическое исследование вкупе с анализом цифровой модели рельефа играют первостепенную роль при оценке геоморфологических условий с позиций благоприятности для расселения.

С учетом полученных параметров основных показателей, характеризующих морфометрию рельефа, была рассчитана степень благоприятности рельефа для расселения населения, путем пятибалльной системы ранжирования: благоприятный, условно благоприятный, малоблагоприятный, неблагоприятный и крайне неблагоприятный. Интегральный показатель позволяет определить ареалы различной степени благоприятности рельефа. Установлено, что более половины территории Северо-Казахстанской области благоприятна для проживания населения.

**Ключевые слова:** рельеф, геоморфологические условия, ГИС, степень благоприятности условий рельефа.

### Кіріспе

Көптеген отандық және шетелдік зерттеушілердің еңбектері әртүрлі аумақтарды экологиялық және геоморфологиялық талдау мәселелеріне арналған (Кружалин, 2001а: 175; Лихачева, 2004: 337; Тимофеев, 1991: 43-48; Лукашов, 1995: 3-9; Симонов, 1996а: 14-15; Акиянова, 2003а: 18-20; Barsch, 1990: 39-49; Coates Donald, 1990: 83-117; Geomorphology and Geoecology: Geomorphological approaches in applied geography, 1991: 259; Geomorphology and Geoecology: Geomorphological mapping, remote sensing and terrain models, 1990: 1-216; Zhiron, 2012; Mapa morfodinamico..., 1998: 161-185; Kurlovich, 2008: 25-35; Pecs, 1986: 117-122).

Кружалин В.И. т.б. авторлардың бірлескен монографиясында жер бедерін зерттеудің теориялық негіздері адаммен қарым-қатынасына баса назар аудара отырып, “адам-қоғам-табиғат” жүйесінің құрамдас бөлігі ретінде қарастырылады. Жер бедерінің негізгі функциялары осы жүйеде, оның табиғи, экономикалық және

этноэлеметтік ішкі жүйелерінде талданады. Жер бедерінің мысалы Ресей аумағының экологиялық жағдайына әсерін аймақтық талдаудың негізінде келтірілген (Кружалин, 2004б: 120).

Басты авторлардың бірі Cooke R. оқулығы жер бедері пішіндері мен жер бедерін түзуші үдерістерін зерттеуге және ландшафттық бағалау әдістері мен жерүсті жүйелерінің картасы мен геоморфологиялық картографиялауға арналған (Cooke R., 1974).

Прасолов С.В. морфометриялық тапсырмаларды шешу үшін геоақпараттық картографиялау тәжірибесін талдап, жинап, әртүрлі бағдарламалық құралдарды қолдану және біріктіру мүмкіндіктерін зерттеді, сонымен қатар заманауи геоақпараттық технологиялар негізінде компьютерлік морфометриялық карталар сериясын жасау әдістемесі мен мазмұны әзірленді (Прасолов, 2001: 196).

Акиянова Ф.Ж. мақаласында Солтүстік Қазақстанның қазіргі табиғи-антропогендік бедерінің пайда болуы қарастырылады (Акиянова, 1998б: 151-153).

Зерттеуіміздің мақсаты – Солтүстік Қазақстан облысы аумағының жер бедерінің қазіргі жағдайын халықты қоныстандыруға қолайлы позициядан бағалау.

Солтүстік Қазақстан облысы аумағының үлкен бөлігі геоморфологиялық қалыптасуы бойынша Солтүстік-Қазақ жазығының (Есіл маңы және Ертіс маңы аккумулятивті жазықтары) шегінде орналасқан, облыстың оңтүстік бөлігі Көкшетау эрозиялық-тектоникалық аласа таулы-ұсақ шоқылы қыраттарды қамтиды (2-сурет).

Республикамызда соңғы төрт жылда ішкі көші-қон саны екі есе өсті. Ішкі көші-қон ауқымының осылай күрт өсуі аймақтардың экономикалық және әлеуметтік тұрғыдан жіктелуінің көрінісі. Аталған мәселелер, ең алдымен, халықтың неғұрлым жоғары шоғырлануымен, жер ресурстарының тапшылығы (оның ішінде, ауыл шаруашылығындағы шабындық, жайылым және суармалы жерлер мен су ресурстары), Қазақстанның басқа облыстары арасында жұмыс күші артық халық санымен ерекшеленетін, елдің оңтүстік өңірлерін сипаттайды. Оңтүстік облыстардың халқы солтүстік аймақтардың халқынан шамамен 50%-ға артық немесе 2 есеге көп. Бір ғана Түркістан облысының халқының саны Солтүстік Қазақстан облысы халқының санынан 4 есеге жақын келеді.

Алайда, ішкі мигранттар үшін тартымды орталықтар болып табылатын аймақтар көбінесе мигранттардың қазіргі көші-қон ағындарын қабылдауға жеткілікті әлеуетке ие емес. Білік еңбек ресурстарының артық мөлшерін оларда жетіспейтін аймақтарға қайта бағыттау дұрыс деп (Қазақстан Республикасы көші-қон саясатының 2023 – 2027 жылдарға арналған тұжырымдамасын бекіту туралы, Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2022 жылғы 30 желтоқсандағы № 961 қаулысы сәйкес) шешті. Мәселе, керісінше халық санының азаюы, аумақтардың «өсімнің кемуі» жағдайы болып жатқан еліміздің солтүстік өңірлері туралы болып отыр.

Қолайлы өмір сүру үшін халықты қоныстандыру адамзат қоғамының дамуы үшін, негізгі іргетастың аспектісі болып табылады. Ол көне заманнан бері жалғасып келеді. Адамдар экономикалық, әлеуметтік және саяси сияқты әртүрлі себептермен бір жерден екінші жерге көшіп отырады [Ager, A.A., & Ager, A.E. (2003). The impact of natural hazards on human migration. *Annals of the Association of American Geographers*, 93(3), 554-571. <https://doi.org/10.1111/1467-8306.9303004>]. Халықтың қоныстануына

негізінен өзі өмір сүріп отырған жердің жер бедері ісер етеді. Халыққа қолайлы өмір сүру тұрғысынан жер бедері ортасынан физикалық-географиялық табиғи факторы маңызды болып есептеледі. Жер бедерінің морфометриялық сипаттамалары, оның ішінде биіктігі, еңістігі және орналасқан түрі қозғалыстың жеңілдігіне және әртүрлі бастапқы ресурстардың қол жетімділігіне әсер етуі мүмкін. Бұл мақалада халыққа қолайлы өмір сүру тұрғысынан қоныстандырудың жер бедері ортасындағы морфометриялық сипаттасының әсері туралы айтамыз.

*Халықты қоныстандыру бойынша теңіз деңгейінен биіктіктің әсері.* Теңіз деңгейінен биіктік жер бедері ортасының морфологиялық сипаттамасы бойынша маңызды болып саналады. Ол қолайлы өмір сүру үшін халықтың қоныстануы сипатына әсер етуі мүмкін. Биік таулы аймақ пен жоталары сияқты биік жер бедерлері тұрғындардың қоныстануына кедергі болып, қозғалысты шектейді және оқшауланды тудыруы мүмкін [Banerjee, S., & Pandey, P.C. (2017). The Himalayas: A barrier to cultural and biological exchange. *Current Science*, 112(6), 1187-1191. <https://doi.org/10.18520/cs/v112/i06/1187-1191>].

Таулар да халықтың қоныстануына теріс ықпал етуі мүмкін, бұған мысал ретінде Америка Құрама Штаттарының шығысындағы Аппалач тау жүйесін келтіруге болады. Таулар алғашқы еуропалық қоныстанушылар үшін табиғи тосқауыл болды, бірақ олар сонымен бірге адамдар тау асулары арқылы батысқа қарай жылжыған кезде көші-қон жолын қамтамасыз етті [Bilbrow, R.E. (1998). Migration, population change, and the rural environment. *Environmental management*, 22(5), 763-771. <https://doi.org/10.1007/s002679900139>].

Керісінше, аласа және жазық аумақтар табиғи ресурстарға қол жетімділік пен қозғалысты жеңілдеті отырып, халықтың қоныстануын жақсарты алады. Бұған мысал ретінде Солтүстік Америкадағы Ұлы жазықтарды келтіруге болады, өйткені жазық жер бедер мен аласа биіктік қоныстанушыларға батыс аймақтарға қоныс аудару жолын қамтамасыз етті [Hurt, R.D. (1996). *The great plains: A natural history*. University of Nebraska Press].

*Жер бедерінің еңістігінің халықтың қоныстануына әсері.* Қолайлы өмір сүру тұрғысынан халықтың қоныстану сипатына әсер ететін тағы бір морфометриялық сипаттама еңіс болып табылады. Тік беткейлер мен эрозияға ұшыраған

аймақтарды жүру қиын болуы мүмкін, бұл қозғалысты және табиғи ресурстарға қол жеткізуді шектейді [Cossío, Á., Briceño, V., & Fariña, R.A. (2016). Historical ecology, landscape and biodiversity in the Andes. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 12(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s13002-016-0109-9>].

Екінші жағынан, ақырын көлбеу беткейлер қажетті ресурстарға және қозғалысқа оңай қол жеткізуді қамтамасыз ету арқылы халықтың қоныстануын жеңілдетеді. Бұл қолайлы жағдайлардың қарапайым мысалы ретінде Қытайдағы Лесс үстірті болып табылады, онда жұмсақ беткейлер ауыл шаруашылығын дамытуға мүмкіндік берді және бүкіл аймақта халықтың қоныстануына ықпал етті [Li, W., & Zhang, J. (2018). Mountain-river-lake nexus and its impact on human migration: A case study of the Jinsha River Basin in southwestern China. *Applied Geography*, 91, 112-123. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.12.013>].

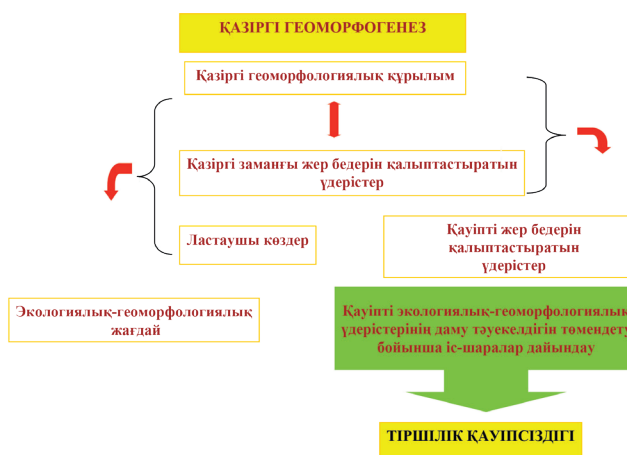
Жер бедері ортасының морфометриялық сипаттамалары, оның ішінде биіктігі, еңістігі, жер бедерінің түрі қолайлы өмір сүру тұрғысынан халықтың қоныстану сипатына айтарлықтай әсер етуі мүмкін екенін атап өткен жөн. Биік таулар мен тік беткейлер халықтың қолайлы өмір сүру жағдайынан қоныс аударуына кедергі болуы мүмкін, ал ойпат пен жазық беткейлер оған оң ықпал етеді. Жер бедері осы морфометриялық сипаттамаларының әсерін зерттеуде мамандар мен зерттеушілер үшін шешуші мәнге ие, өйткені олар тұрғындарды қолайлы қоныстануға байланысты мәселелерді шешуге анықтайды.

Бұл ретте Қазақстанның негізгі өнеркәсіп салалары солтүстік және шығыс өңірлерде орналасқан. Осы факторды ескере отырып,

индустрияландыру міндеттерін іске асыру үшін қоныс аударуды жүзеге асыру, осы салаларда қажетті жаңа жұмыс орындарын ашу туралы шешім қабылданды.

Мемлекет осындай маңызды үдерісті тұдыратын қауіптерді азайту үшін бірқатар қадмдарды жүзеге асыруда. Бүгінгі күні елімізде жұмыс күші артық оңтүстік өңірлерден солтүстік өңірлерге азаматтарды көшіруге бағытталған екі мемлекеттік бағдарлама жұмыс істейді. Бағдарлама нәтижелі жұмыспен қамтуды және жаппай кәсіпкерлікті дамытудың 2017 – 2021 жылдарға арналған “Еңбек” мемлекеттік бағдарламасын бекіту туралы, Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2018 жылғы 13 қарашадағы № 746 Қаулысы) бойынша жүзеге асты. Осы мәселеге байланысты адамдардың тіршілік әрекетінің негізгі факторының бірі ретінде Солтүстік Қазақстан облысы аумағының геоморфологиялық жағдайлары қарастырылды.

Аумақтың жер бедері негізгі экологиялық фактор, табиғи ортаның өзіндік негізі болып табылады және адамның өмір сүру жағдайлары мен экономикалық қызметін анықтайды. Адам әртүрлі жер бедерінің аймақтары бойынша өмір сүреді. Кез-келген геоморфологиялық жағдайлар, егер олар осы аймаққа қойылатын талаптарға сәйкес келсе (тұрақты тұру үшін жайлылық, қауіпсіздік және тартымдылық), оның тіршілік ету ортасының негізі бола алады. Жер бедері тау жыныстарының литологиясымен бірге табиғаттың «негізгі элементі» болып табылады. Онымен тікелей немесе жанама түрде табиғаттың барлық басқа құрамдас бөліктері тығыз байланысты. Сондықтан жер бедері адамның қоршаған ортада қалыптасуына әсер ететін жағдайлардың бірі ретінде қарастыру керек (1-сурет).



1-сурет – «Адам – табиғат – қоғам» жүйесінің қызмет етуінің логикалық схемасы

Соңғы жылдары біршама кең дамып келе жатқан экологиялық геоморфология жер бедерінің өмір сүруге қолайлылығын талдау мәселелерімен айналысады. Жер бедерін экологиялық-геоморфологиялық бағалау, ең алдымен, аумақтың морфометриялық ерекшеліктерін ескере отырып жүргізілуі керек (Рельеф среды жизни человека, 2002: 350).

Математикалық, статистикалық, аналитикалық, ГАЗ технологиялар және басқа әдістер қолданылады. Зерттеудің негізгі әдістерінің бірі кешенді геоморфологиялық талдау оған сонымен бірге, экзогендік процестердің даму факторларын кешенді талдау, далалық және камералдық геоморфологиялық картографиялау әдістері кіреді.

Сандық жер бедерінің үлгісін талдау геоморфологиялық жағдайларды олардың халықты қоныстандырудағы қолайлылық тұрғысынан бағалау маңызды рөл атқарады. ERDAS, ArcGIS 10.1 бағдарламалық өнімінің Spatial Analyst модулі көмегімен жер бедерінің морфометриялық көрсеткіштерін егжей-тегжей бағалауға, беткей экспозициясымен олардың еңістерін анықтауға мүмкіндік береді. Жер бедерінің горизонталь бөлінуі барлық су ағындары ұзындығы мен эрозиялық жер бедері пішіндерінің аудан бірлігінің қатынасына байланысты анықталады. Бұл әдіс интерполяция рәсімдерін қолдануға және бүкіл зерттеу аймағы үшін нәтиже алуға мүмкіндік береді (Павлова, 2013). Жер бедерінің тік тілімденуі алаптар шегінде су айрықтарының эрозия негіздерінен асып кетуін көрсетеді. Жер бедерінің тілімденуін сипаттау кезінде құрылыс үшін қолайлылық дәрежесі бойынша бағалау, эрозиялық қауіптілік шамасын бағалау, эрозия процестерінен қорғау жөніндегі объектілердің қажеттілігі мен орналасуын бағалау, аумақты тік жоспарлау бойынша жер жұмыстарының қажеттілігі мен көлемін бағалау, су басудың, батпақтанудың, суффузиялық-шөгу құбылыстарының даму ықтималдығын бағалау беріледі (Кулиев, 2011: 152-158).

Жер бедері және оның морфометриялық сипаттамаларын бағалау (тік тілімдену, көлденең тілімдену, беткей еңістігі) бұл жұмыс геоақпараттық жүйенің технологиясы және құралдарының көмегі арқылы жүзеге асырылады. Бұл халықты қоныстандыруға қолайлылықты анықтау мақсатында зерттелетін аумақтың жер бедерін ең дәл сипаттамасын алуға мүмкіндік береді. Солтүстік Қазақстан облысы аумағының жер бедерін бағалаудың бастапқы деректері

30 м ажыратылымы бар жердің сандық моделі (ЖСМ), аумақтың 1:200 000 масштабтағы топографиялық және геоморфологиялық карталары болып табылады. Есептеулер стандартты ArcGIS 10.1 модулі – Spatial Analyst құралдарының көмегімен жүргізілді.

Жер бедері бағалаудың бірінші кезеңі оның аумақ өлшемі 300 x 300 м шаршыларға бөлу болды. Одан әрі осы шаршылардың ішінде жер бедері морфометриялық сипаттамаларының мәндері есептеліп, әр шаршы өз бағасын (1 -5) көрсеткіші бойынша алды.

Жер бедері тілімденуінің жиілігі (эрозия желісінің дамуы) гидрология тобының құралдарымен есептелді: толтыру (Fill), ағынның бағыты (Flow Direction), ағын қосындысы (Flow Accumulation), су ағындарын анықтау (Stream Link), ағын тәртібі (Stream order) және кеңістіктегі су ағыны (Stream to Feature).

Келесті кезекте қосу (Dissolve), қиылыстыру (Intersect) және кеңістіктік байланыстыру (Join Features) құралдарын пайдалана отырып, таңдалған шаршылар ішіндегі эрозия желісінің көлемін есептедік (4-сурет). Солтүстік Қазақстан облысының халықты қоныстандыруға қолайлылығы бойынша көлденең тілімденуінің бағалау нәтижелері 4 (29,5%) және 5 (22,1%) баллды құрайды.

Жер бедерінің тік тілімденуі (5-сурет) аймақтық статистика (Zonal Statistics) құралының көмегімен анықталды, мұнда таңдалған квадраттар ішінде шығыс ұяшықпен бір аймаққа жататын барлық растрлық ұяшықтардың ең кіші және ең үлкен мәндерінің арасындағы айырмашылық (RANGE) есептелді. Бүкіл зерттелетін аумақтың 97%-ы тік тілімдену бойынша ең аз балл алды. Солтүстік Қазақстан облысы аумағының халықты қоныстандыруға қолайлылығы бойынша тік тілімденуін бағалау нәтижелері 3 (49,5%) және 4 (36,4%) баллды құрайды.

Ең төмен мән мен ең төменгі бағалауды Жақсы Жалғыстау тауы мен Көкшетау қыраттарындағы аласа таулы жалды-жондар, Аққанбұрлық өзен маңындағы делювиальды тілімденген аймағы мен Жақсы Жалғыстау көл маңындағы беткей мен Имантау тауы ауданындағы қыратты жазықтар және қалдық денудациялық үстірттерді айтуға болады.

(Slope) еңістік бетінің құралы болса, ал (Surface) беткі қабаттың топтық құралы болып саналады. Әрбір ұяшық үшін көлбеу құралы белгілі бір ұяшық пен оның іргелес ұяшықтары арасындағы z-мәнінің максималды өзгеріс

дәрежесін есептейді [ArGIS for Desktop. [Электронный ресурс]. URL: <http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.4/tools/spatial-analyst-toolbox/> (дата обращения: 10.12.22)].

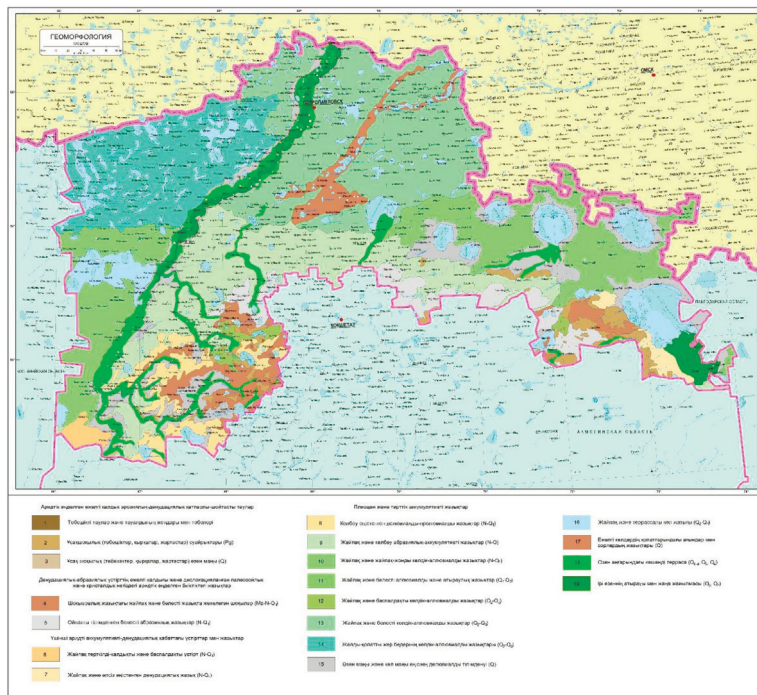
Солтүстік Қазақстан облысының аумағы еңістік көрсеткіштері бойынша қолайлы болып саналады. Әрі қарай, карта алгебра (Map Algebra) құралын пайдалана отырып, 5 балдық шкала бойынша мәніне қарай СҚО жер бедерінің 3 морфометриялық сипаттамасы қосындысының орташа мәні есептелді.

*Есіл маңы аккумулятивті жазығы.* Жер бедері сәл белесті және тегіс жазықты, солтүстік және солтүстік-шығыс бағытқа қарай сәл еңістенген. Оның абсолютті белгілері 110-нан 250 м-ге дейін, жеке нысандардың салыстырмалы биіктігі 0,5-3,0 м асып түссе, ал 10-15 м биіктік аралығында сирек кездеседі. Бұл жер бедеріндегі жазықтың басым бөлігін қамтыған «тұйық ойысты қазаншұқырларындағы топтасқан көлдер мен жеке көлдер, ол жер бетінің шұбарланған сипатта құлыптасқан бейнесін беретіндігін айтып кеткен жөн. Сондай-ақ солтүстік және солтүстік-шығыс бағытта таяз қарасуларға бөлінген жыралы ағындар басымырақ, көбінесе оларда көлдер тізбегі және олармен бірге ілеспе төбешіктер мен ежелгі су шайылудан қалған қалдықтардан

кұралған» (Рельеф Казахстана, 2017: 236). Есіл өзені халық шаруашылығында ірі маңызы зор және жазықты дренаждауда негізгі су артериясы болып табылады.

Есіл маңы жазығы Торғай қолатының шығысына дейін созылған. Шығысында оның шекарасы Шағалалы өзенінің аңғары бойымен Шағалалытеңіз көліне құйған жеріне дейін шартты түрде Ертіс маңы жазығымен бөлініп жатыр. Одан әрі солтүстік-шығысқа қарай ойыс бойында көлдерден басқа, бірқатар шағын су қоймалары кіреді. Оңтүстігінде Торғай үстіртінің төрткіл атыраптары мен және Көкшетау қыратының солтүстік беткейімен, ал солтүстігінде Қазақстан шекарасымен шектесетін Батыс Сібір ойпатымен байланысқан.

Морфологиялық ерекшеліктері мен геологиялық құрылымы жағынан Есіл маңы жазығы біртекті емес. Ол екі аймақты қамтиды: Батыс Сібір ойпатының оңтүстік шеткі бөлігі және Көкшетау таулы қыратының солтүстік беткейінің аласа сатысы. Бірінші аймағына келетін болсақ, ол Есіл маңы жазығының солтүстік-шығысы мен Обаған-Есіл өзен аралығының батыс бөлігін қамтиды. Оның шегінде Батыс Сібірдің шеткі жазығының құрылымында екі сатыны ажыратады (Городецкая, 1964; Шанцер, 1967: 352).



2-сурет – Солтүстік Қазақстан облысының геоморфологиялық картасы (Қазақстан Республикасының Ұлттық атласы, 2010: 52-53; Атлас Северного Казахстана, 1970: 22-23)



Төменгі саты ауданның солтүстік бөлігінде дамыған және жоғарғы сатысынан жайпақ болып ажыратылады. Қақ көлдер тобынан оңтүстікке қарай ендік бағытта дерлік жатқан, айтарлықтай айқын еңістік. Оның биіктігі 12-15 м. Бұл сатының жер бедері солтүстікке және солтүстік-шығысқа аздап еңістелген аккумулятивті-денудациялық тегіс жазық. Оның сол бағыттағы абсолютті белгілері біртіндеп 175-тен 155 м-ге дейін төмендейді. Кең құрғақ жыраның ағынының ішінде сонымен қатар көптеген көлді қазаншұңқырлар, ойпандар мен жалдар жазықтың бетіндегідей орналасқан.

Есіл маңы аккумулятивті жазығында онда дамыған жалды-шұңқырлы жер бедері сипатталған аймақтың шегінде негізінен неоген сазды шөгінділері мен жоғарғы плиоцен-төменгі төрттік жастағы жүншілік кезеңінің төмен қуаты (1-1,5-нан 9-10 м-ге дейін) құмдақты-саздақты шөгінділерінен тұрады. Соңғылары кішігірім шашыраңқы дақтармен сақталды, төменгі сатының беті орта плейстоценде Батыс Сібірдегі максималды мұз басу дәуірінде төменгі плейстоцен аккумуляторлық жазығының тасқын-мұздық суларымен жарылуы нәтижесінде қалыптасқанын көрсетеді (Рельеф Казахстана, 2017: 236).

Биік саты қарастырылып отырған аумақтың оңтүстік-батыс бөлігін алып жатыр. Торғай Төрткіл үстіртінің оңтүстігінен ол кең, жайпақ беткеймен бөлініп, Есіл өзеніне дейін суб ендікте созылған. Осы өзеннің сол жағалау бөлігінен сипатталған сатының шығыс шекарасы өтеді. Жоғары саты тегіс көлбеу келген, кей жерлерде сәл белесті аккумулятивті жазықтар кезігеді. Оның абсолюттік биіктігі 200-240 м. Қазіргі (Биесойған, Қақ және т.б.) көлдер қазаншұңқырларының ірі депрессияға ұшырауы және жер бетінің әлсіз тілімденуімен сипатталады. Бұл ірі көлдердің көпшілігі солтүстік-шығыстан оңтүстік-батысқа қарай кең (10-20 км) шеңберінде белдеулер түрінде созылып жер бедерінің ойпандарымен шектелген. Олардың шегінде ені 0,7-1,5 км болатын көптеген әлсіз ойылған шұңқырларды байқауға болады, ұзындығы 6 км-ге дейінгі тізбекте орналасқан жабық немесе жартылай тұйық бассейндер қатарына ыдыраған, көбіне солтүстік-шығыс бағытта созылған көлдер немесе көлтабанындағы төмпешіктер алып жатыр. Морфологиялық құрылымы жазықты кесіп өтетін бұл ойысты ылди жерлердің белдеулері жалды-қазаншұңқырлы жер бедерлеріне жақын орналасқан (Лавров, 1984: 126). Дегенмен, бұл жерде

айқын жалдар жоқ – олар сирек, анық емес және аласа.

Жазықтық майда ұсақ және орташа түйірлі құмдармен, моллюскалар фаунасы бар құмдақтармен қабаттасып жатқан саздар, саздақтар – жүншілік қабатының төменгі төрттік шөгінділерінен тұрады. Олардың қуаты 10-12 м-ден 20-40 м-ге дейін.

Орта плейстоценнің басында сипатталып отырған жазықтан көршілес жатқан солтүстік аумағы бірнеше рет көтерілім болды. Орта плейстоцендік тасқынды-мұзды су ағындарының эрозиялық процесінің әсері негізгі аумақтық жоғары орналасуына байланысты бұл жазықтың тілімденуі аз ғана болды, сондықтан оның беті айтарлықтай өзгерген жоқ.

Екінші аймақ – Есіл маңы жазығының оңтүстік-шығыс бөлігін қамтитын Көкшетау қырытының солтүстік беткейіндегі төменгі сатысы. Сатының жер беткейі қатты тегістелген, дегенмен морфологиялық жағдайынан барлық жерде бірдей еместігі белгілі. Оның оңтүстік-шығыс бөлігі денудациялық үстіртті белесті келген, Батыс Сібір жазығының іргелес жатқан жер бөлігі көтерілім аймағына кіріп, олардан жайпақ, бірақ еңістігі жақсы айқындалған. Үстірт үстіндегі борпылдақ шөгінділер жұқа, ал негізгі тау жыныстары көбінесе жер қойнауында жатады. Кей жерлерде (15-20 м дейін) палеозой жыныстарынан құралған төбелер немесе шоқылар тобы асқақталған. Бұл жазықтың абсолютті белгілері 330-310-нан 250-220 м-ге дейін, олар солтүстікке қарай Батыс Сібір ойпатына қарай төмендейді. Қозғалысына қарай солтүстікке еңістеніп немесе ылдилап жазықтықта барлығы төмендейді. Үстірт бетінің барлық жерінде көлдік-аллювийлі немесе делювийлі-сазды шөгінділерге толы шағын, аздап тілімденген изометриялық немесе созылған ойыстар кездеседі.

Батыс бөлігінде сипатталған сатының беті жоғарғы плиоцен-төменгі төрттік шөгінділерінің қуатты қалыңдығымен жабылған дерлік тегіс аккумулятивтік жазық болып табылады. Бұл жазықтың кейбір жерлерінде ені 3 км-ден 12 км-ге дейін созылған ойысты жерлер байқалады, көбінесе батпақты, олардың түбінде кішкентай көптеген жылғалар, көл қазаншұңқырлары мен жалдар орналасқан. Мұндай телімдер Есіл маңы жазығының солтүстік бөлігінің гривалы-бассейн жер бедеріне өте ұқсас. Сатының оңтүстік шекарасы оны бөліп тұратын Көкшетау қыратынан айқын көрінген кертпеш болып табылады.

Орталық бөлігіндегі Есіл маңы жазығы Есіл өзені аңғарымен және оның салаларымен бөлінеді. Есіл – Ертіс өзенінің сол саласы, Нияз тауларының солтүстік беткейлерінен бастау алады. Жазықтың шегіне ол тек төменгі ағыспен еніп, оны солтүстік-солтүстік-шығыс бағытта кесіп өтеді. Бұл сегменттегі оның аңғарының ені 10-км-ден 15 км-ге дейін созылған. Беткейлері асимметриялы, оң жағы тік жарқабақты, сол жағы жайпақ және кең терраса алаңдарымен бірге жүреді. Арнасы терең тіліденген, кейбір жерлерінде оның түбінде палеогендік шөгінді жыныстар көрінеді, ал алқаптың тарылған телімдерінде (Сергеевка қ.) тау жыныстарының үлкен шегі пайда болады. Есіл өзеніне Иманбұрлық өзені оң жағынан құйылғаннан кейін беткейлер едәуір төмендейді, арналарын тік меандрлар құрайды, ал жайылмада көптеген ескі арналар дамыған. Есіл маңы жазығының шегіндегі Есіл аңғарында 2 жайылма мен бірнеше жайылма маңы террасаларына бөлінеді.

Террасалардың беттері әдетте өте күшті делювиалды шлейфті шөгінділермен жабылады және мұндай жерлерде олар морфологиялық тұрғыдан әлсіз көрінеді. Бұл террасаларды құрайтын шөгінділер құрамы мен қалыңдығы жағынан ұқсас, ұсақталған негізгі жыныстары бар қоңыр құмдақты сазды және құм және қиыршық тасты материалды қамтиды. Олардың қалыңдығы 5-6 м. Арнаның екі жағында, Есіл алқабының бүкіл сипатталған кесіндісінде, екі деңгейлі жайылма дамыған (жоғарғы – 7-8 м, төменгі – 3-5 м). Жайылмалы террасаларының ені өте тар – 1-2 км), телімдері кең (7-11 км) қиылысады. Олардың аллювийінің құрамы негізінен арна ашатын тау жыныстарына байланысты, құмды-сазды материал, кей жерлерде қиыршық тастар басым. Тау жыныстарының қалыңдығы 2-3 м-ден 6-7 м-ге дейін жетеді.

Шағалалы өзенінің аңғары таяз заманауи жыралы жерлері мен өзінің бүйірлік аллювиалды шөгінділерінен тұрады. Өзеннің жайылмасымен бірге, жайылманың үстінде екі террасасы бар. Ең биік екінші террасаның ені 2 км -ден 10 км-ге дейін, бірақ жайылманың үстіндегі барлық жерде қамтымаған. Шағалалы өзенінің жайылма террасасы кең емес (50-250 м). Өте жиі жоғарғы жайылма байқалады. Арна кең емес, өзеннің төменгі ағысында ең үлкен ені 70 м-ге дейін жетеді. Жас айырмашылығы бойынша көл террасалары өзен террасаларына параллель келеді.

Көптеген көлдерде жағажай және бірінші террасалар бар. Бірінші көл террасасы үшін биіктігі 1-1,2 м болатын екі құмды жалдардың болуымен сипатталады. Екінші терраса, бірінші сияқты, құмдардан тұрады, бірақ өсімдіктермен көбірек бекітілген. Оның ені 0,5-тен 1,0 км-ге дейін.

*Ертіс маңы аккумуляциялық жазығы* солтүстік пен шығыс бағытқа қарай сәл көлбеу тегіс беткейлі келген. Оның абсолютті биіктіктері бір бағытта 120-дан 110 м-ге дейін төмендейді, өзен желісі нашар дамыған. Қарастырылып отырған шығыста жазық кішкентай Сілеті өзенінің аңғарымен кесілген.

Құрылымдық жағынан қарастырылып отырған жазық Ертіс ойпатының шегінде дамыған. Соңғысының іргетасы біртіндеп Батыс Сібірге қарай және күрт – Ертіс ойпатының орталығына қарай бет алып, онда ол 2000 м-ге дейін төмендеді. Ойпат мезозой-кайнозой шөгінділерінен қалыптасты. З.А.Сваричевскийдің (Сваричевская, 1965: 210) сатылы құрылымымен сипатталатын әр түрлі жастағы палеоген-неоген және төрттік шөгінділерінен құралған жазықтарды құрайды.

*Көкшетау эрозиялық-тектоникалық аласа таулы-ұсақ шоқылы қыраты* Қазақ қалқанының солтүстік шетінде орналасқан және Көкшетау көтерілуімен сәйкес келеді. Оның төменгі бөлігі Солтүстік Қазақстан жазығында (242 м абс.) биіктікте жатыр. Қарастырылып отырған аумақ шегінде тау бедері аралдық сипатқа ие, қазіргі уақытта жаңартылған тектоникалық бұзылыстардың жарылымдарымен шектелген. Абсолютті және салыстырмалы биіктіктер бойынша тауларды аласа деп жіктеуге болады. Морфологиялық тұрғыдан олар төрттік кезеңде пайда болған жалды-күмбезді және конус тәрізді түрлерімен қалыптасқан.

*Өзен аңғарлары.* Аңғар желісі сирек. Ол Көкшетау көтерілімінің орталық бөлігінен радиалды түрде алшақтайды. Есіл өзенінің аңғары (Иманбұрлық, Аққанбұрлық, т.б. салаларымен) берілген. Экзогендік көлдер пайда болу жағынан бөгеттік және қатал дефляциялық айырмашылықтармен көрсетілген. Бөгеттер қазіргі өзен аңғарлары мен делювиалды-пролювиалды жазықтарда орналасқан. Олар аңғарлардың бастапқы тереңдеуімен шектелген немесе беткейлерден түсетін делювиалды шлейфтермен бөгеттелген. Олар таяз терең-

дігімен, түбінің тегістігімен және жағалауының төмен орналасуымен сипатталады.

Сор-дефляциялық көлдер ежелгі пенепленнің бетінде кең таралған және қазіргі гидротораппен байланысы жоқ. Көлемі ұсақ су қоймалары жазда құрғап сорға, сортаңға айналады (Қарасор, Шолақсор, т.б. көлдер). Пайда болу жағынан экзогендік көлдердің жағалау белдеуін екі аккумулятивті және террасалар мен жағалау жондары бар жағажай алып жатыр. Орта төрттік кезеңіндегі екінші террасасы Шошқалы көлінің маңында жақсы көрінеді. Бірінші терраса барлық көлдерде соңғы төрттік кезеңінде дамыған. Олар кең, кейбір ірі көлдерде 10 км-ге созылады. Биіктігі 1,5-2 м-ден аспайды. Көлдердің жағажай белдеуі тар, жағалау жондары құм мен қиыршық тас жинақтарынан тұрады.

### Зерттеу нәтижелері және талқылау

Солтүстік Қазақстан облысы аумағының жер бедерінің қолайлылық дәрежесіне талдау, келесі параметрлерді ескере отырып жүргізілді:

- бетінің еңістігі (градуспен);
- жер бедері тілімдену тереңдігі (жоғарғы абсолютті және төменгі биіктіктерінің айырмашылығы);
- жер бедері тілімденуінің жиілігі (1 км<sup>2</sup> аумақ бойынша эрозия кесінділерінің ұзындықтарының қосындысы).

Жер бедерінің морфометриясын сипаттайтын негізгі көрсеткіштердің алынған параметрлерін ескере отырып, жер бедерінің халықты қоныстандыруға қолайлылық дәрежесі бес балдық рейтингтік жүйе арқылы есептелді. Интегралдық көрсеткіш жер бедерінің қолайлылық дәрежесінің әртүрлі аймақтарын анықтауға мүмкіндік береді (1-кесте).

**1-кесте** – Солтүстік Қазақстан облысының тұрғындарын қоныстандыруға қолайлы рельеф дәрежесінің интегралдық көрсеткіштері (Қазақстан халқын қоныстандыру жүйесін жетілдірудің географиялық негіздері, 2015: 329)

Қолайлылық дәрежесі	Бағалау көрсеткіші	Негізгі көрсеткіштер және олардың параметрлері		
		Бетінің еңістігі, °	Жер бедері тереңдігінің тілімденуі, м	Жер бедері тілімденуінің жиілігі, м/км <sup>2</sup>
қолайлы	5	5-тен аз	30-дан аз	250-ден аз
шартты қолайлы	4	5-10	30-100	250-500
аздап қолайлы	3	10-15	100-200	500-750
қолайсыз	2	15-20	750-200	1000-750
өте қолайсыз	1	20-дан астам	750-ден астам	1000-нан астам

Елдің жер бедері ортасының қазіргі жағдайын квалиметрия әдісімен бағалау Солтүстік Қазақстан облысы тұрғындарының қоныстануына қолайлылық дәрежесі бойынша жер бедерін аудандастыру картасында көрсетілген (3-сурет). Карта ERDAS бағдарламалық құралын, сондай-ақ ArcGIS 10.5 – Spatial Analyst модулін қолдану арқылы құрастырылды. Көлбеу бұрыштарын есептеуге, сондай-ақ жер бедерінің тілімденуінің тығыздығы мен тереңдігіне (4, 5-суреттер) жер бедерінің цифрлық үлгісі негіз болды.

Жер бедерінің тілімдену тереңдігі 30 м-ден аз халық өмір сүру үшін жер бедері қолайлы деп саналатын аумақтарға (5 балл), жер бедері тілімденуінің жиілігі бойынша 250 м-ден аз және бетінің еңістігі 50 м-ден аз аймақтарына Солтүстік Қазақстан облысының батыс, орталық және шығыс бөліктеріндегі жазық көлдері, белесті және тегіс жонды көлді-аллювиалды жазықтары жатады. Өңірде қолайлы жағдайлары

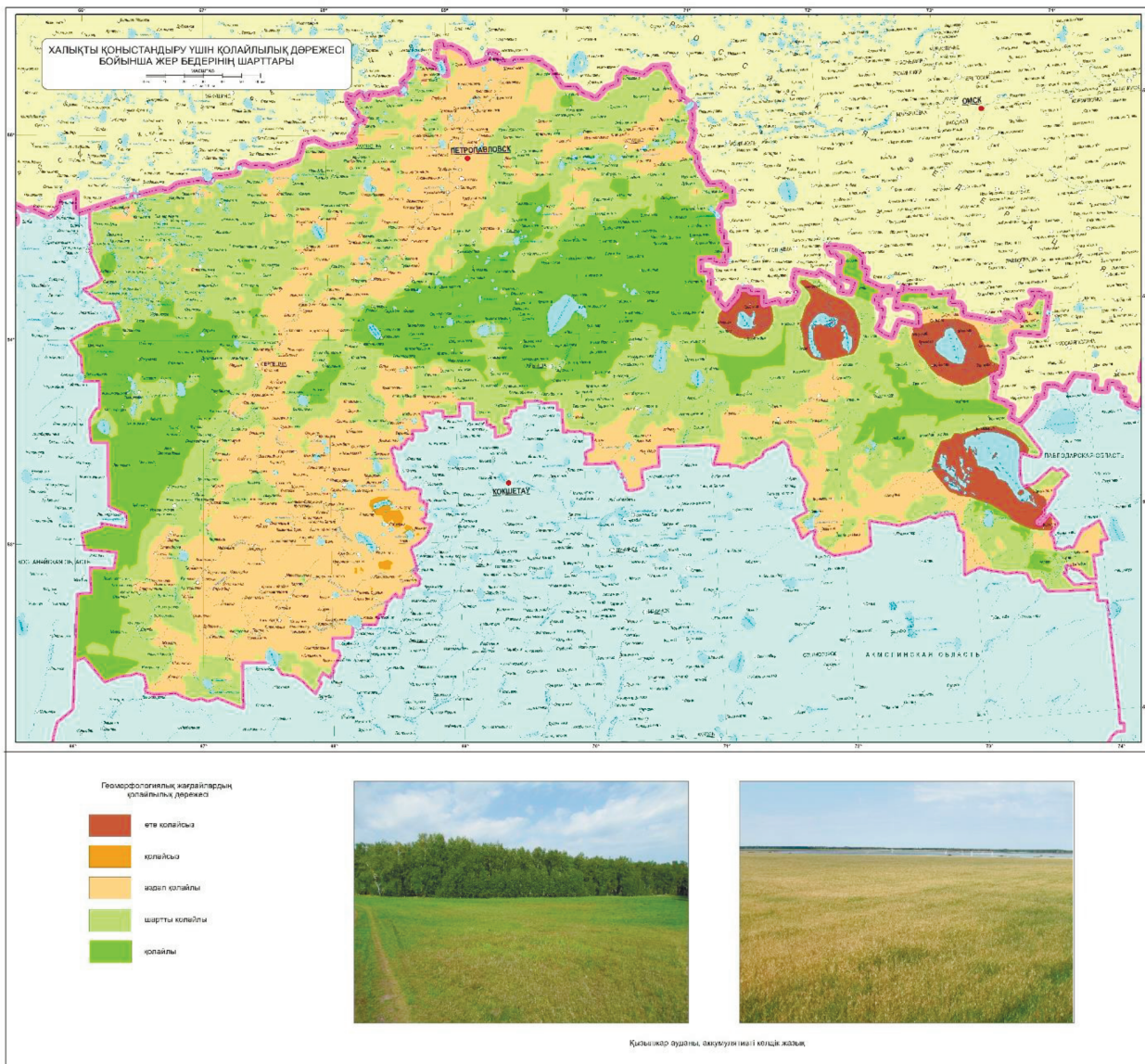
бар аумақтар шамамен 21 087,4 мың км<sup>2</sup> жерді немесе жалпы аумақтың 21,6% – ын алып жатыр.

Шартты қолайлы жағдайлары бар аумақтарға (4 балл) жер бедері тілімденуінің жиілігі 100 м дейін, Есіл өзенінің сол жақ жағалауында жер бедері тілімденуінің жиілігі 500 м-ге дейін және беткейінің еңістігі 5-10° жалды-ойпатты жер бедерінің көлді-аллювийлі жазықтар, Шағалалы мен Қамысақты өзендерінің аралығындағы жазық және еңісті абразиялық-аккумуляциялық жазықтар, Сілетітеңіз көлінің оңтүстігіндегі сәл еңістенген денудациялық және жайпақ жазықтарға бөлінген. Шартты қолайлы жағдайлары бар аумақтар шамамен 39 979 мың км<sup>2</sup> жерді немесе жалпы аумақтың 40,9%-ын алып жатыр.

Аздап қолайлы жағдайлары бар аумақтарға (3 балл) өзен аңғарлары, заманауи жайылмалар, сонымен қатар көл маңындағы беткейлер және өзен маңындағы тілімденген делювиалды жазық жай көлбеу делювиалды-пролювиалды

жазықтар және Есіл және Иманбұрлық өзендері аралығындағы көлбеу абразиялық-аккумулятивті және жайпақ жазықтар, Сексенбайсор көлі ауданындағы тілімденген дала көлбеулері мен

белесті абразиялық жазықтары жатады. Аздап қолайлы жағдайлары бар аумақтар шамамен 31,769,2 мың км<sup>2</sup> немесе жалпы аумақтың 32,5% құрайды.



**3-сурет** – Солтүстік Қазақстан облысына халықты қоныстандыру үшін қолайлылық дәрежесі бойынша жер бедерінің жағдайлары

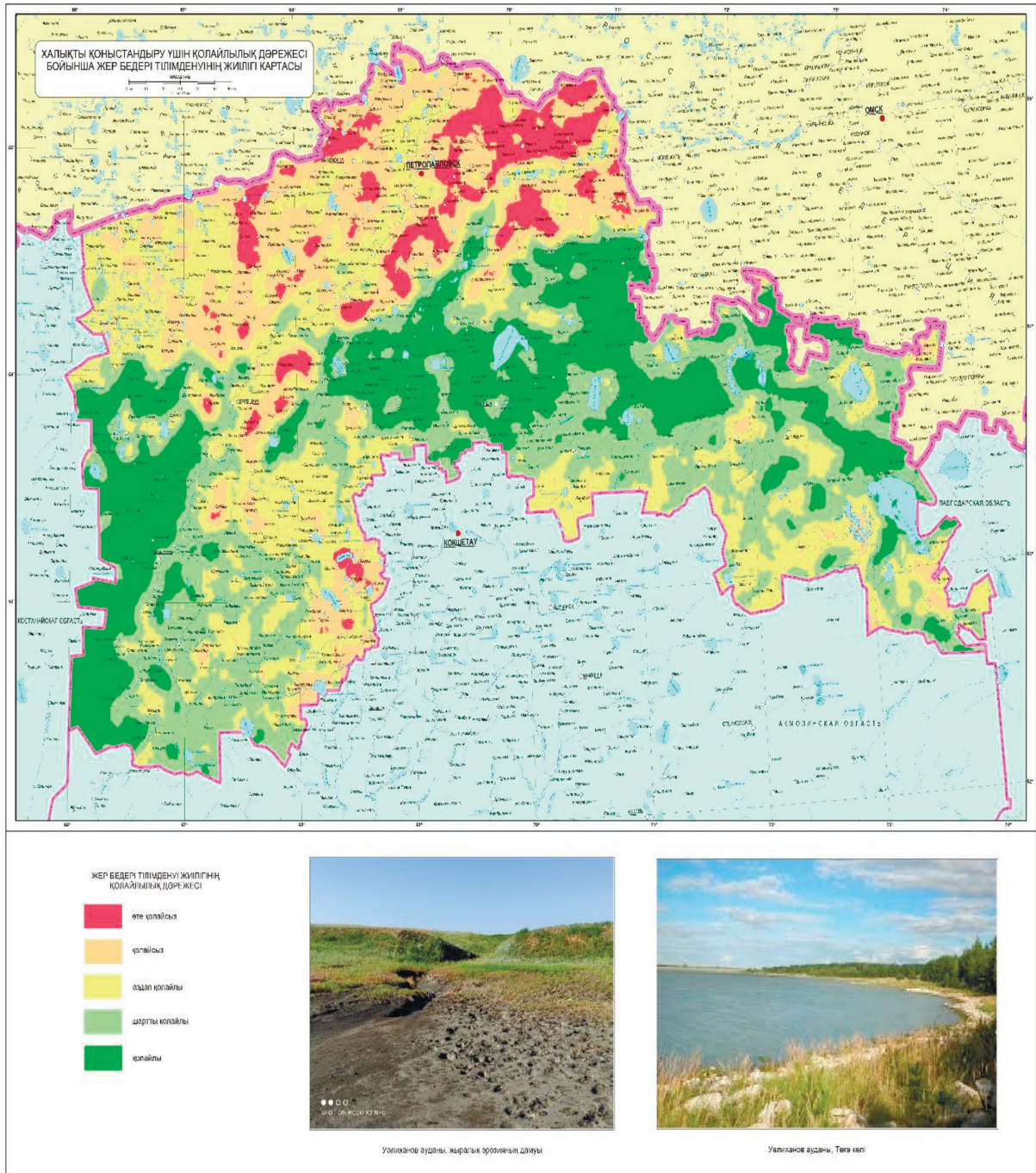
Халықтың өмір сүруі үшін қолайсыз (2 балл) болып саналатын аумақта жер бедері тілімдену тереңдігі 750-200 м-ге дейін жерді алып жатыр. Жер бедері тілімденуінің жиілігі 1000-750 м-ден кем емес және бетінің еңістігі 15-20°-дан аз болып келетін ауданы жағынан аз ғана аумақты

қамтиды. Негізінен бұл Иманбұрлық және Бабықбұрлық өзендерінің жоғарғы ағысындағы өзенаралық шоқылары бар жазықтық және белесті шоқыаралық жазықтар мен Шалқар көлі ауданындағы су айрықтық ұсақ шоқылар. Қолайсыз жағдайлары бар аумақтар шамамен

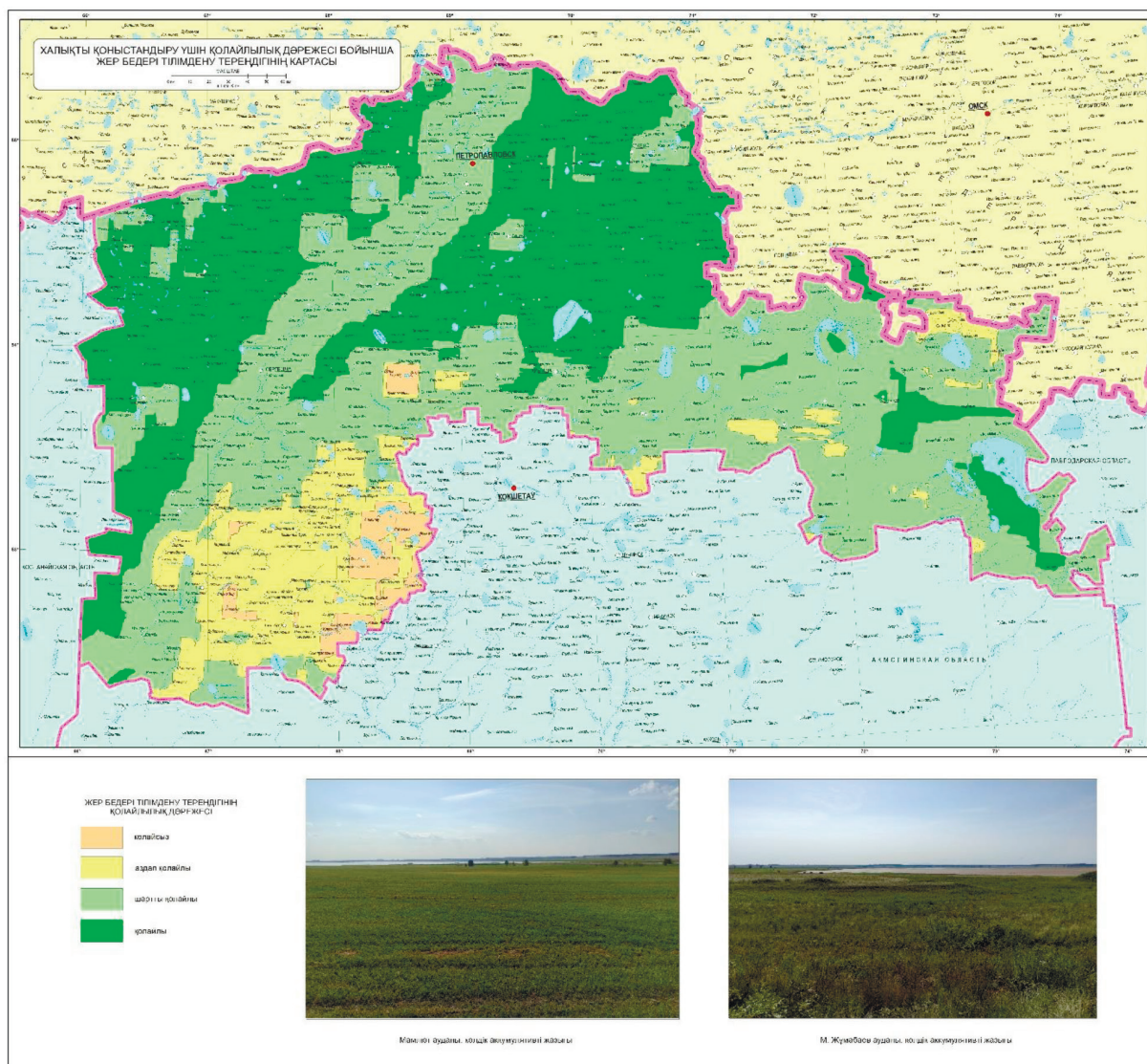
219,9 мың км<sup>2</sup> немесе жалпы аумақтың 0,2% – ын алады.

Өте қолайсыз жағдайлары бар аумақтарға (2 балл) (Сілетітеңіз, Теке, Үлкен Қарой, Кіші

Қарой көлдерінің айналасы) жазықты және террасаланған көл жазықтары жатқызылған. Өте қолайсыз жағдайлары бар аумақтар шамамен 4685,2 мың км<sup>2</sup> немесе жалпы аумақтың 4,8% – ын құрайды.



4-сурет – Солтүстік Қазақстан облысына халықты қоныстандыру үшін қолайлылық дәрежесі бойынша жер бедері тілімденуінің жиілігі картасы



5-сурет – Солтүстік Қазақстан облысына халықты қоныстандыру үшін қолайлылық дәрежесі бойынша жер бедері тілімдену тереңдігі картасы

### Қорытынды

Осылайша, қолайлы жағдайлары бар Солтүстік Қазақстан облысы аумағының геоморфологиялық жер бедері шамамен 21 087,4 мың км<sup>2</sup> (аумақтың 21,6%) аумақты алып жатыр; шартты қолайлы жағдайлары бар – шамамен 39 979 мың км<sup>2</sup> (аумақтың 40,9%);

аздап қолайлы жағдайларымен – шамамен 31 769,2 мың км<sup>2</sup> (жалпы аумақтың 32,5%); қолайсыз жағдайларымен – шамамен 219,9 мың км<sup>2</sup> (аумақтың 0,2%) және өте қолайсыз жағдайларымен – шамамен 4 685,2 мың км<sup>2</sup> (аумақтың 4,8%) қамтыды. Яғни, Солтүстік Қазақстан облысы аумағының жартысынан астамы халықтың өмір сүруіне қолайлы.

## Әдебиеттер

- Акиянова Ф.Ж., Лый Ю.Ф. Цифровая модель рельефа как основа эколого-геоморфологических исследований на примере Северо-Восточного Прикаспия. Материалы конференции «Проблемы геологии и географии Сибири» // Вестник Томского гос. университета, Серия «Науки о Земле», 2003, № 3 (IV). – С. 18-20.
- Акиянова Ф.Ж. Современное природно-антропогенное рельефообразование Северного Казахстана, прогнозная оценка развития и влияния на экологию // Геоморфология гор и равнин: взаимосвязи и взаимодействие. Тезисы докладов Международного совещания, XXIV пленум геоморф. комиссии РАН. – Краснодар, Кубанский университет, 1998. – С. 151-153.
- Атлас Северного Казахстана. – Москва: МГУ, 1970. – С. 22-23.
- Городецкая М.Е. Морфоструктура и возраст рельефа равнин Юго-Западной Сибири // Изв. АН СССР. Сер. географ. 1964. № 3.
- Кружалин В.И. Экологическая геоморфология суши. – М.: Научный мир, 2001. – 175 с.
- Кружалин В.И., Симонов Ю.Г., Симонова Т.Ю. Человек, общество, рельеф: Основы социально-экономической геоморфологии. – М.: Диалог культур, 2004. – 120 с.
- Кулиев Р.Я. Углы наклона поверхности рельефа и оценка экогеоморфологической напряженности Нахчыванской АР // Вестник Бакинского Университета. Серия естественных наук. №2. – Баку, 2011. – С. 152-158.
- Қазақстан Республикасының Ұлттық атласы. 1 том. Табиғи жағдайлар және ресурстар (ред. Медеу А.Р.). – Алматы, 2010. – Б. 52-53.
- «Қазақстан халқын қоныстандыру жүйесін жетілдірудің географиялық негіздері» тақырыбы бойынша ғылыми-зерттеу жұмысының баяндамасы (мемлекеттік тіркеу нөмірі 0115РК01886). – Алматы, 2015. – 329 б.
- Лавров В.В. Четвертичная история и морфология Северо-Тургайской равнины // Изв. АН КазССР. – Алма-Ата, 1948. – 126 с.
- Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А. Экологическая геоморфология: Словарь-справочник. – М.: Медиа-Пресс, 2004. – 337 с.
- Лукашов А.А., Рычагов Г.И., Симонов Ю.Г., Большов С.И., Кружалин В.И., Мысливец В.И. Экологическая геоморфология. Содержание и основные проблемы // Экологические аспекты теоретической и прикладной геоморфологии: Материалы Международной конференции «III Щукинские чтения», Москва, 16–17 мая 1995 г. – М.: Географический факультет МГУ, 1995. – С. 3–9.
- Нәтижелі жұмыспен қамтуды және жаппай кәсіпкерлікті дамытудың 2017-2021 жылдарға арналған “Еңбек” мемлекеттік бағдарламасы. Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2018 жылғы 13 қарашадағы № 746 Қаулысы // [Электрондық ресурс]: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=33631396](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=33631396) (назарына ұсыну: 07.04.2022).
- Павлова А.И. Морфометрический анализ рельефа с помощью ГИС // ИнтерЭКСПО Гео-Сибирь. – 2013. Т.3. – №4.
- Прасолов С.В. Компьютерное картографирование для решения задач морфометрического анализа рельефа земной поверхности. Автореферат ..... канд. геогр. наук. – Москва, 2001. – 196 стр.
- Проект «Серпін-2050» имеет широкий спектр специальностей // [Электрондық ресурс]: [https://egemen-kz.translate.google.com/translate/article/156880-serpin-dgobasymen-ma%C2%ADmandyq-aludynh-ayasy-kenh?\\_x\\_tr\\_sl=kk&\\_x\\_tr\\_tl=ru&\\_x\\_tr\\_hl=ru&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://egemen-kz.translate.google.com/translate/article/156880-serpin-dgobasymen-ma%C2%ADmandyq-aludynh-ayasy-kenh?_x_tr_sl=kk&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=sc). (назарына ұсыну: 04.04.2022).
- Рельеф Казахстана (пояснительная записка к Геоморфологической карте Казахстана масштаба 1:1 500 000). – 2-ое изд. – Алматы, 2017. – 236 с.
- Рельеф среды жизни человека (экологическая геоморфология). Том 1 / Отв. ред. Э.А. Лихачева, Д.А. Тимофеев. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2002. – 350 с.
- Сваричевская З.А. Геоморфология Казахстана и Средней Азии. – Л.: ЛГУ, 1965. – 210 с.
- Симонов Ю.Г., Кружалин В.И., Симонова Т. Ю. Геоинформационное обеспечение эколого-геоморфологического картографирования // В кн.: Актуальные проблемы геоэкологии и геоинформатики. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – С.14-15.
- Тимофеев Д.А. Экологическая геоморфология: объект, цели и задачи // Геоморфология. 1991. №1. – С. 43–48.
- Шанцер Е.В., Микулина Т.М., Малиновский В.Ю. Кайнозой центральной части Казахского щита. – М.: МГУ, 1967. – 352 с.
- Barsch D. Geomorphology and geocology. Geomorphology. New Folge, 1990. 34. N 79. P.39-49.
- Coates Donald R. Perspectives of environmental geomorphology. -Geomorphology. New Folge, 1990. 34. N 79. P.83-117.
- Cooke R., Doornkamp J. Geomorphology in environment management. An introduction. Oxford: Clarendon Press, 1974.
- Ager, A. A., & Ager, A. E. (2003). The impact of natural hazards on human migration. Annals of the Association of American Geographers, 93(3), 554-571. <https://doi.org/10.1111/1467-8306.9303004>
- Banerjee, S., & Pandey, P. C. (2017). The Himalayas: A barrier to cultural and biological exchange. Current Science, 112(6), 1187-1191. <https://doi.org/10.18520/cs/v112/i06/1187-1191>
- Bilsborrow, R. E. (1998). Migration, population change, and the rural environment. Environmental management, 22(5), 763-771. <https://doi.org/10.1007/s002679900139>
- Hurt, R. D. (1996). The great plains: A natural history. University of Nebraska Press.
- Cossío, Á., Briceño, V., & Fariña, R. A. (2016). Historical ecology, landscape and biodiversity in the Andes. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 12(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s13002-016-0109-9>
- Li, W., & Zhang, J. (2018). Mountain-river-lake nexus and its impact on human migration: A case study of the Jinsha River Basin in southwestern China. Applied Geography, 91, 112-123. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.12.013>

Geomorphology and Geoecology: Geomorphological approaches in applied geography. Proc. 2 Int. Conf. Geomorphological: Geomorphology and Geoecology/ Vol.5. Geomorphology. New Folge, 1991. 35. N83. 259 p.

Geomorphology and Geoecology: Geomorphological mapping, remote sensing and terrain models: Proc. 2 Int. Conf. Geomorphological: Geomorphology and Geoecology/ Vol.2. // Geomorphology. New Folge, 1990. 34. Suppl. N 80. P. 1-216.

Kurlovich D.M. Basement–cover relationship in the Polotsk area of the Polotsk-Kurzeme deformation zone: implications from GIS-models of correlation / D.M. Kurlovich // Acta Geographica Silesiana. – 2008. – № 4. – P. 25–35.

Mapa morfodinamico: uma abordagem metodologica de uso de ~Esistema de Informa~Ecao Geografica (SIG) / Castro Jose Flavio Morais // Geociencias. 1998. 17, 1. P.161–185.

Pecsi M. Ecological-geomorphological researches Hungary. – Budapecht, 1986. – P. 117-122.

Zhirov A. System and morphological basis for the general and special geomorphological mapping / IAG/AIG International Workshop on «Objective Geomorphological Representattion Models: Breaking through a New Geomorphological Mapping Frontier». University of Salerno – Cilento & Valla di Diano Geopark (Italy). October 15–19, 2012.

## References

Akiyanova F.Zh., Lyy Yu.F. Tsifrovaya model reliefa kak osnova ekologo-geomorfologicheskikh issledovaniy na primere Severo-Vostochnogo Prikaspiya. Materialy konferentsii «Problemy geologii i geografii Sibiri» // Vestnik Tomskogo gos. universiteta, Seriya «Nauki o Zemle», 2003, № 3 (IV). – S. 18-20.

Akiyanova F.Zh. Sovremennoe prirodno-antropogennoe reliefoobrazovanie Severnogo Kazakhstana, prognoznaya otsenka razvitiya i vliyaniya na ekologiyu // Geomorfologiya gor i ravnin: vzaimosvyazi i vzaimodeistvie. Tezisy dokladov Mezhdunarodnogo soveshchaniya, XXIV plenum geomorf. komissii RAN. – Krasnodar, Kubanskiy universitet, 1998. – S. 151-153.

Atlas Severnogo Kazakhstana. – Moskva: MGU, 1970. – S. 22-23.

Barsch D. Geomorphology and geoecology. Geomorphology. New Folge, 1990. 34. N 79. P.39-49.

Coates Donald R. Perspectives of environmental geomorphology. -Geomorphology. New Folge, 1990. 34. N 79. P.83-117.

Cooke R., Doornkamp J. Geomorphology in environment management. An introduction. Oxford: Clarendon Press, 1974.

Ager, A. A., & Ager, A. E. (2003). The impact of natural hazards on human migration. Annals of the Association of American Geographers, 93(3), 554-571. <https://doi.org/10.1111/1467-8306.9303004>

Banerjee, S., & Pandey, P. C. (2017). The Himalayas: A barrier to cultural and biological exchange. Current Science, 112(6), 1187-1191. <https://doi.org/10.18520/cs/v112/i06/1187-1191>

Bilsborrow, R. E. (1998). Migration, population change, and the rural environment. Environmental management, 22(5), 763-771. <https://doi.org/10.1007/s002679900139>

Hurt, R. D. (1996). The great plains: A natural history. University of Nebraska Press.

Cossío, Á., Briceño, V., & Fariña, R. A. (2016). Historical ecology, landscape and biodiversity in the Andes. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 12(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s13002-016-0109-9>

Li, W., & Zhang, J. (2018). Mountain-river-lake nexus and its impact on human migration: A case study of the Jinsha River Basin in southwestern China. Applied Geography, 91, 112-123. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.12.013>

Geomorphology and Geoecology: Geomorphological approaches in applied geography. Proc. 2 Int. Conf. Geomorphological: Geomorphology and Geoecology/ Vol.5. Geomorphology. New Folge, 1991. 35. N83. 259 p.

Geomorphology and Geoecology: Geomorphological mapping, remote sensing and terrain models: Proc. 2 Int. Conf. Geomorphological: Geomorphology and Geoecology/ Vol.2. // Geomorphology. New Folge, 1990. 34. Suppl. N 80. P. 1-216.

Gorodetskaya M.E. Morfostruktura i vozrast reliefa ravnin Yugo-Zapadnoi Sibiri //Izv. AN SSSR. Ser. geograf. 1964. № 3.

«Kazakhstan khalkyn konystandyru zhuiesin zhetildirudin geografialyk negizderi» takyryby boiynsha gylymi-zertteu zhumysynyn bayandamasy (memlekttik tirkeu nomiri 0115RK01886). – Almaty, 2015. – 329 b.

Kazakhstan Respublikasynyn Ul'tytk atlasy. 1 tom. Tabigi zhagdailar zhane resurstar (red. Medeu A.R.). – Almaty, 2010. – B. 52-53.

Krujaln V.I. Ekologicheskaya geomorfologiya sushi. – M.: Nauchnyi mir, 2001. – 175 s.

Krujaln V.I., Simonov Yu.G., Simonova T.Yu. Chelovek, obshchestvo, relief: Osnjvy sotsialno-ekonomicheskoi geomorfologii. – M.: Dialog kultur, 2004. – 120 s.

Kuliev R.Ya. Ugly naklona poverkhnosti reliefa i otsenka ekogeomorfologicheskoi napryajennosti Nakhchyvanskoi AR // Vestnik Bakinskogo Universiteta. Seriya estestvennykh nauk. №2. – Baku, 2011. – S. 152-158.

Kurlovich D.M. Basement–cover relationship in the Polotsk area of the Polotsk-Kurzeme deformation zone: implications from GIS-models of correlation / D.M. Kurlovich // Acta Geographica Silesiana. – 2008. – № 4. – P. 25–35.

Lavrov V.V. Chetvertichnaya istoriya i morfologiya Severo-Turgaiskoi ravniny // Izv. AN KazSSR. – Alma-Ata, 1948. – 126 s.

Lukashov A.A., Rychagov G.I., Simonov Yu.G., Bolysov S.I., Krujaln V.I., Mysliveets V.I. Ekologicheskaya geomorfologiya. Soderzhanie i osnovnye problemy // Ekologicheskie aspekty teoreticheskoi i prikladnoi geomorfologii: Materialy Mezhdunarodnoi konferentsii «III shchukinskije chteniya», Moskva, 16–17 maya 1995 g. – M.: Geograficheskii fakultet MGU, 1995. – S. 3–9.

Likhacheva E.A., Timofeev D.A. Ekologicheskaya geomorfologiya: Slovar-spravochnik. – M.: Media-Press, 2004. – 337 s.

Mapa morfodinamico: uma abordagem metodologica de uso de ~Esistema de Informa~Ecao Geografica (SIG) / Castro Jose Flavio Morais // Geociencias. 1998. 17, 1. P.161–185.



Natizheli zhymyspen kamtudy zhane zhappai kasipkerlikty damytudin 2017-2021 zhyldarga arnalgan “Enbek” memlekettik bagdarlamasy. Kazakhstan Respublikasy Ukimetinin 2018 zhylygy 13 karashadagy № 746 Kaulysy // [Elektronnyk resurs]: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=33631396](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=33631396) (nazaryna usynu: 07.04.2022).

Pavlova A.I. Morfometricheskii analiz reliefa s pomoshchyu GIS // InterEKSP0 Geo-Sibir. – 2013. T.3. – №4.

Pecsi M. Ecological-geomorphological researches Hungary. – Budapest, 1986. – P. 117-122.

Prasolov S.V. Kompyuternoe kartografirovanie dlya resheniya zadach morfometricheskogo analiza reliefa zemnoi poverkhnosti. Avtoreferat ..... kand. geogr. nauk. – Mosrva, 2001. – 196 str.

Proekt «Serpyn-2050» imeet shirorii spektr spetsialnostei // [Elektronnyk resurs]: [https://egemen-kz.translate.google.com/156880-serpin-dgobasymen-ma%C2%ADmandyq-aludynh-ayasy-kenh?\\_x\\_tr\\_sl=kk&\\_x\\_tr\\_tl=ru&\\_x\\_tr\\_hl=ru&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://egemen-kz.translate.google.com/156880-serpin-dgobasymen-ma%C2%ADmandyq-aludynh-ayasy-kenh?_x_tr_sl=kk&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=sc). (nazaryna usynu: 04.04.2022).

Relief Kazakhstana (poyasnitelnaya zapiska k Geomorfologicheskoi karte Kazakhstana masshtaba 1:1 500 000). – 2-oe izd. – Almaty, 2017. – 236 s.

Relief sredey zhizni cheloveka (ekologicheskaya geomorfologiya). Tom 1 / Otv. red. E.A. Likhacheva, D.A. Timofeev. – M.: Media-PRESS, 2002. – 350 s.

Shantser E.V., Mikulina T.M., Malinovskii V.Yu. Kainozoi tsentralnoi chasti Kazakhskogo shchita. – M.: MGU, 1967. – 352 s.

Simonov Yu.G., Krujalyn V.I., Simonova T.YU. Геоинформационное обеспечение эколого-геоморфологического картографирования // В кн.: Aktualnye problemy geoekologii i geoinformatiki. – M.: Izd-vo MGU, 1996. – S.14-15.

Svarichevskaya Z.A. Geomorfologiya Kazakhstana i Srednei Azii. – L.: LGU, 1965. – 210 s.

Timofeev D.A. Ekologicheskaya geomorfologiya: obekt, tseli i zadachi // Geomorfologiya. 1991. №1. – S. 43–48.

Zhirov A. System and morphological basis for the general and special geomorphological mapping / IAG/AIG International Workshop on «Objective Geomorphological Representattion Models: Breaking through a New Geomorphological Mapping Frontier». University of Salerno – Cilento & Valla di Diano Geopark (Italy). October 15–19, 2012.

Н.Т. Шогелова<sup>1,\*</sup> , С.А. Сартин<sup>2</sup> ,

Ж.Т. Омиржанова<sup>3</sup> , Т.С. Зверяченко<sup>2</sup> 

<sup>1,3</sup>Международная образовательная корпорация, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева, Казахстан, г. Петропавловск

\*e-mail: nazym-shogelova@mail.ru

## ОЦЕНКА ПОЧВЕННО-ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ЛЕСНОГО ФОНДА НА ПРИМЕРЕ Орлиногорского лесничества

Земельный фонд находится в постоянном движении. Земли переводятся из одних категорий и угодий в другие. Ухудшение экологического состояния земель, развитие эрозионных процессов, опустынивание, засоление, загрязнение химическими и радиоактивными веществами, зарастание лесом и кустарником земель ежегодно исключают из использования значительные площади.

При рекогносцировочного маршрутно-петлевого обследования земельных участков выделены типы растительных ассоциаций. Главным образом выявление типов растительных ассоциаций позволило провести предварительную оценку на местности о качестве исследуемых участков на предмет восстановления лесных массивов. Проведена работа по исследованию лесничеств, расположенных на территории Северного Казахстана. Обследованные участки расположены в лесостепном поясе на правобережной стороне р. Ишим в северо-кокчетавском подрайоне. Изучение почвы осуществлялось методом закладки почвенных разрезов и полуям с описанием мощности горизонтов. Структура почвы определялась методом разбивки образцов почвы. По результатам исследования были выработаны рекомендации для категорий площадей. Также были определены площади участков пригодных для всех основных лесных пород и площади с имеющимися лесами, лесными культурами, заросшие самосевом.

Общие рекомендации были сформированы при непосредственном проведении обследований на местности, но системный мониторинг, с применением методов дистанционного зондирования Земли, мог бы облегчить проводимые исследования. Развитие метода комплексного эколого-географического исследования в будущем может значительно повысить эффективность лесоустроительных работ в целом и минимизировать потери, связанные с воздействиями внешней среды.

**Ключевые слова:** почва, растительные ассоциации, почвенный разрез, химический анализ, лесничество.

N. Shogelova<sup>1,\*</sup>, S. Sartin<sup>2</sup>, Zh. Omirzhanova<sup>3</sup>, T. Zveryachenko<sup>2</sup>

<sup>1,3</sup>International Educational Corporation, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>North Kazakhstan University named after Manash Kozybayev, Kazakhstan, Petropavlovsk,

\*e-mail: nazym-shogelova@mail.ru

### Assessment of the soil – geobotanical condition of forest fund land plots on the example of the Orlinogorsk forestry

The land fund is in constant motion. Lands are transferred from some categories and lands to others. The deterioration of the ecological state of the lands, the development of erosion processes, desertification, salinization, pollution with chemical and radioactive substances, overgrowth of forest and shrub lands annually exclude significant areas from use.

During the reconnaissance route-loop survey of land plots, types of plant associations were identified. Mainly, the identification of types of plant associations made it possible to conduct a preliminary assessment on the ground about the quality of the studied sites for the restoration of forests. Work has been carried out on the study of forest areas located on the territory of Northern Kazakhstan. The surveyed sites are located in the forest-steppe zone on the right-bank side of the Ishim River in the North Kokchetav subdistrict. The study of the soil was carried out by the method of laying soil sections and semi-sections with a description of the power of horizons. The soil structure was determined by the

method of splitting soil samples. Based on the results of the study, recommendations were developed for the categories of areas. The areas of plots suitable for all major forest species and areas with existing forests, forest crops overgrown with self-seeding were also determined.

General recommendations were formed during the direct conduct of surveys on the ground, but systematic monitoring, using remote sensing methods of the Earth, could facilitate the ongoing research. The development of the method of integrated ecological and geographical research in the future can significantly increase the efficiency of forest management work in general and minimize losses associated with environmental influences.

**Key words:** soils, plant associations, soil logging, chemical analysis, forestry.

Н.Т. Шогелова<sup>1,\*</sup>, С.А. Сартин<sup>2</sup>, Ж.Т. Омиржанова<sup>3</sup>, Т.С. Зверьяченко<sup>2</sup>

<sup>1,3</sup>Халықаралық білім беру корпорациясы, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>Манаш Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Қазақстан, Петропавл қ.

\*e-mail: nazym-shogelova@mail.ru

### **Орлиногор орманшылығы мысалында орман қоры жер учаскелерінің топырақ-геоботаникалық жай-күйін бағалау**

Жер қоры тұрақты қозғалыста. Жер бір санаттан және басқа жерге ауыстырылады. Жердің экологиялық жай-күйінің нашарлауы, эрозиялық процестердің дамуы, шөлейттену, тұздану, химиялық және радиоактивті заттармен ластану, орман мен бұталардың басып кетуі жыл сайын Елеулі алаңдарды пайдаланудан алып тасталады.

Жер учаскелерін барлау маршруттық-циклдік зерттеу кезінде өсімдік қауымдастықтарының түрлері анықталды. Негізінен өсімдік қауымдастықтарының түрлерін анықтау орман алқаптарын қалпына келтіру үшін зерттелетін учаскелердің сапасы туралы Жергілікті жерде алдын ала бағалау жүргізуге мүмкіндік берді. Солтүстік Қазақстан аумағында орналасқан орманшылықтарды зерттеу жұмыстары жүргізілді. Зерттелген учаскелер Есіл өзенінің оң жағалауындағы орманды дала белдеуінде, Солтүстік Көкшетау шағын ауданында орналасқан. Топырақты зерттеу горизонттардың қуатын сипаттай отырып, топырақ бөлімдері мен едендерді төсеу әдісімен жүзеге асырылды. Топырақ құрылымы топырақ үлгілерін бөлу әдісімен анықталды. Зерттеу нәтижелері бойынша аудан санаттары үшін ұсыныстар жасалды. Сондай-ақ, барлық негізгі орман түрлеріне жарамды учаскелер мен өздігінен себілген ормандары, Орман дақылдары бар алаңдар анықталды.

Жалпы ұсынымдар жергілікті жерде зерттеулерді тікелей жүргізу кезінде қалыптастырылды, бірақ Жерді қашықтықтан зондтау әдістерін қолдана отырып, жүйелі мониторинг жүргізілетін зерттеулерді жеңілдетуі мүмкін еді. Болашақта кешенді экологиялық-географиялық зерттеу әдісінің дамуы орман орналастыру жұмыстарының тиімділігін едәуір арттырып, қоршаған ортаның әсеріне байланысты шығындарды азайтады.

**Түйін сөздер:** топырақ, өсімдік ассоциациялары, топырақ кесу, химиялық талдау, орманшылық.

## **Введение**

Важнейший компонент природной среды – почва в значительной мере определяет состояние всей природной обстановки и отдельных видов природных ресурсов (лес, вода, растительность, животный мир).

Наряду с промышленностью, транспортом, развитием крупных городов, применением интенсивных методов ведения сельского хозяйства возникла проблема эффективного использования земли, сохранения плодородия почвы и поддержания оптимального санитарно-гигиенического состояния почвы. Интенсивный характер землепользования и особая роль почвы как составной части природной среды обусловили необходимость постоянного контроля за ее состоянием посредством мониторинга (Васильченко, 2017:281, Soudek, 2007:251).

Изучение состояния земель проводится в целях получения информации об их количественном и качественном состоянии. В процессе изучения состояния земель проводятся почвенные, геоботанические и другие обследования и изыскания, осуществляется оценка качества земель и их инвентаризация (Semenkov, 2020:31, Kozyr, 2017:23).

Почвенные, геоботанические и другие обследования и изыскания проводятся в целях получения информации о состоянии земель, в том числе почвы, а также в целях выявления земель, подверженных водной и ветровой эрозии, селям, подтоплению, заболачиванию, вторичному засолению, иссушению, уплотнению, загрязнению отходами производства и потребления, радиоактивными и химическими веществами, заражению и другим негативным

воздействиям (Rubtsov, 1984:3, Belov, 2008:29).

Геоботанические обследования обычно сопутствуют почвенным обследованиям на участках, занятых естественными и улучшенными сенокосами и пастбищами, лесами, кустарниками, болотами или песками. Они проводятся для получения природно-хозяйственной характеристики, качественного и количественного учета и оценки естественных земельных угодий, которые могут служить основой разработки мероприятий по их использованию, улучшению и охране (Belov, 2017:38, Gongalsky, 200:714).

В связи с усилением антропогенного воздействия на почвенный покров возрастает обеспокоенность по поводу появления необратимых и нежелательных для человека его изменений. Встают задачи как прогнозирования и оценки изменяющейся ситуации, так и определения устойчивости почв к тем или иным формам вмешательства человека в почвообразование, поскольку способность их к самоочищению и сохранению нормального функционирования небеспредельная.

Лесные насаждения сохраняют и восстанавливают гидрологические и химические свойства почв. Они играют водорегулирующую роль, предотвращают загрязнение природных вод, ограничивают проявление водной и ветровой эрозии. Все это, несомненно, сказывается и на поддержании устойчивости почвенного покрова (Belov, 2009:8, Васильева, 2018:376, Оруджева, 2017:3).

Физико-химические свойства почв под лесной растительностью существенно отличаются от окружающих их пахотных почв, особенно эродированных, что также отражается в изменении показателей параметров их устойчивости. Так, лесные почвы, как правило, более кислые и в меньшей степени обеспечены фосфором, калием за счет применения на пашне известкования и внесения минеральных удобрений. (Сулин, 2020:88).

Роль лесных массивов чрезвычайно велика и в устойчивости почв к техногенезу, так как в них происходит очищение внутрипочвенного и поверхностного стока от нитратов и других загрязняющих компонентов. Экспериментальные исследования показали, что в местах соприкосновения лесных насаждений с агроценозами накапливаются продукты водной эрозии и дефляции, происходит трансформация

химического состава природных вод. Работами литовских ученых установлено, что при прохождении верховодки через лесную полосу шириной от 30 до 40 м содержание нитрат-иона снижается от 12,5 до 0,2 мг/л (Belov, 2009:119).

Обследованные участки расположены в лесостепном поясе на правобережной стороне р. Ишим в Северо-Кокчетавском подрайоне остепенённых коренных и производных березовых и сосновых лесов, который характеризуется описанными ниже природно-климатическими данными.

Территория большей частью представляет собой плоскую слабоволнистую равнину с широким развитием западин и менее широким распространением больших слабо углублённых понижений, занятых болотами и озерами. С юго-запада на северо-восток район пересекается ложбиной Камышловского лога. Растительность зоны ковыльно-разнотравная на обыкновенных черноземах и ковыльно-типчаковая на южных черноземах. Основными лесообразующими породами являются береза повислая и пушистая, осина и сосна обыкновенная. Значительный процент лесов составляют культуры. Повышенные местоположения на холмогорах и скальном мелкосопочнике заняты сосновыми лесами с участием лиственных пород. Климат зоны характеризуется более резкой континентальностью, по сравнению с северной лесостепью. Суммы годовых осадков колеблются от 270 до 340 мм, в том числе за осенне-зимний период – 180-200 мм, а за вегетационный – до 170 мм. Под сосновыми лесами распространены бурые лесные почвы на мелкоземистых щебнисто-обломочных горах выветривания. На межсопочных равнинах под колочными березняками и осинниками преобладают лугово-черноземные, темно-серые лесные осолоделые почвы и солоди. В почвенном покрове на площадях непокрытых лесом, преобладающими почвами являются черноземы обыкновенные средне гумусные и южные черноземы с солонцовыми комплексами на четвертичных отложениях, которые подразделяются на роды: не солонцеватые, солонцеватые, языковатые, карбонатные и слаборазвитые, а также на виды: мощные (А+В более 80 см), увеличенной мощности (А+В в пределах 70-80 см), среднеспособные (А+В в пределах 45-70 см), уменьшенной мощности (А+В в пределах 30-45 см) и маломощные (А+В меньше 30 см) (Shogelova, 2022:30, Козыбаева, 2017:224, Goncharova, 2020:185).

Целью исследования является выявление площади участков, пригодных для всех основных лесных пород, площади участков, с имеющимися лесами, лесными культурами и заросшие самосевом. Это даст возможность для обработки почвы под лесные культуры и выполнения последующих агротехнических приемов.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- описать земельные участки и выявить типы растительных ассоциаций;
- провести химические анализы образцов почвы;
- выработать рекомендации для земельных участков.

### Материалы и методы

Изучение почвы осуществлялось методом закладки почвенных разрезов и полям с описанием мощности горизонтов в сантиметрах, цвета, структуры, сложения, скважности, плотности почвы, наличия почвенных новообразований и включений. Глубина почвенных разрезов – до почвообразующей породы.

Географически местность характеризуется как Кокчетаво-Мунчактинские холмогоры и скалистый мелкосопочник. Для этого района характерно распространение останцевых низкогорий холмисто-грядового и холмисто-котловинного мелкосопочника и цокольных равнин, сложенных допалеозойскими и палеозойскими осадочными и изверженными породами (гранит, кварцит, известняк и т.д.) (Кожевникова, 2017:176, Казангапова, 2017:178).

Для унификации определения цвета почвы использовался треугольник цветов Захарова С.А.

Структура почвы определялась методом разбивки образцов почвы. Сложение почвы определялось полевыми исследованиями по сопротивлению вдавливания ножа по всей глубине почвенной ямы с подразделением на рыхлую, уплотненную, плотную. Скважность почвы определялась по величине пор и ширине межструктурных трещин с подразделением на мелкопористые (диаметр пор менее 1 мм), пористые (более 1 мм), тонкотрещиноватые (с шириной трещин менее 3 мм) и трещиноватые (более 3 мм).

Порозность бралась на основании определения механического состава почвы по справочным данным В.В. Добровольского. Для глины – 44-50%, крупный песок, гравий – 36-42%, песок

– 35-40%. Определение гранулометрического состава проводили влажным методом с подразделением на песок, супесь, суглинок легких, суглинок средний, суглинок тяжелый и глину. По степени засоления почвы подразделяются на незасоленные (менее 0,25%), слабозасоленные (0,25-0,5%), средnezасоленные (0,5-0,75%), сильнозасоленные (0,75-1%). Если содержание солей более 1%, то такая почва является солончаком. В зависимости от глубины залегания соленосных горизонтов почвы делятся на незасоленные (глубже 180 см), глубокозасоленные (120-180 см), глубоко-солончаковатые (70-120 см), солончаковатые (30-70 см), солончаковые (0-30 см).

Легкорастворимые соли даже при небольшом содержании в почве вредно влияют на рост древесных растений. Соли оказывают влияние на растения не только через осмотическое давление, но и непосредственно, проявляя токсичное действие. Токсичность солей выражают в эквивалентах хлора. Если принять токсичность хлора за единицу (максимально допустимый предел содержания 0,05% при недостаточном увлажнении и 0,1% – при умеренном), токсичность бикарбоната натрия ( $\text{NaHCO}_3$ ) в 3 раза меньше (максимально допустимый предел содержания 0,15% при недостаточном увлажнении и 0,3% – при умеренном), а сульфата натрия в 6 раз меньше токсичности  $\text{NaCl}$  (максимально допустимый предел содержания 0,3% при недостаточном увлажнении и 0,6% – при умеренном). Следовательно, наиболее вредными и малоплодородными для растений будут содовые солончаки, затем хлоридные и наименее опасными – сульфатные солончаки. При этом наиболее вредны карбонаты натрия (максимально допустимый предел содержания 0,005% при недостаточном увлажнении и 0,01% – при умеренном) (Кулиева, 2014:52, Гасанова, 2014:1508).

Суммируя имеющиеся в литературе данные, предельное содержание магния при преобладании в составе анионов водной вытяжки хлоридов составляет 1,5 мг-экв/100 г, при преобладании сульфатов – 2,0 мг-экв/100 г.

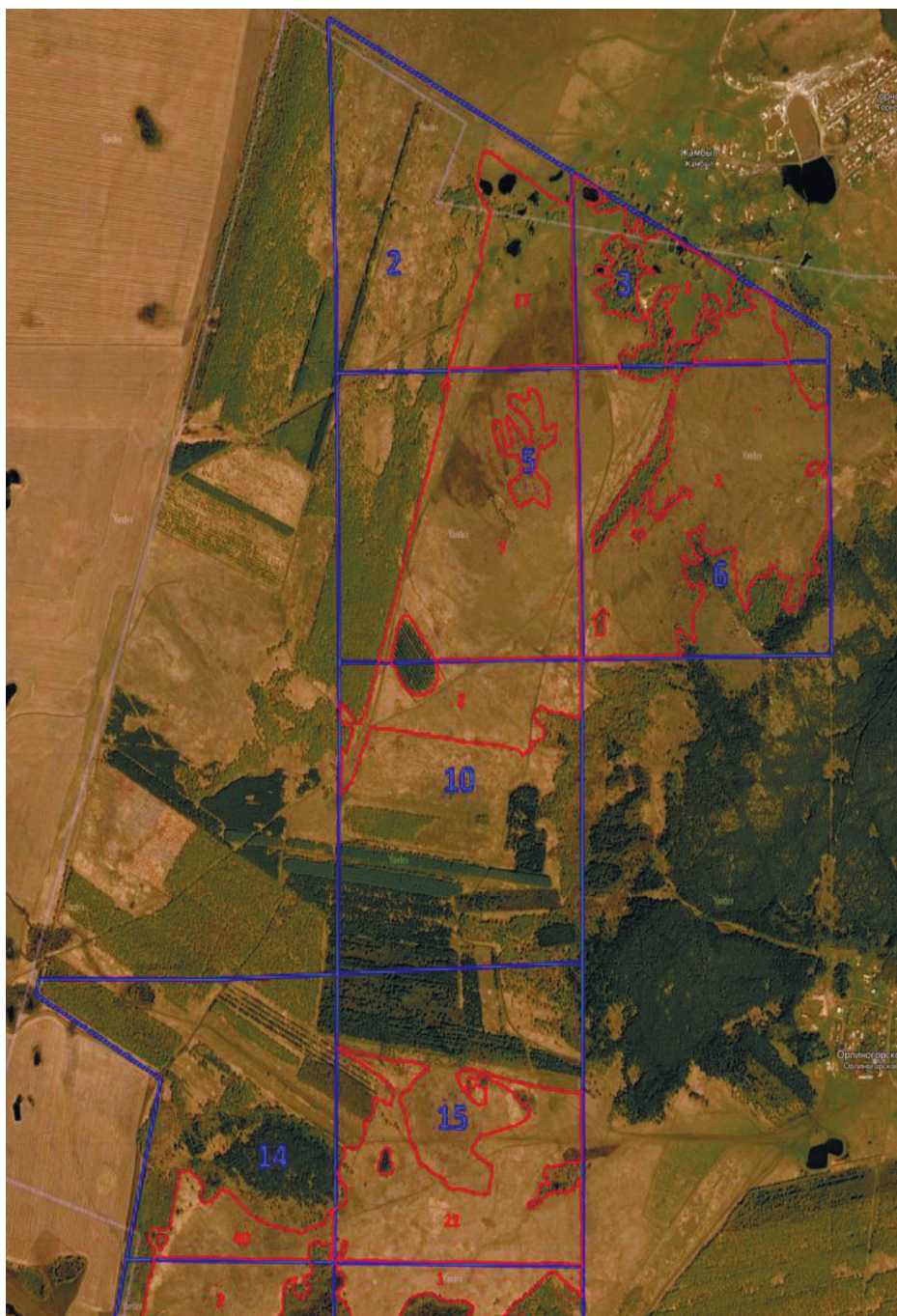
Степень солонцеватости характеризуется долей, выраженной в процентах от емкости обмена, которую среди обменных катионов занимает обменный натрий. 3-10% – слабосолонцеватая почва, 10-15% – среднесолонцеватая почва, 15-20% – сильно-солонцеватая почва, 20-25% – солонец низко-солонцовый, 25-40% – солонец средне-солонцовый, свыше 40% – солонец высоко-солонцовый.

Растительность изучалась методом закладки учетных площадок размером 1 м<sup>2</sup> по механическому принципу с определением на них видов растений и обилия по шкале Друде.

Почвенные разрезы заложены на участках с типичным надпочвенным покровом после рекогносцировочного маршрутно-петлевого

обследования территории. Однородность почв внутри почвенных контуров подтверждается закладкой прикопок в примерных границах, определяемых по растительным ассоциациям.

Обследованные земельные участки находятся в Орлиногорском лесничестве. Спутниковые фотографии участков представлены на рисунке 1, 2, 3.



**Рисунок 1** – Спутниковый снимок исследованных земельных участков Орлиногорского лесничества в кварталах 2, 3, 5, 6, 10, 14, 15, 19, 20, 29

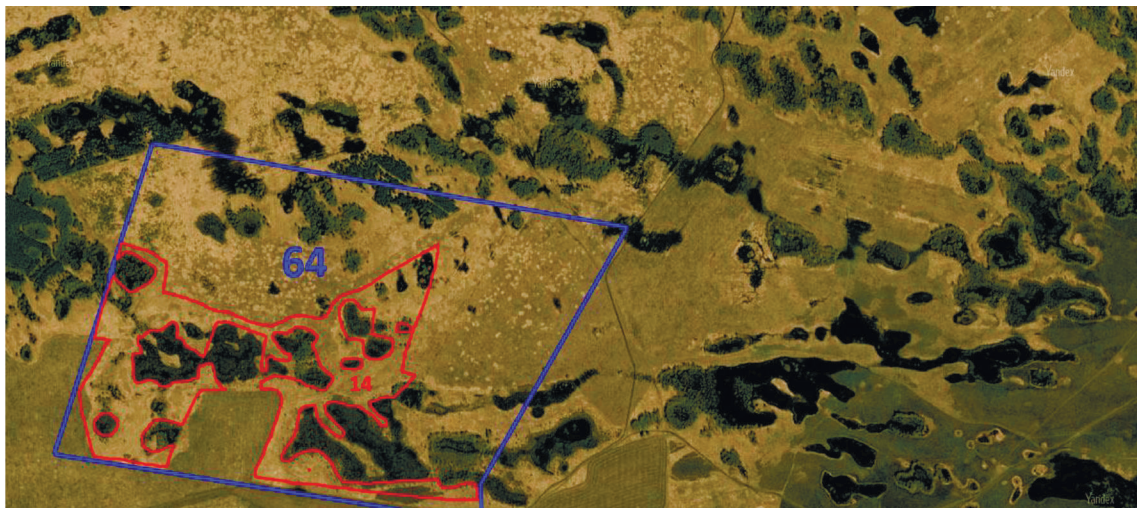


Рисунок 2 – Спутниковый снимок исследованных земельных участков Орлиногорского лесничества в квартале 64

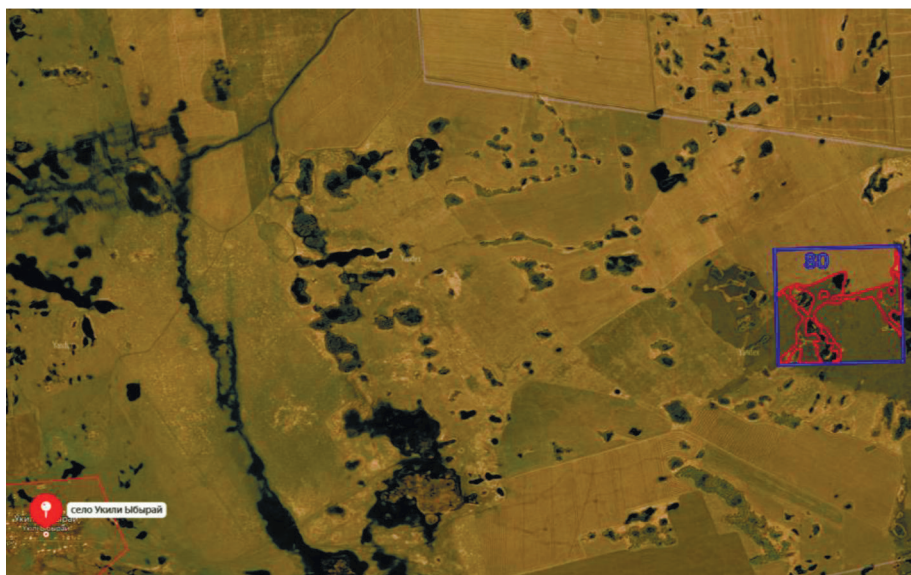


Рисунок 3 – Спутниковый снимок исследованных земельных участков Орлиногорского лесничества в квартале 80


Растительность зоны ковыльно-разнотравная на обыкновенных черноземах и ковыльно-типчаковая на южных черноземах. Основными лесообразующими породами являются береза повислая и пушистая, осина и сосна обыкновенная. Значительный процент лесов составляют культуры. Повышенные местоположения на холмогорах и скальном мелкосопочнике заняты сосновыми лесами с участием лиственных пород.

### Результаты и выводы

Разрез №1 заложен в выделе 17 квартала 82. Участок представляет собой территорию слабонаклонённую в сторону ложбин стока с сильным влиянием антропогенных факторов. Большая часть выдела длительное время используется под пастбище. Непосредственно во время обследования на выделе пасся табун. Это сказывается на надпочвенном покрове. Общее

покрытие травянистой растительностью – 85-90%. Растительность, деградированная из-за постоянного выпаса скота. Средняя высота травостоя около 10 см. Доминирует типчак (60%), ковыль Лессинга (25%), полынь песчаная (5%), полынь шелковистая (5%), полынь австрийская (5%).  
 Для характеристики профиля почвы участка в таблице 1 приводится описание разреза №1.

**Таблица 1** – Описание строения почвы участка по полевому исследованию почвенного разреза №1

	Горизонт A <sub>0</sub> от 0 до 0,5 см	Сухая трава (степной войлок).
	Горизонт А от 0,5 до 30 см	Тёмно-серого почти чёрного цвета. Повсеместные включения корней травы, количество которых к низу уменьшается. Уплотнённая. Зернистая пылеватая. Тонкотрещиноватая. Средний суглинок. рН 7,8. Переход к следующему горизонту постепенный.
	Горизонт АВ от 30 до 100 см	Бурая с размытыми тёмно-серыми языками. Встречаются окатыши. Мелкокомковатая. Сухая. Плотная. Средний суглинок. рН 8. Переход к следующему горизонту постепенный.
	Горизонт В от 100 до 194 см	Бурый четвертичный суглинок. Есть включения камней кварца. Мелкокомковатая. Чрезвычайно плотная. Свежая. Средний суглинок. рН 8. Вскипает под воздействием соляной кислоты.



По данным химического анализа образцов почвы установлено, что содержание гумуса высокое: в горизонте А – 5,5%.

**Таблица 2** – Данные химического анализа образцов почвы для выдела 17 квартала 82


№	Показатели	Горизонт А	Горизонт АВ	Горизонт В
	Ёмкость поглощения, мг-экв. на 100 г почвы		27,52	15,68
	Количество обменного натрия, %		1,53	5,17%
	Количество гидрокарбонатов, %	0,0275	0,0299	0,0293
	Количество хлоридов, %	0,0092	0,0156	0,0316
	Количество сульфатов, %	0,0048	0,0072	0,0072
	Количество токсичных для древесных пород ионов магния, мг-экв/100 г	0,3	0,38	0,36
	Сумма солей, %	0,0553	0,0735	0,098

Состав поглощенных оснований количество обменного натрия характеризует почву как слабосолонцеватую. Растворимые карбонаты отсутствуют. Количество гидрокарбонатов низкое. Количество хлоридов высокое (предельно допустимое содержание 0,05%). Количество сульфатов низкое. Количество токсичных для древесных пород ионов магния невысокое. В составе катионов водной вытяжки в горизонте А и АВ преобладает кальций, в нижележащих – натрий. Почва на всём изученном профиле щелочная. С глубиной рН изменяется неравномерно. По количеству солей изученный почвенный профиль является незасоленным. Согласно строению и химическому анализу тип почвы – чернозём южный слабосолонцеватый на четвертичных суглинках. Пригоден для всех основных лесообразующих пород.

Разрез № 2 заложен в выделе 1 квартала 3. Данный участок и сходные с ним по надпочвенному покрову содержат богаторазнотравные растительные ассоциации с минимальным количеством полыни по руслам стока на склонах сопки. Общее покрытие травянистой растительностью – 100%. Растительность имеет явные следы сильного антропогенного воздействия. Средняя высота травостоя 35-40 см. Доминирует ковыль Лессинга (40%), овсяница луговая (40%), клубника зелёная (10%), осот жёлтый (4%), чилига (4%), подорожник большой (2%). Есть самосев сосны.

Для характеристики профиля почвы участка в таблице 3 приводится описание разреза №2. По данным химического анализа образцов почвы установлено, что содержание гумуса низкое: в горизонте А – 1,4%.

**Таблица 3** – Описание строения почвы участка по полевому исследованию почвенного разреза №2

	Горизонт A <sub>0</sub> от 0 до 0,5 см	Сухая трава (степной войлок).
	Горизонт А от 0,5 до 19 см	Серая. Повсеместные включения окатышей и камешков кварца. Рыхлая. Сухая. Мелкокомковатая. Лёгкий суглинок. рН 7,5. Переход к следующему горизонту постепенный.
	Горизонт АВ от 19 до 45 см	Бурая. Повсеместные включения окатышей и камешков кварца. Сухая. Уплотнённая. Отмечена нора грызуна. Супесь. рН 6,6. Переход к следующему горизонту заметный.
	Горизонт В от 45 до 245 см	Разноцветный – намывными слоями: белёсый серый, охристый с розовыми прожилками, широкие розовые жилы с переходом в кирпично-красный, подстилает белый до скального основания. Кварцевый песок. Уплотнённый. Свежий. рН 5,8. Вскипает под воздействием соляной кислоты.

**Таблица 4** – Данные химического анализа образцов почвы для выдела 1 квартала 3


№	Показатели	Горизонт А	Горизонт АВ	Горизонт В
	Ёмкость поглощения, мг-экв. на 100 г почвы		13,12	7,68
	Количество обменного натрия, %		0,15	0,13
	Количество гидрокарбонатов, %	0,0171	0,0140	0,0201
	Количество хлоридов, %	0,0053	0,0078	0,0092
	Количество сульфатов, %	0,048	0,048	0,048
	Количество токсичных для древесных пород ионов магния, мг-экв/100 г	0,22	0,2	0,28
	Сумма солей, %	0,0357%	0,0365	0,0452

Почва характеризуется как не солонцеватая. Растворимые карбонаты отсутствуют. Количество гидрокарбонатов низкое. Количество сульфатов крайне низкое: 0,048% на всём исследованном профиле. Количество токсичных для древесных пород ионов магния низкое. В составе катионов водной вытяжки во всех изученных горизонтах преобладает кальций. Почва в верхнем горизонте слабо щелочная, ниже – слабокислая. С глубиной рН уменьшается. По количеству солей изученный почвенный профиль является незасоленным. Согласно строению и химическому анализу тип почвы – согласно строению и химическому анализу тип почвы – чернозём южный на аллювиальных

песчаных отложениях. Пригоден для всех основных лесобразующих пород.

Разрез №3 заложен в квартале 6 выделе 1. Этот и смежные участки представляют собой ковыльное разнотравье на склонах сопки. Имеются повсеместные выходы гранита на поверхность. На участках с активным выпасом скота надпочвенный покров сильно деградировавший, изреженный (покрытие 75-80%). На неиспользуемых для выпаса – 95% с высотой до 35-40 см. Доминирует типчак (50%), ковыль Лессинга (35%), полынь песчаная (5%), полынь шелковистая (5%), небольшими куртинами чилига (5%). Для характеристики профиля почвы участка в таблице 5 приводится описание разреза №3.

**Таблица 5** – Описание строения почвы участков по полевому исследованию почвенного разреза №3

	Горизонт A <sub>0</sub> 0-0,5 см	Сухая трава (степной войлок).
	Горизонт А от 0,5 до 40 см	Серая. Слабо насыщена корнями растений. Рассыпчатая супесь. Есть включения камней. рН 7,5.
	Дресва от 40 до 45 см и скальное основание	Под почвенным слоем обнаруживается слой гранитной крошки (дресвы), далее – скальное основание.

По данным химического анализа образцов почвы установлено, что содержание гумуса среднее: в горизонте А – 3,4%.

Ёмкость поглощения низкая: 16 мг-экв на 100 г почвы в горизонте А. В составе поглощенных оснований количество обменного натрия в горизонте А – 0,13%, что характеризует почву как несолонцеватую.

Сумма растворенных солей в горизонте А низкая 0,0267%. По степени засоления и наличию солей почва является незасоленной. Растворимые карбонаты не обнаружены. Количество гидрокарбонатов низко: 0,0067% в горизонте А. Количество хлоридов низкое: 0,0078%. Количество сульфатов крайне низкое: 0,0048% в горизонте А. Количество токсичных для древесных пород ионов магния низкое: 0,16

мг-экв/100 г в горизонте А. В составе катионов водной вытяжки преобладает кальций. Почва щелочная. Согласно строению и химическому анализу тип почвы чернозём южный на скальном основании. Пригоден для всех основных лесобразующих пород.


Разрез №4 заложен в квартале 15 выделе 21. Этот и смежные участки представляют собой ковыльное разнотравье на открытых пространствах с заметным уклоном от сопки. Имеются повсеместные выходы гранита на поверхность.

Общее покрытие – 95% с высотой до 35-40 см. Типичная растительность представлена на рисунке 9. Доминирует ковыль Лессинга (50%), типчак (25%). Рассеянно повсеместно полынь песчаная (5%), полынь шелковистая (5%), лабазник (5%), небольшими куртинами

чилига (5%), клубника зелёная (3%), возле выходов камней – вероника седая (2%). Почти повсеместно имеется рассеянный самосев сосны.

Для характеристики профиля почвы участка в таблице 6 приводится описание разреза №4.

Таблица 6 – Описание строения почвы участков по полевому исследованию почвенного разреза №4

	Горизонт A <sub>0</sub> 0-1,5 см	Сухая трава (степной войлок).
	Горизонт А от 1,5 до 35 см	Серая. Много пятен белоглазки. Есть включения кварца и кусочков дресвы. Насыщена корнями растений. Зернистая мелкокомковатая. Сверху рассыпчатая снизу уплотнённая. Лёгкий суглинок. pH 7,4.
	Дресва от 35 до 40-45 см и скальное основание	Под почвенным слоем обнаруживается слой гранитной крошки (дресвы), далее – скальное основание.


По данным химического анализа образцов почвы установлено, что содержание гумуса пониженное: в горизонте А – 2,7%. Ёмкость поглощения повышенная: 26,56 мг-экв на 100 г почвы в горизонте А. В составе поглощенных оснований количество обменного натрия в горизонте А – 1,58%, что характеризует почву как не солонцеватую. Сумма растворенных солей в горизонте А низкая 0,1148%. По степени засоления и наличию солей почва является незасоленной. Растворимые карбонаты не обнаружены. Количество гидрокарбонатов среднее: 0,047% в горизонте А. Количество хлоридов низкое: 0,0092%. Количество сульфатов низкое: 0,0288% в горизонте А. Количество токсичных для древесных пород ионов магния среднее: 0,48 мг-экв/100 г в

горизонте А. В составе катионов водной вытяжки количество кальция и натрия примерно равны. Почва щелочная. Согласно строению и химическому анализу тип почвы чернозём южный на скальном основании. Пригоден для всех основных лесообразующих пород.

Разрез №5 заложен в квартале 29 выделе 20. Надпочвенный покров представляет собой ковыльное разнотравье со слабым уклоном от сопки. Имеются повсеместные выходы гранита на поверхность. Общее покрытие – 95% с высотой до 40-45 см. Типичная растительность представлена на рисунке 10. Доминирует ковыль Лессинга (50%), овсяница луговая (20%), лабазник (10%), небольшими куртинами чилига (10%), клубника зелёная (10%).

Для характеристики профиля почвы участка в таблице 7 приводится описание разреза №5.

Таблица 7 – Описание строения почвы участков по полевому исследованию почвенного разреза №5

	Горизонт A <sub>0</sub> 0-1 см	Сухая трава (степной войлок).
	Горизонт А от 1 до 31 см	Чёрная. Сильно задернелая. Зернистая мелкокомковатая. Рыхлая. Лёгкий суглинок. рН 6,1.
	От 31 см скальное основание	Под почвенным слоем дресвы нет, сразу – скальное основание.

По данным химического анализа образцов почвы установлено, что содержание гумуса повышенное: в горизонте А – 4,0%. Ёмкость поглощения высокая: 28,16 мг-экв на 100 г почвы в горизонте А. В составе поглощенных оснований количество обменного натрия в горизонте А – 0,07%, что характеризует почву как не солонцеватую. Сумма растворенных солей в горизонте А низкая 0,0266%. По степени засоления и наличию солей почва является незасоленной. Растворимые карбонаты не обнаружены. Количество гидрокарбонатов низкое: 0,0073% в горизонте А. Количество хлоридов низкое: 0,0078%. Количество сульфатов низкое: 0,0048% в горизонте А. Количество токсичных для древесных пород ионов магния низкое: 0,2 мг-экв/100 г в горизонте А. В составе катионов водной вытяжки преобладает кальций. Почва слабокислая.

Согласно строению и химическому анализу тип почвы чернозём южный на скальном основании. Пригоден для всех основных лесобразующих пород.

По итогам выполненных работ, можно сделать следующие выводы: При работах рекогносцировка выполнена методом маршрутного обследования участков, при котором на местности изучены следующее:

- характеристики рельефа участков;
- виды растительности;
- взятие проб грунта;
- описание строения почвы участков по полевому исследованию почвенного разреза;
- выделены типы растительных ассоциаций;
- на обследованных участках было выявлено типы растительных ассоциаций.

В Орлиногорском лесничестве на обследованных участках выявлено 5 типов

растительных ассоциаций. Первый вид растительных ассоциаций – это ковыльно-злаковое разнотравье с примесью полыни, отмеченный на выделах, используемых под пастбища вблизи населённых пунктов в северной части лесничества. Второй вид представляет собой богаторазнотравные растительные ассоциации по руслам стока на склонах сопки. Третий вид растительных ассоциаций – ковыльное разнотравье на склонах, а также ряде открытых участков, на которых отмечаются скальные выходы на поверхности. Поскольку участки расположены на значительном удалении друг от друга, то для установления почвенных разностей было заложено три разреза. В квартале 64 на обследованном выделе 14 на нераспаханной части отмечено богатое разнотравье

с преимущественно луговыми травами без растительных индикаторов засоления. В квартале 80 на обследованном выделе 3 отмечены богатые разнотравные ассоциации с большим количеством солодки и незначительным количеством полыни.

На обследованных участках выявлено 5 типов почв под ними: чернозём южный слабосолонцеватый на четвертичных суглинках, чернозём южный на аллювиальных песчаных отложениях по руслам стока, чернозём южный на скальном основании (три разности отличающиеся содержанием растворённых солей), чернозём обыкновенный и чернозём обыкновенный слабосолонцеватый.

Выработаны рекомендации для работ по лесоразведению приведены в таблице 8.

**Таблица 8** – Разработанные рекомендации по результатам исследования

Категория площадей	Квартал	Выдел	Площадь, га	Результаты исследований и рекомендации
пастбища	2	17	24,6	Чернозём южный слабосолонцеватый на четвертичных суглинках. Пригоден для всех основных древесных пород.
пастбища	3	1	27,4	В равнинной западной части выдела – чернозём южный слабосолонцеватый на четвертичных суглинках, в центральной части – по ложбине стока и вдоль неё – чернозём южный на аллювиальных песчаных отложениях. В восточной части на скатах сопки – южный чернозём на скальном основании, глубина варьируется от 0 (скальные выходы на поверхности) до 50 см (в среднем около 35-40 см). Первые два вида почв пригодны для всех основных древесных пород. Южный чернозём на скальном основании – рекомендован для сосны обыкновенной, способной закрепиться в скальных породах.
пастбища	5	7	67,0	В равнинной западной и южной части выдела – чернозём южный слабосолонцеватый на четвертичных суглинках. В центральной и восточной части на скатах сопки – южный чернозём на скальном основании, глубина варьируется от 0 (скальные выходы на поверхности) до 50 см (в среднем около 35-40 см). Чернозём южный слабосолонцеватый на четвертичных суглинках пригоден для всех основных древесных пород. Южный чернозём на скальном основании – рекомендован для сосны обыкновенной, способной закрепиться в скальных породах.
пастбища	6	1	86,0	На большей части выдела по склонам сопки – южный чернозём на скальном основании, глубина варьируется от 0 (скальные выходы на поверхности) до 50 см (в среднем около 35-40 см). В проходящей по выделу ложбине стока и вдоль неё – чернозём южный на аллювиальных песчаных отложениях. Для южного чернозёма на скальном основании рекомендована сосна обыкновенная, способная закрепиться в скальных породах. Чернозём южный на аллювиальных песчаных отложениях – пригоден для всех основных древесных пород.
пастбища	10	2	27,2	Чернозём южный слабосолонцеватый на четвертичных суглинках. Пригоден для всех основных древесных пород.

пастбища	14	40	14,5	Южный чернозём на скальном основании, глубина варьируется от 0 (скальные выходы на поверхности) до 50 см (в среднем около 40-45 см). Рекомендован для сосны обыкновенной, способной закрепиться в скальных породах.
пастбища	15	21	52,8	Южный чернозём на скальном основании, глубина варьируется от 0 (скальные выходы на поверхности) до 50 см (в среднем около 40-45 см). Рекомендован для сосны обыкновенной, способной закрепиться в скальных породах.
пастбища	19	2	13,0	Южный чернозём на скальном основании, глубина варьируется от 0 (скальные выходы на поверхности) до 50 см (в среднем около 40-45 см). Рекомендован для сосны обыкновенной, способной закрепиться в скальных породах.
пастбища	20	1	19,0	Южный чернозём на скальном основании, глубина варьируется от 0 (скальные выходы на поверхности) до 50 см (в среднем около 40-45 см). Рекомендован для сосны обыкновенной, способной закрепиться в скальных породах.
пастбища	29	20	16,0	Южный чернозём на скальном основании, глубина варьируется от 0 (скальные выходы на поверхности) до 50 см (в среднем около 30-35 см). Рекомендован для сосны обыкновенной, способной закрепиться в скальных породах.
пастбища	64	14	30,3	Чернозём обыкновенный. Пригоден для всех основных древесных пород.
пастбища	80	3	22,2	Чернозём обыкновенный слабосолонцеватый. Пригоден для всех основных древесных пород.

Таким образом, из обследованных 400,0 га Орлиногорского лесничества: площадь участков, пригодных для всех основных лесных пород – 400,0 га.

#### Литература

- Belov A. V. and Sokolova L. P. Vegetation stability in the system of geobotanical forecasting. География и природные ресурсы, 2008, No. 2, с. 29-40.
- Belov, A. V., & Sokolova, L. P. Functional organization of vegetation in the system of cartographic forecasting. Geography and Natural Resources, 2009 – 30(1), с. 8–13.
- Belov, A. V., & Sokolova, L. P. The socio-economic role of vegetation in the cartographic substantiation of rational management of nature in the geobotanical forecasting system. Geography and Natural Resources, 2009 – 30(2), с.119–125.
- Belov, A. V., & Sokolova, L. P. Geobotanical forecasting in the nature management ecological optimization in Baikalian Siberia. Geography and Natural Resources, 2017. – 38(1), с. 38–45.
- Goncharova, O., Matyshak, G., Udovenko, M., Semenyuk, O., Epstein, H., & Bobrik, A. Temporal dynamics, drivers, and components of soil respiration in urban forest ecosystems. 2020 – CATENA, с.185
- Gongalsky, K. B., Iurmanov, A. A., Ukhova, N. L., & Korobushkin, D. I. The size of burnt areas has little effect on the recovery of soil macrofauna in the boreal forests of Middle Ural, Russia. Pedosphere, 2020 – 30(5), с. 714–718.
- Kozyr, I. V. Forest Vegetation Dynamics Along an Altitudinal Gradient in Relation to the Climate Change in Southern Transbaikalia, Russia. Achievements in the Life Sciences, 2017 – 8(1), с. 23–28
- Rubtsov M. V. A classification of the function and role of forest. Лесоведение, 1984, No. 2, с. 3-9.
- Semenkov, Konyushkova, M., Heidari, A., Nukhimovskaya, Y., & Klink, G. Data on the soilscape and vegetation properties at the key site in the NW Caspian Sea coast, Russia. Data in Brief, 2020 – с. 31.
- Shogelova, N., Sartin, S., Zveryachenko, T. Devising recommendations based on a comprehensive assessment of the soil-geobotanical condition of land plots for executing afforestation activities. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2022 – 2 (10 (116)), с.30–41.
- Soudek, P., Petřík, P., Vágner, M., Tykva, R., Plojhar, V., Petrová, Š., & Vaněk, T. Botanical survey and screening of plant species which accumulate <sup>226</sup>Ra from contaminated soil of uranium waste depot. European Journal of Soil Biology, 2007 – 43(4), с. 251–261.
- Васильева, Н. В. Основы землепользования и землеустройства: учебник и практикум для СПО — М. : Издательство Юрайт, 2018. — с. 376.
- Васильченко, А. В. Почвенно-экологический мониторинг: учебное пособие; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2017. – с. 281.

Гасанова А. Ф. Экологическая оценка качества пастбищных земель сухих субтропиков Азербайджана // Почвоведение. 2014. №12. с. 1508.

Казангапова Н.Б. физико-географические особенности и характеристика почвенных разностей Булаевского ГЛЮ. Материалы Международной научно-практической конференции «Лесная наука Казахстана: достижения, проблемы и перспективы развития», посвященной 60-летию создания КазНИИЛХА. 2017 – с.178

Кожевникова Л.Н. Панченко В.Ю. Состояние лесов Жамбылского района Северо-Казахстанской области. Вестник северо-казахстанского университета им. Манаша Козыбаева. 2017 – с.176.

Козыбаева Ф.Е.,Бейсеева Г.Б., Сапаров Г.А., Ажикина Н.Ж., Саркулова Ж. Почвенно-экологическая оценка состояния рекультивированных земель на юге и востоке Казахстан // – Алматы.: «Жания -Полиграф». с.2017. – 224.

Кулиева Е. Н. Экологическая оценка техногенно-нарушенных серо-бурых пустынных почв // Почвоведение и агрохимия. 2014. №3. с. 52-56.

Оруджева Н. И. Оценка почв субтропической зоны Азербайджана под овощными культурами по биологическим показателям //Живые и биокосные системы. 2017. №21. с. 3.

Сулин М.А. Современные проблемы землеустройства: монография. – Москва: ЭБС «Лань», 2020 – с.88.

## References

Belov A. V. and Sokolova L. P. Vegetation stability in the system of geobotanical forecasting. *Geografija i prirodnye resursy*, 2008, No. 2, s. 29-40.

Belov, A. V., & Sokolova, L. P. Functional organization of vegetation in the system of cartographic forecasting. *Geography and Natural Resources*, 2009 – 30(1), s. 8–13.

Belov, A. V., & Sokolova, L. P. Geobotanical forecasting in the nature management ecological optimization in Baikalian Siberia. *Geography and Natural Resources*, 2017. – 38(1), s. 38–45.

Belov, A. V., & Sokolova, L. P. The socio-economic role of vegetation in the cartographic substantiation of rational management of nature in the geobotanical forecasting system. *Geography and Natural Resources*, 2009 – 30(2), s.119–125.

Gasanova A. F. Jekologicheskaja ocenka kachestva pastbishhnyh zemel' suhikh subtropikov Azerbajdzhana // Pochvovedenie. 2014. №12. s. 1508.

Goncharova, O., Matyshak, G., Udovenko, M., Semenyuk, O., Epstein, H., & Bobrik, A. Temporal dynamics, drivers, and components of soil respiration in urban forest ecosystems. 2020 – CATENA, s.185

Gongalsky, K. B., Iurmanov, A. A., Ukhova, N. L., & Korobushkin, D. I. The size of burnt areas has little effect on the recovery of soil macrofauna in the boreal forests of Middle Ural, Russia. *Pedosphere*, 2020 – 30(5), s. 714–718.

Kazangapova N.B. fiziko-geograficheskie osobennosti i harakteristika pochvennyh raznostej Bulaevskogo GLU. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Lesnaja nauka Kazahstana: dostizhenija, problemy i perspektivy razvitija», posvjashhennoj 60-letiju sozdaniya KazNIILHA. 2017 – s.178

Kozhevnikova L.N. Panchenko V.Ju. Sostojanie lesov Zhambyl'skogo rajona Severo-Kazahstanskoj oblasti. Vestnik severo-kazahstanskogo universiteta im. Manasha Kozybaeva. 2017 – s.176.

Kozybaeva F.E.,Bejseeva G.B., Saparov G.A., Azhikina N.Zh., Sarkulova Zh. Pochvenno-jekologicheskaja ocenka sostojanija rekul'tivirovannyh zemel' na juge i vostoke Kazahstan // –Almaty.: «Zhanija -Poligraf». s.2017. – 224.

Kozyr, I. V. Forest Vegetation Dynamics Along an Altitudinal Gradient in Relation to the Climate Change in Southern Transbaikalia, Russia. *Achievements in the Life Sciences*, 2017 – 8(1), s. 23–28

Kulieva E. N. Jekologicheskaja ocenka tehnogenno-narushennyh sero-buryh pustynnyh pochv // Pochvovedenie i agrohimiya. 2014. №3. s. 52-56.

Orudzheva N. I. Ocenka pochv subtropicheskoy zony Azerbajdzhana pod ovoshhnymi kul'turami po biologicheskim pokazateljam //Zhivye i biokosnye sistemy. 2017. №21. s. 3.

Rubtsov M. V. A classification of the function and role of forest. *Lesovedenie*, 1984, No. 2, s. 3-9.

Semenkov, Konyushkova, M., Heidari, A., Nukhimovskaya, Y., & Klink, G. Data on the soilscape and vegetation properties at the key site in the NW Caspian Sea coast, Russia. *Data in Brief*, 2020 – s. 31.

Shogelova, N., Sartin, S., Zveryachenko, T. Devising recommendations based on a comprehensive assessment of the soil-geobotanical condition of land plots for executing afforestation activities. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022 – 2 (10 (116)), s.30–41.

Soudek, P., Petřík, P., Vágner, M., Tykva, R., Plojhar, V., Petrová, Š., & Vaněk, T. Botanical survey and screening of plant species which accumulate 226Ra from contaminated soil of uranium waste depot. *European Journal of Soil Biology*, 2007 – 43(4), s. 251–261.

Sulin M.A. Sovremennye problemy zemleustrojstva: monografija. – Moskva: JeBS «Lan'», 2020 – s.88.

Vasil'chenko, A. V. Pochvenno-jekologicheskij monitoring: uchebnoe posobie; Orenburgskij gos. un-t. – Orenburg: OGU, 2017. – s. 281.

Vasil'eva, N. V. Osnovy zemlepol'zovanija i zemleustrojstva: uchebnik i praktikum dlja SPO — M. : Izdatel'stvo Jurajt, 2018. — s. 376.



3-бөлім  
**МЕТЕОРОЛОГИЯ  
ЖӘНЕ ГИДРОЛОГИЯ**

---

Section 3  
**METEOROLOGY  
AND HYDROLOGY**

---

Раздел 3  
**МЕТЕОРОЛОГИЯ  
И ГИДРОЛОГИЯ**

Zh. Mustafayev , A. Tuletayev\* , A. Kuderin 

Institute of Geography and Water Security, Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: hat\_0512@mail.ru

## ASSESSMENT OF THERMAL AND NATURAL MOISTURE PROVISION IN TERRITORY OF TURKESTAN REGION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN IN CHANGING CLIMATE CONDITIONS

The assessment of natural moisture availability of the natural areas of the Turkestan region of the Republic of Kazakhstan for 1941–2020 (by providing a comparative analysis of indicators for 1941–1960 and 2001–2020) was conducted based on the use of the natural moisture coefficient and hydrothermal index or “dryness index” predicated on energy resources (total of biologically active air temperatures above 10 °C, photosynthetically active radiation, evaporating capacity and water consumption of agricultural land). The results of a comparative analysis of climatic indices changes in the natural areas of the Turkestan region for 1941 to 2020 have shown that there is an increase in average annual air temperatures in all natural areas, and the annual precipitation tends downward which affects the formation of energy resources and natural water supply. The identified features of changes in the natural moisture coefficient and hydrothermal index or “dryness index” in natural area of Turkestan region, make it possible to adjust the spread of its boundaries and consider these changes in the territorial organization of agricultural nature management.

**Key words:** Climate change, air temperature, energy resources, natural moisture coefficient, hydrothermal index.

Ж.С. Мустафаев, А.Б. Түлетаев\*, А.А. Кудерин

География және су қауіпсіздігі институты, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: hat\_0512@mail.ru

### Өзгермелі климаттық жағдайларда Қазақстан Республикасы Түркістан облысы аумағының табиғи жылу және ылғалмен қамтамасыз етілуін бағалау

Қазақстан Республикасы Түркістан облысының табиғи аймақтарының 1941–2020 жылдардағы табиғи сумен қамтамасыз етілуіне (1941–1960 және 2001–2020 жж. кезеңдеріндегі көрсеткіштерге салыстырмалы талдау жүргізу арқылы) энергетикалық ресурстарға негізделген табиғи ылғалдану коэффициентін және гидротермиялық көрсеткішті немесе «құрғақтық индексін» пайдалану негізінде (ауаның биологиялық белсенді температурасының сомасы 10 °C-тан жоғары, фотосинтетикалық белсенді радиация, булану және ауыл шаруашылығы алқаптарын су тұтынуы) бағалау жүргізілді. 1941–2020 жылдар аралығында Түркістан облысының табиғи аймақтарындағы климаттық көрсеткіштердің өзгерістерін салыстырмалы талдау нәтижелері барлық табиғи аймақтарда ауаның орташа жылдық температурасының артуы байқалғанын, ал, жылдық атмосфералық жауын-шашынның төмендеу үрдісі байқалғанын көрсетті, бұл энергетикалық ресурстар мен табиғи сумен қамтамасыз етудің қалыптасуына әсер етеді. Түркістан облысының табиғи аймақтарында табиғи ылғалдану коэффициенті мен гидротермиялық көрсеткіш белгілерінің немесе «құрғақтық индексінің» өзгеру ерекшеліктерін анықтау олардың шекараларының таралуын түзетуге және ауыл шаруашылығы табиғатын пайдалануды аумақтық ұйымдастыру кезінде берілген өзгерістерді ескеруге мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** Климаттың өзгеруі, ауа температурасы, энергия ресурстар, табиғи ылғалдылық коэффициенті, гидротермиялық индекс.

Ж.С. Мустафаев, А.Б. Түлетаев\*, А.А. Кудерин

Институт географии и водной безопасности, Казахстан, г. Алматы.

\*e-mail: hat\_0512@mail.ru

### Оценка природной тепло- и влагообеспеченности территории Туркестанской области Республики Казахстан в изменяющихся климатических условиях

Проведена оценка естественной водообеспеченности природных зон Туркестанской области Республики Казахстан за 1941–2020 годы (с проведением сравнительного анализа показателей

за периоды 1941-1960 и 2001-2020 гг.) на основе использования коэффициента естественного увлажнения и гидротермического показателя или «индекса сухости», базирующихся на энергетических ресурсах (сумма биологически активных температур воздуха выше 10 °С, фотосинтетически активная радиация, испаряемость и водопотребление сельскохозяйственных угодий). Результаты сравнительного анализа изменений климатических показателей в природных зонах Туркестанской области за 1941-2020 гг. показали, что наблюдается возрастание среднегодовых температур воздуха во всех природных зонах, а годовые атмосферные осадки имеют тенденцию к снижению, что оказывает влияние на формирование энергетических ресурсов и естественной водообеспеченности. Выявленные особенности изменения коэффициента естественного увлажнения и гидротермического показателя или «индекса сухости» в природных зонах Туркестанской области позволяют скорректировать распространение их границ и учитывать данные изменения при территориальной организации сельскохозяйственного природопользования.

**Ключевые слова:** изменение климата, температура воздуха, энергоресурсы, коэффициент естественной увлажненности, гидротермический индекс.

## Introduction

One of the main functions of climate is to support the life activities of the soil and vegetation cover of landscape systems in different natural-geographical zones, which differ in the quantitative values of the average annual air temperature and annual atmospheric precipitation, characterizing the energy resources and moisture content of the territory. At the same time, the moisture content of the territory, as a function of climatic indicators, directly depends on the annual atmospheric precipitation and, in turn, on the average annual air temperature, which determines their relative instability in space-time scales and, taking into account territorial differences, acquires important practical significance as a basis for nature management and at the same time is a difficult task due to the need to take into account interrelated factors of the natural system.

Temperature increases, reduced precipitation and increased evaporation in Central Asia, documented in several studies (Xu, 2016: 395-400; Yin, 2016: 378-382; Sheffield and Wood, 2008: 86-93), increase the sensitivity of natural areas to droughts because of limited water resources, low-adaptive capacity and growing population (Qi, 2012: 115-118; Patrick, 2017: 95). The climate changes in the territory of Kazakhstan, located in the northern part of Central Asia, have occurred somewhat faster in recent decades compared to other regions of the world situated in the same latitudinal zone (Zheleznova, 2022: 144; Karatayev, 2022: 28): the rate of change in average annual air temperatures over the past 20 years at all meteorological stations has increased from 0.8 to 2.2 °C. Such changes can also impact erosion and salinization, the principal processes of desertification (Lal, 2012: 212). Soil

salinization is a global environmental concern that can negatively affect sustainable land use, crop land productivity, and food security.

In the conditions of global climate change, in order to neutralize the negative impact of climatic indicators and ensure favorable conditions for territorial organization of agricultural nature management (Aldazhanova, 2022: 1187, Viana, 2022: 806), forecasts of natural thermal and moisture supply and trends in the development of this process in spatial and temporal scales in terms of natural and geographical zones and administrative regions serve as a means of ensuring food and feed security in the region (Wang, 2020: 137-139; Yu, 2019: 5-10).

The purpose of the research is to obtain scenario-based forecasts of changes in natural heat and moisture availability and its annual indicators' variability under possible climate change and the development trend of this process in territories characterized by different natural conditions.

The Turkestan region of the Republic of Kazakhstan located in the northwestern part of Central Asia in the basin of the Syrdarya River, with an area of 11 609.4 thousand ha, is taken as the object of study. The total area of all agricultural lands is 10 043.4 thousand ha, including 926.4 thousand ha of arable land, 38.3 thousand ha of perennial plantings, 94.9 thousand ha of hayfields, 120.2 thousand ha of fallow land and 8 863.6 thousand ha of pastureland (Consolidated report, 2021: 56).

## Materials and Methods

*Study area.* The research is concerned with the natural area of Turkestan region of the Republic of Kazakhstan. The region is located in the southern part of the Republic of Kazakhstan. The following

natural zones are distinguished on the territory of the region with an area of 116 094 km<sup>2</sup> (4.3 % of the territory of the Republic of Kazakhstan): forest-meadow-steppe zone of mid-mountains; steppe zone of low-hill terrain and midlands; semi-arid zone of foothills; arid zone of foothills, lowland and high land plains. All natural areas are characterized by a variety of natural and climatic conditions. The region's climate is sharply continental.

*Data sources.* The time series of the average annual temperature and annual precipitation indicators for 1941-2020 by sixteen weather stations represented in the following analytic databases: Kazgidromet RSE (Kazgidromet, 2021), World Meteorological Organization (WMO, 2021) and in the "Weather and Climate" reference and information portal have been used as information support to assess the natural moisture availability of natural zones of the Turkestan region of the RK (<http://www.pogodaiklimat.ru/>).

The initial information for the allocation of natural areas of the Turkestan region was: materials of the field landscape research of contributors, landscape map of the Republic of Kazakhstan.

*Methods.* The following indicators were used to assess the moisture availability of natural areas in the Turkestan region (Mustafayev and Ryabtsev, 2012: 212-214):

– natural moisture coefficient ( $K_y$ ), enabling to assess the heat – and water availability of the territory which was determined according to the formula 1 (Ivanov, 1941: 15):

$$K_y = O_c / E_o, \quad (1)$$

where  $O_c$  – precipitation amount,  $E_o$  – monthly average evaporation;

– hydrothermal index or "dryness index" ( $\bar{R}_i$ ), representing the ratio of the radiation budget ( $R_i$ ) to the heat input for evaporation of precipitation ( $L \cdot O_{ci}$ ), which was determined by formula 2 (Budyko, 1956: 256):

$$\bar{R}_i = R_i / L \cdot O_{ci}, \quad (2)$$

where  $L$  – specific heat of evaporation assumed constant and equal to 2.5 kJ/cm<sup>2</sup>, which, firstly, takes into account the idea of hydration (Dokuchaev, 1948: 25-29) and the provision on the value of the ratio of the radiation balance to precipitation for the characterization of moisture conditions (Grigoriev, 1966: 381); secondly – qualifies the conditions of heat and moisture availability of soil and vegetation

cover; thirdly – specifies considerably the conditions of formation of soil, hydrogeological and geochemical environment and, fourthly, it allows considering the nature and intensity of human anthropogenic activity.

The following estimation integral criteria have been used to assess changes in the energy resources indicators of climate in the natural areas of the Turkestan region for 1941-1960 and 2001-2020:

– sum of biologically active air temperatures ( $\sum t_{c, \circ C}$ ) above 10 °C, which was calculated by summing the product of average monthly air temperatures and the number of months with average monthly air temperatures above 10 °C that was determined by formula 3 (Mustafayev and Ryabtsev, 2012: 214-216):

$$\sum t_{c, \circ C} = \sum_{i=1}^n t_m \cdot N, \quad (3)$$

where  $t_m$  – average monthly air temperature above 10 °C;  $N$  – number of days in a month;  $n$  – number of months where the average monthly air temperature is above 10 °C;

– photosynthetically active radiation ( $R_i$ , kJ/cm<sup>2</sup>) during the biological active period of the year, which was determined by the formula 4 (developed by the authors):

$$R_i = 4.1868 \cdot [13.39 + 0.0079 \cdot \sum t_i > 1], \quad (4)$$

– monthly evaporation ( $E_o$ , mm), which was determined by formula 5 (Ivanov, 1941: 15):

$$E_o = 0.0018(t_m + 25)^2(100 - \alpha), \quad (5)$$

where  $t_m$  – average monthly air temperature, °C;  $t_\alpha$  – average monthly relative humidity, %;

– water consumption by agricultural land (vegetation and soil cover) ( $ET_{ci}$ ), which was determined by formula 6 (Budyko, 1956: 256):

$$ET_{ci} = 10 \cdot R_i \cdot L^{-1}, \quad (6)$$

where  $L$  – heat of evaporation numerically equal to 2.5 kJ/cm<sup>3</sup>.

In the nature, annual photosynthetically active radiation ( $R_i$ ) and precipitation ( $O_{ci}$ ) qualify the material and energy environment enabling to determine the cost of solar energy for the soil formation process ( $Q_{ni}$ ), which is determined by formula 7 (Budyko, 1956: 256):

$$Q_{ni} = R_i \cdot \exp(-\alpha \cdot \bar{R}_i), \quad (7)$$

where  $R_i$  – annual radiation balance of the soil surface ( $\text{kJ}/\text{cm}^2$ );  $\alpha$  – index of the complete use of radiant energy in soil-forming processes, numerically equal to 0.47;  $\bar{R}_i$  – “radiation dryness index” or Nesterov’s fire-danger index.

The favorable conditions for developing the soil formation process in the natural environment are observed in the natural and climatic conditions, where the Nesterov’s fire-danger index ( $\bar{R}$ ) is equal to 0.9-1.0, that commonly corresponds to the area of highly productive chernozem soil formation. By reference to specific features of these natural processes, potential cost of solar energy on the soil-forming process ( $Q_{ni}^n$ ) with  $\bar{R}_i = 1.0$  is determined by formula 8 (Mustafayev and Ryabtsev, 2012: 216):

$$Q_{ni}^n = R_i \cdot \exp(-\alpha), \quad (8)$$

In the natural environmental conditions, “excess solar energy on the soil-forming process” ( $\Delta Q_{ni}^u$ ), that is, the unused annual radiation balance of the soil surface ( $R_i$ ) is determined by formula 9 (developed by the authors):

$$\begin{aligned} \Delta Q_{ni}^u &= Q_{ni}^n - Q_{ni} = R_i \cdot \exp(-\alpha) - R_i \cdot \exp(-\alpha \cdot \bar{R}_i), \\ \Delta Q_{ni}^u &= R_i [\exp(-\alpha) - \exp(-\alpha \cdot \bar{R}_i)] = R_i \cdot \exp[-(\alpha - \alpha \cdot \bar{R}_i)]; \end{aligned}$$

$$\Delta Q_{ni}^u = R_i \cdot \exp\{-[\alpha \cdot (1 - \bar{R}_i)]\} \quad (9)$$

The natural heat and moisture availability in the natural areas of the Turkestan region which has made it possible to establish the impact of climatic change on the natural moisture and heat supply of agricultural land (soil and vegetation cover) on the space-time scale is determined on the basis of the proposed integral climatic and energy indicators.

## Results and Discussion

### *Average annual air temperature and annual precipitation of natural zones*

A comparative analysis of data for the 1941-1960 and 2001-2020 periods for sixteen weather stations was conducted for identification of changes in annual average air temperature ( $t_i$ , °C) and annual precipitation ( $O_{ci}$ , mm) affecting the natural moisture and heat supply of the natural areas of the Turkestan region (Table 1).

**Table 1** – Indicators of annual average air temperature ( $t_i$ , °C) and annual precipitation ( $O_{ci}$ , mm) in the natural areas of Turkestan region

Natural area	Weather bureau stations	Climatic indices					
		Average annual air temperature ( $t_i$ , °C)			Annual precipitation ( $O_{ci}$ , mm)		
		average of period		difference	average of period		difference
		1941-1960	2001-2020		1941-1960	2001-2020	
Forest-meadow steppe zone of mid-mountains	Shuyldak	7.5	6.2	-1.3	602.0	601.0	-0.1
	Tassaryk	9.3	10.2	0.8	816.0	754.0	-62.0
Steppe zone of low-hill terrain and midlands	Achisai	10.3	11.4	1.1	500.0	552.0	52.0
	T. Ryskulov	11.5	12.4	0.9	855.0	786.0	-69.0
Semi-arid zone of foothills	Shymkent	11.9	13.6	1.7	640.0	615.0	-25.0
	Kazygurt	11.3	13.6	1.3	517.0	524.0	7.0
Arid zone of foothills, lowland and high plains	Shayan	11.6	13.3	1.7	349.0	362.0	13.0
	Sholakkorgan	9.1	11.0	1.9	180.0	203.0	23.0
	Shardara	12.6	14.8	2.2	230.0	230.0	0.0
	Bugen	11.8	13.7	1.9	305.0	294.0	-11.0
	Arys	12.5	14.1	1.6	290.0	282.0	-8.0
	Bayirkum	11.7	13.6	1.9	275.0	275.0	0.0
	Turkestan	11.8	13.8	2.0	207.0	225.0	18.0
	Tasty	8.7	10.9	2.2	185.0	163.0	-22.0
Akkum	11.3	13.1	1.8	154.0	174.0	20.0	
Kyzylkum	12.1	13.8	1.7	190.0	195.0	5.0	

A comparative analysis of changes in the average annual air temperature in the natural areas of the Turkestan region for the periods considered has showed that there is an increase in this indicator in all natural areas, except for the indicator at the Shuyldak weather station (forest-meadow steppe zone of mid-mountains), where there was a decrease in the average annual air temperature by 1.3 °C, which is due to the high-altitude location of this weather station with 1984 m elevation above sea level (Ugam mountain system).

It has been established that the rate of change in the average annual air temperature in the natural areas of the region over the past 20 years (2001-2020) has significantly increased from 0.8 (Tassaryk weather station, forest-meadow steppe zone of mid-mountains) to 2.2 °C (Tasty weather station, arid zone of low-land and high plains).

From the above calculation data (Table 1), a decrease in the amount of annual precipitation in all natural areas has been established, specifically in the forest-meadow steppe zone of mid-mountains (Tassaryk weather station) by 62.0 mm, in the steppe zone of low-hill terrain and midlands (T. Ryskulov

weather station) by 69.0 mm, in the semi-arid zone of the foothills (Shymkent weather station) by 25.0 mm, in the arid zone of foothills, lowland and high plains (weather stations – Bugen, Arys and Tasty) from 11 to 22 mm. It was noted that the general trend of changes in the amount of precipitation in all natural zones of the Turkestan region in recent years (2001-2020) is directed downwards.

The conducted analysis of changes in climatic indices in the natural areas of the Turkestan region in the space-time terms has allowed establishing increase in the average annual air temperature, especially during 2001-2020, which had an effect on the natural moisture availability of natural areas decreasingly since the increase of air temperature has caused expectable decreases in the annual average values of relative humidity enhancing the evaporative capacity of the natural environment.

#### *Energy resources of natural areas climate*

The conducted assessment of changes in energy resources indicators based on climatic indices (Table 1) depending on the average annual air temperature and solar radiation in the natural areas of the Turkestan region for 1941-1960 and 2001-2020 has demonstrated that (Table 2):

**Table 2** – Indicators of energy resources of natural areas climate of the Turkestan region

Natural area	Weather stations	Periods	Indicators of energy resources climate			
			$(\sum t_c, ^\circ C)$	$R_t, kJ/cm^2$	$E_{oi}, mm$	$ET_{cT}, mm$
1	2	3	4	5	6	7
Forest-meadow-steppe zone of mid-mountains	Shuyldak	1941-1960	3172.2	161.0	911.0	644.0
		2001-2020	2281.3	131.5	707.0	526.0
		difference	-890.9	-29.5	-204	-118
	Tassaryk	1941-1960	3461.3	170.5	993.0	682.0
		2001-2020	3594.9	175.0	1114.0	700.0
		difference	133.6	4.5	121	18
Steppe zone of low-hill terrain and midlands	Achisai	1941-1960	3877.3	184.3	1385.0	737.0
		2001-2020	4069.3	190.7	1590.0	763.0
		difference	192	6.4	205	26
	T. Ryskulov	1941-1960	4054.0	190.2	1405.0	761.0
		2001-2020	4163.8	193.8	1438.0	775.0
		difference	109.8	3.6	33	14
Semi-arid zone of foothills	Shymkent	1941-1960	4179.5	194.3	1359.0	777.0
		2001-2020	4454.2	203.4	1526.0	814.0
		difference	274.7	9.1	167	37
	Kazygurt	1941-1960	3977.6	187.6	1280.0	750.0
		2001-2020	4435.8	202.8	1553.0	811.0
		difference	458.2	15.2	273	61

1	2	3	4	5	6	7
Arid zone of foothills, lowland and high plains	Sholakkorgan	1941-1960	3849.4	183.4	1239.0	734.0
		2001-2020	4206.3	195.2	1472.0	781.0
		difference	356.9	11.8	233	47
	Shayan	1941-1960	4301.9	198.3	1547.0	793.0
		2001-2020	4594.9	208.0	1788.0	832.0
		difference	293	9.7	241	39
	Shardara	1941-1960	4695.6	211.4	1677.0	845.0
		2001-2020	4842.6	216.2	1863.0	865.0
		difference	147	4.8	186	20
	Bugen	1941-1960	4458.0	203.5	1586.0	814.0
		2001-2020	4695.7	211.4	1799.0	845.0
		difference	237.7	7.9	213	31
	Arys	1941-1960	4537.4	206.1	1603.0	825.0
		2001-2020	4790.6	214.5	1828.0	858.0
		difference	253.2	8.4	225	33
	Bayirkum	1941-1960	4307.7	198.5	1544.0	794.0
		2001-2020	4646.5	209.7	1794.0	839.0
		difference	338.8	11.2	250	45
	Turkestan	1941-1960	4445.4	203.1	1588.0	812.0
		2001-2020	4765.8	213.7	1805.0	855.0
		difference	320.4	10.6	217	43
	Tasty	1941-1960	4035.5	189.5	1426.0	758.0
		2001-2020	4365.3	200.4	1705.0	802.0
		difference	329.8	10.9	279	44
	Akkum	1941-1960	4399.5	201.6	1560.0	806.0
		2001-2020	4671.3	210.6	1846.0	842.0
		difference	271.8	9	286	36
	Kyzylkum	1941-1960	4567.6	207.1	1603.0	829.0
		2001-2020	4851.6	216.5	1903.0	866.0
		difference	284.0	9.4	300.0	37

– in the forest-meadow steppe zone of mid-mountains (Shuyldak weather station) during the period under consideration there were decreases in: sum of biologically active air temperature values ( $\sum t, ^\circ C$ ) by 890.9  $^\circ C$ ; photosynthetically active radiation ( $R_i$ ) by 29.5  $\text{kJ}/\text{cm}^2$ ; evaporation from the water surface ( $E_{oi}$ ) by 204.0 mm and water consumption by agricultural land (vegetation and soil cover) ( $ET_{ci}$ ) by 118.0 mm which is due to the high-altitude location of the natural area (1984 m above sea level). According to data of the Tassaryk weather station located in this natural area, but well below in the mountains (1523 m above sea level) there is already an increase in: sum of biologically active air temperatures by 133.6  $^\circ C$ , photosynthetically active radiation by 4.5  $\text{kJ}/\text{cm}^2$ , evaporation from the water surface by 121.0 mm and water consumption

by agricultural land (vegetation and soil cover) by 18.0 mm;

– in the steppe zone of low-hill terrain and midlands (T. Ryskulov and Achisai weather stations), there has been an increase in: sum of biologically active air temperatures from 109.8 to 192.0  $^\circ C$ , photosynthetically active radiation from 3.6 to 6.4  $\text{kJ}/\text{cm}^2$ , evaporation from the water surface from 33 to 205 mm and water consumption by agricultural land from 14 to 26 mm;

– in the semi-arid zone of foothills, (Shymkent and Kazygurt weather stations), there was an increase in: sum of biologically active air temperatures from 274.7 to 458.2  $^\circ C$ , photosynthetically active radiation from 9.1 to 15.2  $\text{kJ}/\text{cm}^2$ , evaporation from the water surface from 167.0 to 273.0 mm and water consumption by agricultural land from 37.0 to 61.0 mm.

– in the arid zone of foothills, lowland and high plains (Sholakkorgan, Shayan, Shardara, Bugen, Arys, Bayirkum, Turkestan, Tasty, Kyzylkum and Akkum weather stations), there was an increase in: sum of biologically active air temperatures from 147.0 to 356.9 °C, photosynthetically active radiation from 4.8 to 11.8 kJ/cm<sup>2</sup>, evaporation from the water surface from 186.0 to 300.0 mm and water consumption by agricultural land from 20.0 to 47.0 mm.

Therefore, in the natural areas of the Turkestan region there is a positive trend of changes in the average annual air temperature and negative trend in the amount of annual precipitation which will have an impact on the productivity of agricultural land. In particular, there will be increase in the

sum of biologically active air temperature values and photosynthetically active radiation since as energy resources of the climate which will drive up the evaporation from the water surface and water consumption by agricultural land (vegetation and soil cover).

*Natural moisture and heat supply of natural areas*

Based on the proposed integral climatic and energy indicators, the natural heat and moisture availability of the territories of the Turkestan region are determined, which allow us to establish the impact of global climate change on the natural moisture and heat supply of agricultural land on a spatio-temporal scale (Table 3).

**Table 3** – Changes in the natural heat and moisture supply of agricultural lands in the Turkestan regions compared to the base period (1941-1960) and the last 20 years (1961-2020)

Natural area	Weather stations	Periods	Indicators				
			$K_{yi}$	$R_i$	$Q_{ni}$	$Q_{ni}^n$	$\Delta Q_{ni}^n$
Forest-meadow-steppe zone of mid-mountains	Shuyldak	1941-1960	0.66	1.07	97.4	100.6	3.2
		2001-2020	0.85	0.88	87.2	82.2	-5
		difference	0.19	-0.19	-10.2	-18.4	
	Tassaryk	1941-1960	0.82	0.84	115.1	106.6	-8.5
		2001-2020	0.68	0.93	113.1	109.4	-3.7
		difference	-0.14	0.09	-2	2.8	
Steppe zone of lowhill terrain and midlands	Achisai	1941-1960	0.36	1.47	92.2	115.2	23
		2001-2020	0.35	1.38	99.6	119.2	19.6
		difference	-0.01	-0.09	7.4	4	
	T. Ryskulov	1941-1960	0.61	0.89	125.2	118.9	-6.3
		2001-2020	0.55	0.99	121.9	121.1	-0.8
		difference	-0.06	0.10	-3.3	2.2	
Semiarid zone of foothills	Shymkent	1941-1960	0.47	1.21	109.8	121.4	11.6
		2001-2020	0.40	1.32	109.2	127.1	17.9
		difference	-0.07	0.11	-0.6	5.7	
	Kazygurt	1941-1960	0.40	1.45	94.8	117.3	22.5
		2001-2020	0.34	1.55	98.0	126.8	28.8
		difference	-0.06	0.1	3.2	9.5	
Arid zone of foothills, lowland and high plains	Sholakkorgan	1941-1960	0.15	4.08	27.0	114.6	87.6
		2001-2020	0.14	3.85	32.0	122.0	90
		difference	-0.01	-0.23	5	7.4	
	Shayan	1941-1960	0.23	2.27	68.1	123.9	55.8
		2001-2020	0.20	2.30	70.6	130.0	59.4
		difference	-0.03	0.03	2.5	6.1	
	Shardara	1941-1960	0.14	3.68	37.6	132.1	94.5
		2001-2020	0.12	3.76	36.9	135.1	98.2
		difference	-0.02	0.08	-0.7	3	
	Bugen	1941-1960	0.19	2.67	58.1	127.2	69.1
		2001-2020	0.16	2.88	54.7	132.1	77.4
		difference	-0.03	0.21	-3.4	4.9	



Arys	1941-1960	0.18	2.84	54.2	128.8	74.6
	2001-2020	0.15	3.04	51.3	134.1	82.8
	difference	-0.03	0.20	-2.9	5.3	
Bayirkum	1941-1960	0.18	2.89	51.1	124.1	73
	2001-2020	0.15	3.05	50.0	131.1	81.1
	difference	-0.03	0.16	-1.1	7	
Turkestan	1941-1960	0.13	3.92	32.1	126.9	94.8
	2001-2020	0.12	3.80	35.8	133.6	97.8
	difference	-0.01	-0.12	3.7	6.7	
Tasty	1941-1960	0.13	4.10	27.6	118.4	90.8
	2001-2020	0.10	4.92	19.9	125.3	105.4
	difference	-0.03	0.82	-7.7	6.9	
Akkum	1941-1960	0.10	5.24	17.2	126.0	108.8
	2001-2020	0.09	4.84	21.6	131.6	110
	difference	-0.01	-0.4	4.4	5.6	
Kyzylkum	1941-1960	0.12	4.36	26.7	129.4	102.7
	2001-2020	0.10	4.44	26.9	135.3	108.4
	difference	-0.02	0.08	0.2	5.9	

The identified spatial variations in the boundaries of natural moisture and hydrothermal index in the natural areas of the Turkestan region for 1941-1960 and 2001-2020 are shown in Table 3 and Figure 1-2, that have an impact on energy cost for the soil formation:

- in the forest-meadow steppe zone of mid-mountains (Shuyldak weather station), a natural moisture coefficient has increased by 0.19 and the Nesterov's fire-danger index has dropped by 0.19. In the area of Tassaryk weather station location, natural moisture coefficient has decreased by 0.14, Nesterov's fire-danger index has increased by 0.09;

- in the steppe zone of low-hill terrain and midlands, natural moisture coefficient has decreased by 0.01 (Achisai weather station) and 0.06 (T. Ryskulov weather station), Nesterov's fire-danger index has decreased by 0.09 and 0.10 accordingly;

- in the semi-arid zone of foothills, natural moisture coefficient has decreased by 0.07 (Shymkent weather station) and 0.06 (Kazygurt weather station), Nesterov's fire-danger index (dryness index) has increased by 0.10 and 0.11 accordingly;

- in the arid zone of foothills, lowland and high plains (Sholakkorgan, Shayan, Shardara, Bugen, Arys, Bayirkum, Turkestan, Tasty, Kyzylkum and Akkum weather stations) natural moisture coefficient is prone to decrease from 0.01 (Sholakkorgan weather station) to 0.03 (Arys weather station, etc.) and the Nesterov's fire-danger index (dryness index) to the increase from 0.03 to 0.82.

Generally, in the space-time terms, in the natural areas of the Turkestan region from 1941 to 2020 there is a decrease in the coefficient of natural moisture by 15-20 %, with simultaneous increase in the Nesterov's fire-danger index (dryness index), which affects the spatial spread of the boundaries of natural areas, and requires the development of measures to ensure water security in agricultural activities, with respect to the natural and climatic differences of the Turkestan region.

The identified spatial variations in the boundaries of natural moisture and hydrothermal index in the natural areas of the Turkestan region for 1941-1960 and 2001-2020 are shown in Figure 1-2, that have an impact on energy cost for the soil formation.

The natural ( $Q_{ni}$ ) and potential ( $Q_{ni}^n$ ) cost of solar energy on the soil-forming process under the same conditions of the radiation balance of the soil surface ( $R_i$ ) is highly correlated to the Nesterov's fire-danger index (dryness index) ( $R_i$ ), which is reported in our estimated calculations for the periods from 1941-1960 to 2001-2020 within the boundaries of the natural areas of the Turkestan region:

- in the forest-meadow steppe zone of mid-mountains (Shuyldak and Tassaryk weather stations), natural energy input for the soil-forming process was from 100.6 to 106.6 kJ/cm<sup>2</sup> (1941-1960) and from 82.2 to 109.4 kJ/cm<sup>2</sup> (2001-2020), there has been a decrease by 18.4 kJ/cm<sup>2</sup> (Shuyldyk weather station) and increase by 2.8 kJ/cm<sup>2</sup> (Tassaryk weather station);

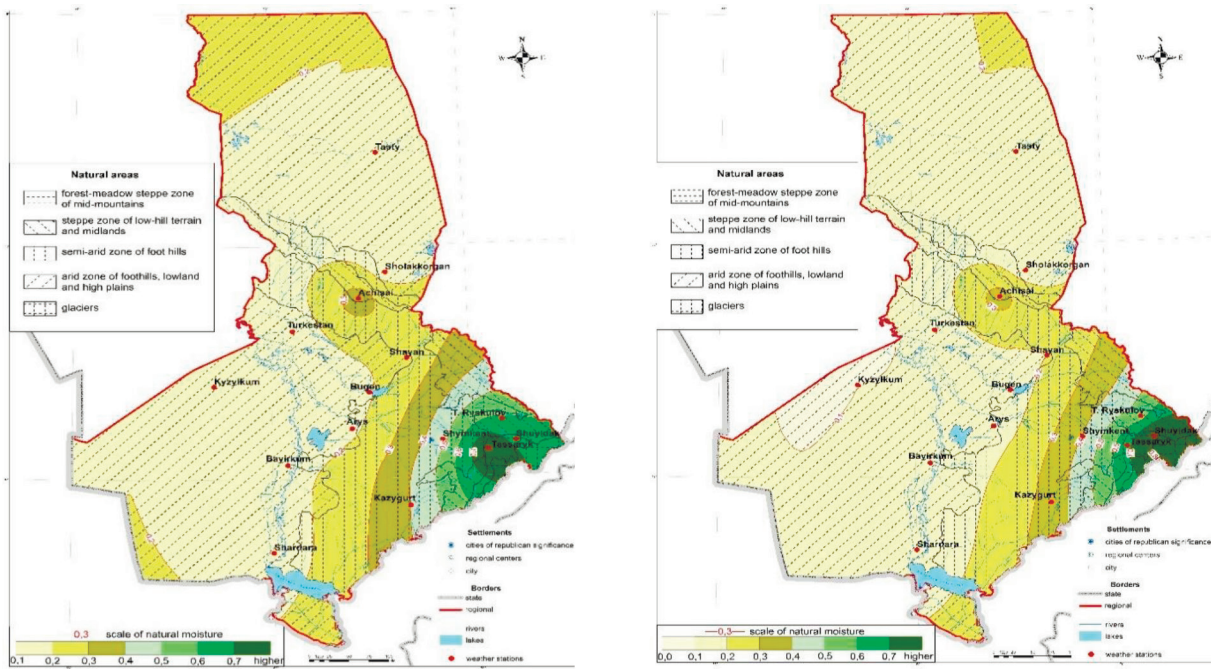


Figure 1 – Spatial variations of natural moisture boundaries in the natural areas of the Turkestan region

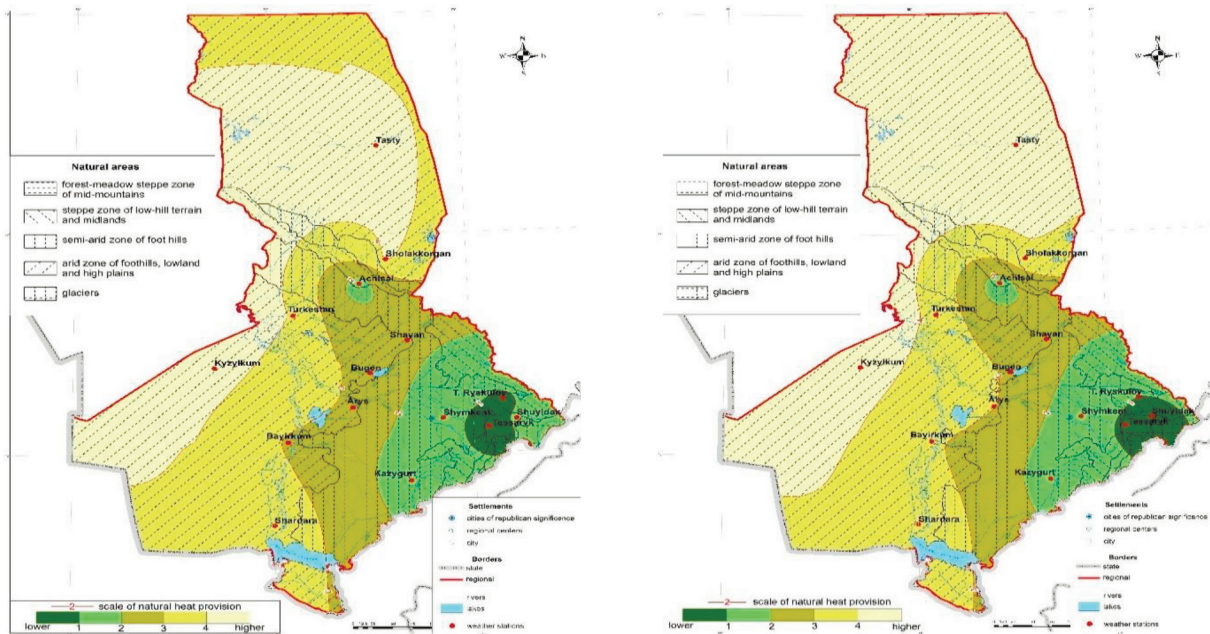


Figure 2 – Spatial variations in the boundaries of natural heat provision in the natural areas of the Turkestan region

– in the steppe zone of low-hill terrain and midlands (Achisai and T. Ryskulov weather stations), natural energy cost for the soil-forming process was from 115.2 to 118.9 kJ/cm<sup>2</sup> (1941-1960) and in 2001-2020 from 119.2 to 121.1 kJ/cm<sup>2</sup>, there is an increase from 2.2 to 4.0 kJ/cm<sup>2</sup>;

– in the semi-arid zone of the foothills (Shymkent and Kazygurt weather stations), natural energy cost for the soil-forming process was from 121.4 to 117.3 kJ/cm<sup>2</sup> (1941-1960) and for 2001-2020 from 126.8 to 127.1 kJ/cm<sup>2</sup>, there is an increase from 5.7 to 9.5 kJ/cm<sup>2</sup>;

– in the arid zone of foothills, lowland and high plains (Sholakkorgan, Shayan, Shardara, Bugen, Arys, Bayirkum, Turkestan, Tasty, Kyzylkum and Akkum weather stations) for 1941-1960, natural energy input for the soil-forming process was observed in the range from 118.4 to 129.4,0 kJ/cm<sup>2</sup> and in 2001-2020 – from 122.0 to 135.3 kJ/cm<sup>2</sup>, a widespread upward trend is observed.

In general, for the natural areas of the Turkestan region, potential cost of solar energy on the soil-forming process for 1941-1960 period is observed in the range of 100.6-132.1 kJ/cm<sup>2</sup> and for 2001-2020 – 82.2-135.3 kJ/cm<sup>2</sup>, and the unused annual radiation budget of the soil surface varies from 3.2 to 108.8 kJ/cm<sup>2</sup>.

From the presented calculation data it follows that the natural moisture coefficient ( $K_{y_i}$ ) and Nesterov's fire-danger index (dryness index) ( $\bar{R}_i$ ) indicative of heat provisions and natural energy consumption for the soil-forming process ( $Q_{ni}$ ) in the natural areas of Turkestan region have profoundly changed, especially over the last 20 years (2001-2020). There have been quite sharp changes downwards.

Therefore, hence it appears that there is a trend of climate change in all natural areas located within the territory of the Turkestan region. In the natural areas, there is a displacement of the boundaries of distribution of natural moisture coefficient and hydrothermal index (dryness index) towards aridization, which will affect fundamentally on the formation of vegetation and soil cover, and – on the territorial organization of agricultural nature management.

### Conclusion

The conducted assessment of climatic changes in the natural areas located within the territory of Turkestan region for the eighty-year period (1941-2020) has allowed to establish:

– increase in annual average air temperature ( $t_i$ , °C) in all natural areas, whereby the rate of its change over the past 20 years (2001-2020) has significantly increased from 0.8 (forest-meadow steppe zone of mid-mountains) to 2.2 °C (arid zone of foothills, lowland and highland plains). Over the past 20 years there has also been a sharp decrease

in annual precipitation ( $O_{ci}$ , mm) in all natural areas, specifically in the forest-meadow steppe zone (Tassaryk weather station) by 62 mm and in the steppe zone of the low-hill terrain and midlands (weather station T. Ryskulov) by 69.0 mm;

– increase of indicators: total of biologically active air temperature ( $\sum t_c, ^\circ C$ ) from 109.8 (steppe zone of low-hill terrain and midlands) from 458.2° C (semi-arid zone of the foothills), photosynthetically active radiation ( $R_i$ ) from 3.6 to 15.2 kJ/cm<sup>2</sup> (same natural areas), evaporation from the water surface ( $E_{qi}$ ) to 33.0 (steppe zone of low-mountain terrain and mid-mountains) to 300.0 mm (arid zone of foothills, lowland and high plains) and water consumption by agricultural land (vegetation and soil covering) ( $ET_{ci}$ ) from 14.0 to 61.0 mm (same natural areas);

– decrease of the natural moisture (water availability) coefficient ( $K_{yi}$ ) by 15-20 % with simultaneous increase in the Nesterov's fire-danger index (dryness index)  $\bar{R}_i$  in all natural zones, which to some extent impacts the formation of the boundaries of natural areas;

– potential solar energy consumption for the soil-forming process  $Q_{ni}^n$  for 1941-1960 ranges from 100.6 (forest-meadow and steppe zone of the mid-mountains) to 132.1 kJ/cm<sup>2</sup> (arid zone of foothills, lowland and high plains) and for 2001-2020 – 82.2 to 135.3 kJ/cm<sup>2</sup> (same natural areas) where the unused annual radiation balance of the soil surface ranges from 3.2 to 108.8 kJ/cm<sup>2</sup>.

The identified climatic changes of natural moisture coefficient and indicator of heat and water availability in the natural areas of Turkestan region allow agricultural formations, especially farming enterprises, to arrange the sustainable agricultural natural resource use, determine the optimal cropping pattern of agricultural crops.

### Acknowledgements

This research has been funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP14869663 – To develop scientific and applied foundations of landscape-agroecological regionalization of Turkestan region for the balanced land use) (2022-2024 years).

## References

- Aldazhanova G., Beissenova A., Skorintseva I., Mustafayev Zh. and Aliaskarov D. Assessment of land resources of the Zhambyl region as the basis of recreation development and food security of the Republic of Kazakhstan // *GeoJournal of Tourism and Geosites*. – 2022. – №4. – P. 1183–1189.
- Budyko M. Teplovoj balans zemnoj poverhnosti [Thermal balance of the earth's surface] // *Gidrometeoizdat*. – 1956. – P. 256. (in Russian)
- Consolidated analytical report on the state and use of land in the Republic of Kazakhstan // *Nur-Sultan*. – 2021. – P. 56.
- Dokuchaev V. Uchenie o zonah prirody [The doctrine of the zones of nature] // *Moscow: Geografiz*. – 1948. – P. 20–30. (in Russian)
- Grigoriev A. Zakonomernosti stroenija i razvitija geograficheskoy sredy [Patterns of the structure and development of the geographical environment] // *Selected theoretical works. Mysl'*. – 1966. – P. 381.
- Information and reference portal "Weather and climate". URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/>
- Ivanov N. Zony uvlazhnenija zemnogo shara [Humidification zones of the globe] // *Proceedings of the Academy of Sciences of the USSR. Series of geography and geophysics*. – 1941. – №3. – P. 15. (in Russian)
- Karatayev M., Clarke M., Salnikov V., Bekseitova R. and Nizamova M. Monitoring climate change, drought conditions and wheat production in Eurasia: the case study of Kazakhstan // *Heliyon*. – 2022. – №1. – P. 28.
- Kazgidromet. Annual Bulletin of monitoring the state and climate change in Kazakhstan. The national hydrometeorological service of the Republic of Kazakhstan. – 2021. – P. 13–60. URL: <https://www.kazhydromet.kz/en/>
- Lal R. Climate change and soil degradation mitigation by sustainable management of soils and other natural resources // *Agricultural Research*. – 2012. – №3. – P. 199–212.
- Mustafaev Zh. and Ryabtsev A. Metodologicheskie osnovy adaptivno-landshaftnoj melioracii [Methodological foundations of adaptive landscape reclamation] // *Bulletin of the Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture named after N. Isanov*. – 2012. – №3. – P. 210–216. (in Russian)
- Patrick E. Drought characterization and management in Central Asia region and Turkey // *FAO Water Reports*. – 2017. – №44. – P. 95.
- Qi J., Bobushev T., Kulmatov R., Groisman P. and Gutman G. Addressing global change challenges for Central Asian socio-ecosystems // *Frontiers of Earth Science*. – 2012. – №2. – P. 115–121.
- Sheffield J. and Wood E. Projected changes in drought occurrence under future global warming from multi-model, multi-scenario, IPCC AR4 simulations // *Climate dynamics*. – 2008. – №1. – P. 79–105.
- Viana C., Freire D., Abrantes P., Rocha J. and Pereira P. Agricultural land systems importance for supporting food security and sustainable development goals: A systematic review // *Science of The Total Environment*. – 2022. – P. 806.
- Wang J., Gao X., Zhou Y., Wu P. and Zhao X. Impact of conservation practices on soil hydrothermal properties and crop water use efficiency in a dry agricultural region of the Tibetan plateau // *Soil and Tillage Research*. – 2020. – №10. – P. 136–145.
- World Meteorological Organization. – 2021. URL: <https://public.wmo.int/en>
- Xu H., Wang X., Zhang X. Decreased vegetation growth in response to summer drought in Central Asia from 2000 to 2012 // *International journal of applied earth observation and geoinformation*. – 2016. – №52. – P. 390–402.
- Yin G., Hu Z., Chen X. and Tiyip T. Vegetation dynamics and its response to climate change in Central Asia // *Journal of Arid Land*. – 2016. – №3. – P. 375–388.
- Yu Y., Pi Y., Yu X., Ta Z., Sun L., Disse M. and Yu R. Climate change, water resources and sustainable development in the arid and semi-arid lands of Central Asia in the past 30 years // *Journal of Arid Land*. – 2019. №1. – P. 1–14.
- Zheleznova I., Gushchina D., Meiramov Z. and Olchev A. Temporal and Spatial Variability of Dryness Conditions in Kazakhstan during 1979-2021 based on Reanalysis Data // *Climate*. – 2022. – №10. – P. 144.

A.B. Togay\* , G.T. Suleimenova , A.S. Nyssanbayeva 

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: [togay.anara@bk.ru](mailto:togay.anara@bk.ru)

## REPEATABILITY OF AIRCRAFT VIBRATION AT THE INTERNATIONAL AIRPORT OF ALMATY

The movement of air particles is a very mobile medium, which is usually chaotic or turbulent in nature. Turbulence (translated from latin "turbo" means vortex) is a state of the atmosphere in which a vortex and wind can form horizontal and vertical cracks. The influence of atmospheric turbulence on the flight of the aircraft is manifested in sudden and unexpected changes in the horizontal flight configuration. A sharp and sudden change in flight mode due to the effect of turbulence is usually called a "vibration" or bump. Vibration depends on the physical state of the atmosphere, time of year, time of day, altitude of the terrain, its orographic features and meteorological conditions. In the article, work was carried out to identify the features of vibration propagation and its relationship with meteorological parameters at the airport of Almaty in the period from 2015 to 2019. As a result, it was showed that the maximum frequency of vibration at the considered standard levels of 960-110 hPa corresponds to the cold period of the year and occurs at the height of takeoff and landing. As for the connection between air temperature and vibration, it has found that vibration is most common in the temperature range from  $-4^{\circ}\text{C}$  to  $0^{\circ}\text{C}$ . It was also revealed that the frequency of vibration most often coincides in cloudless conditions, i.e. the total number of cases is 439 (00 hours) and 609 (12 hours), respectively, the frequency is 61 and 84%. During the study of the relationship between vibration and clouds, it was recorded that vibration exists only with 3 different clouds, i.e. Ci, Ac and Sc. The results of the study can be widely used in the fields of civil aviation, military aviation.

**Key words:** atmospheric turbulence, vibration, vibration repeatability, aerological diagram, altitude, air temperature, cloud cover, vibration intensity.

А.Б. Тоғай\*, Г.Т. Сулейменова, А.С. Нысанбаева

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: [togay.anara@bk.ru](mailto:togay.anara@bk.ru)

### Халықаралық Алматы әуежайы бойынша әуе кеме дірілінің қайталанушылығы

Ауа – бөлшектердің қозғалысы әдетте ретсіз немесе турбулентті сипатта болатын өте жылжымалы орта. Турбуленттілік (латынша «турбо» сөзінен аударғанда құйындалу, иірім дегенді білдіреді) – бұл атмосфераның түрлі өлшемінде құйын мен желдің көлденең және тік жарықтары пайда бола алатын жай-күйі. Атмосфералық турбуленттіліктің ұшақтың ұшуына әсері көлденең ұшу режимінің күрт және кенеттен өзгерістерінде көрінеді. Турбуленттіліктің әсері салдарынан ұшу режимінің күрт және кенеттен өзгеруін әдетте «діріл» немесе рема деп атайды. Діріл атмосфераның физикалық жағдайына, жыл уақытына, тәулік уақытына, жергілікті жердің биіктігіне, оның орографиялық ерекшеліктеріне және метеорологиялық жағдайларға байланысты. Мақалада 2015-2019 жылдар аралығындағы дірілдің Алматы қаласы әуежайы бойынша таралу ерекшеліктері мен оның метеорологиялық параметрлермен байланысын анықтау жұмыстары жүргізілді. Нәтижесінде, қарастырылған стандартты 960-110 гПа деңгейлердегі дірілдің қайталанушылығының максимумы жылдың суық кезеңіне сай және ең көп ұшу-қону биіктігінде кездесетіні көрсетілді. Ауа температурасы мен дірілдің байланысына келетін болсақ, діріл көбінесе  $-4^{\circ}\text{C}$  пен  $0^{\circ}\text{C}$  температура аралығында болатындығы анықталды. Сондай-ақ, дірілдің қайтанушылығы көбінесе бұлтсыз жағдайларда сәйкес келетіні анықталды, яғни жалпы жағдай саны 439-ға (00 сағат) және 609 (12 сағат) тең, сәйкесінше қайталанушылығы 61 және 84%-ды құрайды. Діріл мен бұлттылықтың байланысын зерттеу барысында діріл тек 3 түрлі бұлттылық кезінде, яғни Ci, Ac және Sc болатындығы тіркелді. Зерттеу нәтижелерін азаматтық авиация, әскери авиация салаларында кеңінен қолдануға болады.

**Түйін сөздер:** атмосфералық турбуленттілік, діріл, дірілдің қайталанушылығы, аэрологиялық диаграмма, биіктік, ауа температурасы, бұлттылық, дірілдің қарқындылығы.

Тогай А.Б.\* , Сулейменова Г.Т, Нысанбаева А.С.

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

\*e-mail: togay.anara@bk.ru

### Повторяемость болтанки воздушного судна в международном аэропорту Алматы

Движение частиц воздуха представляет собой очень подвижную среду, которая обычно носит хаотичный или турбулентный характер. Турбулентность (в переводе с латинского «турбо» означает вихрь) – это состояние атмосферы, при котором вихрь и ветер могут образовывать горизонтальные и вертикальные трещины. Влияние атмосферной турбулентности на полет самолета проявляется в резких и внезапных изменениях горизонтального режима полета. Резкое и внезапное изменение режима полета из-за эффекта турбулентности обычно называют «болтанкой» или ремой. Болтанка зависит от физического состояния атмосферы, времени года, времени суток, высоты местности, ее орографических особенностей и метеорологических условий. В статье проведена работа по выявлению особенностей распространения болтанки и ее связи с метеорологическими параметрами по аэропорту города Алматы в период с 2015 по 2019 годы. В результате было показано, что максимум повторяемости болтанки на рассматриваемых стандартных уровнях 960-110 гПа соответствует холодному периоду года и встречается на высоте взлета и посадки. Что касается связи температуры воздуха и болтанки, то установлено, что болтанка чаще всего находится в интервале температур от  $-4^{\circ}\text{C}$  до  $0^{\circ}\text{C}$ . Также выявлено, что повторяемость болтанки чаще всего совпадает в безоблачных условиях, т. е. общее число случаев равно 439 (00 часов) и 609 (12 часов), соответственно повторяемость составляет 61 и 84%. В ходе исследования связи болтанки и облачности было зафиксировано, что болтанка существует только при 3-х различных облачностях, т. е. С1, Ас и Sc. Результаты исследования могут быть широко использованы в сферах гражданской авиации, военной авиации.

**Ключевые слова:** атмосферная турбулентность, болтанка, повторяемость болтанки, аэрологическая диаграмма, высота, температура воздуха, облачность, интенсивность болтанки.

### Introduction

Atmospheric turbulence is a dangerous meteorological phenomenon that severely affects the aviation communication. An aircraft entering a zone of severe turbulence faces hefty consequences such as vibration and change in altitude, which might even lead to critical accidents and crashes (Babikov, M.A., 1951:199 p), (Nerushev A.Ph., 2019: 206 p).

According to a study by the National Transportation Safety Council (USA), from 1983 to 1997, turbulence caused 609 deaths and 823 injuries (Uhlenbrock, 2007:664p), (Kauffman P., 2002: 99p), (Kravchenko V.I., 2021: 322 p). From 1980 to 2008, 234 turbulence-related accidents were recorded in the United States alone, and caused 298 serious injuries and 3 deaths (Storer, 2019:2081p), (aerocorner.com/blog/planes-turbulence-crash). Due to high frequency of atmospheric turbulence, the aviation industry suffers financial losses up to \$750 million per year. Additionally, compensation for passengers annually exceeds \$10 million (John R. Mecikalski et al., 2007:1589p), (Williams, 2014), (Atmosphere..., 1991).

Accordingly, forecasters and researchers of AMSC deal with complex and responsible tasks analyzing and predicting atmospheric turbulence.

Currently, the presence of turbulence in the atmosphere and the vibration of aircrafts on the territory of Kazakhstan can be only analyzed by the reports of pilots. The disadvantage of such data collection is that turbulence is recorded only in the air, which can be limited to temporary intervals (according to the flight schedule) and spatial isolation (routes, airfield areas).

The purpose of this article is to study and analyze the features of the distribution of atmospheric turbulence and aircraft vibration at the airport of Almaty.

To conduct the analysis, it is necessary to perform the following task: calculate the repeatability of aircraft vibration according to the following meteorological parameters (altitude, temperature and cloud cover), taking into account the intensity of vibration affecting the aircraft.

### Materials and Methods

As the initial data, the vibration of aircraft caused by atmospheric turbulence was taken. The calculations were carried out for the period 2015-2019 from 960 HPA to 110 hPa. By analyzing the results of vibrations, it is possible to determine the course of atmospheric turbulence.

Using a five-year collection of data from the aerological diagram of Almaty Airport for 2015-2019, it is possible to analyze the number of vibration cases and collect data about the height, temperature, cloud cover, wind speed and direction at which vibrations were observed. Data collection has been received by placing an order on the website flymeteo.org (<https://flymeteo.org/arhiv/arhiv.php#forma>).

The aerological diagram is intended for visual computational and graphical analysis and forecast of aerometeorological flight conditions based on the data of complex radiosonding of the atmosphere.

The meteorological service uses forms of aerological diagrams with rectangular coordinate systems (aerological diagram №1 (ADP-1) and aerological diagram №2 (ADP-2). The ATP-1 blank has a pressure scale from 1050 to 100 kpa, and the ATP-2 blank from 1050 to 10 gPa. In this work ADP-1 is used.

The analysis of the aerological diagram provides for the allocation of layers and levels in the atmosphere characteristic of the distribution of temperature, humidity and wind, the calculation of convection parameters, the determination of cloud layers of non-convective origin, icing zones, aircraft turbulence and condensation traces, as well as the calculation of a number of thermal and hygrometric characteristics of the air used in various methods of analysis and prediction of meteorological quantities and weather phenomena (<https://flymeteo.org/stat/diagram.php>).

For the period from 2015 to 2019, a 5-year series was built with the registration of data on the aerological chart for each day. Taking into account the intensity of the aircraft vibration, the altitude, temperature, cloud cover, wind speed and direction were determined at the level at which it was recorded.

The width of the series of variations of fixed meteorological parameters was made using the Stergy formula.

$$\lambda = \frac{x_{max} - x_{min}}{1 + 3.32 \log n} \text{ or } \lambda = \frac{x_{max} - x_{min}}{k} \quad (1)$$

where,

$$k = 1 + 3.32 \log n \text{ when } n=30$$

$$k = 5 * \log n \text{ when } n>100$$

$$x_{low} = x_{min} - \frac{\lambda}{2} \quad (2)$$

where,

$x_{low}$  – lower limit of the 1<sup>st</sup> class interval

After this, the class ranks were built. Using these results, various graphs were constructed in Microsoft Excel.

The analysis of this new method, which is used for the first time, has not been compared with the works of other authors for this reason.

## Results and Discussion

Atmospheric movements are disordered. At the same time, the zones associated with turbulence are located not only on the layer of precipitation, but also on the layers in a calm state. The thickness of the layers does not exceed 300-600 m, and their length is 60-80 km. However, sometimes turbulence takes over even higher layers with a thickness of 2-3 km to 1000 km. The stronger the intensity of turbulence, the less is the thickness and duration of the turbulence layer in the atmosphere (Baranov A.A., 1975), (Shakina N.P., 2016)

The duration of the turbulent zone lasts a few hours only, and in some cases it might reach up to a day. Turbulence is often observed in the lower layers of the atmosphere (up to an altitude of 2-3 km) (Brovkin V.V., 2016), ([helpiks.org/4-22100.html](http://helpiks.org/4-22100.html)). In higher layers, it is spotted less often, and usually closer to the tropopause layers. In the stratosphere, at altitudes up to 15-16 km, the repeatability of turbulence is reduced back to its usual state. The turbulence that causes aircraft shaking is associated with the horizontal currents described above, specifically with vertical movements of air (in particular, with the friction layer, during the intense solar heat of the Earth, the current flow at an altitude of 8-14 km, tropopause, mountainous areas, ascending and descending currents, etc.) (Cherednichenko A.V. and Cherednichenko V.S., 2017a:124p), ([meteoinfo.ru / glossary/4806-atm-vert-structure](http://meteoinfo.ru/glossary/4806-atm-vert-structure)).

Some aircraft are more sensitive to the effects of turbulence than others. The light aircraft is prone to shocks and has a significant impact even in weak turbulence. Some reports of turbulence come from operational military jet aircraft with a high degree of stability (WMO Geneva: 2007. – 53 p), (Leshenko, G.P., 2010:11p).

For example, supersonic aircraft – from a few tens of meters to several hundred meters, and supersonic aircraft – from several hundred to several thousand meters.

A very large vortex pulls the plane towards its current. At the same time, the aircraft does not vibrate, but, on the contrary, together with the flow, causes a uniform change in flight altitude. The plane is also not affected by very small turbulent vortices, as they are different signs and mutually compensating. In addition, the modern aircraft also has an impressive volume, so it is not able to act on small vortices by inertia (Bogatkin O. G., 2005:45p), (Bogatkin O.G., 2009: 84 p), (Saphanova T.B., 2014:119p). In general, modern aircraft are able to respond to the range of such vortices within 20-800 m (Vorontsov P. A., 1966:296p.).

Almaty Air Station was chosen as the research area of this work.

Almaty airfield operates in two categories with a minimum (the meteorological minimum of the second category is from 60 to 30 m with a decision-making height of 800 to 400 m with a visibility distance on the runway), but the nature of local synoptic processes and orographic features of the airfield create conditions for the flight and landing of all types of aircraft to have very thick fog, and the landing of all types of aircraft is completely excluded (Pchelko I. G., 1962a:94p.).

The total number of vibration cases at Almaty Airport between 2015 and 2019 amounts 1,446, of which 718 cases were registered in 00 hours, and 728 cases in 12 hours, as shown in the table below (Tables 1, 2).

**Table 1** – Almaty Airport for 2015-2019 prevalence of recorded vibration cases in 00 hours between

Years	Winter			Spring			Summer			Autumn			Total
	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
2015	24	18	15	15	20	7	5	3	8	8	14	12	149
2016	14	18	19	7	15	9	4	2	8	7	17	14	134
2017	27	16	14	9	16	9	6	9	7	12	16	15	156
2018	21	20	17	12	15	7	2	3	4	19	15	18	153
2019	22	16	16	9	13	4	4	4	3	8	10	17	87
Total	108	88	81	52	79	36	21	21	30	54	72	76	718

As shown in Table 1, according to the obtained annual values, it is shown that there is an uneven distribution of cases with recorded vibration at 00 hours. The maximum number of vibration cases correspond to the winter season (277), and the

minimum number of cases correspond to the summer season (72). The maximum number of vibration cases were spotted in December 2017 (27), the minimum cases were spotted in July 2016 (2) and June 2018 (2).

**Table 2** – Almaty Airport for 2015-2019 prevalence of recorded vibration cases in 12 hours between

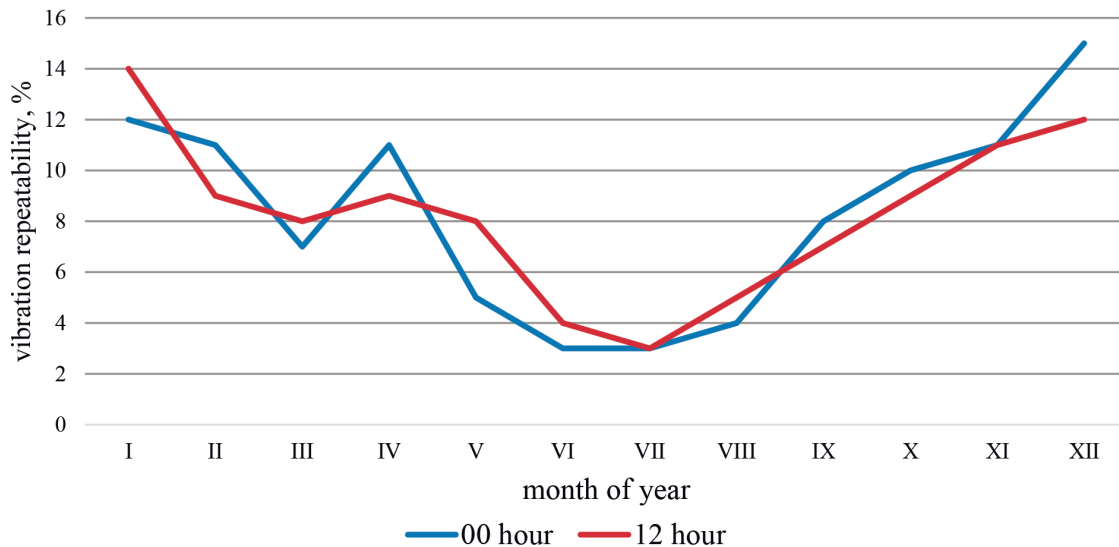
Years	Winter			Spring			Summer			Autumn			Total
	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
2015	16	17	12	17	15	11	6	0	3	15	17	19	148
2016	16	25	15	6	11	10	4	7	1	3	15	13	126
2017	20	25	18	15	16	11	9	7	9	7	11	19	167
2018	17	24	10	8	11	17	5	2	13	16	15	12	150
2019	18	13	12	14	14	8	3	9	12	10	10	14	137
Total	87	104	67	60	67	57	27	25	38	51	68	77	728



As shown in Table 2, according to the obtained annual values, it is shown that the conditions of the recorded vibrations that occurred at 12 hours are uneven and have a slight distribution difference from the vibration state at 00 hours. The maximum number of vibration cases correspond to the winter season(258), and the minimum number of cases cor-

respond to the summer season(90). The maximum number vibration cases were seen in December 2016 and 2017 (25), the minimum in July 2015, were not seen the whole year.

The aircraft vibration's repeatability was calculated to clearly show the specificity of the vibration propagation in the above-mentioned time period of 00 hours and 12 hours for 5 years (Figure 1).



**Figure 1** – Almaty Airport for 2015-2019 repeatability of recorded vibrations during the day and evening periods, %

As shown in Figure 1, the greatest frequency of vibration corresponds to the coldest half of the year, which makes up 66% of 00 hours and 63% of 12 hours in all cases. And in the warm period of the year, the vibration resistance is relatively low, respectively 34% and 37%.

The work of I. G. Pchelka explains the reason of the phenomenon mentioned above (Pchelko I. G., 1962b:97p), (Shakina N.P., 2013:27p), (Shusharina L.M., 2019:12p). According to his study, it was noted that in the cold period of the year, the repeatability of vibrations in the upper troposphere were much higher than in the warm period of the year. Rain clouds are the main reason that cause precipitation recorded during the cold season. Hence, the vibrations within a radius of 35 km are necessarily observed. While calculating the repeatability of

vibrations, it is mandatory to take into account the length of the control area. The longer the area, the bigger is the number of vibrations that could be reflected on other layers.

Furthermore, let's look at the vertical structure of atmospheric turbulence. The repeatability of vibrations is calculated in relation to cases of completed information about the controlled altitude level. Below is a histogram showing the repeatability of the vibration distribution by height in the lower and upper floors.

The visual representation of the annual rate of vibration repeatability at different altitudes in the morning and evening for the period, from January 2015 to December 2019, is shown in a histogram down below (Figure 2).

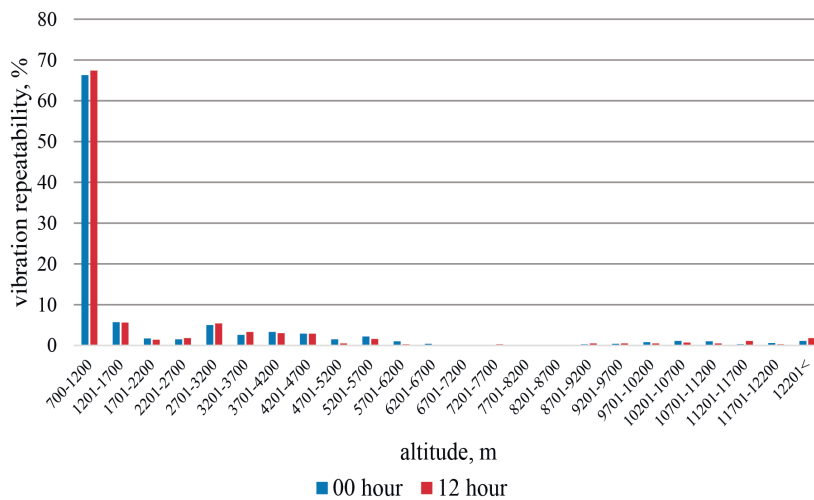


Figure 2 – Almaty Airport for 2015-2019 repeatability of vibrations in the morning and evening periods between, %

Figure 2 shows the frequency of vibrations that occur in the troposphere and the levels of altitudes. The analysis of recorded data provides the following concepts:

1) the aircraft is exposed to the greatest vibration during takeoff and landing in the lower four thousand layers of the troposphere, especially in the layer up to 0.7-1.2 km, the record shows 476 (00 hours) and 491 vibration conditions (12 hours) (repeatability of 66.3% and 67.4%, respectively);

2) after 4.7 km, the repeatability of vibrations is significantly reduced;

3) the relative minimum repeatability was spotted on the 6.2-10.2 km floor.

At an altitude of 6.2 -10.2 km, as shown in Figure 8, the vibration repeatability is low, and the repeatability of vibrations vary from 0 to 0.8%.

This zone is called the “turbulence zone with minimal repeatability” on the territory of Kazakhstan (Cherednichenko A.V. and Cherednichenko V.S., 2017b:128p).

In the study of atmospheric turbulence, not only the vertical distribution, but also the atmospheric temperature is of great importance. Because of an uneven temperature distribution, thermal turbulence occurs and increases the possibility of vibration. The following is the repeatability of temperature vibrations at the airport of Almaty for a period of 5 years.

The values of temperatures obtained during the day (00 hours) and night (12 hours) for a period of 5 years with gradations of every 5 °C are recorded, and it is shown how many vibration conditions were observed between these values (Figure 3).

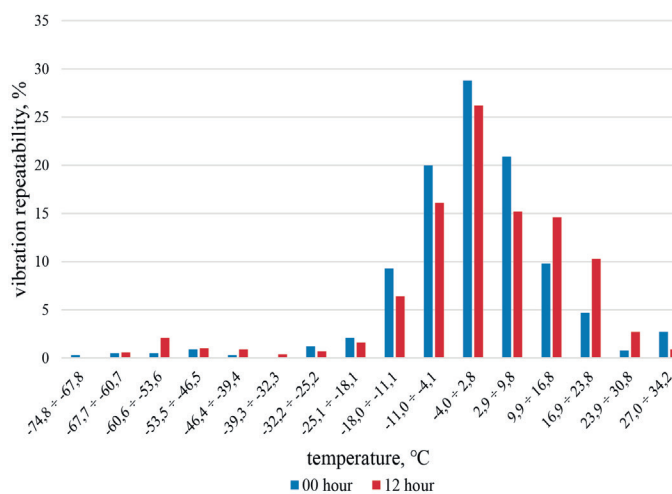


Figure 3 – 2015 – 2019 recorded vibration repeatability at temperatures between 00 hours, %

As shown in Figure 3, the maximum vibration repeatability is between minus 4,0 and 2,8 °C both in the morning and in the evening, and the minimum repeatability is between minus 74,8 and minus 18,1 °C.

By studying the relationship between temperature and vibration, we can conclude that the maximum and minimum frequency of vibration was observed in the morning and evening periods between 2015 and 2019 in the following temperature range.

In the morning, the maximum number of cases is 365 (50.8%) cases in the area of temperatures below 0°C, and in the evening, 394 cases (58.9%) were recorded at positive temperatures.

According to the data for 2015-2019, the vibration intensity was divided into 3 groups: weak, medium, and strong. And they are shown on the aerological diagram, respectively, as follows (figure 4):



Figure 4 – Determination of vibration intensity on the aerological diagram: 1-weak; 2-medium; 3-strong

In general, low intensity cases are the most dominant vibration conditions at the airport

of Almaty. As shown in the gitogram below (fig.5)

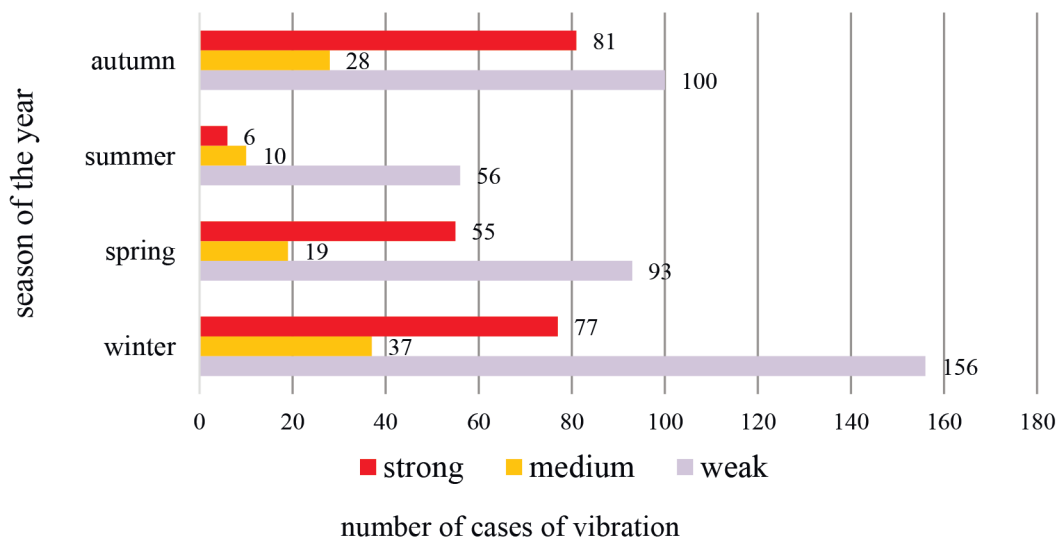


Figure 5 – 2015-2019 in the period from June to early morning, the frequency of vibrations of varying intensity is recorded, %

As shown in Figure 5, in the morning, the highest number of repetitions are vibrations with a weak intensity, the number of vibration cases with a weak intensity is 405, i.e. 56.4%. The 2nd most noticeable intensity is the strongest intensity. According to the 5-year data, the number of cases of strong-intensity vibrations is 219, which is 30.5% repeatability. And the least common type of intensity is medium-inten-

sity vibration. In the period from 2015 to 2019, the state of their stay is only 94, i.e. 13.1%.

According to the pilots, most often the vibration is observed when flying inside the clouds, and then, according to forecasters, it is most often observed in cloudless regions. This difference can be explained by the fact that forecasters record all cases as having vibrations, while pilots record only cases when

vibrations were felt. Moderate and strong vibrations are often observed in cloudy weather months.

Let's look at how the intensity of vibration in the evening spreads by season (Figure 6).

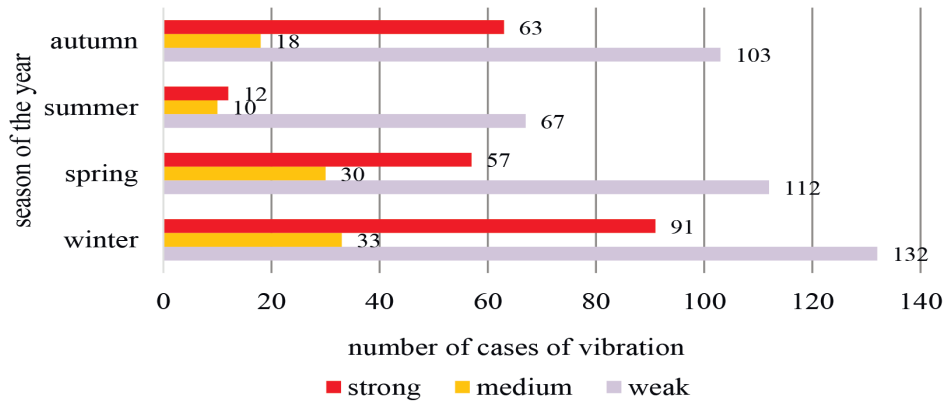


Figure 6 – 2015-2019 repeatability of vibrations of varying intensity, recorded in the evening during the season, %

As shown in Figure 6, in the evening, the most frequent repetitions are vibrations with a weak intensity, the number of vibration cases with a weak intensity were 414, i.e. 56.8%. The following intensity is the strongest intensity. According to the 5-year data, the number of cases of strong-intensity vibrations were 223, which is 30.8% repeatability. And the least common type of intensity is medium-

intensity vibrations. In the period from 2015 to 2019, the state of their stay was only 91, i.e. 12.6%.

Beautiful fabric clouds (cumulus) and especially rain-cloud clouds (cumulanimbus) are turbulent due to the ascending and descending currents formed inside. For the period 2015-2019, the relationship of vibration with cloudiness is shown in figure 7.

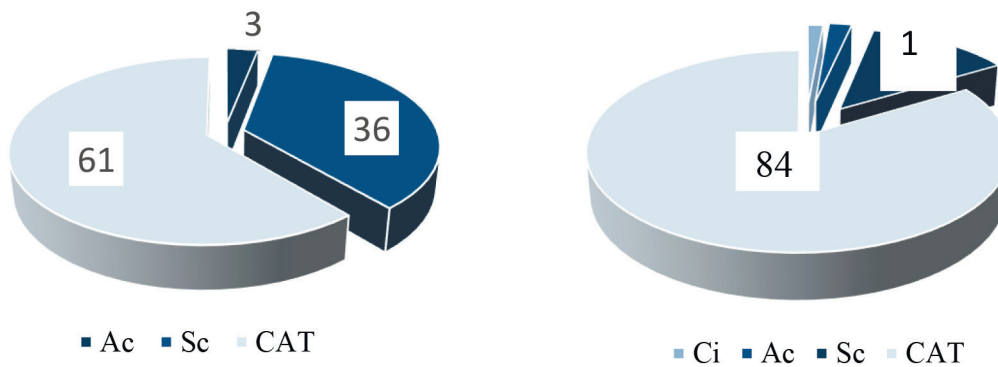


Figure 7 – Data for the period 2015-2019 repeatability of vibrations during different clouds in the morning (figure on the left) and evening (figure on the right), %

As shown in Figure 7, in the period from 2015 to 2019, vibrations were observed only in 3 different clouds. These are the CI, Ac, and Sc clouds. The maximum vibration is observed at both times in

clear weather, the total number of cases is 439 (00 hours) and 609 (12 hours), with a frequency of 61 and 84%, respectively. And the minimum frequency of vibration is observed in the morning at Ac, the

number of cases is 22, the frequency is 3%, and in the evening at Ci, the number of cases is 10, the frequency is 1%.

### Conclusion

After conducting a statistical analysis of the 5-year course of vibration, the following conclusions were obtained:

1) in the period from 2015 to 2019, according to the aerological chart, the number of vibration cases during 1765 days was recorded at the airport of Almaty, which equals to 718 (00 hours) and 728 (12 hours). It can be seen that in the five-year course of the vibration, two maximum and two minimum cases were recorded. Accordingly, the maximum number of repetitions was observed during the winter season – December and January (13%), and the minimum in the summer period– June and July (2%). Therefore, when planning flights in December and January, it is necessary to accurately predict the vibration.

Additionally, the greatest relapse corresponds to the cold half-year, which accounts for 66% of all cases, and during the warm period of the year, it can

be seen that the repeatability of vibrations was relatively low (36%).

2) considering the specifics of the meteorological parameters distribution (temperature, cloud cover) that fluctuate with vibration, referring to statistical characteristics, the following results were achieved:

2.1) it was found that the maximum frequency of vibration repeatability in the period from 00 to 12 hours, respectively, in the period from 2015 to 2019 was often from minus 4,0 and 2,8 °C which equals to 138 cases (20.8%) and 124 cases (18.5%). This means that the vibration is most likely within this temperature range, so pilots often need to increase their precautions within this temperature range.

2.2) in terms of cloud cover, in the period from 2015 to 2019, vibrations were observed during turbulence in the open sky, which gives a positive result, since there are often no convective actions during turbulence in the open sky. Also, based on 5-year statistics, vibrations of weak intensity predominate. However, even under the influence of such turbulence, there are strong vibrations, and it is very difficult to theoretically analyze their occurrence and predict it.

### References

- Arhiv aerologicheskikh diagramm. – Razrazond, 2013-2022. // [flymeteo.org/sounding/arhiv\\_one\\_month.php](http://flymeteo.org/sounding/arhiv_one_month.php)
- Aviacionnye faktory riska. Programma obuchenija i podgotovki. – Zheneva: 2007. – 53 p.
- Babikov. M.A. Aviacionnaja meteorologija. – L.: Izdatel'stvo Dosarm, 1951. – 199 p.
- Baranov A.A., Solonin S.V. Aviacionnaja meteorologija. L.: Gidrometeoizdat, 1975. – 391 p.
- Bogatkin O. G. Aviacionnaja meteorologija. – SPb.: RGGMU baspasy, 2005. – 327 p.
- Bogatkin O.G. Osnovy aviacionnoj meteorologii. Uchebnik. – SPb.: Izd. RGGMU, 2009. – 339 p.
- Brovkin V.V. Vozdushnye massy i atmosferynye fronty. – Samara, 2006. // [meteocenter.net/meteolib/vm.htm](http://meteocenter.net/meteolib/vm.htm)
- Cherednichenko A.V. i Cherednechenko V.S. Tropopauza i maksimal'nyj veter nad territoriej Kazahstana // Uchebnoe posobie, 2017. – 124-127 p.
- Dashko N.A. Kurs lekcij po sinopticheskoj meteorologii. – Vladivostok: DVGU, 2005.
- Gidrometcentr Rossii – 2022. // [meteoinfo.ru/glossary/4806-atm-vert-structure](http://meteoinfo.ru/glossary/4806-atm-vert-structure)
- Helpiks.Org – 2014-2022. // [helpiks.org/4-22100.html](http://helpiks.org/4-22100.html)
- John R. Mecikalski et al. Aviation Applications for Satellite-Based Observations of Cloud Properties, Convection Initiation, In-Flight Icing, Turbulence, and Volcanic Ash // Bulletin of the American Meteorological Society – 2007. – №88. 1589-1607 p.
- Kauffman P., The business case for turbulence sensing systems in the US air transport sector, J. Air transport Management, 2002 Vol 8, Issue 2, pp 99-107.
- Kravchenko V. I., Knjazev V. V. Molnija i letatel'nye apparaty. V treh tomah. Tom 2. Porazhajushhie vozdejstvija i destabilizirujushhie vlijanija grozovyh razrjadov. – Har'kov. Izdatel': Miroshnichenko O. A., 2021. – 322 P.
- Leshhenko, G.P. Aviacionnaja meteorologija: uchebnik. / G.P. Leshhenko. – Kirovograd: GLAU, 2010. – 332 p.
- Nerushev A.F., Ivangorskij R.V. Opredelenie zon turbulentnosti v verhnej troposfere na osnove sputnikovyx izmerenij. – Sovremennye problemy distancionnogo zondirovanija Zemli iz kosmosa. 2019. T. 16. №1. 206 p.
- Pchelko I. G. Aerodinamicheskie uslovija boltanki samoletov v verhnih slozhah troposfery i nizhnej stratosfere. – M.: Gidrometeorologicheskoe izdatel'stvo, 1962. – 94 p.
- Rukovodstvo po prakticheskim rabotam meteorologicheskikh podrazdelenij aviacii vooruzhennyh sil SSSR, M. Voennoe izdatel'stvo Ministerstva oborony SSR, 1981.- p.
- Safonova, T.V. Aviacionnaja meteorologija: uchebnoe posobie. / T.V. Safonova. – Ul'janovsk: UVAU GA(I), 2014. – 237 p.
- Shakina N.P. Lekcii po dinamicheskoj meteorologii. – M.: TRIADA LTD, 2013. – 160 p.

Shakina N.P., Ivanova A.R., Prognozirovanie meteorologicheskikh uslovii dlya aviatsii (Forecasting meteorological conditions for aviation), Moscow: Triada Ltd, 2016, 312 p.

Shusharina L.M. Musralinova G.T. Praktikum po sinopticheskoy i aviacionnoj meteorologii. – Almaty, 2019. – 60 p.

Sostavlenie i analiz ajerologicheskoy diagrammy. – Razrazond, 2013-2022. // flymeteo.org /stat/diagram.php

Storer L.N., Williams P. D., Gill P. G. Aviation Turbulence: Dynamics, Forecasting, and Response to Climate Change // Pure and Applied Geophysics – 2019. – № 176. 2081-2095 p.

Uhlenbrock N. L., Bedka K. M., Feltz W. F., Ackerman S.A. Mountain wave signatures in MODIS 6.7- $\mu\text{m}$  imagery and their relation to pilot reports of turbulence // Wea.Forecasting. – 2007. – № 22. 662–670 p .

Voroncov P. A. Turbulentnost' i vertikal'nye toki v pogranichnom sloe atmosfery. – L.: Gidrometeorologicheskoe izdatel'stvo, 1966. – 296 p.

Williams P.D., Increased light, moderate, and severe clear-air turbulence in response to climate change, Advances in Atmospheric Sciences, 2017, Vol. 34, pp 576-586.







4-бөлім  
**ГЕОЭКОЛОГИЯ**

---

Section 4  
**GEOECOLOGY**

---

Раздел 4  
**ГЕОЭКОЛОГИЯ**

А.Е. Оразбаев\* , Ж.Қ. Әшірәлиева , Е.А. Киршибаев ,  
Д.А. Байсейтов , А. Б. Керимкулова , А.Д. Жигитбекова 

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: [orazbaevadilkhan75@gmail.com](mailto:orazbaevadilkhan75@gmail.com)

## ФОСФОГИПС ҮЙІНДІСІНІҢ ӘСЕРІНЕ ҰШЫРАҒАН ТОПЫРАҚ ЖАМЫЛҒЫСЫН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ

Қазіргі таңда, Қазақстан Республикасында фосфор және фосфор тыңайтқыштары өндірісінің негізі Жамбыл облысындағы «Қазфосфат» ЖШС Минералды тыңайтқыштар зауытында шоғырланған.

Фосфатты шикізатты ыдырату процесінде түзілетін Фосфогипс минералды тыңайтқыштар зауытының үйінділерінде сақталу нәтижесінде, ондағы экожүйеге тигізетін кері әсерін зерттеу және антропогендік әсерге ұшыраған аймақтың өзін-өзі қалпына келу процесін зерттеу өзекті мәселелердің бірі болып табылады.

Біздің зерттеу жұмысының алға қойған мақсаты фосфогипс үйіндісінің кері әсеріне ұшыраған топырақ жамылғысын экологиялық бағалау және сол аймақтың қайта қалпына келу әлеуетіне баға беру болып табылады.

Зерттеу нәтижесінде алынған мәліметтерді болашақта фосфогипс қалдықтары жинақталған нысандарға мониторинг жүргізуге және зақымдалған топырақ жамылғыларын қайта қалпына келтіру жұмыстарына пайдалануға болады.

Зерттеу барысында химиялық, геоботаникалық және ландшафттық-экологиялық әдістер қолданылды.

Зерттелу аймағындағы топырақ үлгілердегі жалпы фосфордың мөлшерін сараптау оның барлық аймақтарда уыттылығының қауіпті емес екендігін көрсетті. Барлық алынған топырақ үлгілердегі мырыштың және мыстың жылжымалы мөлшері ШРК-дан аспағаны айқын көрініп тұр, ал кадмийдың концентрациясы алынған нүктелердің бәрінде де ШРК-дан асатындығын және шығыстан басқа бағыттардың бәрінде орталықтан қашықтаған сайын мөлшерінің артатындығы көрсетті. Ал, біздің шартты түрде алынған импактты-буферлі-фондық аймақтардың топырақ және өсімдік жамылғысының өзін-өзі қалпына келу әлеуеті сәйкесінше өте төмен-төмен-қанағаттанарлық болып келеді.

**Түйін сөздер:** фосфогипс, сукцессия, түйіршіктелген қож, қайта қалпына келтіру.

A.E. Orazbayev\*, Zh.K. Ashiraliyeva, E.A. Kirshibaev, D.A. Baiseytov,  
A.B. Kerimkulova, A.D. Zhigitbekova

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: [orazbaevadilkhan75@gmail.com](mailto:orazbaevadilkhan75@gmail.com)

### Ecological assessment of the soil cover exposed to phosphogypsum dumps

Nowadays, the basis of the production of phosphorous and phosphorous fertilizers in the Republic of Kazakhstan is concentrated at the mineral fertilizers plant of "Kazphosphate" LLP in Zhambyl region.

One of the current problems is the study of the negative impact on the ecosystem as a result of the storage of phosphogypsum in the landfills of the mineral fertilizers plant formed during the decomposition of phosphate raw materials, and the study of the self-healing process of an object exposed to anthropogenic impact.

The research purpose – ecological assessment of the soil cover exposed in phosphogypsum dumps and the assessment of reclamation potential of this object.

The data obtained as a result of the study can be used in the future to monitor objects where phosphogypsum residues have accumulated, and for restoration work of damaged soil coverings.

During the research were used chemical, geobotanical and landscape-ecological methods.

Analysis of the total phosphorus content in soil samples in the study area showed that its toxicity in all objects is not dangerous. It can be seen that the mobile content of zinc and copper in all the obtained soil samples did not exceed the maximum permissible concentration, and the concentration of cadmium in all the obtained points exceeded the maximum permissible concentration and in all other



directions except the east increased as it moved away from the center. The self-healing potential of the soil and vegetation cover, conditionally obtained by us, impact-buffer-background zones, respectively, very low-low-satisfactory.

**Key words:** phosphogyps, successions, granulated slag, recovery.

А.Е. Оразбаев\*, Ж.Қ. Әшірәлиева, Е.А. Киршибаев, Д.А. Байсейтов,

А. Б. Керимкулова, А.Д. Жигитбекова

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

\*e-mail: orazbaevadilkhan75@gmail.com

### **Экологическая оценка почвенного покрова, подверженного воздействию фосфогипсовых отвалов**

В настоящее время основа производства фосфорных и фосфорных удобрений в Республике Казахстан сосредоточена в Жамбылской области.

Одной из актуальных проблем является изучение негативного воздействия, оказываемого на экосистему в результате хранения фосфогипса в отвалах завода минеральных удобрений, образующихся в процессе разложения фосфатного сырья, и изучение процесса самовосстановления объекта, подверженного антропогенному воздействию.

Целью нашей исследовательской работы является экологическая оценка почвенного покрова, подвергнутого воздействию в отвалах фосфогипса, и оценка потенциала рекультивации этого объекта.

Полученные в результате исследования данные могут быть использованы в дальнейшем для мониторинга объектов, на которых накапливались остатки Фосфогипса, и для восстановительных работ поврежденных почвенных покрытий.

В ходе исследования были использованы химические, геоботанические и ландшафтно-экологические методы.

Анализ содержания общего фосфора в почвенных образцах в зоне исследования показал, что токсичность его во всех объектах не опасна. Видно, что подвижное содержание цинка и меди во всех полученных почвенных образцах не превышало ПДК, а концентрация кадмия во всех полученных точках превышала ПДК и во всех других направлениях, кроме востока увеличивалась по мере удаления от центра. А потенциал самовосстановления почвенного и растительного покрова условно полученных нами импактно-буферно-фоновых зон, соответственно, очень низок-низок-удовлетворителен.

**Ключевые слова:** фосфогипс, сукцессия, гранулированный шлак, рекультивация.

### **Кіріспе**

Қазақстан Республикасы табиғи ресурстарды игеруде, соның ішінде «Қазфосфат» ЖШС химия өнеркәсібінде жақсы жолға қойылған. Компанияның өнімдері бүкіл әлемде сұранысқа ие болуына байланысты минералды тыңайтқыштар өндірісі үздіксіз жүргізілуінен фосфогипс қалдық таулары түзілуде. Фосфогипстің жиналу мәселесі өте күрделі және оны кешенді түрде шешу қажет.

Фосфатты шикізатты ыдырату үдеріс кезінде фосфогипс қатты қалдықтары түзіледі және ол кәсіпорынның территориясында орналасқан үйінділерінде сақталады. Осы химия кәсіпорында – фосфогипстің көп мөлшерінің жинақталуы және 96 гектар алып жатқан аймақты қандай да бір түрде азайту мүмкін болмай тұр (Толешов А.К., Тургумбаева Х.Х., Лапшина И.З., Бейсекова Т.И., Абдуалиева Ж.У., Жанпеисова А.Ш., Жаржанова А.С., 2016: 380-388).

Тараз қаласында орналасқан «Қазфосфат» ЖШС филиалы, минералды тыңайтқыштар зауыты аумағында фосфор қышқылын өндіру кезінде алынатын қалдық өнім – фосфогипс – 10 миллион тоннадан астам жинақталған.

Зауыттың шаруашылық қызметі процесінде пайда болатын өндіріс қалдықтары арнайы дайындалған жобалық жинақтағыштарға орналастырылады.

Зауытының өндірістік қызметі кезеңінде түйіршіктелген қож – 6438031,436 тонна жинақтауыштарда орналастырылған.

Түйіршіктелген қож фосфоритті шикі құрамнан фосфор өндіру кезінде рудотермиялық пештерде сублимация әдісімен түзіледі. Түйіршіктелген қож цемент өндірісінде шихта компоненттері ретінде, автокөлік жолдарын, теміржолдарды және құрылыс жұмыстарының басқа түрлерін де тұтқырлығы үшін қолданылады (M. Singh, 2002: 1033-1038) СТ ЖШС 390838120141-006-2010 «Электротермофос-

форлы түйіршіктелген қож» стандартына сәйкес шығарылады. Түйіршіктелген қож – қауіпті емес

(қауіптілік классы -5 ). 1-кестеде түйіршіктелген қождың химиялық құрамы көрсетілген.

1-кесте – Түйіршіктелген қождың химиялық құрамы (%)

Элемент	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub>	F <sub>жалпы</sub>	S	Сульфаттар
%	1,425	0,464	27,558	20,00	2,453	40,592	2,070	0,262	0,262

Оның уыттылығын анықтайтын түйіршікті қождың негізгі компоненттері кальций (Кі = 0.11008), магний (Кі = 0.363) және кремний (Кі = 0.1879) қосылыстары болып табылады, ал алюминий (Кі = 0.01135), темір (Кі = 0.00214), фтор (Кі = 0.0066), күкірт (Кі = 0.0012), фосфор (Кі = 0.00057) қосылыстарының мөлшері аз болуына байланысты уытты болып табылмайды.

Түйіршіктелген қождың уыттылығының жиынтық индексі (Кс) әрбір компоненттің қауіпсіздік параметрлері негізінде алынған 0,68284 тоннаны құрайды, сондықтан осы өнім қауіптіліктің 5-классына (қауіпті емес) жатады (Программа по управлению отходами производства и потребления на 2013-2022 гг., 2013).

Қазіргі уақытта минералды тыңайтқыштар зауытында түйіршіктелген қождың үйіндісі астында 14,7 га бүлінген жер учаскесін қалпына келтіру жобасы әзірленген. Жобаға сәйкес техникалық кезең жыл сайын 160,0 мың тонна көлемінде түйіршіктелген қожды жөнелтуді қарастырады. Қалпына келтіру жобасын орындауда жыл сайын 100% тиіп-жөнелту жүргізіледі.

Жаңадан пайда болған түйіршіктелген қожды тұтынушылар 50% – ға дейін сатады, ал қалдық бөлігі ауданы 50,4 га түйіршіктелген қожға жаңа үйіндіге орналастыру үшін тасымалданады.

Табиғи шикізатты өнеркәсіптік өңдеу қалдықтарының үнемі толықтырылып отыратын үйінділері биоценоздардың тұрақты жұмыс істеуіне қауіп төндіретіндігі күмән келтірмейді.

Фосфогипс пайдаланудың негізгі бағыты ауылшаруашылық өндірісінде болуы керек: сортаң жерлерді химиялық мелиорациялауда, мал қалдықтарын кәдеге жарату үшін минералды органикалық тыңайтқыштарды өндіруде.

Фосфогипс ауыл шаруашылығында, құрылыста, целлюлоза-қағаз өнеркәсібінде кеңінен қолданылады (Каниськин М.А., Терехова В.Л.,

Яковлев Л.С., 2007: 48-51). Оның құрамында кальций, фосфор, күкірт сияқты маңызды өсімдік қоректік заттардың болуы фосфогипсті тыңайтқыш ретінде тартымды етеді. Фосфогипс сортаң кешендерде топырақ мелиорант ретінде де қолданылады (Каниськин М.А., Семенова Т.А., Терехова В.А., 2009: 37-43).

Алайда, негізгі компонентпен (гипспен) қатар тұрақты мырыш, мыс, кадмий және басқа (соның ішінде сирек кездесетін) элементтердің қосылыстары түріндегі қоспалардың көп мөлшері, сондай-ақ күкірт және фосфор қышқылдарының қалдықтары бар фосфогипс топырақтың экологиялық жағдайына әсері жеткілікті зерттелген жоқ (Yakimenko O., Izosimov A., Kanis'kin M., Terekhova V., 2011: 121).

Әдеби деректерді талдау нәтижелері, фосфогипс құрамында фосфор, кальций, күкірт және кремний сияқты маңызды қоректік заттардың, сондай-ақ микроэлементтердің үлкен санының болуымен қатар, қоспалар ретінде тұрақты стронций мен фтор қосылыстары бар, бұл топырақ құнарлылығына және экологиялық жағдайына кері әсер етуі мүмкін (Carvalho; Raij, 1997; Free et al., 1999; Lee et al., 2004; Al-Hwaiti et al., 2010; Hurtado et al., 2011 және т.б.). Топырақтың ластануы қоршаған ортаның тұрақты дамуы мен жұмыс істеуіне кедергі болуы мүмкін. Топырақ гетерогенді орта, көп деңгейлі жүйе ретінде көп функциялылығымен сипатталатын және химиялық ластаушы заттардың негізгі қоймасы болып табылатын жер асты сулары мен өсімдіктердің экологиялық жағдайының бұзылуының көзі болуы мүмкін, бұл адам мен жануарлар үшін жағымсыз салдарға әкеледі. Биогеоценоздардың және тұтастай алғанда биосфераның тұрақты өмір сүруін қамтамасыз ету үшін топырақ орындайтын экологиялық функциялардың ішінде педобионттардың әртүрлі түр-

лерінің қауымдастықтары мен жердегі экожүйелердің тұрғындарының тіршілік ету ортасын сақтау функциялары маңызды орын алады (Гельцер Ю., 1986; Добровольский Г., Никитин Е., 2000).

Зиянды әсерлерді экологиялық реттеудің заманауи тұжырымдамасы химиялық және биологиялық талдау әдістерінің үйлесуіне негізделген интегралды тәсілді жүзеге асыруды қамтиды. Қазіргі таңда табиғи ортаны экологиялық бағалаудағы биотикалық көрсеткіштерге ерекше мән беріледі.

Соңғы жылдары табиғи ортаны экологиялық бағалауда сукцессиялық процестерді зерттеу бұзылған экожүйелерді қалпына келтіру үшін маңызды. Рекультивация, шын мәнінде, қажетті нәтиже алу үшін сукцессияны манипуляциялау болып табылады. Әр түрлі жағдайларда қалпына келтіру жұмыстарына сукцессияның басталуы, оның үдеуі немесе баяулауы, сукцессияның қандай да бір имитациясы жатады. Екінші жағынан, рекультивация практикасы, оның жетістіктері немесе зақымданулары сукцессиялық модельдерін түзетуге, сукцессиялық теориясын сынауға мүмкіндік береді. Сукцессиялық теориясы рекультивацияның ең тиімді әдістерін, орны мен уақытын таңдауды қамтамасыз етуі керек. Жалпы алғанда, сукцессиялық қалпына келтіру тұрақты экожүйені қалыптастыруға бағытталған процестер (Prach K., Walker L.R., 2011: 119-123).

Зерттеудің мақсаты фосфогипс әсеріне ұшыраған топырақ жамылғысын экологиялық бағалау және қайта қалпына келтіру әдістерін қарастыру болып табылады. Зерттеу барысында келесі міндеттер қарастырылды: фосфогипс қалдықтарын орналастыру объектісіне іргелес аумақтың топырақтарының экологиялық жағдайын сипаттау және техногендік ландшафтардың өзін-өзі қалпына келу әлеуетін бағалау.

#### *Зерттеу аймағы*

«Қазфосфат» ЖШС, «Минералды тыңайтқыштар зауыты» Жамбыл облысы, Тараз қаласының солтүстік-батыс өндірістік аймағында орналасқан. Аумағы тегіс, теңіз деңгейінен орташа биіктігі 600 м. Ауданның сейсмикалығы

өте жоғары – 9 балл. Алаңның рельефі солтүстік-батыс бағытта айқын көлбеу. Геологиялық жағынан учаске аллювиальды-пролювийлік саздақтардан құралған, ірі түйіршікті топырақтар үшінші топқа жатады.

### **Зерттеу материалдары мен әдістері**

Зерттеулер табиғи жағдайда фосфогипс қалдықтарын көму алаңынан қашықтағы градиент бойында орналасқан сынақ алаңдарында топырақ үлгілері және топырақ жамылғысындағы доминантты өсімдік үлгілері алынды.

Зерттелу аймағындағы топырақ жамылғысынан үлгілер оңтүстік, солтүстік, батыс, шығыс бағыттарда 100 – 1500 метр аралықта алынғаны 1-суретте көрсетілген. Топырақ үлгілеріне Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институтында зерттеулер жүргізілді. Үлгілер МемСТ 17.4.4.02-84 «Табиғатты қорғау. Топырақтар. Сынама алу және сынамаларды химиялық, бактериологиялық, гельминтологиялық талдауға дайындау әдістері» талаптарына сәйкес жүргізілді.

Нүктелік үлгілер бір немесе бірнеше қабаттардан және полигондағы көлденең қималарынан конверттік әдіспен диагональ бойынша алынды, бұл ретте әрбір үлгі генетикалық горизонттардың немесе берілген топырақ типінің қабаттарының топырақ сипаттамасының бір бөлігі ретінде ескерілді.

Топырақ үлгілері Specord 210 PLUS, иономер И-160 МИ, жалынды фотометр FLAPHO-4, электронды таразы AR 2140, электронды таразы ScoutProSPS202 F атты құрылғы түрлерімен анықталды.

Далалық зерттеулер химиялық, геоботаникалық және ландшафттық-экологиялық әдістермен (сынақ алаңдары мен пішіндеу) орындалды. Өсімдіктердің сабақтастығын зерттеу үшін тұрақты сынақ алаңдарында қайталанатын геоботаникалық сипаттамалар және экологиялық – генетикалық қатарлар әдісі қолданылды. Сынақ алаңдарының көлемі – 25-100 м<sup>2</sup>.



1-сурет – Зерттелетін аумақтың схемалық картасы және сынақ алаңдарының орналасуы

### Зерттеу нәтижелері және талқылау

Зерттеулер барысында сынақ алаңдары үйінділерден әртүрлі қашықтықта, өсімдік жамылғысының жай-күйі бойынша ерекшеленеді, осыған сәйкес біз шартты түрде зерттеу аймағын “импактты” (1), “буферлік” (2) және “фондық” (3) деп үш аймаққа бөліп қарастырдық (М.И. Герасимова, М.Н. Строганова, Н.В. Можарова, Т.В. Прокофьева., 2003).

1. «импактты» – фосфогипс үйіндісінен 100 м қашықтықта орналасқан аумақ, топырақ жамылғысы ақшыл сұр, толық профильді. Өсімдіктерде *Artemisia annua* және *viriditas* басым.

2. «буферлі» – фосфогипс үйіндісінен 500 м қашықтықта орналасқан аумақ, топырақ жамылғысы орташа ашық сазды, сирек құмды сазды. Өсімдіктерде *Artemisia annua*, *viriditas* және *Plantago arenaria* басым.

3. «фондық» – фосфогипс үйіндісінен 1500 м қашықтықта орналасқан аумақ. Өсімдіктерде *Artemisia annua*, *viriditas* және *Chenopodium album* басым. Зерттелетін аумақтың орфографиясына байланысты өсімдіктерді шөлді жазықтар, төмен таулар, тау бөктері, таулы жерлер деп санауға болады. Бұл аймақтық өсімдіктердің белдеуі шөлді болғанымен, шөлді топырақ аймағының рельефінің абсолютті биіктігі әр түрлі бола-

тындығына байланысты. Ылғалдылық режиміне байланысты өсімдіктер де өзгертіндігі анық.

*Алынған топырақтардың химиялық сараптамасы.*

Топырақтың гранулометриялық құрамы – маңызды физикалық параметр, оның көлемі жөнінен әртүрлі түйіршік бөлшектерден тұратынын айтады. Топырақтың түйіршікті құрамында механикалық фракциялар неғұрлым көп болса, соғұрлым ол жақсырақ, бай және көп мөлшерде өсімдіктердің толық дамуына және олардың қоректенуі үшін қажетті әртүрлі минералды элементтерді қамтиды. Бұл қасиет құрылымның қалыптасу процестеріне әсер етеді.

2-кестеде алынған топырақ сынаманың гранулометриялық құрамы көрсетілген. Алынған топырақ сынаманың гранулометриялық құрамында 0,01 мм-ден аз бөлшектердің қосындысы – 23,119 % тең. Топырақ сортының негізгі атауы (топырақтың гранулометриялық құрамы) жеңіл саздақ. Гранулометриялық құрамға қосымша атауды механикалық элементтердің екі басым фракциялары береді: қиыршықтас (3-1 мм), ірі құм (1-0,5 мм), құмды (0,5-0,25 мм), ұсақ құм (0,25-0,05 мм), ірі шаңды (0,05-0,01 мм), шаңды (0,01-0,005 мм), ұсақ шаңды (0,005-0,001 мм), лайлы (<0,001 мм). Топырақ сорттың қосымша атауы – құмды.

**2-кесте** – Топырақтың гранулометриялық құрамы

Сынама орны	А.С.Н % Н <sub>2</sub> О	Абсолютті құрғақ топырақ фракциясының құрамы, %					
		Фракцияның өлшемдері, мм					
		Құм		Шаң			Лай
		1,0 -0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
Шығыс 100м	1,90	32,323	42,935	1,622	0,406	8,923	13,790

Зерттелу аймақтарынан алынған топырақ үлгілерінде, оның фосфогипс қоспаларының әсерінен топырақ уыттылығының өзгеруінің ықтимал себептерін анықтау үшін жалпы

фосфордың, ауыр металлдардың (Zn<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>) мөлшерін және рН мәндерінің мазмұнына талдау жүргізілді, оның нәтижелері 3, 4-кестелерде көрсетілген.

**3-кесте** – Топырақтағы жалпы фосфорды анықтау

№	Сынаманың бағыты	Сынаманың ұзақтығы, м	Жалпы фосфордың мөлшері, %
1	Оңтүстік	100	2,680
		300	1,900
		500	1,500
		1000	2,120
		1500	1,840
2	Солтүстік	100	0,760
		300	1,500
		500	2,000
		1000	0,480
		1500	1,500
3	Батыс	100	2,800
		300	1,680
		500	3,120
		1000	2,680
		1500	1,440
4	Шығыс	100	1,760
		300	1,760
		500	1,680
		1000	3,240
		1500	3,240

Алынған үлгілердегі жалпы фосфордың мөлшерін сараптау оның, барлық аймақтарда уыттылығының қауіпті емес екендігі анықталды, ал топырақтың рН мәні (9,31-9,50 аралықта) сілтілі ортаны көрсетті. Барлық алынған үлгілердегі мырыштың және

мыстың жылжымалы мөлшері ШРК-дан аспағаны айқын көрініп тұр, ал кадмийдың концентрациясы алынған нүктелердің бәрінде де ШРК-дан асатындығын және шығыстан басқа бағыттардың бәрінде орталықтан қашықтаған сайын мөлшерінің артатындығы байқалды.

## 4-кесте – Топырақтың рН мәні және химиялық сапасының кейбір көрсеткіштері

№	Сынама орны	Микроэлементтердің жылжымалы формасы, мг /кг			рН мәні
		Zn	Cu	Cd	
1	Оңтүстік 100м	3,15	0,50	0,30	9,30
2	Оңтүстік 500м	3,10	0,65	0,35	9,35
3	Оңтүстік 1500м	3,20	0,50	0,40	9,38
4	Солтүстік 100м	3,30	1,25	0,40	9,40
5	Солтүстік 500м	3,50	1,30	0,50	9,45
6	Солтүстік 1500м	3,35	1,20	0,60	9,50
7	Шығыс 100м	3,20	0,70	0,70	9,31
8	Шығыс 500м	2,60	1,20	0,70	9,50
9	Шығыс 1500м	3,10	0,60	0,40	9,42
10	Батыс 100м	3,50	1,10	0,30	9,35
11	Батыс 500м	3,30	0,90	0,60	9,40
12	Батыс 1500м	3,70	0,80	0,80	9,46
ШРК		55,0 мг/кг	33,0 мг/кг	0,5 мг/кг	

*Фосфогипс үйінділеріндегі сукцессия.*

Бұзылған ландшафттарды қалпына келтіру үшін өсімдіктердің өздігінен сукцессиялығын қолдану қалпына келтірудің сукцессиялық әдісі деп аталады. Сукцессиялық тәсіл бұзылған ландшафттарын қалпына келтіру үшін перспективалы әдіс болып табылады, өйткені ол өсімдік жамылғысын қалпына келтіруге мүмкіндік береді, белгіленген шығындарсыз өздігінен өмір сүруге және дамуға қабілетті болып келеді (В.А. Черникова, А.И. Чекереса, М. Колос, 2000: 536).

Авторлармен техногендік нысандардағы сабақтастық процестерді зерттеу жұмыстары Тараз қаласының солтүстік – батыс өндірістік аймағында 2018-2021 жж. жүргізілді. Қалпына келтіру сабақтастығын сипаттайтын маңызды көрсеткіштер:

- абиогендік кезеңнің ұзақтығы (субстрат пайда болған сәттен бастап Пионер топтарының пайда болуына дейінгі уақыт);
- бастапқы сатылардың ұзақтығы (Пионер сатысының ұзақтығы);
- Пионер кезеңіндегі өсімдіктердің жалпы проективтік жабыны;
- Пионер сатысындағы қауымдастықтардың түрлерінің байлығы;
- Өсімдік түрлерінің табиғи жаңаруының пайда болу уақыты, құрамы және саны (Гусев А.П., 2012а: 231-23).

Абиогендік кезеңнің ұзақтығы эрозия процестерінің даму қауіпін және минералды тамақтану элементтерінің қорларын жоғалтуды анықтайды. Пионер кезеңіндегі жалпы проективтік жабын өсімдіктердің минералды қоректену элементтерінің жоғалуын болдырмау қабілетін көрсетеді, оларды фитомассада жинақтайды (проективтік жабын неғұрлым көп болса, фито – масса да соғұрлым көп элементтер өсімдік жамылғысына бекітіледі). Өсімдіктердің ерте кезеңдерінде төмен проекциялық жамылғы су мен жел эрозиясының белсенді ағынына және онымен байланысты минералды қоректенуге, органикалық заттардың жойылуына және гумустың көкжиек қабатының бұзылуына ықпал етеді. Қалпына келтіру сукцессиясындағы абиогендік және пионерлік кезеңдер неғұрлым жылдамдық болса, соғұрлым бөлме өсімдіктерінің түзілуі тезірек жүреді, экотоптың деградация қаупі азаяды және оның қалпына келу ықтималдығы соғұрлым жоғары болады (Гусев А.П. 2012б, 231-23).

Зерттеу нәтижелерін сараптау, импактты – буферлі – фондық аймақтарына қарай онда өсімдіктер қауымдастығының пионер кезеңі төмендейді, өсімдіктердің түр байлығы және тән өсімдіктер түрлерінің артатындығы 5-кестеде көрсетілген.

**5-кесте** – Техногендік аймақтардағы сукцессияның қалпына келу көрсеткіштері

Көрсеткіш	«импакты»	«буферлі»	«фондық»
Пионер кезеңінің ұзақтығы, жыл	5-10	3-5	1-2
Түр байлығы, 100 м <sup>2</sup>	0-1	1-5	5-17
Тән өсімдіктер түрлері	Artemisia annua	Artemisia annua, viriditas, Plantago arenaria	Artemisia annua, viriditas, Chenopodium album

Тараз қаласының солтүстік – батыс өндірістік аймақтарындағы техногендік нысандарға жүргізілген зерттеулер негізінде шартты түрде таңдап алынған аймақтарда өсімдіктердің өзін-өзі қалпына келтіру әлеуетін бағалау төмендегі кестеде көрсетілген (6-кесте):

1) «импакты» аймақ – өте төмен (қалпына келтіру үшін техникалық және биологиялық рекультивация жүргізу қажет);

2) «буферлі» аймақ – төмен (қалпына келтіру негізінен биологиялық қалпына келтіруді талап етеді);

3) «фондық» аймақ – қанағаттанарлық (бастапқы кезеңде сабақтастықты жандандыру арқылы қалпына келтіру мүмкін).

**6-кесте** – Техногендік ландшафттардағы өсімдіктердің өздігінен қалпына келу әлеуетін бағалау шкаласы

Көрсеткіш	Әлеуетін бағалау			
	Өте төмен	төмен	қанағаттанарлық	жоғары
Пионер кезеңінің ұзақтығы, жыл	>10	5-10	2-5	<2
Пионер сатысындағы ағаш өскіндерінің саны, мың дана/га	0	<0.5	0.5-2	>2
Пионер сатысындағы өсімдіктердің жобалық жамылғысы, %	<10	10-50	50-70	>70
Ағаштардың пайда болу уақыты, жыл	10-20	5-10	2-5	1

6-кестеде көрсетілгендей шартты түрде алынған импакты-буферлі-фондық аймақтар, сәйкесінше: өте төмен-төмен-қанағаттанарлық болып келеді.

Өзін-өзі қалпына келтірудің қанағаттанарлық және жоғары әлеуеті болған жағдайда сабақтастық әдісін оларды қалпына келтіру және ландшафттарды қалпына келтіру үшін тиімді пайдалануға болады.

**Қорытынды**

Минералды тыңайтқыштар зауытында түйіршіктелген қож жинақталған нысандарға жүргізілген зерттеу нәтижелерін сараптау ондағы топырақ жамылғысының жеңіл саздақ және гранулометриялық құрамға қосымша атауды механикалық элементтердің екі басым фракциялары береді: қиыршықтас (3-1 мм), ірі құм (1-0,5 мм), құмды (0,5-0,25 мм), ұсақ құм

(0,25-0,05 мм), ірі шаңды (0,05-0,01 мм), шаңды (0,01-0,005 мм), ұсақ шаңды (0,005-0,001 мм), лайлы (<0,001 мм). Топырақтың қосымша атауы – құмды болып табылады.

Алынған үлгілердегі жалпы фосфор мөлшері бойынша барлық аймақтарда уыттылығының қауіпті емес екендігін көрсетті, сондай-ақ барлық алынған үлгілердегі мырыштың және мыстың жылжымалы мөлшері ШРК-дан төмен, ал кадмийдың концентрациясы алынған нүктелердің бәрінде де ШРК-дан асатындығын және шығыстан басқа бағыттардың бәрінде орталықтан қашықтаған сайын мөлшерінің артатындығы анықталды.

Тараз қаласының солтүстік – батыс өндірістік аймақтарындағы техногендік нысандарға жүргізілген зерттеулер негізінде шартты түрде таңдап алынған аймақтарда негізінен біржылдық жусан және арамшөп басым екендігі анықталды және өзін-өзі қалпына келтіру әлеуеті алынған

аймақтарға байланысты келесі нәтижелерді көрсетті:

– «импактты» аймақ – өте төмен (қалпына келтіру үшін техникалық және биологиялық рекультивация жүргізу қажет);

– «буферлі» аймақ – төмен (қалпына келтіру негізінен биологиялық қалпына келтіруді талап етеді);

– «фондық» аймақ – қанағаттанарлық (бастапқы кезеңде сабақтастықты жандандыру арқылы қалпына келтіру мүмкін);

Техногенді аймақтағы топырақ-өсімдік жамылғысының өзін-өзі қалпына келтіру үшін техникалық және биологиялық рекультивация жүргізу қажеттілігі туындап отыр, топырақ жамылғысындағы ауыр металдардың артық мөлшерінен гипераккумулятор өсімдіктерінің көмегімен шешуге болады.

### Әдебиеттер

Al-Hwaiti M.S., Ross P.E., Ranville J.F. Bioavailability and mobility of trace metals in phosphogypsum from Aqaba and Es-hidiya, Jordan // *Chemie der Erde*.- 2010. №70. P. 283-291.

Carvalho M.C.S., van Raij B. Calcium sulphate, phosphogypsum. And calcium carbonate in the amelioration of acid subsoils for root growth// *Planf Soil*.- 1997.- №192.- P: 37-48.

Erayzer, L.M.; Smalii, M.I.; Horniev, V.O.; Udovenko, O.H. A Method for the Complex Reprocessing Phosphogypsum into Fertilizers, 2006.

Free M.E., Moudgil M.B., Zhu J.S. The effect of PE0 and organic, sulfonates in enhancing phosphogypsum filtration // *Int; J. Miner.. Process*; -1999. – №57.-P:25-42.

Freitas B J 1992 Disposal of phosphogypsum and its environmental impact. In *Seminário sobre o uso de gesso na agricultura* 2. pp 325-339.

Hurtado M.D., Enamorado S.M., Andreu L., Delgado A., Abril J-M. Drain flow and related salt losses as affected by phosphogypsum amendment in reclaimed marsh soils from SW Spain// *Geoderma*. -2011.- №161. P. 43-49.

Lee J. Y., Lee K. K., Kim Y. C., Yi M. J., Hydrogeological investigations and discharge control of a nutrient-rich acidic solution from a coastal phosphogyp-sum stack at Yecheon, Korea // *Water, Air, and Soil Pollution*. 2004. -№151. P. 143-164.

Makarova A., Nikulina E., Avdeenkova T., Pishaeva K. The Improved Phytoextraction of Heavy Metals and the Growth of *Trifolium repens* L.: The Role of Plant Growth Regulators Alone and in Combination, *Sustainability* 2021, 13(5), 2432; <https://doi.org/10.3390/su13052432>.

Prach K., Walker L.R. Four opportunities for studies of ecological succession // *Trends in Ecology and Evolution*. 2011. Vol. 26. №3. P.119-123.

Singh M., Treating waste phosphogypsum for cement and plaster manufacture, *Cement and Concrete Research*, vol.32, issue.7, pp.1033-1038, 2002.

Walker L.R., del Moral R. Lessons from primary succession for restoration of severely damaged habitats // *Applied Vegetation Science*. 2008. Vol. 12. P. 55–67.

Yakimenko O., Izosimov A., Terekhova V., Kanis'kin M. Detoxifying action of humates towards phosphogypsum. II SETAC Europe: Ecosystem Protection in a Sustainable World: a Challenge for Science and Regulation, SETAC – Society of Environmental Toxicology and Chemistry. 2011. P. 121.

Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Учебное пособие. 2003.- С. 268.

Гелцер Ю.Г. Биологическая диагностика почв. М.: Изд-во МГУ. -1986. –С.80.

Гусев А.П. Особенности сукцессий растительности в ландшафтах, нарушенных деятельностью человека. №2. – 2012. – С. 231-23.

Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы: функционально-экологический подход. М.: Наука. – 2000.- С.185.

Каниськин М.А., Яковлев Л.С., Терехова В.Л. Контроль гуматной детоксикации отходов фосфогипса методами биотестирования // *Экология и промышленность России*. №8. – 2007. – С. 48-51.

Каниськин М.А., Семенова Т.А., Терехова В.А. Изменения микобиоты почв под влиянием фосфогипса // *Микология и фитопатология*. №4. – 2009. – С. 37-43.

Лапшина И.З., Тургумбаева Х.Х., Бейсекова Т.И., А.Ж. Абильдаева, Иканова М.С., Лапшин Е.В., Шанбаев М.Ж. Физико-химические свойства фосфогипса, размещенного на отвале Жамбылского завода минеральных удобрений ТОО «Казфосфат». *Журнал Промышленность Казахстана*. – №5. – 2012. – С.56-58.

Программа по управлению отходами производства и потребления на 2013-2022 гг., 2013. С 12.

Толешов А.К., Лапшина И.З., Тургумбаева Х.Х., Бейсекова Т.И., Абдуалиева Ж.У., Жаржанова А.С., Жанпейсова А.Ш., Экологическая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в зоне размещения отвалов завода минеральных удобрений ТОО «Казфосфат». – 2016. – С. 380-388.



## References

- Al-Hwaiti M.S., Ranville J.F., Ross P.E. (2010) Bioavailability and mobility of trace metals in phosphogypsum from Aqaba and Eshidiya, Jordan // *Chemie der Erde*. No.70. P. 283-291.
- Carvalho M.C.S., van Raij B. (1997) Calcium sulphate, phosphogypsum. And calcium carbonate in the amelioration of acid subsoils for root growth// *Planf Soil*. No.192. P.37-48.
- Dobrovol'skij G.V., Nikitin E.D. (2000) Sohranenie pochv kak nezamenimogo komponenta biosfery: funkcional'no-jekologicheskij podhod [Preservation of soils as an indispensable component of the biosphere: a functional-ecological approach]. -P.185
- Erayzer, L.M., Udovenko, O.H.; Smalii, M.I.; Horniev V.O., (2006) A Method for the Complex Reprocessing Phosphogypsum into Fertilizers.
- Free M.E., Zhu J.S., Moudgil M.B. (1999) The effect of PE0 and organic, sulfonates in enhancing phosphogypsum filtration // *Int; J. Miner. Process*; No.57. P.25-42.
- Freitas B. J. (1992) Disposal of phosphogypsum and its environmental impact.In *Seminário sobre o uso de gesso na agricultura* 2. P. 325-339.
- Gel'cer Ju.G. (1986) *Biologicheskaja dyagnostika pochv* [Byological diagnostics of soils. M.: Publishing House of Moscow State University]. – P.80
- Gerasimova M.I., Stroganova M.N., Mozharova N.V., Prokofiev T.V.. *Anthropogenic soils: genesis, geography, reclamation. Study guide..* 2003.- p. 268.
- Gusev A.P. (2012) Osobennosty sukcessy rastitel'nosti v landshaftah, narushennyh dejatel'nost'ju cheloveka [Features of vegetation successions in landscapes disturbed by human activity]. No.2. – P. 231-23.
- Hurtado M.D., Enamorado S.M., Andreu L., Delgado A., Abril J-M. (2011) Drain flow and related salt losses as affected by phosphogypsum amendment in reclaimed marsh soils from SW Spain// *Geoderma*. No.161. P. 43-49.
- Kanis'kin M.A., Terehova V.L., Jakovlev L.S. (2007) Kontrol' gumatnoj detoksikacii othodov fosfogipsa metodami biotestirovaniya [Control of humate detoxification of phosphogypsum wastes by biotesting methods] // *Jekologija i promyshlennost' Rossii*. No.8. – P. 48-51.
- Kanis'kin M.A., Semenova T.A., Terehova V.A. (2009) Izmeneniya mikrobioty pochv pod vlijaniem fosfogipsa [Changes in soil mycobiota under the influence of phosphogypsum] // *Mikologija i fitopatologija*. No.4. – P. 37-43.
- Lapshina I.Z., Turgumbaeva H.H., Bejsekova T.I., A.Zh. Abil'daeva, Ikanova M.S., Lapshin E.V., Shanbaev M.Zh. (2012) Fiziko-himicheskie svoystva fosfogipsa, razmeshhennogo na otvale Zhambylskogo zavoda mineral'nyh udobrenij TOO «Kazfosfat» [Physicochemical properties of phosphogypsum placed on the dump of the Zhambyl mineral fertilizer plant Kazphosphate LLP]. *Zhurnal Promyshlennost' Kazahstana*. No.5. – P.56-58.
- Lee J. Y., Kim Y. C, Yi M. J., Lee K. K. (2004) Hydrogeological investigations and discharge control of a nutrient-rich acidic solution from a coastal phosphogyp-sum stack at Yecheon, Korea // *Water, Air, and Soil Pollution*. No.151. P. 143-164.
- Makarova A., Nikulina E., Avdeenkova T., Pishaeva K. The Improved Phytoextraction of Heavy Metals and the Growth of *Trifolium repens* L.: The Role of Plant Growth Regulators Alone and in Combination, *Sustainability* (Q2), *Sustainability* 2021, 13(5), 2432; <https://doi.org/10.3390/su13052432>.
- Prach K., Walker L.R. (2011) Four opportunities for studies of ecological succession // *Trends in Ecology and Evolution*. vol.26. No.3. P.119-123.
- Programma po upravleniu othodami proyzvodstva i potreblenya na 2013-2022 gg. 2013. P. 12
- Singh M. Treating waste phosphogypsum for cement and plaster manufacture, *Cement and Concrete Research*, vol.32, issue.7, P.1033-1038.
- Toleshov A.K., Turgumbayeva H.H., Beisekova T.I., Lapshyna I.Z., Abdulyeva Zh.U., Zharjanova A.S. Zhanpeysova A.Sh., (2016) *Ekologicheskaya ocenka urovnya zagryazneniya atmosernogo vozduha v zone razmeshheniya otvalov zavoda myneral'nyh udobreniy TOO «Kazfosfat»* [Environmental assessment of the level of air pollution in the area of dumps of the mineral fertilizer plant “Kazphosphate” LLP]. – P. 380-388.
- Walker L.R., del Moral R. (2008) Lessons from primary succession for restoration of severely damaged habitats // *Applied Vegetation Science*. vol.12. P. 55–67.
- Yakymenko O., Izosymov A., Kanis'kin M., Terekhova V. (2011) Detoxifying action of humates towards phosphogypsum. II SETAC Europe: Ecosystem Protection in a Sustainable World: a Challenge for Science and Regulation, SETAC – Society of Environmental Toxicology and Chemistry. P. 121.

5-бөлім

**РЕКРЕЦИЯЛЫҚ ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ ТУРИЗМ**

---






Section 5

**RECREATION GEOGRAPHY AND TOURISM**

---

Раздел 5

**РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ И ТУРИЗМ**

I. Akbar<sup>\*1</sup> , B.M. Pazylkhaiyr<sup>1</sup> , Z.K. Myrzaliyeva<sup>2</sup> ,  
A.Z. Tazhekova<sup>2</sup> , A.T. Saulembaev<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup> South Kazakhstan State Pedagogical University, Kazakhstan, Shymkent

\* Email: akbar.imanally@gmail.com

## AN ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF THE TOURISM INDUSTRY IN THE AKSU-ZHABAGLY BIOSPHERE RESERVE OF KAZAKHSTAN

Based on the analysis of the current development state of the tourism development in Aksu-Zhabagly Biosphere Reserve (BR), this paper discusses how to properly handle the contradiction between nature protection and tourism development, determines the problems existing in tourism development, and proposes a strategy for the development of eco-tourism in Kazakhstan. The aim of the study is to give some recommendations for the Aksu-Zhabagly ecotourism destination by employing a combination of field observation, examination, evaluation, and SWOT analysis. The strategic suggestions for the future development of tourism in Aksu-Zhabagly BR were determined mainly by the SWOT analysis results. The study results showed that the main strengths are convenient accessibility, diversified wild animals and plants, rich natural values, tranquil life in a typical rural setting, and favorable climatic conditions in the summer. And the low quality of tourist services, lack of competition among tourist destinations, lack of necessary infrastructure for tourists, lack of investment capital for tourism development, and lack of access to credit for small business development were determined as the main weakness. The results also revealed the preparation of different types of tour packages, the development of community tourism groups in Zhabagly, the potential for the production and sale of folk crafts and souvenirs, and improving accessibility (rehabilitation of roads, public transport) are the main opportunities. Finally, the hazards of increased influx of tourists, monopolization of tourist revenues and uncontrolled development of tourism, unlimited use of social opportunities and natural resources, loss of newly acquired image through the supply of low-quality goods, and the inability of other neighboring settlements to compete with Zhabagly village were proved to be the main threat to the effective implementation of sustainable development of tourism in the Aksu-Zhabagly tourist site.

**Key words:** analysis, development, tourism industry, Aksu-Zhabagly, biosphere reserve, Kazakhstan.

И. Акбар<sup>\*1</sup>, Б.М. Пазылхайыр<sup>1</sup>, З.Қ. Мырзалиева<sup>2</sup>, А.Ж. Тажекова<sup>2</sup>, А.Т. Сәулембаев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық университеті, Қазақстан, Шымкент қ.

\* e-mail: akbar.imanally@gmail.com

### Қазақстанның Ақсу-Жабағылы биосфералық қорығындағы туризм саласының дамуын талдау

Ақсу-Жабағылы биосфералық қорығындағы (БҚ) туризмді дамытудың ағымдағы жағдайын талдау негізінде туризмді дамытудың ағымдағы жағдайын талдау негізінде бұл жұмыста табиғатты қорғау мен туризмді дамыту арасындағы қарама-қайшылықты қалай дұрыс шешу керектігі қарастырылады және туризмді дамытудағы бар проблемалар анықталады, сондай-ақ Қазақстанда экологиялық туризмді дамытудың бірқатар стратегиялары ұсынылды. Зерттеудің мақсаты – далалық бақылау, сараптама, бағалау және SWOT талдауының комбинациясын қолдану арқылы Ақсу-Жабғылы экотуризм бағытына ұсыныстар беру. Ақсу-Жабағылы БҚ-да болашақта туризмді дамыту бойынша стратегиялық ұсыныстар негізінен SWOT талдау нәтижелері бойынша анықталды. Зерттеу нәтижелері негізгі күшті жақтары қолайлы қолжетімділік, әртарапандырылған жабайы жануарлар мен өсімдіктер, бай табиғи құндылықтар, типтік ауылдық ортадағы тыныш өмір және жазда қолайлы климаттық жағдайлар екенін көрсетті. Ал туристік қызмет көрсету сапасының төмендігі, туристік бағыттар арасындағы бәсекелестіктің жоқтығы, туристерге қажетті инфрақұрылымның жоқтығы, туризмді дамытуға инвестициялық капиталдың жоқтығы, шағын кәсіпкерлікті дамытуға несиеге қолжетімділіктің жоқтығы басты әлсіздік ретінде анықталды. Нәтижелер сонымен қатар турпакеттердің әр түрін дайындау, Жабағылыда қауымдық туристік топтарды дамыту, халық қолөнері мен кәдесый бұйымдарын өндіру және сату

әлеуеті, сондай-ақ қолжетімділікті жақсарту (жолдарды, қоғамдық көліктерді қалпына келтіру) негізгі мүмкіндіктер болып табылады. Соңында, туристер ағынының артуы, туристік кірістердің монополиялануы және туризмнің бақылаусыз дамуы, әлеуметтік мүмкіндіктер мен табиғи ресурстарды шектеусіз пайдалану, сапасыз тауарларды жеткізу арқылы жаңадан қалыптасқан имиджді жоғалту және басқа көрші елді мекендердің Жабағылы ауылымен бәсекеге түсе алмауы Аксу-Жабағылы туристік бағытында туризмнің тұрақты дамуын тиімді жүзеге асырудың негізгі қауіп-қатері екені дәлелдеді.

**Түйін сөздер:** талдау, даму, туризм индустриясы, Аксу-Жабағылы, биосфералық қорық, Қазақстан.

И. Акбар<sup>\*1</sup>, Б.М. Пазылхайыр<sup>1</sup>, З.К. Мырзалиева<sup>2</sup>, А.Д. Тажекова<sup>2</sup>, А.Т. Саулембаев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Южно-Казахстанский государственный педагогический университет, Казахстан, г. Шымкент

\*e-mail: akbar.imanaly@gmail.com

### Анализ развития индустрии туризма в Аксу-Жабаглинском биосферном заповеднике Казахстана

На основе анализа текущего состояния развития туризма в биосферном заповеднике (БЗ) Аксу-Жабаглы в данной статье обсуждается, как правильно разрешить противоречие между охраной природы и развитием туризма, определяются проблемы, существующие в развитии туризма, и предлагается стратегия развития экотуризма в Казахстане. Цель исследования – предложить рекомендации для экотуризма Аксу-Жабаглы, используя комбинацию полевых наблюдений, исследования, оценки и SWOT-анализа. Стратегические предложения по будущему развитию туризма в БЗ Аксу-Жабаглы были определены преимущественно по результатам SWOT-анализа. Результаты исследования показали, что основными преимуществами являются удобная локация, разнообразие флоры и фауны, богатые запасы природных ресурсов, размеренный ритм жизни в сельской местности и благоприятные климатические условия в летний период. А в качестве основных недостатков были определены низкое качество туристских услуг, отсутствие конкуренции среди туристских направлений, отсутствие необходимой инфраструктуры для туристов, нехватка инвестиционного капитала для развития туризма и отсутствие кредитного финансирования для развития малого бизнеса. Результаты также показали, что подготовка различных типов туристских пакетов, развитие общественных туристических групп в Жабаглы, потенциал для производства и продажи народных ремесел и сувениров, а также развитие инфраструктуры (восстановление дорог, общественного транспорта) являются основными возможностями для развития. Наконец, опасности повышенного притока туристов для экологии, монополизации туристических доходов и неконтролируемого развития туризма, неограниченного использования социальных возможностей и природных ресурсов, потери вновь приобретенного имиджа из-за поставок товаров низкого качества и неспособности других населенных пунктов конкурировать с территорией Аксу-Жабаглы. были определены главными угрозами для эффективного осуществления устойчивого развития экологического туризма в туристическом направлении Аксу-Жабаглы.

**Ключевые слова:** анализ, разработка, индустрия туризма, Аксу-Жабаглы, биосферный заповедник, Казахстан.

## Introduction

The development of tourism provides funds for protecting and constructing nature reserves and improves the economic status quo of relying on a single government appropriation. At the same time, tourism development promotes the construction of surrounding communities and the improvement of infrastructure, drives community residents to participate in tourism operations, increases residents' income and improves their quality of life. How to meet the new challenges after the expansion of domestic demand for tourism in nature reserves and how to strictly adhere to the eco-

logical red line in the accelerated development of tourism have become new propositions (Cheng Li 2020: 78-89). However, the phenomenon of emphasizing resource development and neglecting education still prevails in protected areas. Strengthening the educational function of nature reserves can not only regulate tourists' recreational behavior but also enhance tourists' enthusiasm to protect the resources of nature reserves. At the research level, my country's national park environmental education currently lacks its theoretical foundation (Zhang Yuangang et al. 2021:1-21). As one of the main functions of the high-quality development of tourism in nature reserves, the educational

function needs to further explore its core elements and influencing variables. The environmental responsibility behavior of tourists is not only of great significance to environmental protection but also an effective way of sustainable tourism development (Luo Wenbin et al. 2020:1941-1953). At present, the importance of tourists' environmental responsibility behavior has attracted the attention of domestic scholars. At the same time, empirical research has pointed out the intrinsic connection between the two paths, that is, the educational activities of ecological themes have a significant guiding effect on public environmental responsibility behavior (Qiu Hongliang, Fan Diao, and Zhao Lei 2018). The purpose is to maintain biological diversity by protecting the natural environment and resources so that the ecosystem can develop healthily and sustainably, and people can enjoy high-quality ecological products and public services (Liu Chao 2020). Implement the national park ecological environmental protection, monitoring and restoration projects to realize dynamic monitoring and management of the park environment; during the construction process, actively develop the eco-tourism green industry, adjust the industrial structure, and protect the park environment; build multi-plan management information for the national park. The platform realizes all-round management and control of data management, project approval, etc. (Wang Yi 2017: 1037-1039). Therefore, first, relevant laws and regulations on protection and utilization should be introduced to provide clear rules and regulations and a legal basis for the opening of the park. The value of the national park is co-created; finally, a review system is established to regularly evaluate and review the development of the park's cultural and natural landscapes, infrastructure, and tourism enterprises, and to carry out dynamic regulation to ensure the maximization of the national park's public welfare (Zhong Linsheng et al. 2016:126-133). Under the guidance of the macro-control of government management departments, it is necessary to jointly build national parks with scientific research forces of colleges and universities, public welfare groups, enterprises, and community residents (Cheng Lifeng, and Zhang Huiyuan 2019:8-10). As the area with the most severe development restrictions, the tourism development of nature reserves is regarded as the best way to effectively use natural resources (Akbar and Yang 2021: 1-21).

Innovation is the meaning of high quality, and the tourism industry is always inseparable from innovation (Hjalager 2010:1-12). This is not only a demand-driven industry attribute (Brooker and Joppe 2014:500-508) but also determines that tourism companies must continue to launch innovative

and differentiated products. From the point of view of nature reserves, the balance between strictly adhering to environmental protection and developing the tourism industry is usually difficult. For example, in the process of integration and optimization of nature reserves, there may be problems such as fragmentation of resource value in scenic spots (Li Xin, Song Songsong, and Jin Yunhan 2020:34-40), and some researchers have found that conservation investment in forest parks will reduce tourism revenue (Qin Guangyuan, and Cheng Baodong 2020: 100-117). From the perspective of tourism, on the one hand, it can improve the public's understanding and support for nature reserves, and bring certain economic income; Tourism also causes damage to the environment of the protected area. So, how to find a possible equilibrium path between the two is a question. Tourism resources are attractive because of their cultural value, and the development and utilization of tourism can produce economic, social and ecological benefits (Hu Ting, Xu Chunxiao, and Wang Fuyuan 2020). Under this line of thinking, the theoretical perspective of the unity of material and immaterial, and the interaction between nature and humanity provided by cultural landscapes provides a theoretical potential for the utilization, value-added and protection of nature in the tourism industry (Akbar, Maksatovna, et al. 2022: 69-82). Empowering tourism in natural resources protected areas with cultural value can create high-quality cultural added value under the premise of minimum consumption of natural resources, improve the comprehensive experience of tourists, and reduce the resources generated by tourists out of value compensation and other psychology. Consumption behavior can also enhance tourists' awareness of natural value through a higher value experience, resulting in a higher level of environmental responsibility behavior.

Secondly, establishing an innovative development mechanism for natural resource-based destination tourism is crucial. However, there is a lack of systematic thinking on the production, diffusion and evolution mechanism of tourism innovation knowledge in natural resource-based destinations. With the deepening of tourism innovation research, people gradually realize that tourism innovation is also a systematic or holistic process (Hall and Williams 2008). Therefore, we can learn from some concepts and ideas of the regional innovation system, and consider the complexity and diversity of the tourism development of natural resource-dependent destinations and the above-mentioned characteristics of its tourism innovation. The development framework

focuses on solving the organizational structure and interaction mode of tourism innovation subjects in natural resource-based destinations, and the operation process and mechanism problems such as the production, diffusion, and transformation of innovative knowledge (Hjalager et al. 2008); regional tourism development and innovation policies and management models. Innovation performance evaluation and promotion (Hjalager 2012) and so on. By establishing a tourism innovation system including the main network system, support system, environmental system, etc., an institutional mechanism that is conducive to the innovative development of natural resource-based destination tourism is formed.

The benefits of tourism development in protected areas have also been recognized globally. Foreign scholars have pointed out that nature reserves can achieve multiple goals such as biodiversity conservation, sustainable community livelihoods, and tourism development (Nyaupane, Poudel, and York 2020:1-20), which provide experience and theoretical reference for the practice of tourism development in nature reserves in my country. However, people should also see that the popular ecotourism development has also brought serious problems such as the destruction of the natural ecological environment and landscape pollution in protected areas. The diversity of types of tourism resources in nature reserves and the complexity of their spatial forms may still lead to conflicts of interests between the protection and development of resources in nature reserves, and the problem needs to be further explored by researchers.

The coordination and management of the core interests of nature reserves is the guarantee for the

high-quality development of tourism. Benefit-sharing has always been an important topic in the discussion of the development of international nature reserves (Heslinga, Groote, and Vanclay 2019:773-787). Due to the imperfect management mechanism, the tourism development of developing countries' nature reserves has always been faced with the balance and conflict of interests of multiple subjects and departments, mainly involving the government, protected areas, communities, tourism enterprises and other four major stakeholders, as well as the main bodies of different centralized departments.

This paper is composed of five main sections. After the introduction, the study area overview that describes the characteristics of the Aksu-Zhabagly BR of the western Tian-Shan mountain in Kazakhstan is followed, then a section on the data collection and methodology was presented. The paper then continues with results and discussion on the SWOT analysis of tourism development in Aksu-Zhabagly BR, followed by a conclusion section.

### Study area overview

One of the main national wealth, riches, and foundations of any state is its natural resources, natural resources. One of such proud treasures is the Aksu-Zhabagly reserve. Aksu-Zhabagly Biosphere Reserve was declared in the 1920s at the suggestion of one of the leading figures of our society T. Ryskulov. This reserve occupies the north-western part of the Talas Alatau and the neighboring Ugam ridge. Its main area belongs to the Tulkibas, Tolebi and Baidibek districts of the Turkistan province and Zhualy district of the Zhambyl province.



**Figure 1** – Spatial view of the main territory of Aksu-Zhabagly BR. Source: <https://en.unesco.org>.

In addition, the reserve includes two paleontological departments. One is in Karabastau with an area of 126 hectares, the other – is “Aulie”, with an area of 100 hectares. Both are located in the Baidibek district, about 120 km from the main area of the reserve. The current territory of the reserve is 85,754 hectares. Among them, Tulkibas district – 21,255 hectares, Tolebi district – 53,597 hectares, Baidibek district – 231 hectares and Zhualy district – 10,682 hectares. The office of the BR is in the village of Zhabagly.

The climate is distinctly continental. Because it is located in the northern part of the West Tianshan Mountains, the precipitation is different, for example, there is more precipitation in winter and spring, and less precipitation in summer. The coldest month in winter is January, with an average temperature of  $-25^{\circ}\text{C}$ ; the hottest month is August, with an average temperature of  $+21^{\circ}\text{C}$ . The minimum temperature is  $-34^{\circ}\text{C}$  and the maximum temperature  $+37^{\circ}\text{C}$ .

The average temperature at the top of the mountain is  $-15^{\circ}\text{C}$ , and in winter the temperature at the top of the mountain drops to  $-30^{\circ}\text{C}$ . The temperature drops by  $0.6^{\circ}\text{C}$  as you climb to a height of 100 meters. The average thickness of snow in the basins of the Baldyberek and Zhabaglysu rivers, which are characterized by heavy snowfall, is 90 cm, sometimes up to 2 meters.

All aforementioned facts testify to the representativeness of flora and fauna of the given terrain for all Western Tien-Shan. Besides, there are discovered unique sites of upper Jurassic flora and faunas, which, undoubtedly, improves the value of biological and landscape diversification from the point of nature protection view.

## Materials and Methods

The main idea of this article was born in March 2019 during a week-long survey of the Aksu-Zhabagly BR in Kazakhstan and the identification of tourist routes. Data collection was conducted from March 2 to March 22, 2019 for 20 days. To obtain a deeper knowledge of the growth of tourism, interviews were conducted with representatives of the Aksu-Zhabagly BR office and tourism companies in Zhabagly village. Face-to-face interviews were conducted with the akim of Zhabagly village, who knows the situation of the population's involvement in tourism, the head of the research department of the nature reserve and the director of a tourism company in Shymkent. In order to address the goals and objectives of the research, relevant information

was collected on selected research areas and interviews were conducted with experts who studied the reserve. One of the main methods of the research was a desk analysis of documents prepared on the official website of the Aksu-Zhabagly BR ([www.aksu-zhabagly.kz](http://www.aksu-zhabagly.kz)). We have analyzed some documents in detail, including all general reports, mission reports, periodic reports published in recent years, and some existing documents. Research articles on “SWOT Analysis of Tourism Development” were also collected and the results of the analysis were incorporated into the study. While the research is conducted using a document content analysis approach, a SWOT analysis is the primary method for showing the strengths and weaknesses for making recommendations for developing tourism in Aksu-Zhabagly BR effectively in the future.

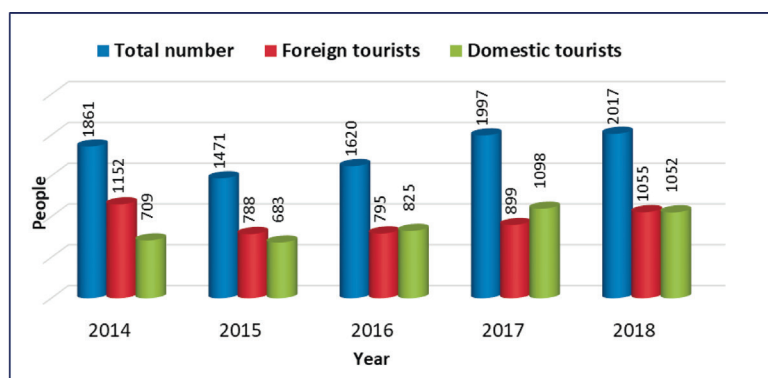
## Results and Discussion

### *Tourism development in the Aksu-Zhabagly BR*

Sustainable World Heritage tourism implementation, especially in rural areas, has a global impact as a place with a global perspective and traditional rural elements. However, the development of tourism in the world heritage sites cause disagreements between stakeholders in all segments of society and is hampered by conflicting views and interests such as the preservation of the natural landscape and the simultaneous growth of tourism development potential (Svels 2015:183-201). In a globalized, multidimensional world, WHS stakeholders are numerous and heterogeneous. However, the most important day-to-day relationship in the WHS remains between residents and visitors. Tourism is mainly based on the preferences of local people, so their support and participation is important for its sustainability. However, if tourism is not properly managed, local communities can also influence WHS values and ultimately endanger it by transforming the local heritage into a fully viable tourist environment (Nicholas, Thapa, and Ko 2009:390-412). Therefore, when developing tourism in the world heritage site, it is necessary to take into account its features, for example, the best strategy for tourism development in environmentally sensitive protected areas is to organize tourism only in the buffer zone of protected areas (Akbar et al. 2021). Currently, some developing countries are developing tourism in protected areas in accordance with the above requirements, one of which is our study area – Aksu-Zhabagly natural world heritage site.

The most important indicator of the level of development of tourism in one tourist destination is, of course, the number of annual visitors to the area. This is due to the fact that the more tourists there are, the more positive the economic impact of tourism on the prosperity of the region. Akim of Tulkubas district Nurbol Turashbekov said at a briefing in the regional communications service of

Turkestan region: “In 2016, more than 12 thousand tourists visited Tulkibas district, 7% of whom were foreigners. Now it is planned to increase the number of tourists to 20 thousand by 2025. And several projects will be prepared to implement this plan.” Below we analyze and compare the dynamics of the number of tourists in the study area over the recent 5 years (2014-2018).



**Figure 2** – The number of tourists to Aksu-Zhabagly BR from 2014 to 2018. Source of statistics: tourism department of Aksu-Zhabagly BR office

It is not difficult to see from Figure 2 that the number of domestic tourists in 2014 was relatively large, with 1152 people. However, in 2015 the number of visitors to the Aksu-Zhabagly tourist route was small, 788 foreign and 683 domestic tourists, respectively. Over the past 4 years, there has been a steady increase in the number of foreign and total tourists, in 2018 the total number of tourists visiting the tourist area reached 2017 people, which is about 550 people more than in 2015. And the number of local tourists has fluctuated over the past 3 years, with a sharp increase from 825 people in 2016 to 1,098 people in 2017, but in 2018 there were slightly fewer tourists (1052 people) than in the previous year. From the above analysis, it can be concluded that although Aksu-Zhabagly has a high potential for tourism planning and the quality of accommo-

modation and accessibility is relatively good compared to other regions of Kazakhstan, the level of tourism development in this region is relatively low. And we suppose there are several impediments to tourism development in our study area. Thus, the main content of this research is to show the strengths, opportunities, weaknesses and threats of tourism development in Aksu-Zhabagly BR.

*Analysis of tourism revenue in the Aksu-Zhabagly BR*

Tourism revenue is one of the main indicators to measure the economic impact of tourism. They include all tourism-related expenditures by foreign tourists and locals within the country, including categories such as accommodation, transportation, dining, cultural services, entertainment, travel agencies and other booking services.

*The main sources of tourism revenue in Aksu-Zhabagly tourist destination*

**Table 1** – Prices for various services of Aksu-Zhabagly Biosphere Reserve office in 2018

Revenue sources (1\$ = 375 KZT)	Time	Prices for Kazakhstan citizens	Prices for foreign citizens
1	2	3	4
<b>Tourist paths ticket</b>			
1 adult	1 day	1.71 \$	3.84 \$



1	2	3	4
<b>Inspector's (escort) service fee</b>			
Inspector for adults	1 day	2.27 \$	3.47 \$
<b>Museum ticket</b>			
1 adult	Once a day	0.40 \$	0.40 \$
<b>Transportations fee</b>			
Passenger car ( mean )	1 hour	7.2 \$	3.72 \$
<b>Accommodation and meal fees</b>			
Comfort room (included 3 meals)	24 hours	24 \$	24 \$

**Date sources:** Aksu-Zhabagly Biosphere Reserve office

As shown in Table 1 above, the main sources of tourism revenue in the Aksu-Zhabagly tourist site are the admission fees for nature reserves, accompanying (guard) fees, museum admission fees, hotel accommodation fees, and three meals. When we interviewed the head of the tourism department at the office of the Aksu-Zhabagly BR, she said that the first three items in Table 1 are the fees that must be paid by tourists visiting the nature reserve. In

terms of tour guide services, some office staff provide guide services for travelers to the tourist destination. Therefore, one of the net income of the nature reserve management office is the service fee of the instructor (tour guide). Due to the vastness of nature reserve territory, the long distances and tiring walking, most tourists usually rent transportations in the area.

*Main annual tourism income prediction in Aksu-Zhabagly tourist destination*

**Table 2** – Main annual tourism revenue of Aksu-Zhabagly BR from 2017 and 2018

Years	Total revenue (\$1 = 375 KZT)	Revenue from domestic tourists	Revenue from foreign tourists
2017	\$74748.51	899*\$35.58 = \$32025.33	1098*\$38.91 = \$42723.18
2018	\$78470.22	1055*\$35.58 = \$37536.9	1052*\$38.91 = \$40933.32
Years	Total tourists number	Domestic tourists number	Foreign tourists number
2017	1997	899	1098
2018	2107	1055	1052
(Date sources: tourism department of Aksu-Zhabagly Biosphere Reserve office)			
Main tourism revenue types		Prices for Kazakhstan citizens	Prices for foreign citizens
Reserve entrance fee + museum ticket + escort fee + transportations fee + accommodation and meal		1.71 + 0.4 + 2.27 + 7.2 + 24 = \$35.58 (per adult a day)	3.84 + 0.4 + 3.47 + 7.2 + 24 = \$38.91 (per adult a day)
(Date sources: Aksu-Zhabagly Biosphere Reserve office)			

It can be seen from the Table 2 that the total tourism revenues of the Aksu-Zhabagly BR in 2018 was about \$78.5 thousand, US\$78,500, an increase of about US\$3,500 compared with the tourism revenue of US\$75,000 in 2017. Comparing domestic and foreign tourism revenue, the tourism revenue of foreign tourists is higher than that of domestic tourists, in 2017 (foreign = \$42,723.18, domestic = \$32,025.33) and 2018 (foreign = \$40,933.32, domestic = \$37,536.9) respectively. It seems that the tourist destination attracts more overseas tourists, which shows that this tourist area has great potential to generate more foreign tourism revenue. Table 2 also showed that domestic tourism receipts

increased significantly (from US\$32,025.33 in 2017 to US\$37,536.9 in 2018), while tourism receipts for foreign tourists declined slightly (from US\$42,723.18 in 2017 to US\$40,933.32 in 2018). In our opinion, this needs further research.

*SWOT analysis of tourism development in Aksu-Zhabagly BR*

If we analyze the SWOT in the field of tourism in Aksu-Zhabagly, the tourist potential is great – that is, Aksu-Zhabagly should use the strengths of tourism development shown in Figure 3, but at the same time not miss the opportunities. Aksu-Zhabagly as a tourist destination has several competitive advantages over other tourist regions of the coun-

try: very convenient geographical location, one of the most popular recreational areas in Central Asia, diversity of landscapes, an abundance of flora and fauna, political stability in the region, the presence of historical and cultural monuments in the tourist

area and lying along the Great Silk Road. They are given in the SWOT matrix. These strengths make us realize that Aksu-Zhabagly has a great potential for tourism, which in turn creates several opportunities for this tourist area.

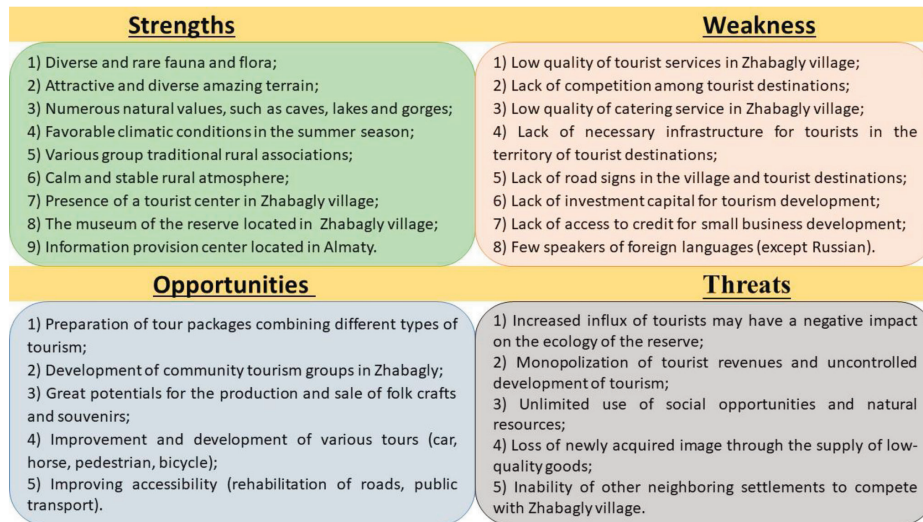


Figure 3 – The results of SWOT analysis of tourism development in Aksu-Zhabagly BR (the first author’s work).

Now our goal is to develop the tourism industry by the strategy, using these strengths and realizing the opportunities that arise. That is, development means solving a series of problems facing the industry. The accumulated issues are reflected in the SWOT matrix too. We all know that to gain opportunities, we need to eliminate weaknesses. Therefore, we need to work on a strategy to achieve these goals. At the same time, several risks could push the tourism industry backward. These include environmental degradation, political injustices in the development of rural industries, and economic inequality between settlements and peoples around this tourist destination. To prevent these threats, we need to use our strengths and implement effective strategies to eliminate them.

One of the main tasks of the Aksu-Zhabagly tourist zone will be to constantly identify the reasons for the low level of the tourism industry and the threats to it. Today, the challenge for this tourist destination is to get rid of weaknesses and constantly monitor the dangers, to prevent them from manifesting themselves in reality. Then the opportunities created by the strengths will be realized and will be of great benefit to the development of the region.

#### *Strategies and action plans for the development of ecotourism in Aksu-Zhabagly BR*

Every year a large number of foreign tourists visit the reserve. It is coordinated for the development of ecotourism in Aksu-Zhabagly and its neighboring territory. The high-quality development of tourism in nature reserves is an effective way to promote the transformation of this BR and realize ecological value. It is necessary to continuously enrich tourism products, improve monitoring systems, improve supporting mechanisms, and establish a path for realizing the ecological value of nature reserves led by the tourism industry.

At present, the main ways to realize the value of ecological products include ecological protection compensation, ecological index trading, ecological industrialization management, and ecological product supply capacity improvement and value-added premium. Promoting the development of the tourism industry in this BR is an important part of carrying out ecological industrialization management.

The natural protected areas have superior ecological environments, unique natural scenery, and obvious biological diversity, all of which provide an important resource carrier for the development

of the tourism industry. Therefore, the development of the tourism industry in this BR has unique advantages, and it can also well promote the realization of the ecological value of this BR and turn superior resources into advantageous industries. Combined with the resource characteristics of this BR, strengthen the implantation of local characteristic culture, continuously enrich the supply of tourism products, and focus on cultivating and innovatively developing leisure vacations, recreational tourism, research and educational tourism, sports tourism, health and wellness, performing arts and entertainment, and cultural creativity will promote the diversified and complex development of tourism in this BR, expand the industrial scale through supply-side reform, stimulate consumption potential, and continuously enhance the ability to transform ecological value helps to build a new development pattern.

- Building a tourism development monitoring system to supervise the transformation of ecological value and maintaining the quality of the ecological environment in the BR is a prerequisite for all social and economic behaviors.

- In the process of tourism development, it will inevitably have a certain negative impact on the ecological environment of BRs. It is necessary to build a sound monitoring system to assess the impact of tourism development promptly, so as to control the impact within a reasonable threshold.

- To achieve an efficient balance between ecological protection and tourism benefits. Comprehensively use remote sensing, GIS and other information technology to regularly monitor the quantity, quality, structure, distribution, and changes of ecological nature around tourist attractions, and provide a decision-making basis for reasonable tourism development under the premise of ecological protection.

- Give the leading role in planning, strengthen the connection with national land and space planning, encourage the development of the tourism industry while strengthening ecological protection, explore the supply system of tourism development and construction land in nature reserves, and promote the efficient and intensive development of tourism in nature reserves.

- Establish a multi-departmental coordination mechanism, build a leading group for tourism development in nature reserves including natural resources, development and reform, ecological environment, water conservancy, housing construction, agriculture, cultural tourism and other departments,

and explore the establishment of “special division of labor, departmental coordination, and regional linkage.

- Building a sound system of policies and regulations, exploring the establishment of a variety of policy tools and income distribution mechanisms in finance, taxation, industry, finance, investment, resources and the environment that are compatible with the tourism development of nature reserves, and increasing the support of green finance, to provide policy support and institutional guarantee for the realization of the tourism value of nature reserves.

### Conclusion

In this work, the SWOT analysis method was used to analyze the development of tourism, mainly in the Aksu-Zhabagly BR in Kazakhstan, which in turn allows a comprehensive qualitative analysis of the strengths, weaknesses, opportunities and threats of tourism development in the research area. Provision of land plots to individuals and legal entities for tourism regulation and recreation in the specially protected natural area should be carried out by the state master plan for infrastructure development in nature reserves. According to the results from the analysis in this paper, the following strategies are put forward:

- Development of master plans for the development of infrastructure of the Aksu-Zhabagly BR, which is of interest for the development of ecotourism;

- Creation of a system for regulating the flow of visitors to the tourist area by selecting tour operators;

- Implement measures to ensure the safety of visitors to the tourist destination and the effective protection of tourist resources;

- Attracting additional investors and interested economic entities, tourist organizations, local population to tourism activities;

- Implementation of landscaping works on tourist routes; (arrangement of places of rest, shelters, preparation and installation of small architectural objects, etc.);

- Carrying out promotion campaigns that increase the popularity of the tourist area, and improve the quality of information services;

- The main thing is the state-level support for the development of ecotourism in the BR;

- It is necessary to develop infrastructure in the settlements around the reserve;

- To arouse patriotic feelings among the local population and encourage them to care for nature;
- It is necessary to improve the condition of existing accommodation in Zhabagly village.

In addition, we consider it significant to take into account the strengths, opportunities, weaknesses and threats in the development of tourism in the Aksu-Zhabagly tourist area in Figure 3.

## Acknowledgments

We are very grateful to Jumanov Smatulla Zhoraulay, deputy director of the scientific research department and Zhumanova Elmira Pedbayevna, head of the ecological education and tourism department of the Aksu-Zhabagly National Nature Reserve Office in Zhabagly village, who helped a lot in the field investigation of the Aksu-Zhabagly tourist area.

## References

- Akbar Imanaly, and Zhaoping Yang. "The influence of tourism revenue sharing constraints on sustainable tourism development: a study of Aksu-Zhabagly nature reserve, Kazakhstan." *Asian Geographer*, 2021 – :1-21.
- Akbar Imanaly, Sergeyeva Aigul Maksatovna, Myrzaliyeva Zabira Kazbekkyzy, Tazhekova Akmaral Zhaksybekkyzy, Saulembaev Altynbai Tagabayevich, and Mominov Serik Abdukarimovich. "Sustainability of the community-based ecotourism development in the Aksu-Zhabagly nature reserve, Kazakhstan: An evaluation through local residents' perception." *REGION*, 2022 – no. 9 (1):69-82.
- Akbar Imanaly, Zabira Kazbekkyzy Myrzaliyeva, Akmaral Zhaksybekkyzy Tazhekova, Altynbay Tagabaiuly Saulembayev, and Rabiga Nokerbekkyzy Kenzhebay. "EVALUATION OF THE COMMUNITY-BASED ECOTOURISM DEVELOPMENT STATUS IN THE AKSU-ZHABAGLY NATURE RESERVE, KAZAKHSTAN." *GeoJournal of Tourism & Geosites*, 2021 – no. 35 (2).
- Brooker, Ed, and Marion Joppe. "Developing a tourism innovation typology: Leveraging liminal insights." *Journal of Travel Research*, 2014 – no. 53 (4):500-508.
- Cheng Li. "Urbanization, Rural Tourism and Rural Economic Growth." *Agricultural Economics and Management*, 2020 – (1): 78-89.
- Cheng Lifeng, and Zhang Huiyuan. "Suggestions for the realization of co-construction and sharing of nature reserves." *Environmental Protection*, 2019 – no. 47 (19):8-10.
- Hall, Michael C, and Allan Williams. *Tourism and innovation*: Routledge, 2008.
- Heslinga, Jasper, Peter Groote, and Frank Vanclay. "Strengthening governance processes to improve benefit-sharing from tourism in protected areas by using stakeholder analysis." *Journal of Sustainable Tourism*, 2019 – no. 27 (6):773-787.
- Hjalager, Anne-Mette. "A review of innovation research in tourism." *Tourism management*, 2010 – no. 31 (1):1-12.
- Hjalager, Anne-Mette. "Innovation policies for tourism." *International Journal of Tourism Policy*, 2012 – no. 4 (4):336-356.
- Hjalager, Anne-Mette, EH Huijbens, P Björk, Sara Nordin, A Flagestad, and Ö Knútsson. *Innovation systems in Nordic tourism*. Nordic Innovation Centre, 2008.
- Hu Ting, Xu Chunxiao, and Wang Fuyuan. "Market Value and Spatial Distribution Characteristics of Cultural Tourism Resources--A Case Study of Xiangxi Prefecture, Hunan Province.", 2020.
- Li Xin, Song Songsong, and Jin Yunhan. "Location and Development of Scenic Spots in Zhejiang Province under the New Situation: A Study Based on the Construction of the Natural Reserve System." *Urban Planning*, 2020 – no. 44 (S1):34-40.
- Liu Chao. "Analysis and Correction of the Legal Concept of "Natural Reserves"." *Jinan Journal (Philosophy and Social Sciences Edition)*, 2020.
- Luo Wenbin, Xie Haili, Lei Jieqiong, and Jiang Li. "Integrated Research on Influencing Factors of Tourists' Environmental Responsibility Behavior Based on Meta-Analysis." *Resources and Environment in the Yangtze River Basin*, 2020 – no. 29 (9):1941-1953.
- Nicholas, Lorraine Nadia, Brijesh Thapa, and Yong Jae Ko. "RESIDENTS' PERSPECTIVES OF A WORLD HERITAGE SITE: The Pitons Management Area, St. Lucia." *Annals of tourism research*, 2009 – no. 36 (3):390-412.
- Nyaupane, Gyan P, Surya Poudel, and Abigail York. "Governance of protected areas: an institutional analysis of conservation, community livelihood, and tourism outcomes." *Journal of Sustainable Tourism*, 2020. :1-20.
- Qin Guangyuan, and Cheng Baodong. "Can Conservation Investment Promote the Tourism Development of Forest Parks? -- An Empirical Study Based on Forest Park Levels." *China Rural Economy*, 2020 – (2): 100-117.
- Qiu Hongliang, Fan Diao, and Zhao Lei. "Review and Prospect of Tourists' Environmentally Responsible Behavior Research." *Tourism Tribune/Lvyou Xuekan*, 2018 – no. 33 (11).
- Svels, Kristina. "World Heritage, tourism and community involvement: A comparative study of the High Coast (Sweden) and Kvarken Archipelago (Finland)." *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*, 2015 – no. 15 (1-2):183-201.
- Wang Yi. "Practice and innovation of top-level institutional design in China's national parks." *Biodiversity*, 2017 – no. 25 (10): 1037-1039.
- Zhang Yuangang, Wen Tong, Lu Xingyang, Zhu He, Liu Junsheng, Liu Jia, Liu Fajian, Sun Jiaojiao, Su Jing, and Yu Fenglong. "High-quality Development of Ecotourism in Nature Reserves: Resource Conservation and Innovative Development." *Nature Reserve*, 2021 – no. 1(2):1-21.
- Zhong Linsheng, Deng Yu, Chen Tian, and Tian Changdong. "New Territorial Space: Discussion on the Construction Scheme of National Park System." *Proceedings of the Chinese Academy of Sciences*, 2016 – no. 31 (1):126-133.

U.A. Tokbergenova<sup>1\*</sup> , B.S. Abdimanapov<sup>1</sup> , E.A. Tokpanov<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Abai Kazakh National Pedagogical University, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>Zhetysy University Kazakhstan, Kazakhstan, Taldykorgan

\*e-mail: tokbergen75@mail.ru

## GEOGRAPHICAL PREREQUISITES FOR THE DEVELOPMENT OF TOURISM IN KAZAKHSTAN

Tourism is an actively developing branch of the economy. Despite the fact that Kazakhstan's tourist destinations are not yet widely represented on the world tourism market, having unique natural resources and objects of cultural and historical heritage, the country has a huge potential for a worthy place in world tourism. All the necessary cultural, historical, geographical and climatic conditions are sufficient for the development of tourism in the country.

There are three cultural heritage sites and two natural heritage sites listed as UNESCO World Heritage Sites in Kazakhstan. However, the attractiveness of the tourism industry is characterized not only by beautiful natural landscapes and historical sites, but also by developed infrastructure and services, access to transport and security.

The regions of interest to domestic and foreign tourists in the republic are national parks and specially protected natural areas. The most popular destinations among Kazakhstanis are the cities of Almaty and Astana, as well as the East Kazakhstan region, and the most popular among foreign tourists is the Almaty cluster.

There are opportunities in the regions of Kazakhstan to increase the share of this industry in the country's economy through the development of tourism. To do this, it is necessary to solve the current problems of the development of the industry.

**Key words:** tourism, recreation, ecological tourism, social tourism, ethnotourism.

У.А. Токбергенова<sup>1,\*</sup>, Б.Ш. Абдиманапов<sup>1</sup>, Е.А. Токпанов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Қазақстан, Талдықорған қ.

\*e-mail: tokbergen75@mail.ru

### Қазақстанда туризм дамуының географиялық алғышарттары

Туризм-экономиканың белсенді дамып келе жатқан саласы. Қазақстанның туристік дестинациялары әлемдік туризм нарығында әлі кеңінен ұсынылмағанымен, бірегей табиғи ресурстар мен мәдени-тарихи мұра объектілеріне ие бола отырып, еліміз әлемдік туризмде лайықты орын алу үшін зор әлеуетке ие. Елімізде туризмді дамыту үшін барлық қажетті мәдени, тарихи, географиялық және климаттық жағдайлар жеткілікті.

Қазақстанда ЮНЕСКО-ның бүкіләлемдік мұра нысандарының тізіміне енгізілген үш мәдени мұра нысаны және екі табиғи мұра нысаны орналасқан. Дегенмен, туристік индустрияның тартымдылығы әдемі табиғи ландшафттармен және тарихи көрікті жерлермен ғана емес, сонымен қатар дамыған инфрақұрылым мен қызмет көрсетумен, көлікке қол жетімділікпен және қауіпсіздікпен сипатталады.

Республикада ішкі және сырттан келуші туристер қызығушылық туғызып отырған аймақтар ұлттық парктер мен ерекше қорғалатын табиғи аумақтар болып отыр. Қазақстандықтар арасында ең танымал бағыттар Алматы, Астана қалалары мен Шығыс Қазақстан облыстары болса, шетелдік туристер арасында ең танымал Алматы кластері болып отыр.

Қазақстанның өңірлерінде туризмді дамыту арқылы ел экономикасындағы бұл саланың үлесін арттыруға мүмкіндіктер бар. Ол үшін саланың дамуындағы өзекті мәселелерді шешу қажет.

**Түйін сөздер:** туризм, рекреация, экологиялық туризм, әлеуметтік туризм, этнотуризм.

У.А. Токбергенова\*, Б.Ш. Абдиманапов, Е.А. Токпанов

<sup>1</sup>Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Жетысуский университет имени И.Жансугурова, Казахстан, г. Талдыкорган

\*e-mail: tokbergen75@mail.ru

### Географические предпосылки развития туризма в Казахстане

Туризм-активно развивающаяся отрасль экономики. Несмотря на то, что туристические дестинации Казахстана еще не широко представлены на мировом рынке туризма, обладая уникальными природными ресурсами и объектами культурно-исторического наследия, страна обладает огромным потенциалом для достойного места в мировом туризме. Для развития туризма в стране достаточно всех необходимых культурных, исторических, географических и климатических условий.

В Казахстане расположены три объекта культурного наследия и два объекта природного наследия, внесенные в список объектов всемирного наследия ЮНЕСКО. Однако привлекательность туристической индустрии характеризуется не только красивыми природными ландшафтами и историческими достопримечательностями, но и развитой инфраструктурой и обслуживанием, доступом к транспорту и безопасностью.

Регионами, представляющими интерес для внутренних и внешних туристов в республике, являются национальные парки и особо охраняемые природные территории. Самыми популярными направлениями среди казахстанцев являются города Алматы и Астана, а также Восточно-Казахстанская область, а самым популярным среди иностранных туристов является Алматинский кластер.

В регионах Казахстана есть возможности увеличить долю этой отрасли в экономике страны за счет развития туризма. Для этого необходимо решить актуальные проблемы развития отрасли.

**Ключевые слова:** туризм, рекреация, экологический туризм, социальный туризм, этнотуризм.

### Introduction

Nowadays, the tourism industry is one of the most rapidly expanding industries in the global economy. As one of the most important sectors of the economy, tourism helps to the growth of other sectors through the increase of tax revenues, foreign currency flows, and employment.

Kazakhstan's effective geopolitical location, historical significance, and recreational potential have the potential for the development of tourism products and all the prerequisites for tourism to assume its place on the global map.

Nonetheless, the tourism industry in Kazakhstan is now developing at a moderate rate, therefore its socioeconomic impact is insufficient. For the growth of the tourism sector in the Republic of Kazakhstan, in order to enhance the tourist flow, it is important to establish the circumstances for the full realization of the industry's potential through state-led strategic planning.

Tourism is the largest and fastest-growing sector of the global economy, with a growth rate that is two times that of other businesses. The tourism business can be likened to the oil production industry in terms of total investment volume.

The COVID-19 global pandemic had a negative impact on the development of the tourism industry in the countries of the world. Between January and December 2020, the number of foreign tourists in

the world decreased by about one billion people. Developing countries suffered the most losses due to the pandemic: in 2020, they sharply decreased the number of tourists to 60-80 percent. The most affected areas were Northeast and Southeast Asia, oceanic islands, North Africa and South Asia.

Owing to COVID-19, the movement of international tourists was restricted and the inbound tourism flow to Kazakhstan was reversed. The pandemic made it possible to redirect the outbound tourist flow to domestic tourism, conduct an analysis of the industry's activities, identify gaps in the effectiveness of tourist activities, and direct the funds of state regulatory authorities and private investors to solve acute problems within the industry.

In Kazakhstan, the number of tourists visiting the country in 2020 decreased by 3.6 times or to 1.8 million people compared to 2019. At the same time, only 2.4 million people left the country-a decrease of 3.4 times compared to 2019. The indicator of domestic tourism decreased by 60.3%, to 3.1 million people.

### Materials and Methods

Throughout the course of the study, statistical data was gathered and a qualitative analysis of the resulting data on the growth of tourism was conducted. The study's information sources included literary works, the findings of scientific research on

the subject, state programs, and regulatory papers. When summarizing factual material, recommending or discovering new ideas, a review of the literature becomes quite beneficial.

During the years of sovereignty, Kazakhstan adopted several documents on the development of the tourism industry in the economy and carried out measures to develop the tourism market. In the consideration of tourism as an industry or economic sector, various opinions have formed among scientists in recent years. In connection with the need to consider the problem related to the use of natural resource potential in the region, geography began to be studied before science. They influenced the formation of the concepts of «natural recreational resource» and «recreational zone» in territorial and spatial terms.

We can note the works of scientists S. R. Erdavletov, B. I. Aktymbaeva, V. I. Kruzalina, O.B. Mazbaev., B.K. Asubaev, E.A. Tokpanov., A. S. Aktymbaeva, Zh.N. Aliyeva, E. S. Bogomolova, Z. E. Namazbaeva, G. B. Uakhitova, Zh. Asipova, A. S. Kiseleva and others who were engaged in the development of tourism in Kazakhstan.

In the works of these scientists, the state of development of the tourism industry since the years of sovereignty, the main problems and ways to solve them are considered (Mazbaev, 2013; Aktymbaeva, 2020).

The issues relating to the growth of social tourism and the protection of the interests of those who use travel agencies have not been resolved in Kazakhstan. This indicates that the state has not yet developed a systematic approach to solving the problems of this industry, as the prospects for the development of social tourism are highly dependent on state policy, state regulation and support of the tourism sector, as well as the level of economic development of the country and the world (Kiseleva, 2022).

All regions of Kazakhstan have the opportunity to develop ecological tourism and rural tourism. Rural tourism is designed to encourage unconventional development and entrepreneurial opportunities, as tourism creates jobs, supports retail growth, and gives vitality to a traditionally poorly developed economy. Therefore, rural tourism has become part of the strategies and program documents for the development of rural areas at the national and international levels (Khartishvili et al., 2019).

Rural areas with a powerful sufficient natural, demographic, economic and historical-cultural potential, if used more fully, rationally and efficiently,

can ensure sustainable multidisciplinary development, full employment, a high level and quality of life of the rural population (Aliyeva, 2021).

The Republic of Kazakhstan attaches great importance to the development of tourism as a cluster. In order to increase the competitiveness of the territory in the tourism market, five tourist clusters have been identified, which provide for the formation of ecological and cultural-ethnic zones: Astana, Almaty, East Kazakhstan, South Kazakhstan and West Kazakhstan. Particular attention is paid to: improving the efficiency of enterprises and organizations included in the cluster; stimulating innovation and developing new tourist destinations (Makenova, 2020).

## Results and Discussion

10% of the world gross output is contributed by tourism, each visitor spends an average of \$2.20 per hour, and 30 tourists create one job. Utilizing approximately 7% of the world's capital, tourism ranked third after the export of oil and oil products and automobiles (The state program for the development of the tourist industry of the Republic of Kazakhstan for 2019-2025).

By 2026, the global business tourism market will reach 1.658 trillion. US dollars. It is estimated at US dollars, and the annual growth is expected to be an average of 3.7%.

Tourist destinations of Kazakhstan are not yet widely represented on the world tourism market, but, having unique natural resources and objects of cultural and historical heritage, the country has the potential to take a worthy place in World Tourism.

The average indicator of the tourist potential of Kazakhstan is 35.8% higher. This means that more than half of the country's landscape-geographical and climatic resources can be used to develop various tourist destinations. For comparison, the tourist potential of Turkey is more than 38.4%, Greece-35, Italy-49, France, Germany and Spain – 50% (of course, the potential of individual districts and districts can be quite high) (Daubaev K. Zh., Iskakova M. K., Tulegenova Zh. U., Pyagai A. A., 2019).

Analysis of the development of types of tourism shows the growth of so-called ecological tourism around the world. Ecological tourism is best suited to the concept of sustainable development, as it is organized in such a way that the tourist is in harmony with the tourist landscape. However, according to Tizdell, for the development of tourism (including environmental) and related industries, it is necessary

to form special tourist clusters with the inevitable costs of certain economic resources (Vechkinzova E. A., Daribekova A. S.).

In the global index of travel and tourism development of the World Economic Forum in 2021, Kazakhstan ranked 66th out of 117 countries.

The top 5 countries leading this ranking include countries such as Japan, USA, Spain, France, Germany. Higher than Kazakhstan are countries such as Georgia (44th place), Armenia (61st place) and Azerbaijan (63rd place), lower in the ranking, Montenegro (67th place), Morocco (71st place), Mongolia (84th place), Kyrgyzstan (90th place). At the same time, Uzbekistan and Belarus traditionally do not participate in the rating.

The high potential of the country is noted in the overall ranking of individual domestic indices. For example, in terms of price competitiveness, Kazakhstan ranks 1st (World Economic Forum, 2019).

The price competitiveness of a country indicates how expensive vacations or investments are there. The low costs connected with traveling throughout the country improve its appeal to many tourists and make the tourism industry more appealing to investors. Aspects of price competitiveness include taxes on air tickets and airport fees, which can significantly increase the price of air tickets (5 seats); relative hotel costs and short-term housing rentals (12 seats); cost of living, represented by purchasing power parity (20 seats); and fuel costs (4 seats), which directly affect the cost of the trip.

The high potential for the development of tourism in Kazakhstan is also indicated in the following rating indicators:

- \* according to the internal labor market index in the field of tourism, the country ranks 59th;

- \* according to the indicator of cultural resources – 63rd place;

- \* By the number of UNESCO World Cultural Heritage sites-42nd place.

- \* seasonality of international visits (26th place)

- \* by the length of stay of foreign tourists (52 seats)

- \* interest in cultural attractions (37th place)

In addition, there is a positive trend in the direction of “priority tourism” (+15, 68th place) (rating of the country’s brand strategy, etc.), “international openness” (+4, 103rd place) (visa requirements, degree of financial transparency, etc.), Kazakhstan is higher than Malaysia, Poland, Qatar, Azerbaijan, Kyrgyzstan, «Natural Resources» (+2, 33rd place) (increased digital demand for recreation in nature; total area of protected areas, etc.), «tourism services

infrastructure» (+2, 76 seats) (the number of rooms in the accommodation, the number of ATMs, etc. B.) Kazakhstan is ahead of such countries as Azerbaijan, Indonesia and Egypt.

Also in the potential of tourism development of the Republic, the «business environment» (-23, 90th Place) (property rights, the effectiveness of the legal system in resolving disputes and challenging actions carried out by the state, the availability of small and medium-sized businesses to finance, etc. there is a decrease in its position in the ranking on such indicators as «health and hygiene» (-4, 33rd place) (the number of doctors, the availability of Health Services, the number of infectious diseases per 100 thousand people, the level of drinking water supply per 1000 people, etc.) and «security» (-12, 77th Place) (business costs in the event of crime and violence, the reliability of the police service, the safety of night walks, the number of murders per 100 thousand people of the population, organized violence, etc.) (travel-and-tourism, 2021).

The tourism industry in Kazakhstan is still not a highly profitable industry and is not an attractive direction for investment. The share of tourist services in the GDP of the Republic is only 1.8%. Despite this, positive changes are taking place in the tourism sector. In 2019, the volume of services provided by various travel companies increased by 17%, the flow of visitors increased by 14%, and foreign citizens’ travel expenses to Kazakhstan increased by 5.6% (Kenzhebekov Nurzhan, Yerlan Zhailauov, Emil Velinov, Yelena Petrenko, and Igor Denisov, 2021).

The Gross Value Added created in direct tourism in Kazakhstan in 2009 amounted to млрд 229.6 billion. from tenge in 2019, it increased 3.5 times to 821.5 billion tenge, and in 2020 it decreased by 2 times, that is, to 410.5 billion tenge. The share of Gross Value Added created in direct tourism in the gross domestic product increased from 0.9% in 2009 to 1.3%, and in 2020 its acceleration decreased to 0.6%.

It is assumed that the rapid development of tourism in China, India and Russia, which are currently neighboring the Republic, will also contribute to the development of tourism in Kazakhstan.

According to UNWTO forecasts, in the next two decades, the ecotourism industry will develop at a high pace, and the volume of spending on ecotourism will develop at a higher pace compared to the tourism industry as a whole (Achilov N. 2017).

Ecological tourism accounts for 25% of World Tourism. This area of tourism is the most dynami-



cally developing sector of the tourism industry. According to the World Tourism Organization, over the past ten years, the number of ecotourists has been increasing by 20% annually.

Kazakhstan has a tremendous potential for the growth of ecotourism due to its abundance of natural assets. Spectacular natural vistas, unique ecological routes, and ethno-cultural tourism will not leave even the most discerning traveler unmoved.

When visiting natural regions, the conservation of biodiversity and ecosystems is the defining characteristic of ecotourism. Ecotourism also enables the creation of economic conditions in which the conservation of natural resources will benefit local populations.

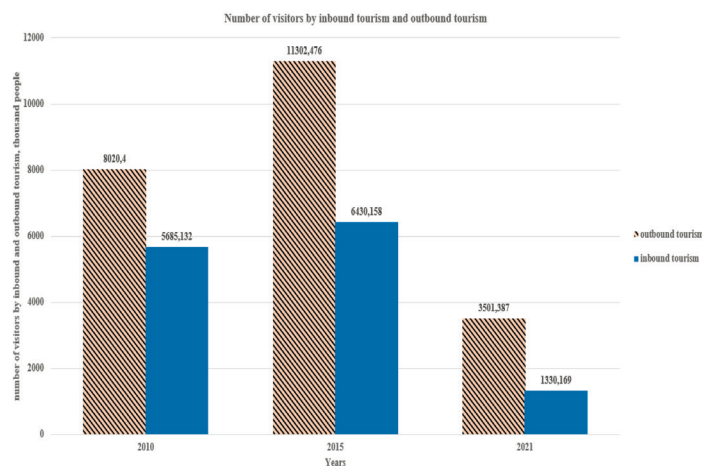
Currently, 8 billion US dollars are allocated annually to specially protected natural areas in the world. a person goes, 80% of them belong to Europe and North America. As a result, 600 billion in the form of direct expenses. US dollars and an additional 250 billion in the form of consumer spending. the profit will come in the amount of US dollars. At the same time, according to the estimates of the In-

ternational Society of ecotourism, the market grows by 25% annually and reaches млрд 470 billion. It generates income in the amount of US dollars.

Tourism growth is expected through the emergence of new territories that can be visited due to the fact that the recreational opportunities of traditional areas in the global tourism market reach their limits.

According to the tourist and recreational potential of Kazakhstan, there is a high potential for the development of Tourism. Tourist resources form the tourist infrastructure. There are two main elements in the composition of the tourist infrastructure. The first element is enterprises that provide accommodation and catering services, restaurant services (state program development of the tourist industry of the Republic of Kazakhstan, 2019 ).

The number of enterprises of the tourist infrastructure of Kazakhstan is steadily growing every year. The number of enterprises providing tourist services in the Republic in 2009 was 44,578, in 2019 this figure was 109,265, in 2021 their number reached 132,254.



**Figure 1** – Number of tourists arriving and leaving in the Republic of Kazakhstan from 2010 to 2021, thousand people (<https://stat.gov.kz/>)

As shown in Figure 1, in the period from 2010 to 2021, the number of tourists from the territory of the country increased 16.6 times from 210 thousand people to 3,500 people, and the number of tourists from 39.8 thousand people to 1,330 people increased 33.4 times. The number of visitors to Kazakhstan is growing every year, and there is a positive trend in this indicator. The country as a tourism destination has long been known to everyone, but the world is

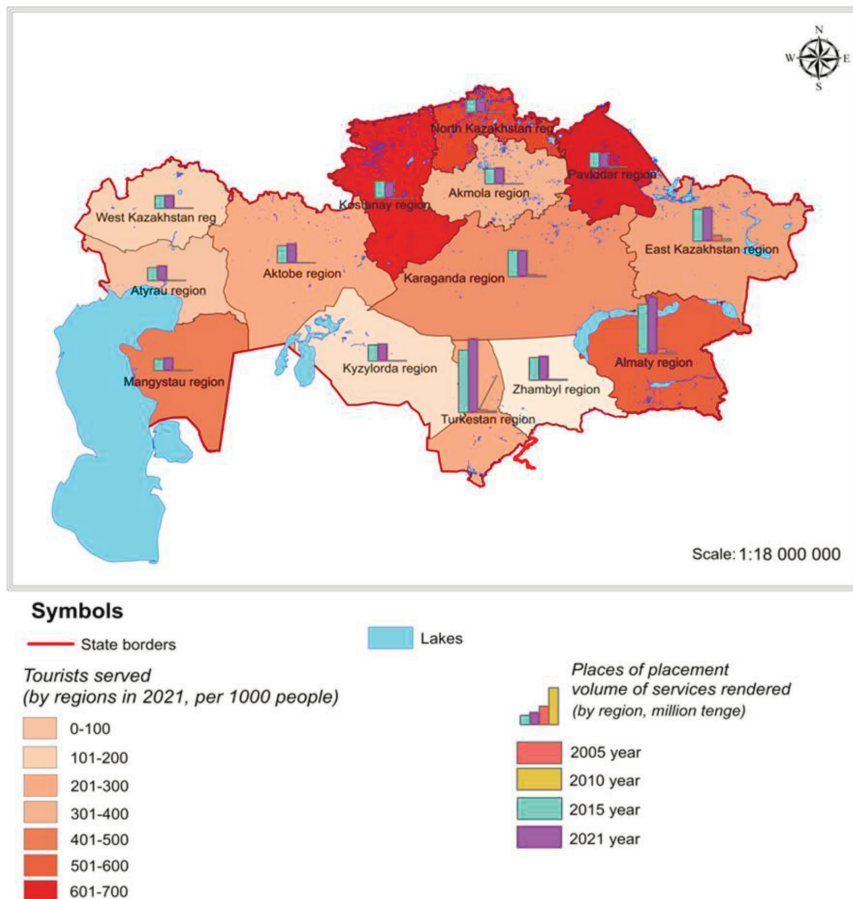
now learning about the variety and possibilities of tourism in the Republic, including eco and ethno-tourism. Therefore, it is expected that in the future the flow of tourists from abroad will increase every year.

The region where ecotourism is developed includes Almaty and Zhetysu regions. In this region there is a tour «golden necklace of Almaty region». The tour includes national parks in the region, Kol-

sai, Kayyndy lakes and Charyn gorge, Ile Alatau National Park. The shchuchinsk-Borovoe resort area also has great potential. The East Kazakhstan region also has a great potential in the development of eco-tourism and ethnotourism. But since accommodation facilities are not created in all places, development has just begun in this region. With such initiatives, business, society and the state can de-

velop any type of Tourism (Akhmedenov K. M., 2020).

Mangystau region has another great potential for the development of ecotourism. In it, priority is given to adventure tourism. Now the world is experiencing a double trend of eco – and adventure tourism. Because travel does not harm nature so much, so eco – and adventure tourism will also develop in our country.



**Figure 2** – Service of tourists in the regions (within the old administrative divisions until 2022) of the Republic of Kazakhstan (Bureau of national statistics of the Republic of Kazakhstan).

As can be seen in Figure 2, the number of tourists served per thousand people in the regions of Kazakhstan in 2021 was high in Kostanay, North Kazakhstan, Pavlodar, Almaty and Mangistau regions. In terms of places of accommodation and the volume of services provided, there has been an increase in all regions since 2015, while in Turkestan, Almaty, East Kazakhstan and Karaganda regions this indicator is higher than in other regions. As a whole, the volume of services provided by accommodation

facilities in the Republic increased 30 times from 2005 to 2021 (Bureau of national statistics of the Republic of Kazakhstan).

Kazakhstan is a «newly developed tourist destination». Tourism infrastructure in Kazakhstan is limited, tourism products and services are insufficient. In such conditions, the need for state intervention in terms of ensuring the basic infrastructure of tourism, creating favorable conditions for attracting investment in the development of products, forming

a good perception of the country as a tourist destination is obvious (Kisselyova A.S., Sh.G.Kairova, Zhaksalykov K.N.,2022).

The experience of foreign countries shows the effectiveness of priority measures aimed at ensuring transparency (simplification of the visa regime), accessibility (provision of air and ground transport), infrastructure and places of deployment according to international standards of facilities at this stage of development.

Diagnostics of the state of tourist facilities shows that in the Republic of Kazakhstan there are currently more than 100 well-known tourist facilities called «tourist magnets» and «tourist growth points».

The uniqueness of the object as a tourist magnet and the potential growth of the tourist flow were used as selection criteria. The historical and cultural significance of the objects was also taken into account. For example-monuments included in the list of objects of UNESCO or the Great Silk Road, as well as sacred objects of the Ruhani zhangyru program (Grebenyuk D. D., Salavatova D. M., 2018).

The state program for the development of the tourism industry of Kazakhstan for 2019-2025 identified the following priority areas (Makenova, G., Tuleubayeva, M., Issayeva, A., Daurenbekova, A., 2020).

- \* Mountain cluster of Almaty region-with a potential of 2.5 million tourists per year;

- \* Lake Alakol-with a potential of 2 million tourists per year;

- \* Shchuchinsk-Borovoe resort area-with a potential of 2 million tourists per year;

- \* Development of historical and cultural tourism of Turkestan-with a potential of 1.5 million tourists per year;

- \* Development of MICE tourism in Astana-with a potential of 1 million tourists per year;

- \* Mangystau beach tourism development-potential of 750 thousand tourists per year;

- \* Bayanaul resort area-with a potential of 450 thousand tourists per year;

- \* Imantau-Shalkar resort area-with a potential of 400 thousand tourists per year;

- \* Lake Balkhash-with a potential of 400 thousand tourists per year;

- \* Development of the Baikonur tourist zone as an entertainment tourist hub-the potential is from 250 to 500 thousand tourists per year.

These destinations were identified as the main directions of Tourism Development, each of which has its own specifics, its own product and potential.

The effectiveness of the development of the selected 10 directions is the main condition for the formation of a modern tourism complex in the Republic and increasing the contribution of tourism to the economy of Kazakhstan.

## Conclusion

Today, global trends in the field of tourism are concentrated in the following areas:

- deepening and expanding digitalization and automation in the field of providing tourist services and hotel business;

- tightening of environmental requirements for doing business in the field of tourism;

- change consumer preferences and promote eco-, agro-and ethnotourism in the country.

In this regard, Kazakhstani experts in the tourism industry have formed a number of ideas related to the introduction of digital innovations and changes in demand and consumer preferences for services in the tourism industry.

For the effective development of the tourism industry, the appropriate structuring and positioning of tourism products is one of the main success factors, which does not necessarily correspond to the administrative-territorial division of the country in the way of planning and developing tourism. The regions of Kazakhstan can unite and provide a unique tourism product to foreign markets through the creation of a tourist calaster.

It is necessary to increase the level of development of tourist resources in order to ensure a stable flow of tourists and orient some of the international tourist flows to Kazakhstan. As the main generator of demand for visiting the country, the state and business should make every effort to develop tourist resources.

Currently, the main problems that hinder the development of tourism in the Republic are affected by the low level of tourist infrastructure and tourist services. The low level of development of tourist infrastructure creates serious difficulties in attracting the flow of tourists.

The second important point is the low quality of tourist services.

Even with a well-developed tourist infrastructure that meets all international requirements, the low quality of services leads to a negative assessment of the activities of the tourism industry as a whole.

Issues of improving the quality of services provided in the industry should be solved in a

comprehensive manner, from marketing promotion of tourist destinations to the provision of individual services at the request of tourists. In-

dustry experts note that, first of all, the quality of services depends on the professional training of industry employees.

### References

- Achilov N. (2017). Turizm industriyasynyň damuy: Qazaqstan mysalynda ösu üşin perspektivalar men artyqsylyqtar [Development of the tourism industry: prospects and advantages for growth on the example of Kazakhstan] – Turizm men qonaqjaillyq jurnaly, 6 (267), 2167-0269 bb. <https://doi.org/10.4172/2167-0269.1000267>-(in Kazakh)
- Ahmedenov K.M. (2020). Batys Qazaqstan tüzdy kölderiniň turistik-rekreasialyq äleueti [Tourist and recreational potential of West Kazakhstan salt lakes]. Turizm men geosaitardyň geojurnaly – 782-787 bb. <https://doi.org/10.30892/gtg.302spl01-505-> (in Kazakh)
- Aktymbayeva, B., Koshkimbayeva, U., Abisheva, Z., Tokbergenova, U., & Tumazhanova, M. (2020). Tourism industry Development and governance: a comparative stage review of Kazakhstan's experience for the years of Independence, 1991-2020. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 34(1), 69–76. <https://doi.org/10.30892/gtg.34110-621>
- Alieva J.N \*, Qyryqbai A.B. “Auyl turizmin damyту maqsatynda Oñtüstik Qazaqstannyň turistik klimattyq indeksin baғalau” [Assessment of the tourist climate index of Southern Kazakhstan for the development of rural tourism]/ Tom 60 №1 (2021): Habarşy. *Geografia seriasy/* <https://doi.org/10.26577/JGEM.2021.v60.i1.03-> (in Kazakh)
- Büro nasionalnoi statistiki RK [Bureau of National Statistics of the Republic of Kazakhstan] – [https://stat.gov.kz/\(14.02.2023\)](https://stat.gov.kz/(14.02.2023))
- Daubaev K.J., İskakova M.K., Tulegenova J.U., Pägai A.A. Vlianie sotsialno-ekonomicheskikh aspektov na razvitie rynka turistskih uslug Respubliki Kazahstan v sovremennykh usloviyah [Влияние социально-экономических аспектов на развитие рынка туристских услуг Республики Казахстан в современных условиях]. *Vestnik universiteta «Turan»* 2019;(2):168-174.- (in Russian)
- Gosudarstvennaia Programa razvitiya turistskoi otrasli Respubliki Kazahstan na 2019-2025 gody. [Elektronnyi resurs]. [The State Program for the development of the tourism industry of the Republic of Kazakhstan for 2019-2025.] URL: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1900000360> -(in Russian)
- Grebenük D.D., Salauatova D.M. Analiz konkurentosposobnosti turizma Kazahstana i stran SNG: problemy razvitiya kazahstanskogo turizma [Analysis of the competitiveness of tourism in Kazakhstan and CIS countries: problems of development of Kazakhstan tourism]// *Global Science And Innovations* 2018. Materials of the International Scientific Conference: Evraziski sentr innovatsionnogo razvitiya DARA. 2018. – c. 484-489.- (in Russian)
- Issakov Y., Laikhanov S., Mazbayev O., Ussenov N., Zheldibayev A., Kamelkhan G., & Dávid, L.D. (2022). Opportunities to use mobile gis applications in the formation of tourist and local lore competencies in students: case study in Almaty, Kazakhstan. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 41(2), 597–605. <https://doi.org/10.30892/gtg.41234-868>
- Kenzhebekov, Nurzhan, Yerlan Zhailauov, Emil Velinov, Yelena Petrenko, and Igor Denisov. 2021. “Foresight of Tourism in Kazakhstan: Experience Economy” *Information* 12, no. 3: 138. <https://doi.org/10.3390/info12030138>
- Khartishvili L., Muhar A., Dax T., Khelashvili I. Rural tourism in Georgia in Transition: Challenges for regional sustainability // *Sustainability*. – 2019. – Б. 20 (DOI: 10.3390/su11020410)
- Kisselyova A.S., Sh.G. Kairova, Zhaksalykov K.N. Social tourism of pavlodar region: current state and problems/ Vol. 64 No. 1 (2022): *Journal of Geography and Environmental Management* / <https://doi.org/10.26577/JGEM.2022.v64.i1.08>
- Kuralbayev, A. , Sevim, B. & Abishev, N. (2017). Econometrical Analysis of the Demand for Entrance Tourism in Kazakhstan . *International Journal of 15 Economics and Financial Issues* , 7 (1) , 262-268 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijefi/issue/32002/353184>
- Makenova, G., Tuleubayeva, M., Issayeva, A., Daurenbekova, A. (2020). Analysis of the Development of International Tourism and Its Impact to Tourism Market: Evidence of Kazakhstan. *Journal of Environmental Management and Tourism*, (Volume XI, Winter), 8(48): 2053 – 2067. DOI:10.14505/jemt.v11.8(48).17
- Makenova, G., Tuleubayeva, M., Issayeva, A., Daurenbekova, A. (2020). Analysis of the Development of International Tourism and Its Impact to Tourism Market: Evidence of Kazakhstan. *Journal of Environmental Management and Tourism*, (Volume XI, Winter), 8(48): 2053 – 2067. DOI:10.14505/jemt.v11.8(48).17
- Mazbaev O., Asubaev B., Tokpanov E. Turizm jáne ölketanu negizderi [Fundamentals of Tourism and local lore] Almaty, 2013.-152 s.- (in Kazakh)
- Sergeeva A. Transformatsia prigorodnoi territorii goroda Aktobe [Transformation of the suburban territory of the city of Aktobe] Tom 64 № 1 (2022): *Vestnik KazNU. Seria Geograficheskaya* / Tom 64 № 1 (2022): *Vestnik KazNU. Seria Geograficheskaya* <https://doi.org/10.26577/JGEM.2022.v64.i1.02-> (in Russian)
- Vechkinzova E.A., Daribekova A.S. Problemy i perspektivy razvitiya turistscheskoi otrasli Kazahstana [Problems and prospects of development of the tourism industry of Kazakhstan]// *Kreativnaia ekonomika*. – 2021. – № 8. – c. 3403-3420- (in Russian)
- Vsemirnyi ekonomicheski forum, Indeks konkurentosposobnosti puteşestvi i turizma 2019 goda [World Economic Forum, Travel and Tourism Competitiveness Index 2019.] [Elektronnyi resurs] URL: <http://reports.weforum.org/travel-and-tourism-competitiveness-report-2019/country-profiles/>-(in Russian)

---

## МАЗМҰНЫ – CONTENTS – СОДЕРЖАНИЕ

<b>1-бөлім</b> <b>Физикалық, экономикалық</b> <b>және әлеуметтік география</b>	<b>Section 1</b> <b>Physical, economic</b> <b>and social geography</b>	<b>Раздел 1</b> <b>Физическая, экономическая</b> <b>и социальная география</b>
<i>А.Г. Валеев, Н.Б. Зинабдин, Ж.М. Шарапханова, А.Д. Абитбаева</i> Современное рельефообразование Северного Приаралья в условиях регрессии моря ..... 4		
<i>А.И. Данышин, А.М. Сергеева, А.Г. Абдуллина, А.Б. Хамит</i> Факторы, определяющие дифференциацию цен на жилье в г. Актобе..... 21		
<b>2-бөлім</b> <b>Картография және</b> <b>геоинформатика</b>	<b>Section 2</b> <b>Cartography and</b> <b>geoinformatics</b>	<b>Раздел 2</b> <b>Картография</b> <b>и геоинформатика</b>
<i>Alyson Bueno Francisco</i> Changes in land cover and relations with the equation universal soil losses in basin of the Western plateau of Sao Paulo in Brazil ..... 35		
<i>Ю.Ф. Лый, Е.Е. Халыков, М.М. Тогыс, Е.С. Сарыбаев, Е.Ф. Әлікен</i> Солтүстік Қазақстан облысы жер бедеріне халықты қоныстандырудың қолайлылық жағдайын ГАЗ технологиясын қолдану арқылы бағалау ..... 43		
<i>Н.Т. Шогелова, С.А. Сартин, Ж.Т. Омиржанова, Т.С. Зверьяченко</i> Оценка почвенно-геоботанического состояния земельных участков лесного фонда на примере Орлиногорского лесничества ..... 58		
<b>3-бөлім</b> <b>Метеорология</b> <b>және гидрология</b>	<b>Section 3</b> <b>Meteorology</b> <b>and hydrology</b>	<b>Раздел 3</b> <b>Метеорология</b> <b>и гидрология</b>
<i>Zh. Mustafayev, A. Tuletayev, A. Kuderin</i> Assessment of thermal and natural moisture provision in territory of Turkestan region of the Republic of Kazakhstan in changing climate conditions ..... 74		
<i>A.B. Togay, G.T. Suleimenova, A.S. Nyssanbayeva</i> Repeatability of aircraft vibration at the international airport of Almaty ..... 85		
<b>4-бөлім</b> <b>Геоэкология</b>	<b>Section 4</b> <b>Geoecology</b>	<b>Раздел 4</b> <b>Геоэкология</b>
<i>А.Е. Оразбаев, Ж.Қ. Әшірәлиева, Е.А. Киришбаев, Д.А. Байсейтов, А. Б. Керимкулова, А.Д. Жигитбекова</i> Фосфогипс үйіндісінің әсеріне ұшыраған топырақ жамылғысын экологиялық бағалау ..... 96		
<b>5-бөлім</b> <b>Рекрециялық география</b> <b>және туризм</b>	<b>Section 5</b> <b>Recreation geography</b> <b>and tourism</b>	<b>Раздел 5</b> <b>Рекреационная география</b> <b>и туризм</b>
<i>I. Akbar, B.M. Pazykhaiyr, Z.K. Myrzaliyeva, A.Z. Tazhekova, A.T. Saulembaev</i> An analysis of the development of the tourism industry in the Aksu-Zhabagly biosphere reserve of Kazakhstan ..... 107		
<i>У.А. Токбергенова, Б.Ш. Абдимананов, Е.А. Токпанов</i> Қазақстанда туризм дамуының географиялық алғышарттары ..... 117		