

ISSN 1563-0234
eISSN 2663-0397

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ХАБАРШЫ

География сериясы

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЪ-ФАРАБИ

ВЕСТНИК

Серия географическая

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

JOURNAL

of Geography and Environmental Management

№1 (76)

Алматы
«Қазақ университеті»
2025



KazNU Science • ҚазҰУ Ғылымы • Наука ҚазҰУ

ХАБАРШЫ

ГЕОГРАФИЯ СЕРИЯСЫ №1 (76) 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 РЕДАКТОР

Қайранбаева Г.К., PhD, аға оқытушы
(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)

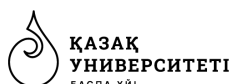
Fernandez De Arroyave Pablo (Фернандес Де

Арройеб Пабло), профессор (Испания)
Шмелев Станислав, PhD (Ұлыбритания)
Мазбаев О.Б., Г.Ғ.Д., профессор (Қазақстан)
Сальников В.Г., Г.Ғ.Д., профессор (Қазақстан)
Шокпарова Д.К., PhD, доцент м.а. (Қазақстан)
Христиан Опп, профессор (Германия)
Базарбаева Т. А., Г.Ғ.К., доцент (Қазақстан)
Каратаев М.А., PhD (Австрия)
Dolly Priatna (Долли Приатна), PhD (Индонезия)

ТЕХНИКАЛЫҚ РЕДАКТОР

Алимсентова Ж.К. (Қазақстан)

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



Жоба менеджері

Гульмира Шахкозова
Телефон: +7 017242911
E-mail: Gulmira.Shakkozova@kaznu.kz

ИБ №15683

Пішімі 60x84/8. Көлемі 10,9 б.т. Тапсырыс №228.
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің «Қазақ университеті» баспа үйі.
050040, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71.

Баспа журналдың ішкі мазмұнына жауап бермейді.

© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2025

1-бөлім

**ФИЗИКАЛЫҚ, ЭКОНОМИКАЛЫҚ
ЖӘНЕ ӘЛЕУМЕТТІК ГЕОГРАФИЯ**

Section 1

**PHYSICAL, ECONOMIC
AND SOCIAL GEOGRAPHY**

Раздел 1

**ФИЗИЧЕСКАЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
И СОЦИАЛЬНАЯ ГЕОГРАФИЯ**

В.В. Фаузер 

Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия
e-mail: fauzer.viktor@yandex.ru

ФИННО-УГОРСКИЕ НАРОДЫ РОССИИ: ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И ОСОБЕННОСТИ РАССЕЛЕНИЯ

Россия формировалась как многонациональное государство, в сферу ее влияния вошли народы Русского Севера, Сибири и Дальнего Востока. Территории, вошедшие в состав российского государства, отличались не только разнообразием климата, ландшафта, уровнем хозяйственного освоения, но и этническим разнообразием. Народы России принадлежали к различным расам и языковым группам, находились на разных ступенях развития, отличались религией и психологией. Роль объединителя различных народов в составе одного государства сыграл русский народ. Особое место в этническом составе Российской Империи занимали финно-угорские народы, ставшие со временем основой государственности: венграм, финнам, эстонцам; национально-территориальным образованиям: карелам, коми, коми-пермякам, манси, марийцам, мордве, удмуртам, хантам. В работе рассмотрена демографическая динамика финно-угорских народов Российской Федерации на материалах советских (1926-1989) и российских (2002-2021) переписей населения; отмечается, что динамика численности населения имела разнонаправленную динамику – были периоды роста и убыли численности населения, однако наибольшие демографические потери финно-угорские народы понесли в XXI в. – более 1 млн. человек. История развития финно-угорских народов достаточно полно представлена в научной литературе, текущие проблемы и перспективы развития находят отражение в постоянно проводимых международных конференциях, всемирных конгрессах. В статье основное внимание уделено недемографическим факторам, главным образом, оно обращено на ассимиляционные процессы. Приводятся показатели, косвенно или непосредственно влияющие на ассимиляцию финно-угорских народов: выбор и использование «родного языка», предпочтительное проживание на этнической родине или в других регионах федерации, распространенность межэтнических браков.

Ключевые слова: финно-угорские народы, статусные этносы, национальные республики, автономные округа, переписи населения, демографическая динамика, ассимиляция, родной язык, межнациональные браки.

V.V. Fauzer

Institute of Socio-Economic and Energy Problems of the North,
FRC Komi SC UB RAS, Syktывkar, Russia
e-mail: fauzer.viktor@yandex.ru

Finno-ugric peoples of Russia: dynamics of number and settlement features

Russia was formed as a multinational state, and the peoples of the Russian North, Siberia, and the Far East entered its sphere of influence. The territories that became part of the Russian state were distinguished not only by the diversity of climate, landscape, and level of economic development, but also by ethnic diversity. The peoples of Russia belonged to different races and language groups, were at different stages of development, and differed in religion and psychology. The role of the unifier of various peoples within one state was played by the Russian people. A special place in the ethnic composition of the Russian Empire was occupied by the Finno-Ugric peoples, who over time became the basis of statehood: Hungarians, Finns, Estonians; national-territorial entities: Karelians, Komi, Komi-Permyaks, Mansi, Mari, Mordvins, Udmurts, Khanty. The paper examines the demographic dynamics of the Finno-Ugric peoples of the Russian Federation based on the materials of the Soviet (1926-1989) and Russian (2002-2021) population censuses; it is noted that the population dynamics had multidirectional dynamics – there were periods of population growth and decline, but the Finno-Ugric peoples suffered the greatest demographic losses in the 21st century – more than 1 million people. The history of the development of the Finno-Ugric peoples is quite fully presented in scientific literature; current problems and development prospects are reflected in constantly held international conferences and world congresses. The article focuses on non-demographic factors, primarily focusing on assimilation processes. The indicators that

indirectly or directly affect the assimilation of Finno-Ugric peoples are given: the choice and use of the “mother tongue”, preferred residence in the ethnic homeland or in other regions of the federation, the prevalence of interethnic marriages.

Key words: finno-ugric peoples, status ethnic groups, national republics, autonomous districts, population censuses, demographic dynamics, assimilation, native language, interethnic marriages.

В.В. Фаузер

Солтүстік әлеуметтік-экономикалық және энергетикалық мәселелері институты,
Коми ҒЗО, Урал бөлімшесі, Сыктывкар, Ресей
e-mail: fauzer.viktor@yandex.ru

Ресейдің фин-угор халықтары: санының динамикасы және қоныстану ерекшеліктері

Ресей көпұлтты мемлекет ретінде қалыптасып, оның ықпал ету аймағына Ресейдің Солтүстік, Сібір және Қиыр Шығыстағы халықтары кірді. Ресей мемлекетінің құрамына кірген аумақтар климатының, ландшафтының және экономикалық даму деңгейінің әртүрлілігімен ғана емес, сонымен қатар этникалық әртүрлілігімен де ерекшеленді. Ресей халықтары әр түрлі нәсілдер мен тілдік топтарға жататын, дамудың әртүрлі кезеңдерінде болды, діні мен психологиясы бойынша әртүрлі болды. Орыс халқы әртүрлі халықтарды бір мемлекетке біріктіруші рөл атқарды. Ресей империясының этникалық құрамында уақыт өте келе мемлекеттіліктің негізіне айналған фин-угор халықтары ерекше орын алды: венгрлер, финдер, эстондар; ұлттық-территориялық құрылымдар: карелдер, коми, коми-пермяктар, манси, марий, мордвин, удмурт, ханты. Жұмыста кеңестік (1926–1989) және орыс (2002–2021) халық санағының материалдары негізінде Ресей Федерациясының фин-угор халықтарының демографиялық динамикасы қарастырылған; Халық динамикасының көп бағытты динамикаға ие болғаны атап өтіледі – халықтың өсу және азаю кезеңдері болды, бірақ 21 ғасырда ең үлкен демографиялық шығынды фин-угор халықтары тартты – 1 миллионнан астам адам. Фин-угор халықтарының даму тарихы ғылыми әдебиеттерде толық берілген; ағымдағы проблемалар мен даму перспективалары үнемі өткізілетін халықаралық конференциялар мен дүниежүзілік конгрестерде көрініс табады. Мақалада демографиялық емес факторларға, ең алдымен ассимиляция процестеріне назар аударылады. Фин-угор халықтарының ассимиляциясына жанама немесе тікелей әсер ететін келесі көрсеткіштер келтірілген: «ана тілін таңдау және қолдану», этникалық отанында немесе федерацияның басқа аймақтарында тұрудың артықшылығы, ұлтаралық некелердің таралуы.

Түйін сөздер: фин-угор халықтары, статустық этникалық топтар, ұлттық республикалар, автономиялық округтер, халық санағы, демографиялық динамика, ассимиляция, ана тілі, ұлтаралық неке.

Введение

В отечественной науке значительное внимание уделено финно-угорским народам (финно-уграм). Тот факт, что Российское государство уже изначально формировалось как полиэтничное, втягивая в свой состав и в орбиту своего влияния различные, в том числе финские племена, не вызывал сомнения ни у кого из исследователей, начиная с Н.М. Карамзина. Финно-угорские народы упоминаются в иностранных источниках, описывающих Древнюю Русь. «Повесть временных лет» дает перечень волжско-финских и прибалтийско-финских народов, находившихся в той или иной форме политического союза или зависимости от славян. Это – чудь, весь, меря, черемисы, мордва, пермь, либь (ливы), югра (Прибалтийско-финские народы, 2003: 6).

В разные годы статистикой учитывались 19 народов: бесермяне, водь, венгры (в 1926 г. – мадьяры), ханты (остяки), манси (вогулы), коми (зыряне), коми-пермяки (пермяки), удмурты (вотяки), марийцы, карелы, финны, финны-ленинградские (ингерманландцы), эстонцы (эсты), сету, вепсы, саамы (лопари), мордва, ижора, ливы. Семь народов имеют свои территориально-национальные образования в виде республик: карелы, коми, марийцы, мордва, удмурты; или автономного округа – ханты и манси – Ханты-Мансийский АО. Коми-Пермяцкий автономный округ – бывший субъект Российской Федерации, 1 декабря 2005 г. потерял самостоятельность, его территория была включена в состав Пермского края в качестве Коми-Пермяцкого округа, то есть коми-пермяки потеряли свою автономию – «государственность».

В фокусе внимания «финно-угорские народы», представляющие интерес как группа, которой предрекают незавидное будущее. По мнению финского ученого Сеппо Лаллукка, на «российской национальной сцене ведется полемика, затрагивающая не только самые малочисленные, но и некоторые средние по численности народы, относительно того, формируют ли они собственную нацию или нет. К тому же, по всей вероятности, некоторые из этих народов обречены на постепенный упадок и вымирание» (Лаллукка, 1997: 9). Стоит обратить внимание, что подобные разговоры ведутся и вокруг коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока, в одной из работ по этой тематике мы показали несостоятельность подобных инсинуаций (Фаузер, 2024). Ставится цель – выявить общие тенденции и специфические особенности демографического развития каждого этноса финно-угорских народов.

Степень изученности

Если обратиться к истории, то можно констатировать, что уже в 1947 г. состоялся первый научный форум финно-угроведов в Советском Союзе в г. Ленинград. До X Всесоюзной конференции в подобных форумах принимали участие исключительно представители лингвистической науки. В дальнейшем к ним присоединились археологи, антропологи, демографы, этнографы, фольклористы, литературоведы и историки. Символично, что такой комплексный подход к финно-угроведению был закреплен на XI Всесоюзной конференции, проходившей в г. Сыктывкар в 1965 г. Кроме этого, Республика Коми принимала у себя Всесоюзную конференцию финно-угроведов в 1979 г., а в 1985 г. – VI Международный конгресс финно-угроведов. Через 20 лет в 2004 г. в Сыктывкаре проходит III Всероссийская научная конференции финно-угроведов. В дальнейшем конгрессы проходили как в России, так и за рубежом: в Венгрии – 2010 г., в Финляндии – 2015 г. и в Австрии – 2022 г., который впервые организован за пределами национальных финно-угорских государств в г. Вена.

Представляет научный интерес еще одна площадка – «Всемирный конгресс финно-угорских народов». Подробный анализ всех конгрессов с 1992 по 2021 г. приводится Е.Н. Бикейкиным с соавторами. Указанные мероприятия рассматриваются в контексте динамично изменявшихся отношений России с европейскими странами

(Финляндией, Венгрией и Эстонией) (Бикейкин, 2022). Здесь также стоит обратить внимание на комплексную работу О.Б. Януш «Финно-угорский «Мир», где содержится критический анализ политических и иных подтекстов, происходящих на рассмотренных площадках (Януш, 2021: 62-65).

В научной литературе финно-угорская тематика представлена работами разных специалистов: от этнологов до демографов. Ни одно энциклопедическое издание не обходится без описания финно-угорских народов. К числу фундаментальных работ можно отнести два тома серии «Народы и культуры» – «Народы Поволжья и Приуралья. Коми-зыряне. Коми-пермяки. Марийцы. Мордва. Удмурты» (Народы Поволжья, 2000) и «Прибалтийско-финские народы России» (Прибалтийско-финские народы, 2003). Эта серия уникальна – она содержит наиболее полный свод современных знаний, результат сотрудничества ученых РАН и ведущих специалистов из числа представителей описываемых народов. Представляет интерес монография К.Н. Санукова «Финно-угорские народы России: прошлое и настоящее» (Сануков, 2011). В ней рассматриваются проблемы истории и современного развития финно-угорских народов России. Особое внимание обращается на демографические и языковые проблемы родственных народов в условиях современной глобализации. Заслуживает внимания монография финского ученого Сеппо Лаллукка «Восточно-финские народы России. Анализ этнодемографических процессов» (Лаллукка, 1997).

Финно-угорская тематика находит отражение на страницах специализированных журналов: «Ежегодник финно-угорских исследований», «Финно-угорский мир Finno-Ugric World», «Финно-угроведение» и ряде других.

Материалы и методы

Исследуя этническое многообразие России, можно использовать ряд показателей. Основными, наиболее информативными являются показатели, говорящие о том, сколько национальностей (этносов) проживает в стране и в каждом ее субъекте; сколько людей проживает на этнической родине, а сколько за ее пределами; какой язык является родным, а какой стоит на втором месте; какова доля межнациональных браков; к какой национальности относят себя дети в смешанных семьях и ряд других.

Перепись населения 2021 г. насчитала 194 национальности, список включает 145 групп и 49 входящих в них подгрупп (в 2010 г. было 145 групп и 48 подгрупп; количество подгрупп увеличилось за счет подгруппы «алюторцы», по которой в 2010 г. не было данных). Перечень встретившихся в переписных листах вариантов самоопределения населения по вопросу «Ваша национальная принадлежность» насчитывает 1658 самоназваний (в 2010 г. их было 923), еще 109 891 человек указали «прочие ответы о национальной принадлежности».

На что еще стоит обратить внимание. Список выделяемых по Российской Федерации наиболее многочисленных национальностей содержит группировочные категории, численность населения которых превышает 30 тыс. человек. Для выделения наиболее многочисленных национальностей по каждому субъекту использован критерий – не менее 0,20% среди лиц, указавших национальную принадлежность, а также группировочные категории ниже этого критерия, но насчитывающие в крупном регионе 10 тыс. человек и более. В этом плане финно-угорским народам «повезло», тех кого меньше 30 или 10 тыс. попали в разряд малочисленных народов России и тоже попали в разработку.

Результаты и обсуждение

Динамика численности населения территорий проживания финно-угорских народов: 1939-2021 гг. Население пяти республик и двух автономных округов (АО) демонстрировали разную демографическую динамику. Позитивной все годы она была в Ханты-Мансийском АО, с 1939 по 2021 г. население округа увеличилось в 18,3 раза и является в настоящее время самым многочисленным на российском Севере (Человеческие ресурсы, 2024). Население республик Карелия, Коми, Марий Эл и Удмуртской имели пиковую численность в 1989 г., в последующие годы она стремительно уменьшалась. Особенно ощутимые потери понесла Республика Коми: за 1989-2002 гг. она потеряла 18,6%, за 2002-2010 гг. – 11,5%, за 2010-2021 гг. – 18,1%. Республика Мордовия с 1939 г. имела постоянную убыль населения, исключение – 1970 г. Коми-Пермяцкий АО имел пиковую численность в 1959 г. – 217 038 человек, к 2021 г. она сократилась до 104 111 человек или в 2,1 раза. Максимальная численность по этой группе была в 1989 г. – 6 800 418 человек, к 2021 г. она уменьшилась на 800 290 человек (Таблица 1).

Таблица 1 – Динамика численности населения территорий проживания финно-угорских народов России, переписи населения 1939-2021 гг., человек

Территория проживания финно-угорских народов	Год							
	1939	1959	1970	1979	1989	2002	2010	2021
Республика Карелия	468 898	651 346	713 451	732 060	790 150	716 281	643 548	533 121
Республика Коми	318 996	815 799	964 802	1 110 361	1 250 847	1 018 674	901 189	737 853
Республика Марий Эл	579 610	647 680	684 748	704 207	749 332	727 979	696 459	677 097
Республика Мордовия	1 188 004	1 000 193	1 029 562	989 509	963 504	888 766	834 755	783 552
Удмуртская Республика	1 219 350	1 336 927	1 417 675	1 492 172	1 605 663	1 570 316	1 521 420	1 452 914
Коми-Пермяцкий АО	161 988	217 038	212 141	172 039	158 526	136 076	116 157*	104 111*
Ханты-Мансийский АО	93 274	123 926	271 157	570 763	1 282 396	1 432 817	1 532 243	1 711 480
Всего	4 030 120	4 792 909	5 293 536	5 771 111	6 800 418	6 490 909	6 245 771	6 000 128

*Примечание: численность приведена в его границах

Источники: Переписи населения Российской Империи, СССР, 15 новых независимых государств // Демоскоп Weekly. – URL: <https://www.demoscope.ru/weekly/ssp/census.php?cy=1> (дата обращения 26.12.2024); Всероссийская перепись населения – 2021. Т. 1, табл. 4 // Росстат. – URL: https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1_Chislennost_i_razmeshchenie_naseleniya (дата обращения: 26.12.2024).

Динамика численности финно-угорских этносов: 1926-2021 гг. Динамика численности 19 финно-угорских этносов, проживающих в РФ, в период 1926-2021 гг. была разнонаправленной и наряду с демографическими факторами, определялась факторами внешней среды. Общие потери финно-угорских народов за 1926-2021 гг. составили 1 672 962 человека. Для анализа все финно-угорские народы разобьем на три группы: 1) имеющие численность свыше 100 тыс., 2) от 10 до 100 тыс. и 3) менее 10 тыс. человек.

В первую группу этносов входят: мордва, марийцы, удмурты и коми. С 1926 по 2021 г. эта группа сократилась на 1 054 736 человек или от исходной численности 1926 г. осталось 57,7%, а от максимальной численности 1989 г. – 52,0%. Мордва имела максимальную численность в 1939 г., в 2021 г. от исходной численности осталось 35,2%. Остальные три этноса имели свой максимум в 1989 г., к 2021 г. они сохранили свой демографический потенциал: марийцы – 65,8%, удмурты – 54,1% и коми – 42,7%.

Вторая группа включает четыре этноса, в нее входят: коми-пермяки, карелы, ханты и манси, последние два этноса относятся к коренным малочисленным народам Севера, Сибири и Дальнего Востока (КМНС). С 1926 по 2021 г. убыль численности населения по этой группе составила 293 635 человек, от исходной численности осталось 31,0%. Убыль карел началась с 1939 г., к 2021 г. их численность сократилась в 7,7 раза. Представители КМНС все годы демонстрировали восходящую динамику, манси увеличили численность в 2,1, а ханты – в 1,4 раза.

В третью группу вошли народы, имеющие численность населения менее 10 тыс. человек. Убыль населения в этой группе самая большая – сокращение составило 13,7 раза, ни один из этносов этой группы не имел положительную демографическую динамику. С 1926 по 2021 г.

ижорцы сократили свою численность в 76,8 раза, финны – в 17,3 раза, вепсы – в 7,2 раза, водь – в 7,1 раза, бесермяне – в 4,9 раза и саамы – в 1,1 раза.

Рассматривая прирост (убыль) финно-угорских народов за межпереписные периоды, можно отметить следующее. Первый межпереписной период (1926-1939) был для финно-угров периодом расцвета, прирост численности составил 186 378 человек. Вторым межпереписным периодом (1939-1959) стал провальным в демографическом развитии финно-угорских народов – убыль составила 341 155 человек. На этот исторический отрезок времени пришлось годы политических репрессий, советско-финляндская война и Великая Отечественная война. Для нормального воспроизводства населения это были не лучшие годы.

С 1959 по 1970 г. финно-угорские народы имели положительную динамику, прирост населения составил 100 916 человек. В последующие 10 лет (1970-1979) финно-угры вновь имели отрицательный прирост – 65 568 человек. В пятый межпереписной период (1979-1989) финно-угры имели небольшой положительный прирост населения – 35 079, на этом «демографическое благополучие» закончилось.

Развал Союза ССР отрицательным образом сказался на демографической динамике финно-угров, убыль населения (1989-2002) составила 467 922 человек. Не лучшими стали и последующие годы, особенно масштабными потерями отмечен последний межпереписной период (2010-2021), убыль населения составила 726 377 человек. Численность финно-угров в 2021 г. составила 1 595 643 человека или 48,8% от численности населения 1926 г. Как результат снижения абсолютной численности финно-угорских народов, их доля в населении России уменьшилась с 3,5% в 1926 г. до 1,2% в 2021 г. (Таблица 2).

Таблица 2 – Динамика численности финно-угорских народов, проживающих на территории России, переписи населения 1926-2021 гг., человек

Национальность	Год								
	1926	1939	1959	1970	1979	1989	2002	2010	2021
Численность этносов свыше 100 тыс.									
Всего	2 492 970	2 867 928	2 607 591	2 752 314	2 716 508	2 767 779	2 377 960	2 072 376	1 438 234
Мордва	1 334 659	1 376 368	1 211 105	1 177 492	1 111 075	1 072 939	843 350	744 237	484 450
Марийцы	428 001	476 382	498 066	581 082	599 637	643 698	604 298	547 605	423 803

Продолжения таблицы

Удмурты	504 018	600 005	615 640	678 393	685 718	714 833	636 906	552 299	386 465
Коми	226 292	415 173	282 780	315 347	320 078	336 309	293 406	228 235	143 516
Численность этносов от 10 до 100 тыс.									
Всего	425 538	274 597	332 644	320 008	307 352	302 752	258 689	198 483	131 903
Коми-пермяки	149 448	-	143 030	150 244	145 993	147 269	125 235	94 456	55 786
Карелы	248 030	249 855	164 050	141 148	133 182	124 921	93 344	60 815	32 422
Ханты	22 306	18 447	19 246	21 007	20 743	22 283	28 678	30 943	31 467
Манси	5754	6295	6318	7609	7434	8279	11 432	12 269	12 228
Численность этносов менее 10 тыс.									
Всего	350 097	312 458	173 593	142 422	125 316	113 724	79 684	51 161	25 506
Эстонцы	150 378	132 394	78 566	62 980	55 539	46 390	28 113	17 875	7859
<i>Сету</i>	-	-	-	-	-	-	197	214	234
Финны	134 165	139 066	72 356	62 307	55 687	47 102	34 050	20 267	7778
<i>Финны-ингер-манландцы</i>	115 220	-	-	-	-	-	314	441	571
Вепсы	32 784	31 449	16 170	8057	7550	12 142	8240	5936	4534
Бесермяне	10 035	-	-	-	-	-	3122	2201	2036
Саамы	1717	1829	1760	1836	1775	1835	1991	1771	1530
Венгры	4177	-	4175	6681	4313	5742	3768	2781	1460
Ижорцы	16 136	7720	564	561	449	449	327	266	210
Водь	705	-	-	-	-	-	73	64	99
Ливы	-	-	2	-	3	64	-	-	-
Финно-угорские народы – всего	3 268 605	3 454 983	3 113 828	3 214 744	3 149 176	3 184 255	2 716 333	2 322 020	1 595 643
Прирост (убыль) в межпереписной период (+, -)	-	+186 378	-341 155	+100 916	-65 568	+35 079	-467 922	-394 313	-726 377
Удельный вес в населении России %*	3,5	3,2	2,6	2,5	2,3	2,2	1,9	1,7	1,2

* от указавших национальную принадлежность за исключением 1926 г. и 1970 г.; 1926 г. по переписи на 17 декабря – в границах до 17 сентября 1939 г.

Примечание: ранжировано по 2021 г.

«-» явление отсутствует

Источники: Итоги Всесоюзной переписи населения 1959 года. СССР: (Сводный том) / Центр. стат. упр. при Совете Министров СССР. – Москва: Госстатиздат, 1962. – 455 с.; Национальный состав населения РСФСР, 1990, с. 8-10; Переписи населения Российской Империи, СССР, 15 новых независимых государств // Демоскоп Weekly. – URL: <https://www.demoscope.ru/weekly/ssp/census.php?cy=1> (дата обращения: 14.10.2024); Всероссийская перепись населения – 2021, Т. 5, табл. 1. // Росстат. – URL: https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom5_Nacionalnyj_sostav_i_vladenie_yazykami (дата обращения: 14.10.2024).

Недемографические факторы уменьшения численности финно-угров. Действительно, такое значительное уменьшение абсолютной численности этих народов только демографическими факторами объяснить нельзя. Здесь, скорее всего, играли не последнюю роль факторы ассимиляции и факторы самоопределения себя с той или иной национальностью, в зависимости от «политической и экономической полезности» национальности. Известно, что значимость этничности в обществе возрастает в том случае, если социальные практики, связанные с ней, производят или приводят в действие существующие неравенства. В определенных ситуациях этническая принадлежность может стать критерием доступа к благам, находящимся в прямой зависимости от воспринимаемой или приписанной этничности. Этничность становится действенным социальным конструктом (Краснопольская, 2013: 28).

Созвучно мнению Сеппо Лаллукка, который отмечает, что большинству ученых, изучающих национальные проблемы бывшего СССР, вероятно известно, что финно-угорские народы подверглись ощутимой ассимиляционной эрозии. В научной литературе, посвященной проблемам ассимиляции и деэтнизации, давление на сглаживание этнических различий обычно рассматривается как одна из неизбежностей современного многонационального общества (Лаллукка, 1997: 11).

Процесс ассимиляции, несмотря на определенную степень условности, можно замерить

рядом показателей: динамикой численности населения разных этносов, проживающих в одинаковых социально-экономических условиях; уровнем рождаемости коренного (местного) и пришлого населения, у представителей разных национальностей; распространенностью межнациональных браков; владением родным языком и языком коренной национальности, вероисповеданием и рядом других показателей. Эту информацию о каждом регионе и местности дают исключительно переписи населения, что ограничивает исследователей временными рамками в среднем в десять лет (межпереписной интервал) (Фаузер, 2019: 233). Существуют и специальные методики для расчета ассимиляции по отдельным этносам (Уваров, 2023: 150-152).

Представительство коренных этносов в национальной структуре субъектов. Бесспорным является факт того, что снижение доли этноса в национальной структуре субъекта снижает вероятность заключения брака с представителем своей национальности, а высокая этническая дисперсность по полу, возрасту, расселению только усугубляет ситуацию. Переписи населения показывают, что доля статусных этносов уменьшилась во всех регионах, за исключением мордвы, их доля увеличилась на 4,6 п.п. Ухудшили свое представительство марийцы – на 7,1 п.п., удмурты – на 15,3 п.п., коми-пермяки – на 27,5 п.п. Остальные этносы уменьшили свое представительство в разы: ханты – в 8,7, манси – в 6,9, карелы – в 4,2 и коми – в 3,3 раза (Таблица 3).

Таблица 3 – Удельный вес финно-угорских народов России в общей численности населения своей республики или округа, переписи населения 1939-2021 гг., %

Финно-угорские народы	Год							
	1939	1959	1970	1979	1989	2002*	2010*	2021*
Коми-пермяки	69,0	58,0	58,3	61,4	60,2	59,0	54,7	41,5
Марийцы	47,2	43,1	43,7	43,5	43,3	43,1	43,9	40,1
Мордва	34,1	35,8	35,4	34,3	32,5	32,1	40,1	38,7
Удмурты	39,4	35,6	34,2	32,1	30,9	29,4	28,0	24,1
Коми	72,5	30,1	28,6	25,3	23,3	25,3	23,7	22,2
Карелы	23,2	13,1	11,8	11,1	10,0	9,2	7,4	5,5
Ханты	13,1	9,2	4,5	1,9	0,9	1,2	1,3	1,5
Манси	6,2	4,6	2,5	1,1	0,5	0,7	0,8	0,9

* от указавших национальную принадлежность.

Примечание: ранжировано по 2021 г.

Источники: Переписи населения Российской Империи, СССР, 15 новых независимых государств // Демоскоп Weekly. – URL: <https://www.demoscope.ru/weekly/ssp/census.php?cy=1> (дата обращения: 14.10.2024); Всероссийская перепись населения – 2021, Т. 5, табл. 1. // Росстат. – URL: https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom5_Nacionalnyj_sostav_i_vladenie_yazykami (дата обращения: 14.10.2024).

Доля финно-угров, проживающих на этнической родине. С 1939 по 2021 г. численность финно-угров сократилась с 3 454 983 до 1 595 643 или на 1 859 340 человек. В регионах в основе убыли большинства российских этносов лежат миграционные потери, не являются исключением и финно-угры. «Для многих регионов России, в т. ч. Удмуртии как региона – миграционного донора, проблема сокращения населения стоит еще более остро из-за миграционных потерь. Миграционная убыль населения сохраняется уже в течение более 20 лет» (Воронцов, 2024: 402). Такое положение с миграционной убылью характерно для всех субъектов этой группы. О миграционной подвижности различных этносов, с определенной долей условности, можно судить по их распределению на живущих на этнической родине и живущих за ее пределами, что находит отражение на ассимиляционных процессах.

С 1939 по 2021 г. каждый этнос из финно-угров демонстрировал разную динамику консолидации и проживания на этнической родине. Первую группу составляют этносы, уменьшившие свое представительство с 1939 по 1989 г., а затем продемонстрировали рост до 2021 г.: манси, марийцы, мордва, удмурты и ханты. Вторую группу составляют два этноса, которые с небольшими вариациями увеличили свое представительство на этнической родине: карелы и коми. Особняком стоят коми-пермяки, доля проживающих на этнической родине с 1939 по 1959 г. возросла с 73,3 до 88,0%, к 2002 г. – сократилась до 64,1% и вновь рост, в 2021 г. она составила 75,2%. В целом можно заключить, что в 2021 г. из 8 этносов только три (карелы, коми и мордва) увеличили долю проживания на территории национальных республик, у остальных – на уровне 1939 г. (Таблица 4).

Таблица 4 – Удельный вес финно-угорских народов, проживающих на территории национальных республик и округов от их общей численности в Российской Федерации, переписи населения 1939-2021 гг., %

Финно-угорские народы	Год							
	1939	1959	1970	1979	1989	2002	2010	2021
Республика Карелия, карелы	43,5	52,1	59,6	61,0	63,2	70,3	74,9	79,9
Республика Коми, коми	55,7	86,8	87,6	87,7	86,7	87,4	88,7	88,6
Коми-Пермяцкий АО, коми-пермяки	73,3*	88,0	82,3	72,3	64,8	64,1	66,7	75,2
Ханты-Мансийский АО – Югра, манси	91,6	89,3	87,8	82,8	79,3	86,5	89,5	90,5
Республика Марий Эл, марийцы	57,4	56,1	51,5	51,1	50,4	51,7	53,1	58,2
Республика Мордовия, мордва	29,4	29,6	31,0	30,5	29,2	33,7	44,8	60,0
Удмуртская Республика, удмурты	80,0	77,3	71,4	70,0	69,5	72,3	74,3	77,6
Ханты-Мансийский АО – Югра, ханты	66,3	59,4	58,2	54,1	53,4	59,7	61,6	62,2

Справочно: в 1939 г. в составе коми учитывались коми-пермяки (в 1926 г. в Коми-Зырянской автономной области учтено 5 пермяков, в 1959 г. в Коми АССР – 99 коми-пермяков (0,01%)).

Источники: 1939-1959 гг. – Переписи населения Российской Империи, СССР, 15 новых независимых государств // Демоскоп Weekly. – URL: <https://www.demoscope.ru/weekly/ssp/census.php?cy=1>; 1970-2002 гг. – Финно-угорские народы России: стат. сб. – Сыктывкар, 2005, с. 15; 2010 г. – Всероссийская перепись населения – 2010. Т. 4, табл. 10 // Росстат. – URL: https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/perepis2010/croc/perepis_itogi1612.htm (дата обращения: 15.01.2025); 2021 г. – Всероссийская перепись населения – 2021, Т. 5, табл. 1. // Росстат. – URL: https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom5_Nacionalnyj_sostav_i_vladienie_yazykami (дата обращения: 15.01.2025).

Родной язык и ассимиляция. Важным аспектом сохранения своей идентичности / принадлежности к определенному этносу является ответ на вопрос о «родном языке». Хотя здесь много спорного, человек может считать себя якутом, при переписи отнести себя также к яку-

там, а на вопрос о родном языке указать «русский». Следует подчеркнуть, что термин «родной язык» иногда также используется в значении «язык этноса», язык самоидентификации человека, при этом уровень владения таким языком может быть невысоким или нулевым. Неодно-

значность словосочетания «родной язык» приводит к использованию в науке дополнительных терминов – в частности, об усвоенном в раннем детстве языке нередко говорят «материнский язык», а о языке идентичности говорят «этнический язык», «национальный язык», «язык своей национальности».

По мнению В.А. Тишкова, идентичности могут быть поняты как система культурно-исторических координат, которые изобретаются обществом, могут меняться или подвергаться коррекции в зависимости от политики и других факторов (Тишков, 2024). Государство – в силу монополии легитимного применения физической и символической власти – является одним из важных субъектов формирования идентичностей, в том числе и этнических. Одна из составных частей проблематики соотношения государства и этнических общностей – процесс соотнесения определенной территориально-политической структуры и этнических идентичностей населения. Здесь важен вывод, сделанный в совместной работе Р. Брубейкера и Ф. Купера «За пределами «идентичности»: «государственная власть располагает правом присваивать имя, квантифицировать, категоризировать, решать, что есть, что и кто есть кто» (Брубейкер, 2002: 86).

Идентичность малых или небольших народов подвергается «этнической эрозии», что находит отражение в ассимиляции. Ассимиляция может носить этнический, культурный, политический, религиозный и языковой оттенок, может

быть добровольной, недобровольной и даже насильственной (Демографическая энциклопедия, 2013: 41). В результате ассимиляции происходит потеря наиболее важных компонентов этничности, коими являются этническое самосознание (самоидентификация (себя) как члена некоторой определенной этнической группы), язык – основа этнической культуры, религия.

В 1970 г. у 12 этносов более 50,0% населения считали родным язык своей национальности, в 1979 г. – 10, в 1989 г. уже восемь. В переписях 2010 и 2021 гг. не отражены венгры, ливы, финны и эстонцы. Из оставшихся 11 только пять этносов указали родным языком – язык своей национальности – более половины населения: коми – 66,4%, коми-пермяки – 69,5%, марийцы – 79,2%, мордва – 69,5% и удмурты – 69,1%. Однако если рассмотреть коми, проживающих в республике и за ее пределами, то родным языком будут считать 70,1% и 37,2%, соответственно. Среди 21 води 19 назвали язык другой национальности, по одному азербайджанский и удмуртский.

Этносы, принадлежащие к коренным малочисленным народам России практически утратили свой родной язык, считают язык своей национальности родным (2021): вепсы – 24,1, ижорцы – 29,2, манси – 17,3, саамы – 16,2 и ханты – 44,3% (у хантов в 2010 г. эта доля составляла 36,6%). По переписи населения 2021 г. русский язык считали родным: вепсы – 75,6, ижорцы – 70,4, манси – 82,1, саамы – 83,4 и ханты – 55,3% (в 2010 г. – 62,9%) (Таблица 5).

Таблица 5 – Распределение финно-угорских народов России по родному языку, переписи населения 1970-2021 гг., %

Финно- угорские народы	Удельный вес лиц указанной национальности, считающих родным языком														
	язык своей национальности					язык другой национальности									
						русский					другие				
	Год														
	1970	1979	1989	2010	2021	1970	1979	1989	2010	2021	1970	1979	1989	2010	2021
Венгры	77,8	62,9	61,2	...	...	19,9	34,6	35,1	...	...	2,3	2,5	3,7	...	...
Вепсы	33,9	36,1	51,3	27,6	24,1	65,8	63,5	48,3	72,0	75,6	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3
Ижорцы	25,3	32,9	41,9	23,8	29,2	72,9	66,4	56,6	75,1	70,4	1,8	0,7	1,5	1,1	0,4
Карелы	63,9	56,5	48,6	26,8	26,1	36,0	43,4	51,2	73,0	73,8	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1
Коми	83,4	76,9	71,0	59,6	66,4	16,6	23,1	28,9	40,4	33,5	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
Коми- пермяки	86,5	78,1	71,1	60,2	69,5	13,4	21,8	28,7	39,4	30,0	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5
Ливы	...	100	48,4	...	...	...	—	43,7	...	...	...	—	7,9	...	...

Продолжения таблицы

Финно-угорские народы	Удельный вес лиц указанной национальности, считающих родным языком														
	язык своей национальности					язык другой национальности									
						русский					другие				
	Год														
	1970	1979	1989	2010	2021	1970	1979	1989	2010	2021	1970	1979	1989	2010	2021
Манси	52,2	49,7	36,7	14,5	17,3	47,5	50,1	62,7	85,2	82,1	0,3	0,2	0,6	0,3	0,6
Марийцы	91,9	87,7	81,9	74,7	79,2	7,9	12,1	17,8	25,0	20,4	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
Мордва	79,7	74,6	69,0	64,7	69,5	20,3	25,4	30,9	35,2	30,3	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2
Саамы	56,3	51,8	42,0	16,7	16,2	43,6	47,5	56,8	82,8	83,4	0,1	0,7	1,2	0,5	0,4
Удмурты	83,5	77,6	70,8	66,2	69,1	16,4	22,3	29,0	37,7	30,7	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
Финны	51,8	42,8	36,2	...	...	47,9	56,8	63,1	...	...	0,3	0,4	0,7	...	...
Ханты	69,1	68,1	60,8	36,6	44,3	30,3	31,5	38,5	62,9	55,3	0,6	0,4	0,7	0,5	0,4
Эстонцы	52,6	46,9	41,5	...	...	47,2	52,9	58,1	...	...	0,2	0,2	0,4	...	...

«...» явление отсутствует, «—» явление было, но сведения отсутствуют

Источники: Финно-угорские народы России: стат. сб. – Сыктывкар, 2005, с. 48; Всероссийская перепись населения – 2010. Т. 4, табл. 8, 22 // Росстат. – URL: https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/perepis2010/croc/perepis_itogi1612.htm (дата обращения: 15.01.2025); Всероссийская перепись населения – 2021, Т. 5, табл. 1 // Росстат. – URL: https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom5_Nacionalnyj_sostav_i_vladenie_yazykami (дата обращения: 15.01.2025).

Национальная однородность домохозяйств. Материалы переписи населения дают еще одну важную информацию – распределение домохозяйств по национальности супругов. Это тоже один из показателей, характеризующих распространенность ассимиляционных процессов. В методическом плане необходимо обратить внимание, что в переписи населения 1989 г. отсутствовала информация о национальности супругов в семьях, что не позволяет посмотреть на процесс ассимиляции на границе двух эпох: в досоветский и постсоветский периоды.

Для всех рассматриваемых этносов характерны несколько сценариев развития. Для населения республик Карелия, Коми, Мордовия и ХМАО имело место снижение доли однонациональных семей в период 1970-2002 гг., как и для России в целом; для республик Марий Эл и Удмуртской – в период 1970-2010 гг., затем последовал рост доли однонациональных семей для всех этносов до 2021 г. Стоит также отметить, что показатели 2021 г. превосходили уровень 1970 г. по России в целом, в республиках Карелия и Коми, в других регионах они не достигли исходной величины 1970 г. (Таблица 6).

Таблица 6 – Распределение семей, частных домохозяйств, состоящих из двух и более человек, по национальной однородности в регионах финно-угорской языковой группы Российской Федерации, переписи населения 1970-2021 гг., %

Территория	Число семей, домохозяйств – всего	В том числе семей, домохозяйств, где все члены семей и домохозяйств принадлежат							
		к одной национальности				к разным национальностям			
		Год							
		1970	2002	2010	2021	1970	2002	2010	2021
Россия	100	89,3	85,2	88,3	92,1	10,7	14,8	11,7	7,9
Республика Карелия	100	66,8	66,5	73,5	83,0	33,2	33,5	26,5	17,0
Республика Коми	100	68,9	61,3	65,2	70,9	31,1	38,7	34,8	24,6
Республика Марий Эл	100	92,1	80,9	79,6	82,4	7,9	19,1	20,4	17,6

Продолжения таблицы

Территория	Число семей, домохозяйств – всего	В том числе семей, домохозяйств, где все члены семей и домохозяйств принадлежат							
		к одной национальности				к разным национальностям			
		Год							
		1970	2002	2010	2021	1970	2002	2010	2021
Республика Мордовия	100	89,8	75,9	79,0	82,4	10,2	24,1	21,0	17,6
Удмуртская Республика	100	87,7	72,9	68,9	76,7	12,3	27,1	31,1	23,3
Коми-Пермяцкий АО	100	82,6	70,8	...	...	17,4	29,2	...	...
Ханты-Мансийский АО	100	79,9	67,4	71,1	79,1	20,1	32,6	28,9	20,9

Источники: (Фаузер, 2018); Всероссийская перепись населения – 2021, Т. 5, табл. 13 // Росстат. – URL: https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom5_Nacionalnyj_sostav_i_vladienie_yazykami (дата обращения: 15.01.2025).

Заключение

С конца 1980-х гг. у всех народов России, за редким исключением, имела место убыль численности населения, однако финно-угров это коснулось в большей степени. Численность финно-угров в 2021 г. составила 48,8% от численности населения 1926 г., это привело к снижению их доли в населении России: 3,5% в 1926 г., 2,2% в 1989 г., 1,2% в 2021 г.

Необоснованно высокие демографические потери финно-угорских народов и постоянный приток пришлого населения на территории их исконного проживания привели к тому, что на своей родине предков они стали «этническим меньшинством»: в 2021 г. в общей численности населения АО манси составили 0,9%, ханты – 1,5%; республик – карелы – 5,5%, коми – 22,2%, удмурты – 24,1%, мордва – 38,7%, марийцы – 40,1% и коми-пермяки – 41,5%.

Становление новой России сопровождалось развитием национальной консолидации, направленной на укрепление и усиление этнонациональных групп, которые образуют нацию, путем постепенного устранения барьеров и формирования общих ценностей, институтов (политических, экономических, социальных, духовных). Предпосылкой служит наличие этнической и языковой основы, территории, культурных, бытовых и других связей. Следствие национальной консолидации – становление языковой общности, зачастую на базе общего литературного языка. Данный этнополитический процесс можно замерить ростом с 1989 по 2021 г. доли статусных этносов в общей численности населения субъектов, например у карел она увеличилась с 63,2 до 79,9%, у

манси – с 79,3 до 90,5%, у мордвы – с 29,2 до 60,0%.

Наряду с демографическими процессами на численность финно-угров оказала влияние ассимиляция. Уже отмечалось, что «изменение этнического состава населения под влиянием миграции повлекло за собой и дальнейшие изменения в образе жизни, быте и культуре всех наций и народностей, заселяющих северные регионы России. Это проявилось в утрате национальной самобытности финно-угорских народов и, прежде всего, родного языка» (Фаузер, 2018: 137-139). В настоящее время считают родным языком язык своей национальности: саамы – 16,2, манси – 17,3, вепсы – 24,1, карелы – 26,1, ижорцы – 29,2 и ханты – 44,3%. Как видим малочисленные народы практически утратили свой «этнический язык», для них родным языком стал русский (для манси – 82,1, саамов – 83,4%).

На самоидентификацию коренных и статусных этносов большое влияние оказывают межнациональные браки. Здесь возникает дилемма к какой национальности родители отнесут своих детей. Например, Е. Сигарева считает, что «существенным фактором ассимиляции являются межэтнические браки, однако этническая самоидентификация детей, рожденных в таких браках, во многом зависит от национальности супруга-лидера, а также от ряда конъюнктурных факторов (приоритетов национальной политики на определенной территории)» (Сигарева, 2003: 11-13). Официальная статистика дает распределение семей, частных домохозяйств, состоящих из двух и более человек, по национальной однородности, то есть выделяет домохозяйства, где супруги одной или разных национальностей. В Республике Коми супружеских пар в однонацио-

нальном браке (коми) – 65,1%, в межнациональном браке – 34,9%.

Благодарность

Автор выражает благодарность Фаузер Г.Н. и Панариной И.А. за помощь в подготовке рукописи к печати.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-28-00482, <https://rscf.ru/project/25-28-00482/>.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Литература

- Бикейкин Е. Н., Першин С. В., Шуляпов Р. В. Всемирные конгрессы финно-угорских народов в контексте европейской политики // Вестник НИИ гуманитарных наук при Правительстве Республики Мордовия. – 2022. – № 4 (64). – С. 159-170.
- Брубейкер Р., Купер Ф. За пределами «идентичности» // Ab Imperio. – 2002. – №3. – С. 61-115.
- Воронцов В.С. Современные демографические процессы в Удмуртии: региональные особенности, динамика, прогнозы // Ежегодник финно-угорских исследований. – 2024. – Т. 18. – №3. – С. 393-409.
- Демографическая энциклопедия / Редкол.: Ткаченко А.А., Аношкин А.В., Денисенко М.Б. и др. – Москва: ООО «Издательство «Энциклопедия», 2013. – 944 с.
- Краснопольская И.И., Солодова Г.С. Социальное конструирование этничности // Социологические исследования. – 2013. – №12. – С. 26-34.
- Лаллукка С. Восточно-финские народы России. Анализ этнодемографических процессов. – Санкт-Петербург: «Европейский Дом», 1997. – 392 с.
- Народы Поволжья и Приуралья. Коми-зыряне. Коми-пермяки. Марийцы. Мордва. Удмурты / Отв. ред. Мокшин Н.Ф., Федянович Т.П., Христолюбова Л.С. – Москва: Наука, 2000. – 579 с.
- Прибалтийско-финские народы России / Отв. ред. Е.И. Клементьев, Н.В. Шлыгина. – Москва: Наука, 2003. – 671 с.
- Сануков К.Н. Финно-угорские народы России: прошлое и настоящее. – Йошкар-Ола: Марийский гос. ун-т, 2011. – 191 с.
- Сигарева Е. Ассимиляция // Демографический понятийный словарь / Под ред. проф. Л.Л. Рыбаковского. – Москва: ЦСП, 2003. – С. 11-13.
- Уваров С.Н. К вопросу о методике определения количественных размеров этнической ассимиляции в 1959-1989 гг. (на примере удмуртов) // Вестник Томского государственного университета. История. – 2023. – № 84. – С. 148-153. doi: 10.17223/19988613/84/19.
- Тишков В.А. Старые и новые идентичности [Электронный ресурс]. URL: http://valerytishkov.ru/cntnt/nauchnaya_obrazu_gossii/starie-i-novie-i.html (дата обращения: 12.07.2024).
- Фаузер В.В. Методические подходы к исследованию коренных народов: российская практика // Экономика: стратегия и практика. – 2024. – Т. 19. – №1. – С. 6-18. <https://doi.org/10.51176/1997-9967-2024-1-6-18>.
- Фаузер В.В., Лыткина Т.С., Фаузер Г.Н. Ассимиляционные процессы в регионах финно-угорской языковой группы России // Демографическая история России и регионов. Межрегиональный научный сборник. Выпуск 2: Динамика численности городского и сельского населения России. – Сыктывкар, 2018. – С. 123-145.
- Фаузер В.В., Лыткина Т.С., Фаузер Г.Н. Переписи населения как инструмент замера ассимиляционных процессов (на примере финно-угорских народов) // Измерение культурного многообразия. Языковая ситуация, переписи, полевая этно-статистика / ред. Мартынова М.Ю., Степанов В.В. – Москва: ИЭА РАН, 2019. – С. 233-239.
- Человеческие ресурсы северных регионов России: демография, труд, образование / В.В. Фаузер [и др.]; отв. ред. В.В.Фаузер. Вып. 24. Библиотека демографа. – Саратов: Амирит, 2024. – 320 с.
- Януш О.Б. Финно-угорский «мир» как символически конструируемый проект // Вестник Пермского университета. Политология. – 2021. – Т. 15. – №3. – С. 60-76.

References

- Bikeikin, E. N., Pershin, S. V., Shulyapov, R. V. (2022). Vsemirnie kongressi finno-ugorskikh narodov v kontekste yevropeiskoi politiki [World Congresses of Finno-Ugric Peoples in the Context of European Policy]. Vestnik NII humanitarnikh nauk pri Pravitelstve Respubliki Mordoviya, v. 4, No. 64, pp. 159-170.
- Brubaker, R., Cooper F. (2002). Za predelami «identichnosti» [Beyond “Identity”]. Ab Imperio, No. 3, pp. 61-115.
- Vorontsov, V.S. (2024). Sovremennye demograficheskie protsessi v Udmurtii: regionalnie osobennosti, dinamika, prognozi [Modern demographic processes in Udmurtia: regional features, dynamics, forecasts]. Yezhegodnik finno-ugorskikh issledovaniy, vol. 18, No.3, pp. 393-409.
- Demograficheskaya entsiklopediya [Demographic Encyclopedia] / Ed. Tkachenko, A.A., Anoshkin, A.V., Denisenko, M.B. and others (2013). Moscow: ООО “Izdatelstvo “Encyclopedia”, P. 944.

- Krasnopol'skaya, I.I., Solodova, G.S. (2013). Sotsialnoe konstruirovaniye etnichnosti [Social construction of ethnicity]. Sotsiologicheskie issledovaniya, No. 12, pp. 26-34.
- Lallukka, S. (1997). Vostochno-finskii narodi Rossii. Analiz etnodemograficheskikh protsessov [East Finnish peoples of Russia. Analysis of ethnodemographic processes]. St. Petersburg: European House, P. 392.
- Narodi Povolzh'ya i Priural'ya. Komi-ziryan. Komi-permyaki. Mariitsi. Mordva. Udmurti / [Peoples of the Volga and the Urals. Komi-Zyrians. Komi-Permyaks. Mari people. Mordovia. Udmurts] / Ed. Mokshin, N.F., Fedyanovich, T.P., Khristolyubova, L.S. (2000). Moscow: Nauka, P. 579.
- Pribaltiiskii-finskii narodi Rossii [The Baltic-Finnic peoples of Russia] / Ed. Klementyev, E.I., Shlygina, N.V. (2003). Moscow: Nauka, P. 671.
- .Sanukov, K.N. (2011). Finno-ugorskie narodi Rossii: proshloe i nastoyashchee [Finno-Ugric peoples of Russia: past and present]. Yoshkar-Ola: Mari State University, P. 191.
- Sigareva, E. (2003). Assimilyatsiya [Assimilation] // Demographic conceptual dictionary / Ed. Rybakovsky L.L. Moscow: CSP, pp. 11-13.
- Uvarov, S.N. (2023). K voprosu o metodike opredeleniya kolichestvennykh razmerov etnicheskoi assimilyatsii v 1959-1989 gg. (na primere udmurtov) [On the Methodology for Determining the Quantitative Dimensions of Ethnic Assimilation in 1959-1989 (using the Udmurts as an Example)]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Istoriya, No. 84, pp. 148-153. doi: 10.17223/19988613/84/19.
- Tishkov, V.A. Old and new identities [Electronic resource]. URL: http://valerytishkov.ru/cntnt/nauchnaya/_obrazy_rossii/starie-i-novie-i.html (accessed 12.07.2024).
- Fauzer, V.V. (2024). Metodicheskie podkhodi k issledovaniyu korennikh narodov: rossiiskaya praktika [Methodological Approaches to the Study of Indigenous Peoples: Russian Practice]. Ekonomika: strategiya i praktika, v. 19, No.1, pp. 6-18. doi: 10.51176/1997-9967-2024-1-6-18.
- Fauzer, V.V., Lytkina, T.S., Fauzer, G.N. (2018). Assimilyatsionnye protsessy v regionakh finno-ugorskoi yazikovoi gruppi Rossii [Assimilation processes in the regions of the Finno-Ugric language group of Russia]. Demographic history of Russia and regions. Interregional scientific collection. Issue 2: Dynamics of the urban and rural population of Russia. Syktyvkar, pp. 123-145.
- Fauzer, V.V., Lytkina, T.S., Fauzer, G.N. (2019). Perepisi naseleniya kak instrument zamera assimilyatsionnykh protsessov (na primere finno-ugorskiykh narodov) [Population censuses as a tool for measuring assimilation processes (on the example of the Finno-Ugric peoples)]. Measuring cultural diversity. Language situation, censuses, field ethnostatistics / ed. Martynova M.Yu., Stepanov V.V. Moscow: IEA RAS, pp. 233-239.
- Chelovecheskie resursy severnykh regionov Rossii: demografiya, trud, obrazovanie / [Human resources of the northern regions of Russia: demography, labor, education] / Ed. V.V. Fauzer (2024). Issue 24. Demographer's library. Saratov: Amirit, 320 p.
- Janush, O.B. (2021). Finno-ugorskii «mir» kak simvolicheski konstruirovannyy proekt [Finno-Ugric "world" as a symbolically constructed project], Bulletin of Perm University. Political Science, v. 15, No. 3, pp. 60-76.

Сведения об авторе:

Фаузер В.В. – доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, главный научный сотрудник лаборатории демографии и социального управления, Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия, e-mail: fauzer.viktor@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8901-4817>

Information about the author

Viktor V. Fauzer – Doctor of Economics, Professor, Honoured Scientist of the Russian Federation, Chief Researcher of the Laboratory of Demography and Social Management, Institute of Social, Economic and Energy Problems of the North, Komi Science Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia, e-mail: fauzer.viktor@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8901-4817>

*Поступила: 10 марта 2025 года
Принята: 20 марта 2025 года*

А.Б. Сансызбаева^{1*}, А.Т. Мылкайдаров², Б.А. Чашина³,
А. Саипов¹, А.Н. Дунец⁴, Г.Р. Шакенова³

¹УАО «Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ», Астана, Қазақстан

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

³«Торайғыров университеті» НАО, Павлодар, Қазақстан

⁴Алтай мемлекеттік университеті, Барнаул, Ресей

*e-mail: sansyzbayeva.ab@mail.ru

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ЭКОНОМИКАЛЫҚ АУДАНЫНА ХАЛЫҚТЫ ҚОНЫСТАНДЫРУДЫҢ НЕГІЗГІ ТІРЕК ФАКТОРЫ

Берілген мақалада көптеген физикалық-географиялық, әлеуметтік-экономикалық және басқарушылық-ұйымдастырушылық факторлардың өзара әрекеттесуінің нәтижесі болып келетін Солтүстік Қазақстан экономикалық ауданына халықты қоныстандырудың негізгі тірек факторының кеңістікте ұйымдастырылуын зерттеудің нәтижелері ұсынылады. Түйінді және сызықтық элементтердің жиынтығы бола тұра, негізгі тірек факторының игерілу дәрежесін және оның құрам бөліктерінің өзара әрекеттесуін анық көрсетеді. Сондықтан негізгі тірек факторының зерттеулері қоныстану жүйесін ұйымдастыру мен құрылымын, әртүрлі субъектілері арасындағы өзара байланыстарын үлгілеуде үлкен қызығушылық туғызады.

Зерттеу Солтүстік Қазақстан экономикалық ауданына халықты қоныстандырудың тірек факторы негізгі бөлігінің тиімсіздігі тарихи оқиғалармен дәлелденген Кеңес Одағының құрамындағы аумақты экстенсивті индустриалдық және ауыл шаруашылықтық игеру кезеңдерінде қалыптасқан. Сондықтан аумақты тұрақты дамыту, тиімді ұйымдастыру және әрі қарай игеру үшін оңтайлы басқарушылық шешімдер қабылдау мақсатымен «осал буындарын» анықтаумен аумақтық ерекшеліктерінің негізгі бөлігінің түйінді және сызықтық элементтерінің орналасуындағы заңдылықтарын анықтап, оларды талдау қажет. Осыған байланысты Ақмола, Қостанай, Павлодар және Солтүстік Қазақстан облыстарының қалыптасқан тірек факторының конфигурациясын талдау, түйінді және сызықтық элементтердің, О.К. Кудрявцев бойынша орталықтардың ығысу әсерінің көрсеткіштері есептеліп, зерттеу аумағында жоғары аталған параметрлердің кеңістікте таралу заңдылықтарын көрсететін бірқатар тақырыптық карталар құрастырылды.

Түйін сөздер: Солтүстік Қазақстан, қоныстанудың тірек факторы, түйінді элементтер, сызықтық элементтер, орталықтардың ығысу әсері.

A.B. Sansyzbayeva^{1*}, A.T. Mylkaydarov², B.A. Chashina³,
A. Saipov¹, A.N. Dunets⁴, G.R. Shakenova³

¹L.N. Gumilev Kazakh National University, Astana, Kazakhstan

²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

³Toraigyrov University, Pavlodar, Kazakhstan

⁴Altai State University, Barnaul, Russia

*e-mail: sansyzbayeva.ab@mail.ru

Territorial features of the supporting framework of settlement of the North Kazakhstan economic region

This article is devoted to the study of the processes of economic integration in various sectors of national economies of the border regions of Northern Kazakhstan and the subjects of the Russian Federation bordering them.

This direction is particularly relevant at the present stage of socio-economic and political development of our country, since the current geopolitical and geo-economic situation in the post-Soviet space requires an assessment of the effectiveness and rethinking of the processes of economic integration of the border regions in order to choose the most optimal path for further development. In this regard, this article attempts an economic and geographical analysis of the economic integration of Kostanay, Pavlodar and North Kazakhstan regions with neighboring regions of Russia, during which a summary score assessment of the degree of economic integration was made using calculations of various economic and geographical indicators. The system of integration indicators includes macroeconomic and economic-geographical parameters, which were calculated on the basis of statistical materials. Since the

for each parameter, points were assigned to the obtained values of the studied parameters for the final assessment of the level of economic integration.

The main result of this work was the ranking of the border regions of Northern Kazakhstan by the level of economic integration and the compilation of a map of a summary score assessment of the degree of economic integration using GIS technologies.

Key words: Northern Kazakhstan, the supporting factor of settlement, nodal elements, linear elements, the effect of shift of centers.

А.Б. Сансызбаева^{1*}, А.Т. Мылкайдаров², Б.А. Чашина³,
А. Саипов¹, А.Н. Дунец⁴, Г.Р. Шакенова³

¹ НАО «ЕНУ имени А.Н. Гумилева», Астана, Казахстан

² КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

³ НАО «Торайгыров университет», Павлодар, Казахстан

⁴ Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

*e-mail: sansyzbayeva.ab@mail.ru

Территориальные особенности опорного каркаса расселения Северо-Казахстанского экономического района

В данной статье представлены результаты исследований пространственной организации опорного каркаса системы расселения регионов Северного Казахстана, который является следствием влияния различных физико-географических, социально-экономических и организационно-управленческих факторов. Представляя собой совокупность узловых и линейных элементов, опорный каркас расселения четко демонстрирует освоенность территории и взаимодействие компонентов каркаса. Поэтому изучение опорного каркаса представляет большой интерес при моделировании структуры и организации системы расселения и взаимосвязей между различными субъектами.

Основная часть опорного каркаса расселения территории исследования формировалась в период экстенсивного индустриального и сельскохозяйственного освоения территории, будучи в составе Советского Союза, неэффективность которой была продемонстрирована историей. Поэтому необходимы анализ и выявление закономерностей в размещении узловых и линейных элементов каркаса с выявлением «слабых звеньев» для принятия оптимальных управленческих решений устойчивого развития, рациональной организации и дальнейшего освоения территории. В связи с этим были проведен анализ конфигурации сложившегося опорного каркаса Акмолинской, Костанайской, Павлодарской и Северо-Казахстанской областей, рассчитаны показатели густоты узловых и линейных элементов и эффекта смещения центров по О.К. Кудрявцеву, составлены тематические карты, отражающие пространственное распределение вышеуказанных параметров по территории исследования.

Ключевые слова: Северный Казахстан, опорный каркас расселения, узловые элементы, линейные элементы, эффект смещения центров.

Кіріспе

Кез келген мемлекеттің, әсіресе шекара маңындағы аумақтардың әлеуметтік-экономикалық, ізінше, геосаяси дамуында маңызды рөл атқаратын халықты қоныстандырудың аумақтық ерекшеліктері – негізгі тірек фактор болып келеді. Ұзақ уақытты дамудың нәтижесі болып қалыптасқан және әлі күнге дейін өзгерістерге ұшырайтын аумақтың тірек факторының оңтайлы және тиімді ұйымдастырылуы жалпы аумақтың және жеке әлеуметтік-экономикалық көрсеткіштердің дамуын анықтайды. Сондықтан қалыптасқан тірек фактордың түйінді элементтері мен байланыстырушы желілерін ажыратып, олардың орналасуы мен өзара сабақтастығы мен байланыстылығын анықтау және осының нәтижесінде болашақ дамуына көз салу әрекеттері

аумақтың ресурстарын тиімді пайдалануға, аумақтардың кеңістіктегі ұйымдастырылуын оңтайландыруға осының нәтижесінде көптеген мәселелерді шешуге мүмкіндік береді.

Осы тұрғыдан қарастырғанда, Қазақстан Республикасының Солтүстік Қазақстан экономикалық ауданы еліміздің ең ірі серіктесі Ресей Федерациясымен шекаралас орналасуына, өнеркәсіп пен агробизнестің ірі орталықтары мен желілерінің шоғырлануына, жоғары халық тығыздығына байланысты аса маңызды стратегиялық аумағы болып қарастырылады.

Зерттеу аумағы мен нысаны

Аталған зерттеудің негізгі нысаны – еліміздің төрт облысын – Солтүстік-Қазақстан, Ақмола, Қостанай, Павлодар облыстары қамтып

жатқан Солтүстік экономикалық ауданы болып келеді. Астана қаласы республикалық маңызы бар қала болғандықтан әкімшілік тұрғыдан зерттеу аумағына жатпайды, алайда географиялық орналасуы жағынан Солтүстік Қазақстанда орналасқандықтан тірек факторы ретінде түйінді элементтерінің бірі және сызықтық элементтерді өзіне тартып тұрған орталық болып келеді. Сондықтан Астана қаласының тек Солтүстік Қазақстанның ғана емес, жалпы еліміздің де тірек факторына әсері сөзсіз. Қазақстан мен Ресей арасындағы шекара ұзындығы (7500 км) – әлемдегі ең ұзын құрлық шекарасы. Солтүстік Қазақстан Ресейдің алты облысымен (Орынбор, Челябин, Қорған, Омбы, Түмен, Новосібір) және Алтай өлкесімен шектесіп жатыр.

Интеграциялық үдерістердің белсенді қатысушысы болатын Қазақстан үшін көршілес елдермен шекара маңындағы аумақтардың ерекше маңызы бар, өйткені республиканың 14 өңірінің 12-сі шекара маңындағы өңірлер болып келеді (Сансызбаева, Саипов, 2022). Бұл, осы аумақтың тірек факторының сыртқы сауда-саттық қарым-қатынастарына, экономикалық интеграциялық үдерістеріне өз септігін тизігеді.

Аймақтық құрылымдандыру элементтерін тиімді орналастырудың қазіргі жүйесі аса көкейтесті болып келеді, себебі аймақтық құрылымның түйінді, сызықтық және ареалдық элементтердің онтайлы қалыптасуы мен аумақтың тиімді экономикалық дамуы оның тұрақты көліктік-логистикалық базасын қалыптастырады, өнеркәсіптік және шаруашылықтық ұйымдастырылуын анықтайды және ең бастысы, аймақтық құрылымдандыру нысандарының интеграциялық, трансшекаралық өзара әрекеттесуін ұйымдастырады.

Зерттеу әдістері мен материалдары

Әлеуметтік-экономикалық зерттеулерде елдің немесе аумақтың негізгі орталықтарының шоғырлануы мен олардың арасындағы байланыстарды көрсетуге алғашқы назар аударған Кеңес Одағының әйгілі эконом-географы Н.Н. Баранский болған. Ғалымның айтуынша, «... города плюс дорожная сеть – это каркас, остов, на котором все держится, остов, который формирует территорию, придает ей определенную конфигурацию» (Баранский, 1956: 366). Ал осы құбылысқа «қоныстанудың тірек факторы» деген терминді алғаш рет енгізген Б.С. Хорев оны қоныстанудың біртұтас жүйесінің маңызды құрамдас бөлігі

ретінде сипаттайды (Хорев, 1971: 413). 1950-ші жылдардың басында француз географы Ж. Пьер тірек фактор ұғымына жақын «*armature urbaine*» деген термин қолданған (Перчик, 2023: 481). Осы ұғымның зерттелуіне зор үлес қосқан тағы басқа кеңестік зерттеушілердің қатарынан (Кудрявцев, 1985: 136; Маергойз, 1987: 120) атап өтуге болады, осы тақырыпта алғашқы монография жариялаған (Полян, 1988: 220).

Аумақтың қоныстану жүйесін талдау мәселелерімен айналысқан шетелдік зерттеушілердің ішінен табиғатты қорғау нысандар желісін кеңейту әсерінен ауыл елді мекендердің дамуы жайында зерттеу жүргізген (Schmitz, Arnaiz-Schmitz, 2020), қалалық агломерациялардың жанында орналасқан ауылдық елді мекендердің дамуы ерекшеліктерін зерттеген (Wilkosz-Mamcarczyk, Olczak, 2020; Salvia, Cividino, 2020), Польшадағы тірек қаңқаның қалыптасуы ерекшеліктерін зерттеген (Żróbek-Różańska, 2020), А., Еуропада – (Colantoni, Halbac-Cotoara-Zamfir, 2020; Lever, 1999-1044), қоныстану жүйесінің қалыптасуына кедейлік пен әлеуметтік оқшауландудың әсерін зерттеген (Kalinowski, Rosa, 2021: 438-463), қалпына келетін энергетикалық ресурстар көздерінің әсерін – (Ślusarz, Gołębiewska, 2021: 4033), Чехияда – (Stych, Kabrda, 2019), АҚШ зерттеушілерінің қатарынан – (Paulsen, 2012: 561-568; Logan, Molotch, 2019: 383; Fox, Goodfellow, 2022: 1959-1980) қытайлық зерттеулер – (Lei, Jiao, 2022: 1889-1908), Алайда қоныстанудың тірек факторы жайындағы толыққанды тұжырымдамасы шетелдік ғылымда қалыптаспаған.

Қазақстандық географияда геоурбанистика саласы мен қоныстанудың тірек факторының зерттеулері аса жүргізілмеген деуге болады. Қазіргі кездегі зерттеулердің бірі ретінде Д. Искалиев, М. Мурзатаева, Т. Терещенконың Батыс Қазақстан мен жалпы Қазақстанның тірек факторы бойынша (Iskaliev, Tereshchenko, 2023: 159-164), А. Жолдасбекова, М. Мамадияров, М. Сейдахметовтың Ұлы Жібек жолы бойындағы Қазақстан аумағындағы туристік фактор бойынша (Жолдасбеков, Мамадияров, 2012: 1099-1102) жасаған зерттеулерін келтіруге болады.

Қазіргі кезде қоныстану жүйелерінің әрбір елді мекені өз бетінше дамитын дәстүрлі түрлерін елді мекендердің жақындасуы мен олардың арасындағы байланыстардың күшеюі тән жоғары дәрежеде шоғырланған қоныстанудың жаңа «топтық» түрлері алмастыруда. Қоныстанудың жаңа түрлерін талдау үшін оның тірек факторы

– ірі елді мекендердің, экономикалық, саяси, мәдени фокустары мен оларды байланыстыратын магистральдардың үйлесімділіктері маңызды рөл атқарады (Федотов, 2022: 17-25).

Қоныстанудың тірек факторы деген ұғым Г.М. Лаппоның еңбектерінде терең қарастырылған. Ғалымның айтуынша, қоныстанудың тірек факторы – мемлекеттің немесе аумақтың кеңістіктік ұйымдастырылуының негізгі белгілерін көрсететін аумақ немесе елдің жалпыланған, ұсақ-түйектерден айырылған географиялық бейнесі (Ларро, 1997: 480). Тірек фактордың негізгі элементтеріне түйіндері мен сызықтық элементтері жатады. Түйіндері ретінде елді мекендері, ал сызықтық элементтері ретінде – магистральдар мен полимагистральдар рөл атқарады.

Кеңістіктік-аумақтық құрылымын құрастыруда зерттелетін фактор табиғатты пайдалануды басқарудың бір әдісі және бұрыннан келе жатқан аумақтардағы мәдени ландшафттарды аймақтық жоспарлау стратегиясы ретінде қарастырыла алады, бұл табиғи ресурстарды қорғау мен пайдалану арасындағы тепе-теңдікті сақтауға мүмкіндік береді. Аумақтың тұрақты дамуы осы аумақтағы табиғи, әлеуметтік және экономикалық үдерістердің зерттелу дәрежесіне тәуелді болады.

Солтүстік Қазақстан экономикалық ауданында елді мекендер мен оларды байланыстырушы магистральдар мен полимагистральдардың үйлесімділігі ретінде өзіндік тірек факторы қалыптасқан. Алайда, ол тірек фактордың қалыптасуы көптеген басқа факторларға байланысты жүзеге асырылды. Қалыптасқан тірек фактордың сипаты мен тиімділігін анықтау үшін кешенді зерттеулер жүргізу қажет. Осы зерттеулерді жасау үшін қазіргі кезде нақты әдістемесі құрастырылмаған. Осы зерттеуімізде аумақтың

тірек факторын сипаттау үшін әртүрлі көрсеткіштерді пайдаланып, Солтүстік Қазақстан экономикалық ауданын құрайтын аумақтардың тірек факторына салыстырмалы тұрғыда талдау жасалынды.

Зерттеу барысында кешенді талдау, салыстырмалы талдау, аумақтың тірек факторының түйінді және сызықтық элементтерінің жиілігін есептеу, тірек фактор орталықтарының ығысу әсерін О.К. Кудрявцевтің әдістемесімен есептеу, картографиялық, геоақпараттық әдістер қолданылып, тірек фактордың аумақтық ұйымдастырылуы мен есептелген көрсеткіштердің кеңістікте таралу карталары ArcGIS 10.1 бағдарламасында жасалынды.

Зерттеу нәтижелері және талдаулар

1) Солтүстік Қазақстан экономикалық ауданындағы облыстардың тірек факторын талдау үшін ең алдымен **түйінді элементтері** ажыратылды. Түйінді элементтердің қатарына облыс орталықтары, қалалар, аудан орталықтары, маңызды өнеркәсіптік немесе сауда орталықтары және көлік жолдарының бойындағы негізгі елді мекендер мен ірі бекеттері алынды. Олардың жалпы саны Ақмола облысында – 95, Қостанай – 54, Павлодар – 42, Солтүстік-Қазақстан облысында – 48, барлығы – 239 элементі алынды. Олар мәртебесі мен қызметіне қарай жеке топтарға жіктелінді (1-кесте) (Справочник кодов КАТО, 2024).

Аумақтың түйінді элементтермен қамсыздандырылуын түйінді элементтердің жиілігі көрсетеді (Справочник кодов КАТО, 2024). Осы көрсеткіш түйінді элементтер санының аумақтың ауданына қатынасы ретінде есептеледі (2-кесте).

1-кесте – Солтүстік Қазақстан экономикалық ауданы аумақтарының тірек факторын құрайтын түйінді элементтердің топтамалары

	Топтамалар	Аумақ	Елді мекендер	Саны
1	ҚР-ң бас қаласы	республикалық маңызы бар	Астана	1
2	Облыс орталықтары	Ақмола	Көкшетау	1
		Қостанай	Қостанай	1
		СҚО	Петропавл	1
		Павлодар	Павлодар	1

	Топтамалар	Аумақ	Елді мекендер	Саны
3	Аудан орталықтары мен қала өкімшіліктеріне қарасты аумақтары	Ақмола	Ақкөл, Аршалы, Астраханка, Атбасар, Степняк, Макинск, Щучинск, Егіндікөл, Ерейментау, Есіл, Жаксы, Державинск, Зеренді, Қорғалжын, Балкашино, Ақмол, Шортанды, Қосшы, Степногорск	19
		Қостанай	Амангелді, Аркалык, Әйет, Әуликөл, Боровской, Денисовка, Жітіқара, Қамысты, Қарабалық, Қараменді, Қарасу, Лисаковск, Обаған, Рудный, Сарыкөл, Тобыл, Торғай, Ұзынкөл, Федоровка	19
		СҚО	Бескөл, Булаево, Кішкенекөл, Мамлютка, Новоишимское, Пресновка, Саумалкөл, Сергеев, Смирново, Явленка, Тайынша, Талшық, Тимирязево	13
		Павлодар	Акку, Ақсу, Ақтоғай, Баянауыл, Екібастұз, Ертіс, Железин, Көктөбе, Теренкөл, Успен, Шарбақты	11
5	Ерекше (өнеркәсібі бар немесе туристік зоналарға кіретін) ауылдық елді мекендер	Ақмола	Бурабай	1
		Қостанай	Науырзым	1
		СҚО	Имантау	1
		Павлодар	Бозшакөл, Курчатов, Майқайың, Майкүбі	4
6	Көлік жолдары бойындағы жергілікті маңызы бар ауылдық елді мекендер мен бекеттер	Ақмола	Ащылы, Заозерное, Жаңа-дала, Жайнак, Шаңтөбе, т.б.	73
		Қостанай	Қайрак, Красногор, Қараоба т.б.	33
		СҚО	Айыртау, Ащыкөл, Бауманское, Сазоновка, Қиялы, Тельжан т.б.	33
		Павлодар	Уалихан, Төртқұдық, Үшқұлын т.б.	26
* 2024 жылға арналған КАТО кодтарының анықтамалығы – ҚР СҚ жіктеуші 11-2009 бойынша жасалған (Справочник кодов КАТО, 2024)				

2-кесте – Солтүстік Қазақстан аумақтарының түйінді элементтермен қамсыздандырылуы

№	Аумақ	Ауданы, км²	Түйінді элементтердің саны	Түйінді элементтердің жиілігі
1	Ақмола	146 219	95	0,00065
2	Қостанай	196 001	54	0,00028
3	Павлодар	124 755	42	0,00034
4	СҚО	97 993	48	0,00049
	Солтүстік Қазақстан экономикалық ауданы	564 968	239	0,00042

Солтүстік Қазақстанның түйінді элементтерінің жиілігін талдау барысында ең жоғарғы көрсеткіш Ақмола облысына тиесілі екенін байқаймыз, бұл аумақта елді мекендер қатарының көбірек болуымен және облыс аумағында еліміздің бас қаласы Астананың да орналасуымен түсіндіріледі. Одан кейін ауданы ең кіші Солтүстік-Қазақстан облысы, Павлодар, және ең төменгісі – Қостанай облысында байқалады, себебі оның ауданы ең жоғары.

2) Қоныстану мен аумақ ұйымдастырылуының тірек факторының тағы бір маңызды элементі – түйінді элементтерді байланыстыратын жолдар мен магистральдармен көрсетілген **сызықтық элементтері** болып табылады. Зерттеу аумағының сызықтық элементтері ретінде теміржолдар мен қатты жабындысы бар халықаралық, республикалық және аумақтық маңызы бар автокөлік жолдары алынды.

Теміржол магистральдары субендік бағытта созылып жатыр. Олар Кеңес Одағы кезінде салынған Сібірлік магистральдардың кесінділері:

- Транссібір магистралінің Қазақстан жеріндегі кесіндісі;
- Ортасібір магистралінің Қазақстан жеріндегі кесіндісі;
- Оңтүстік-Сібір магистралінің Қазақстан жеріндегі кесіндісі.

Солтүстік Қазақстан аумағы арқылы халықаралық маңызы бар 3 магистрал өтіп жатыр:

- Алматы – Қарағанды – Астана – Петропавл;
- Астана – Қостанай – Челябин – Екатеринбург;
- Омбы – Павлодар – Семей – Майқапшағай.

Осы магистральдар субмеридиандық бағытта Ресей мен Орталық Азия елдерін, ал республикалық маңызы бар жолдар облыс орталықтарын өзара және Астана қаласымен байланыстырады.

Аумақтардың сызықтық элементтермен қамсыздандырылуы сызықтық элементтер жиі-

лігі деген көрсеткіштің көмегімен анықталады (3-кесте) (Сансызбаева, Саипов, 2022: 4-19).

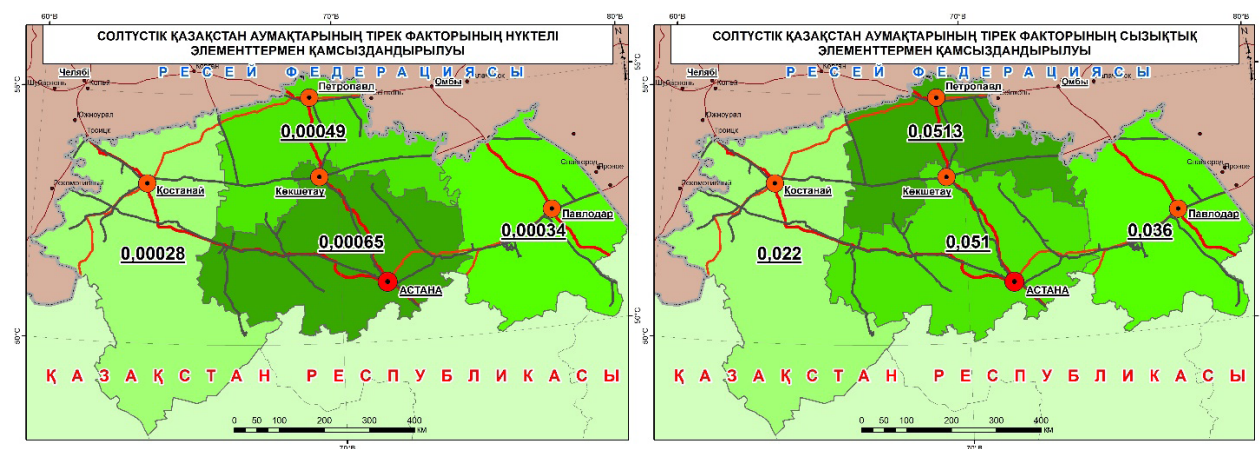
Сызықтық элементтердің жиілігі бойынша ең жоғарғы көрсеткіш Солтүстік-Қазақстан облысына тиесілі, бұл аумақ ауданының кіші көлемі мен облыстың ең солтүстік шекаралық орналасуынан Ресеймен тығыз қарым-қатынаста болғанына байланысты деп түсінеміз. Екінші орында – шамалы ғана төмендеу көрсеткішімен сипатталатын Ақмола облысы – бұның себебі, ең алдымен облыстың орталықта орналасуы мен облыс аумағында «барлық жолдарды өзіне тартатын» Астананың орналасуына байланысты. Ең төменгі шамасы Қостанай облысында анықталды. Бұл жағдай облыстың үлкен көлемі мен оңтүстік бөлігінің аз игерілуімен түсіндіріледі.

Жалпы, Солтүстік Қазақстан тірек факторының түйінді және сызықтық элементтерінің жиілік көрсеткіштерінің таралуы 1-суреттердегі карталарда көрсетілген.

3-кесте – Солтүстік Қазақстан аумақтарының сызықтық элементтермен қамсыздандырылуы

№	Аумақ	Ауданы, км ²	Теміржол ұзындықтары, км*	Қатты жабындысы бар автожол ұзындықтары, км*	Сызықтық элементтердің жиілігі
1	Ақмола	146 219	1889,5	5544,5	0,051
2	Қостанай	196 001	1225,4	3107,4	0,022
3	Павлодар	124 755	1082,4	3356,7	0,036
4	СҚО	97 993	957,7	4078,4	0,0513
	Солтүстік Қазақстан экономикалық ауданы	564 968	5155	16087	0,038

* ArcGIS бағдарламасының «Вычислить геометрию» құралының көмегімен есептелді



1-сурет – Солтүстік Қазақстан аумағындағы қоныстанудың тірек факторының түйінді және сызықтық элементтердің жиілік көрсеткіштері

Зерттеу аумағында қоныстанудың тірек факторын сипаттайтын түйінді және сызықтық элементтердің жиілігін талдау нәтижесінде, екі көрсеткіштің де төмен деңгейі Қостанай облысында байқалады, бұл аумақтың ауқымды көлемімен байланысты деп ойлаймыз. Павлодар облысында да бұл көрсеткіштер жоғары емес. Ең жоғары көрсеткіштер Ақмола облысында (түйінді элементтер жиілігі) және СҚО (сызықтық элементтердің жиілігі) анықталды. Ақмола облысының орталықта орналасуы мен Астананың «өзіне тарту» әсерімен ерекшеленеді, ал СҚО еліміздің «Солтүстік қақпасы» ретінде көлік-логистикалық орталық ұйымдастыру тұрғысынан ерекше артықшылықтар береді. Солтүстік-Қазақстан облысы – ең солтүстікте орналасқан облыс, географиялық орналасуының өзі Ресейдің субъектілерімен тығыз сауда-экономикалық және гуманитарлық байланыстар орнатуға жағдай жасайды.

Аумақтың түйінді және сызықтық элементтердің жиынтығы нәтижесінде пайда болатын тірек факторының қалыптасуы экономикалық және әлеуметтік сипаттағы жағымды нәтижелердің жиыны ретіндегі факторлық әсер (факторный эффект) береді. Осы факторлық әсердің бірі ретінде орталықтардың ығысу әсері (эффектисі) кешенді көрсеткіші болып табылады. Орталықтардың ығысу әсері тірек факторы тү-

йіндерінің аумақ бойынша біркелкі таралмауы, керісінше бір-біріне тартылатындай жақындасуынан туындайды. Бұл орталықтар арасындағы көлік шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Өртүрлі аумақтардағы ығысу әсерін бағалау үшін О.К. Кудрявцев келесі өрнек (1) ұсынды (Кудрявцев, 1985: 136):

$$K = \frac{\sum l_{\phi}}{\sum l_T} = \frac{\sum l_{\phi}}{\sqrt{SN}} \quad (1)$$

мұндағы l_{ϕ} – тірек факторының көршілес түйіндері арасындағы шынайы қашықтық, км;

l_T – тірек факторының түйіндері біркелкі таралғандағы орташа теориялық қашықтық, км.

S – зерттелу аумағының ауданы, км²;

N – фактор түйіндерінің саны;

Демек, орталықтардың ығысу әсерінің көрсеткіші түйіндердің бір-біріне қаншалықты жақын орналасқанын, яғни олардың біркелкі орналасудан қаншалықты ауытқығанын (ығысқанын) көрсетеді және неғұрлым осы көрсеткіш кіші болса, соғұрлым фактордың түйіндері бір-біріне жақын орналасқан, ал неғұрлым көбірек болса – аумақ бойынша біркелкі орналасқан деген сөз. Солтүстік Қазақстан аумағындағы түйіндердің ығысу әсерінің есептелген коэффициенттері 2-суреттегі картада келтірілген.



2-сурет – Солтүстік Қазақстан экономикалық ауданы тірек факторының элементтері мен түйіндердің ығысу әсерінің көрсеткіштері

Түйінді элементтердің кеңістікте таралуын қарастырғанда олар негізінен Солтүстік Қазақстанның орталық бөліктерінде – Астана мен туристік аймақ болып саналатын Көкшетауда және Қостанай облысы мен Павлодар облысының өнеркәсіптік орталықтарында, ең солтүстікте орналасқан облыс орталығы Петропавлдың маңайында, сонымен қатар магистральдардың бойында шоғырланғанын көреміз. Сызықтық элементтері біршама біркелкі таралған және бүкіл аумақ бойы біркелкі тор түрінде ұйымдастырылған: теміржолдар – субендік және автожолдар – субмеридиандық бағытта салынған. СҚО және Ақмола облыстары арасында ең тығыз жол байланыстары орнатылған. Сонымен қатар жол желісі нашар дамыған аумақтар да байқалады – Қостанай облысының оңтүстігі мен Павлодар облысының оңтүстік-батысы.

Орталықтардың ығысу әсері жөнінде айтсақ, ең кіші коэффициент Павлодар облысында байқалады, бұл облыстың аудан орталықтары облыс орталығына жақынырақ орналасқан, сондықтан көлік шығындары көп болмайды деген сөз және экономикалық жағынан бұл тиімді. Қостанай облысына қатысты да бұны айта аламыз. Бірақ екінші жағынан, игерілмеген кеңістіктер де бар деген сөз. Ең біркелкі орналасқан фактор түйіндері Ақмола облысында анықталды. Бұның да жағымды және жағымсыз белгілері анық.

Зерттелу аумақтарындағы тұрғындар қоныстануының тірек факторының конфигурациясын талдап, оларды түрлеріне қарай жіктеуге болады. Қоныстанудың тірек факторының негізгі түрлері:

- орталықтандырылған, көбінесе радиальды-сақиналық құрылымы тән (мысалы, Франция, Венгрияның тірек факторы);

- агломерациялық торлы, «тордың» сызықтары (көлік байланыстары) қиылысатын жерлерінде өлшемдері әртүрлі көптеген орталықтар қалыптасады (Оңтүстік Германия);

- сызықтық – елдің немесе ауданның теңіздік фасады түріндегі тірек фактор (Бразилия, ОАР, АҚШ-ң Калифорниялық жағалауында осындай тірек фактордың түрлері анық байқалады);

- сызықтық континенттік (Канаданың тірек факторлары);

- алаптық түрі (бассейновый) – Рур, Жоғарғы Силезия, Дон алабы сияқты көмір-металлургиялық аудандарға тән (Schwab, Martin, 1968: 57-87).

Г. Лаппо қоныстанудың аумақтық тірек факторының келесі кеңістіктік түрлерін ажыратады:

- радиалдық-сақиналы – мұнда басты ядросы болады, ал қалған ядролары басты ядродан тарайтын радиалды сызықтарда орналасқан;

- тікбұрышты-біркелкі, торлы – елді мекендер мен оларды қосатын сызықтар өзара тікбұрыштар жиынтығын құрайтын сияқты көрінеді. Осы пішіндердің бұрыштарында халық саны көбірек қалалық елді мекендер орналасқан;

- сызықтық-түйінді – осы тірек қаңқаның ірі елді мекендердің көбі қуатты теміржол немесе өзен магистралі бойында бір сызықпен орналасқан;

- теңіз маңындағы – ядролары теңіз жағасы бойымен ұйымдастырылған;

- біртекті емес (көпядролы) – елді мекендердің орналасуында белгілі бір заңдылық байқалмайтын тау-кен өндіруші аумақтарға тән (Лаппо, 1997: 480).

Осы түрлерге сәйкес Солтүстік Қазақстан аумақтарының да қоныстанудың тірек факторының түрлері жіктелген (4-кесте).

4-кесте – Солтүстік Қазақстан экономикалық ауданы аумақтарының тірек факторының жіктемесі

№	Аумақ	Жалпы жіктеме бойынша (Кудрявцев, 1985, 136)	Г. Лаппоның жіктемесі бойынша (Лаппо, 1997: 480)
1	Ақмола	агломерациялық-торлы	екі ядролы
2	Қостанай	алаптық	радиалдық-сақиналы
3	Павлодар	сызықтық континенттік	сызықтық-түйінді
4	СҚО	торлы	тікбұрышты-біркелкі
	Солтүстік Қазақстан экономикалық ауданы	негізінен радиалдық	негізінен тікбұрышты-біркелкі

Қорытынды

Мемлекеттің әлеуметтік-экономикалық дамуының ауыртпалық орталығының аумақтық деңгейіне ауысуы аумақтардың қызмет етуінің ғылыми негіздемесін беруді талап етеді. Аумақтардағы тұрғындардың өмір сүруі мен қызмет етуі барысында аймақтық шаруашылықтық құрылымның арқауы ретінде қоныстану мен өндірістің тірек (әлеуметтік-экономикалық) факторы қалыптасады.

Қоныстанудың тірек факторы елдің барлық құрам бөліктерін біріктіру, яғни елдің біртұтас жүйеге интеграциялау қызметін атқарады. Мемлекеттің әртүрлі бөліктерінің экономикалық тұрғыдан жақындасуы шаруашылықтық қызметтер мен байланыстардың түйінді (қалалардағы) және сызықтық (магистральдардағы) шоғырлануы арқасында жүзеге асады. Елді қоныстандыру тірек факторының тиімді қызмет етуі қосымша экономикалық, әлеуметтік және экологиялық әсер бере алады. Қоныстанудың тірек факторы елдің маңызды (қосалқы емес) географиялық ерекшеліктерін және тек өндіргіш күштердің орналасуын ғана емес, физикалық-географиялық жағдайлардың, олардың ішінде орография, гидрографиялық тор, аумақтың конфигурациясы тағы сол сияқты ерекшеліктерін анық көрсетеді.

Зерттеу аумағына тірек фактор элементтерінің негізгі шаруашылықтық орталықтардан алыстаған сайын даму деңгейінің бірте-бірте төмендеуі тән. Бұл негізгі шаруашылық орталықтарына қарағанда шеткі аумақтарда орналасқан және аймақтық (аумақтар аралық, халықаралық) шаруашылық байланыстар жүйесіне жеткілікті дәрежеде қосылмаған фактордың «тұйық» («тупиковый») сызықтары мен түйіндері қалыптасуының себепшісі болады. Осындай элементтер физикалық-географиялық жағдайлары (географиялық орналасуы, алыстығы, орографиясы, климаты) шаруашылық пен шаруашылықтық байланыстардың дамуына, оның ішінде сапалы қатты жабындысы бар жол желілерін салуға кедергі келтіретін Қостанай облысының оңтүстік және оңтүстік-батыс және Павлодар облысының оңтүстік-батыс бөліктерінде байқалады. Тірек фактор дамуының ең жоғарғы көрсеткіштері Ақмола және Солтүстік-Қазақстан облыста-

рында анықталған. Осы тұрғыдан қарастырғанда Ақмола облысының жоғары көрсеткіштері орталық географиялық орналасуы мен Астана қаласының «өзіне тарту» әсерінен қалыптасады. Солтүстік-Қазақстан облысында тірек фактордың дамуына аумақтың қоныстану жүйесін кеңістікте ұйымдастыруды жеңілдететін кіші ауданы мен Ресеймен тығыз қарым-қатынастары өз септігін тигізеді, Игерілу дәрежесі төмен шеткі аумақтардағы тірек фактор элементтерінің дамуындағы қарама-қайшылық аумақтағы шаруашылықтың дамуындағы анық көрінетін орталықтандыруға әкеледі. Жоғары санаттағы элементтерге жақын орналасқан және жақсы дамыған шаруашылықтық және инфрақұрылымдық байланыстармен көзге түсетін жерлер адами және тағы басқа ресурстарды одан әрі өзіне тартып алады, ал сонымен қатар шаруашылықтық байланыстары нашар шеткі аудандар дамыған аудандарға қарағанда дамымай, одан сайын артта қалады. Осындай жағдайларды болдырмау үшін қоныстанудың тірек факторы мен оның элементтері оңтайлы және тиімді ұйымдастырылу керек.

Осы тұрғыдан қарастырғанда Солтүстік Қазақстан экономикалық ауданын құрайтын облыстардың «2021-2025 жж. арналған аумақты дамыту бағдарламалары» қабылданған (Программа развития Акмолинской области, 2021-2025; Костанайской области, 2021-2025; Северо-Казахстанской области, 2021-2025; Павлодарской области, 2021-2025). Осы бағдарламаларды талдау барысында аумақтардың тірек факторын дамытудың қадамдары жасалынған, олардың қатарында тірек факторының түйінді элементтерінің негізі болып келетін өнеркәсіптер мен агроөнеркәсіптік салаларды дамыту, оларды диверсификациялау (түрлендіру), бизнестің экономикалық белсенділігін арттыру, ауылдардың өмір сүру деңгейін жақсарту, және жалпы елді мекендердің тұрақты дамуын қамтамасыз ету. Алайда, өкінішке орай, тірек факторының сызықтық элементтеріне (жол желілеріне) жеткілікті назар аударылмаған деп есептейміз. Сондықтан аумақтардың тірек факторын дамытып оңтайландыру үшін қолжетімдігі қиын елді мекендерге дейінгі жаңа жолдарды салу және бар жолдарды жақсартуды сызықтық элементтердің жиілік көрсеткіштеріне негізделіп атқару қажет.

Әдебиеттер

- Баранский Н.Н. Экономическая география. Экономическая картография. – М.: Географгиз, 1956. – 366 с.
- Жолдасбеков А.А., Мамадияров М.Д., Сейдахметов М.К. Экономико-географическое изучение каркаса туристских центров казахстанского отрезка Великого шелкового пути // *Фундаментальные исследования*. – 2012. – № 11-5. – С. 1099-1102
- Зотова О.А. Опорный каркас расселения субъектов бассейна реки Урал // *Проблемы региональной экологии*. – 2014. – №3. – С. 175-181
- Кудрявцев О.К. Расселение и планировочная структура крупных городов-агломераций. – М.: Стройиздат, 1985. – 136 с.
- Лаппо Г.М. География городов – М.: ВЛАДОС, 1997. – 480 с.
- Маергойз И.М. Географическое учение о городах. – М.: Наука, 1987. – 120 с.
- Перцик Е.Н. Геоурбанистика: учебник для вузов / Е. Н. Перцик. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 481 с.
- Полян П.М. Методика выделения и анализа опорного каркаса расселения. – М.: ИГ АН, 1988. – 220 с.
- Справочник кодов КАТО на 2024 год – классификатор НК РК 11-2009 – <https://findhow.org/2210-spravochnik-kato-v-kazhastane.html> (қарау күні 21.01.2024)
- Сансызбаева А.Б., Саипов А.А. Қазақстанның Солтүстік шекара маңындағы Ресей Федерациясымен шекаралас облыстарының ұлттық шаруашылық салаларының экономикалық интеграциясы // *Вестник КазНУ. Серия географическая*. – 2022. – №4 (67). – С. 4-19 – <https://doi.org/10.26577/JGEM.2022.v67.i4.01> (қарау күні 11.12.2023)
- Федотов М.А. Опорный каркас Центрального экономического района // *Вестник Тверского государственного университета. Серия «География и геоэкология»*. – 2022. – № 4 (40). – С. 17-25 – <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2022-4-17-25>
- Хорев Б.С. Проблемы городов. – М.: Мысль, 1971. – 413 с.
- Colantoni A., Halbac-Cotoara-Zamfir R., Halbac-Cotoara-Zamfir C., Cudlin P., Salvati L., & Gimenez Morera A. Demographic Resilience in Local Systems: An Empirical Approach with Census Data. *Systems*, 2020 – №8. – Article 34. – <https://doi.org/10.3390/systems8030034> (қарау күні 18.12.2023)
- Fox S., Goodfellow T. On the conditions of «late urbanization», *Urban Studies*, 2022 – vol. 59 – №10 – p. 1959-1980 – <https://doi.org/10.1177/0042098021103265> (қарау күні 11.01.2024)
- Iskaliyev D., Tereshchenko T. Supporting framework of settlement in Kazakhstan // *Вестник ЗКУ*. – 2023. – №2(90). – 159-164. – DOI 10.37238/1680-0761.2023.90(2). (қарау күні 19.01.2024)
- Kalinowski S., & Rosa A. Sustainable Development and the Problems of Rural Poverty and Social Exclusion in the EU Countries. *European Research Studies Journal*, 2021 – 24(2), –pp. 438–463. – <https://doi.org/10.35808/ersj/2136> (қарау күні 18.12.2023)
- Lei W., Jiao L., Xu G., Zhou Z. Urban scaling in rapidly urbanising China, *Urban Studies*, 2022 – vol. 59, №9, p. 1889-1908 – <https://doi.org/10.1177/00420980211017817> (қарау күні 12.001.2024)
- Lever, W.F. Competitive Cities in Europe, *Urban Studies*, 1999 – vol. 36, №5-6, p. 1029-1044 – <https://doi.org/10.1080/004209899334> (қарау күні 18.12.2023).
- Logan J.R., Molotch H.L. *Urban Fortunes: The Political Economy of Place*, Berkeley, CA: University of California Press, 2019 – p.383
- Paulsen K. Yet even more evidence on the spatial size of cities: Urban spatial expansion in the US, 1980-2000, *Regional Science and Urban Economics*, 2012 – vol. 42, pp. 561-568 – <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2012.02.002> (қарау күні 23.12.2023)
- Salvia, R., Cividino, S., Salvati, L., & Quaranta, G. From Rural Spaces to Peri-Urban Districts: Metropolitan Growth, Sparse Settlements and Demographic Dynamics in a Mediterranean Region. *Land*, 2020. – №9, Article 200. – <https://doi.org/10.3390/land9060200>. (қарау күні 18.12.2023)
- Schmitz M., Arnaiz-Schmitz C., & Sarmiento-Mateos P. High Nature Value Farming Systems and Protected Areas: Conservation Opportunities or Land Abandonment? A Study Case in the Madrid Region (Spain). *Land*, 2021 – (10), – Article 721. – <https://doi.org/10.3390/land10070721> (қарау күні 15.12.2023)
- Schwab R., Martin J.P. Méthodes d'analyse de l'armature urbaine régionale // *Revue Géographique de l'Est* – 1968. – №8. – pp. 57–87.
- Ślusarz G., Gołębiewska B., Cierpiałwolan M., Twaróg D., Gołębiewski J., & Wójcik S. The Role of Agriculture and Rural Areas in the Development of Autonomous Energy Regions in Poland. *Energies*, 2021 – №14(13) –Article 4033. – <https://doi.org/10.3390/en14134033> (қарау күні 18.12.2023)
- Stych P., Kabrda J., Bicik I., & Lastovicka J. Regional Differentiation of Long-Term. *Land*, – 2019 – №8(11), Article165. – <https://doi.org/10.3390/land8110165> (қарау күні 22.12.2023)
- Wilkoś-Mamcarczyk M., Olczak B., & Prus, B. Urban Features in Rural Landscape: A Case Study of the Municipality of Skawina. *Sustainability*, – 2020. – №12. – Article 4638. – <https://doi.org/10.3390/su12114638> (қарау күні 15.12.2023)
- Żróbek-Różańska A. Enclaves of Isolation and Neglect in Rural Areas. Evidence from North-Eastern Poland. *Land*, 2020 – 9, Article 215. – <https://doi.org/10.3390/land9070215> (қарау күні 18.12.2023)
- Программа развития территорий Акмолинской области на 2021-2025 годы. – Кокшетау, 2020
- Программа развития территорий Костанайской области на 2021-2025 годы. – Костанай, 2020
- Программа развития территорий Северо-Казахстанской области на 2021-2025 годы. – Петропавл, 2020
- Программа развития территорий Павлодарской области на 2021-2025 годы. – Павлодар, 2020

References

- Baranskii N.N. (1956). *Ekonomicheskaya geografiya. Ekonomicheskaya kartografiya*. – M.: Geografizdat, 366 p. (in Russian)
- Colantoni A., Halbac-Cotoara-Zamfir R., Halbac-Cotoara-Zamfir C., Cudlin P., Salvati L., & Gimenez Morera A. (2020). *Demographic Resilience in Local Systems: An Empirical Approach with Census Data*. *Systems*, №8, – Article 34. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/systems8030034> (Date of review 18.12.2023)
- Directory of KATO in Kazakhstan for 2024 – NK RK classifier 11-2009 Retrieved from <https://findhow.org/2210-spravochnik-kato-v-kazakhstan.html> (Date of review 21.01.2024)
- Fedotov M.A. (2022) Opornyi karkas Tsentralnogo ekonomicheskogo raiona. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Geografiya i geoekologiya»*. № 4 (40). P. 17-25 Retrieved from <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2022-4-17-25> (in Russian)
- Fox S., Goodfellow T. (2022). On the conditions of «late urbanization», *Urban Studies*, – vol. 59 – №10 – p. 1959-1980. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/0042098021103265> (Date of review 11.01.2024)
- Iskaliyev D., Tereshchenko T. (2023) Supporting framework of settlement in Kazakhstan. *Vestnik ZKU* №2(90). – 159-164. DOI 10.37238/1680-0761.2023.90(2). (Date of review 19.01.2024)
- Kalinowski S., & Rosa A. (2021) Sustainable Development and the Problems of Rural Poverty and Social Exclusion in the EU Countries. *European Research Studies Journal*, – 24(2), pp. 438–463. Retrieved from <https://doi.org/10.35808/ersj/2136> (Date of review 18.12.2023)
- Khorev B.S. (1971). *Problemy gorodov*. – M.: Mysl, – 413 p. (in Russian)
- Kudryavtsev O.K. (1985). *Rasseleniye i planirovonnaya struktura krupnykh gorodov-aglomeratsiy*. – M.: Stroiizdat, 136 p. (in Russian)
- Lappo G.M. (1997). *Geografiya gorodov* – M.: VLADOS. – 480 p. (in Russian)
- Lei W., Jiao L., Xu G., Zhou Z. (2022). Urban scaling in rapidly urbanising China, *Urban Studies* – vol. 59, №9, p. 1889-1908 Retrieved from <https://doi.org/10.1177/00420980211017817> (Date of review 12.001.2024)
- Lever, W.F. (1999). Competitive Cities in Europe, *Urban Studies*. vol. 36, №5-6, p. 1029-1044 –<https://doi.org/10.1080/004209899334> (Date of review 18.12.2023).
- Logan J.R., Molotch H.L. (2019). *Urban Fortunes: The Political Economy of Place*, Berkeley, CA: University of California Press, – p.383
- Mayergoiz I.M. (1987). *Geograficheskoye ucheniye o gorodakh*. – M.: Nauka, – 120 p. (in Russian)
- Paulsen K. (2012). Yet even more evidence on the spatial size of cities: Urban spatial expansion in the US, 1980-2000, *Regional Science and Urban Economics*, vol. 42, pp. 561-568 Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2012.02.002> (Date of review 23.12.2023)
- Pertsik E.N. (2023). *Geourbanistika: uchebnik dlya vuzov* / E. N. Pertsik. – M.: Izdatelstvo Uralt, – 481 p. (in Russian)
- Polyan P.M. (1988). *Metodika vydeleniya i analiza opornogo karkasa rasseleniya*. – M.: IG AN, – 220 p.
- Salvia, R., Cividino, S., Salvati, L., & Quaranta, G. (2020). From Rural Spaces to Peri-Urban Districts: Metropolitan Growth, Sparse Settlements and Demographic Dynamics in a Mediterranean Region. *Land*, – №9, Article 200. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/land9060200> (Date of review 18.12.2023)
- Sansyzbayeva A.B., Saipov A.A. (2022) Kazakstannyn Soltustik shekara manyndagy Resei Federatsiyasymen shekaralas oblystarynyn ulltyk sharuashylyk salalarynyn ekonomikalık integratsiyasy. *Vestnik KazNU. Seriya geograficheskaya*. №4 (67), P. 4-19 Retrieved from <https://doi.org/10.26577/JGEM.2022.v67.i4.01> (Date of review 11.12.2023) (in Kazakh)
- Schmitz M., Arnaiz-Schmitz C., & Sarmiento-Mateos P. (2021). High Nature Value Farming Systems and Protected Areas: Conservation Opportunities or Land Abandonment? *A Study Case in the Madrid Region (Spain)*. *Land*, – (10), – Article 721. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/land10070721> (Date of review 15.12.2023)
- Schwab R., Martin J.P. (1968). Méthodes d'analyse de l'armature urbaine régionale // *Revue Géographique de l'Est* –№8. – pp. 57–87.
- Stych P., Kabrda J., Bicik I., & Lastovicka J. (2019). Regional Differentiation of Long-Term. *Land*, – №8(11), Article165. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/land8110165> (Date of review 22.12.2023)
- Ślusarz G., Gołębiewska B., Cierpiatłolan M., Twaróg D., Gołębiewski J., & Wójcik S. (2021). The Role of Agriculture and Rural Areas in the Development of Autonomous Energy Regions in Poland. *Energies*, №14(13) –Article 4033. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/en14134033> (Date of review 18.12.2023)
- Wilkoś-Mamcarczyk M., Olczak B., & Prus, B. (2020). *Urban Features in Rural Landscape: A Case Study of the Municipality of Skawina. Sustainability*, №12. – Article 4638. – <https://doi.org/10.3390/su12114638> (Date of review 15.12.2023)
- Żróbek-Różańska A. (2020). Enclaves of Isolation and Neglect in Rural Areas. *Evidence from North-Eastern Poland*. *Land*, 9, Article 215. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/land9070215> (Date of review 18.12.2023)
- Zholdasbekov A.A., Mamadiyarov M.D., Seidakhmetov M.K. (2012) Ekonomiko-geograficheskoe izucheniye karkasa turistskikh tsevtrov kazakhstanskogo otrezka Velikogo shelkogo puti. *Fundamentalnye issledovaniya*. № 11-5. PP. 1099-1102 (in Russian)
- Zotova O.A. (2014). Opornyi karkas rasseleniya subektov basseina reki Urak. *Problemy regionalnoi ekologii*. №3. – P. 175-181 (in Russian)
- Programma razvitiya territorii Akmolinskoi oblasti na 2021-2025 gody. (2020). Kokshetau,
- Programma razvitiya territorii Kostanaiskoi oblasti na 2021-2025 gody. (2020). Kostanai
- Programma razvitiya territorii Severo-Kazakhstanskoi oblasti na 2021-2025 gody. (2020). Petropavl,
- Programma razvitiya territorii Pavlodarskoi oblasti na 2021-2025 gody. (2020). – Pavlodar

Авторлар туралы мәлімет:

Сансызбаева Айгерим Баккелдиевна – PhD, аға оқытушы, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Физикалық және экономикалық география кафедрасы (Астана қ., Қазақстан, эл.почта: sansyzbayeva.ab@mail.ru);

Мылкайдаров Алим Толекович – г.г.к., аға оқытушы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, География, жерге орналастыру және кадастр кафедрасы (Алматы қаласы, эл.почта: mylkaydarov@mail.ru);

Дунең Александр Николаевич – география ғылымдарының докторы, доцент, Алтай мемлекеттік университеті, Ғылыми-инновациялық даму жөніндегі проректоры (Алтай өлкесі, Барнаул қаласы, эл.почта: dunets@mail.ru);

Саипов Абдимажит Аманжолович – педагогика ғылымдарының докторы, профессор, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Физикалық және экономикалық география кафедрасы (Қазақстан, Астана қаласы, эл.почта: saipov1954@mail.ru);

Чашина Бибикуль Аскаровна – PhD, қауымдастырылған профессор, Торайғыров университеті География және туризм кафедрасы (Павлодар қ., Қазақстан), эл.почта: bikiwa17101981@gmail.com);

Шакенова Гүлжан Раздыковна – география магистрі, Торайғыров университет, оқытушы (Павлодар қ., Қазақстан, эл. Почта: gylia2483@mail.ru);

Information about the authors:

Sansyzbayeva Aigerim – PhD, Senior Lecturer, Department of Physical and Economic Geography, L.N. Gumilev Eurasian National University (Astana, Kazakhstan, e-mail: sansyzbayeva.ab@mail.ru);

Mylkaydarov Alim – Candidate of Geological Sciences, Senior Lecturer, Department of Geography, Land Management and Cadastre, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, e-mail: mylkaydarov@mail.ru);

Dunets Alexander – Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor, Altai State University, Vice-Rector for Scientific and Innovative Development (Altai Territory, Barnaul, e-mail: dunets@mail.ru);

Saipov Abdimazhit – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Department of Physical and Economic Geography, L.N. Gumilev Eurasian National University (Kazakhstan, Astana, e-mail: saipov1954@mail.ru);

Chashina Bibigul – PhD, Associate Professor, Department of Geography and Tourism, Toraigyrov University (Pavlodar, Kazakhstan), e-mail: bikiwa17101981@gmail.com);

Shakenova Gulzhan – Master of Geography, Toraigyrov University, Lecturer (Pavlodar, Kazakhstan, e-mail: gylia2483@mail.ru).

Келін түсті: 26 наурыз 2024 жыл
Қайта жіберілді: 20 қыркүйек 2024 жыл
Қабылданды: 24 желтоқсан 2024 жыл

Е.С. Сарыбаев , Р.Т. Бексеева , Г.К. Байдаулетова ,
Р.О. Турапова , М.М. Әлімбай* 

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

*e-mail: mederkul95@mail.ru

МЕТОДЫ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЕНУДАЦИОННЫХ РАВНИН АРИДНОЙ ЗОНЫ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН)

В статье рассматривается проблема, связанная с недостаточным вниманием, которое уделяется вопросу эколого-геоморфологического районирования платформенных равнин засушливых зон при хозяйственном использовании их потенциала. Возможности и масштабы использования территориальных таксонов такого районирования зависят от принципов, заложенных в основу их выделения, и являются одной из важных прикладных задач эффективного землепользования. Особенно велико значение этих задач для аридных и семиаридных территорий платформенно-денудационных равнин Казахстана. Ошибки в землепользовании могут привести к необратимой деградации природных систем в условиях дефицита увлажнения, являющего «подушкой» безопасности территориальных систем районирования. Существующие методы дифференциации геоморфологических систем и оценки их экологического состояния не в полной мере отвечают требованиям не только рационального землепользования, но и, в целом, эффективного природопользования. Авторы полагают, что одним из методов адекватной дифференциации эколого-геоморфологических систем является полосное профилирование, позволяющее выявлять геоморфологическое состояние пространства в полосе от 10 км до 20 км от основной линии профиля в заданном, в данном исследовании, масштабе. Полосное профилирование необходимо использовать вкупе с методами, которые отмечены в данной работе.

Ключевые слова: рельеф и рельефообразующие процессы, геоморфологическая система, эколого-геоморфологическое исследование, окружающая среда, землепользование, региональное развитие, картографический метод.

E. Sarybaev, R. Bexetova, G. Baidauletova,
R. Turapova, M. Alimbay*

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: mederkul95@mail.ru

Methods of differentiation of ecological and geomorphological systems of denudation plains of arid zone (Central Kazakhstan)

The article deals with the problem related to the insufficient attention paid to the issue of ecological and geomorphological zoning of platform plains of arid zones in the economic use of their potential. Possibilities and scales of use of territorial taxa of such zoning depend on the principles underlying their allocation and are one of the important applied tasks of effective land use. The importance of these tasks is especially great for arid and semi-arid territories of the platform-denudation plains of Kazakhstan. Errors in land use can lead to irreversible degradation of natural systems in conditions of moisture deficit, which is a 'cushion' of safety of territorial zoning systems. The existing methods of differentiation of geomorphological systems and assessment of their ecological state do not fully meet the requirements of not only rational land use, but also, in general, effective nature management. The authors believe that one of the methods of adequate differentiation of ecological and geomorphological systems is strip profiling, which allows to reveal the geomorphological state of space in a strip from 10 km to 20 km from the main line of the profile at a given, in this study, scale. Strip profiling should be used in conjunction with the methods mentioned in this paper.

Key words: relief and relief-forming processes, geomorphological system, ecological-geomorphological study, environment, land use, regional development, cartographic method.

Е.С. Сарыбаев, Р.Т. Бексеитова, Г.К. Байдаулетова,
Р.О. Турапова, М.М. Әлімбай*

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

*e-mail: mederkul95@mail.ru

Аридті зонаның денудациялық жазықтықтарының экологиялық-геоформологиялық жүйелерін дифференциациялау әдістері (Орталық Қазақстан)

Мақалада шаруашылық мақсатта пайдалану кезінде платформалық жазықтардың құрғау аймақтарын экологиялық-геоморфологиялық аудандастыру мәселесіне жеткіліксіз көңіл бөлінуі қарастырылады. Мұндай аудандастырудың аумақтық таксондарын пайдалану мүмкіндіктері мен ауқымы оларды анықтаудың негізіне алынған қағидаларға байланысты және жерді тиімді пайдалану бойынша маңызды қолданбалы міндеттердің бірі болып табылады. Бұл міндеттердің маңыздылығы, әсіресе, Қазақстанның платформалық-денудациялық жазықтарының құрғақ және жартылай құрғақ аумақтары үшін өте жоғары. Жерді пайдаланудағы қателіктер ылғал тапшылығы жағдайында табиғи жүйелердің қайтымсыз деградациясына әкелуі мүмкін, ал ылғал тапшылығы аудандастырудың аумақтық жүйелері үшін «қауіпсіздік жастығы» болып табылады. Геоформологиялық жүйелерді саралаудың және олардың экологиялық жай-күйін бағалаудың қолданыстағы әдістері жерді ұтымды пайдалану ғана емес, сонымен бірге тұтастай алғанда табиғатты тиімді пайдалану талаптарына толық сәйкес келмейді. Авторлардың пайымдауынша, экологиялық-геоморфологиялық жүйелерді саралау әдістерінің бірі берілген зерттеудегі масштабты профильдің негізгі сызығынан 10 км-ден 20 км-ге дейінгі жолақтағы кеңістіктің геоморфологиялық күйін анықтауға мүмкіндік беретін жолақты профильдеу деп санайды. Жолақты профильдеу осы жұмыста белгіленген әдістермен бірге қолданылуы керек.

Түйін сөздер: рельеф және рельеф түзуші процестер, геоморфологиялық жүйе, экологиялық-геоморфологиялық зерттеу, қоршаған орта, жерді пайдалану, аймақтық даму, картографиялық әдіс.

Введение

Обоснование и территория исследования

Предметом геоморфологических исследований являются физические и динамические характеристики рельефа, одним из важнейших направлений этой характеристики следует считать рельефообразующие процессы и их параметры (типы, генезис, направленность, развитие, интенсивность, эволюция и прогноз). Изучение, оценка состояния и динамика параметров геоморфологических процессов определяет содержание экологической геоморфологии и ее связей с антропогенной составляющей. Исходя из этого, к объекту экологической геоморфологии следует отнести эколого-геоморфологические системы, которые образуют сложные морфодинамические структуры. Дифференциация эколого-геоморфологических систем играет важную роль при определении функции хозяйственного использования той или иной территории и, соответственно, его рациональности.

Любые природно-антропогенные изменения верхней (литоморфной) части земной коры совершаются в каком-то определенном пространстве. Разнообразные природные тела (горные породы, рыхлые наносы, кора выветривания, почвы, воды, микроорганизмы, газы) поверхностной части земной коры связаны потоками

вещества и энергии в единое целое и формируют различные по степени сложности, устойчивости, тесноте связей и типам функционирования природные *геоморфологические системы*. Воздействия человека на рельеф, а значит и на вещественно-энергетические потоки внутри геоморфологических систем, вносят определенные пространственно-временные изменения в динамику, направленность и мощность этих потоков, изменяя тем самым внутреннюю структуру этих систем.

Задачей данного исследования явилось определение принципов разграничения эколого-геоморфологических систем и, связанных с ними, геоморфологических рисков в пределах Казахского щита – цокольных равнин засушливого пояса Казахстана, территория которого известна большими запасами минерального сырья, освоение которых связано с началом XX века. Незначительные осадки (150-350 мм/год) за длительные периоды времени привела к усилению аридности климата и к засушливости окружающей среды со слабым растительным покровом и водной сетью (Вилесов, 2009). Основными источниками ухудшения геолого-геоморфологической среды являются металлургические предприятия международных корпораций как «АрселорМиттал», «Казахмыс», «Казцинк» и др. и огромные отходы их производства. Актуальность исследуемой

проблемы обусловлена как горнорудными разработками, так и ухудшением экологии и ростом природно-техногенных рисков, приведших к снижению здоровья населения, который является базой социально-экономического развития всего региона.

Работами многих исследователей обосновываются основные принципы и методы районирования природных, включая геоморфологические и природно-хозяйственные системы, в которых учитывается комплексность и пространственная специфичность территории природопользования.

Исследователями в качестве основных критериев эколого-геоморфологического районирования принимаются бассейновый (2, 3, 4, 5, 6, 7), морфоструктурный (8, 9, 10, 11), соляно-зональный (12), геотопологический (12, 13), системный (14), а также комплексный подходы, используемые в зависимости от целеполагания исследования (15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25) для ранжирования территории на региональные единицы различного таксономического достоинства: *страна* (морфоструктурный подход), *пояс* (соляный подход), *сектор* (бассейновый подход), *провинция* (соляно-зональный принцип), *область* (морфолитогенный подход) и далее эколого-геоморфологические *районы* и *подрайоны* (геотопологический подход), каждая из которых характеризуется определенным пространственно-территориальным охватом.

Цель и концептуальная основа исследования

Цель исследования сложилась из основного положения экологической геоморфологии, в котором рельеф является не только объектом геоморфогенеза, но и ресурсом жизнеобеспечения и жизнедеятельности. Последнее решается мониторингом за трансформацией морфолитогенной основы эколого-геоморфологических систем в условиях нарастающих антропогенно-техногенных нагрузок.

Рельеф земной поверхности состоит из различных морфоструктур, которые развиваясь и изменяясь во времени и пространстве, определяются общим понятием «*геоморфологическая среда*». Эта среда, как составная часть общей среды обитания человека, обладает свойством пространственной изменчивости. Именно это свойство геоморфологической среды дает ответ на вопрос – как и в каких границах проводить экологические исследования при решении различных прикладных задач. В связи с этим можно привести высказывание А.Г. Исаченко: «без определенности пространственных границ и территориальных привязок, без научно обо-

снованной территориальной упорядоченности всей информации, относящейся к экологии, разговоры о решении экологических (включая и эколого-геоморфологические проблемы – Р.Б.) становятся пустой фразой». Такой территориальной связью, обладающей определенностью пространственных границ, может и должен служить рельеф земной поверхности. Отсюда следует, что экологические функции рельефа следует рассматривать через его морфологические и морфометрические характеристики, рельефообразующие процессы и литогенную основу. Экологические функции рельефа должны пониматься через те роли, которые он играет в становлении экологической обстановки в пределах окружающей, в том числе геоморфологической среды. Прогнозирование и регулирование экологической обстановки в пространстве геоморфологической среды требует ранжирования геоморфологической среды на эколого-геоморфологические системы, определения принципов этого ранжирования. Принципиальная востребованность подобного исследования обусловлена таким отличительным свойством систем вообще и эколого-геоморфологических систем, в частности, и, одновременно, условием их устойчивости является их *эмерджентность*. Последние, являясь квинтэссенцией взаимодействия элементов системы, являются новыми, свойствами системы. Устойчивость эмерджентных свойств системы основана на качественном преобразовании взаимодействующих вещества и энергии, включая и антропогенные. В нашем понимании современные экологические проблемы окружающей среды представляются проявлением эмерджентных свойств системы. Изменение эмерджентных свойств системы требует дополнительных «вложений» вещества и энергии и дополнительное время для получения результатов нового реагирования. Для природных эколого-геоморфологических систем это время может быть достаточно долгим, для природно-техногенных эколого-геоморфологических систем это время может быть сокращено человеком. Вот почему решение экологических проблем, во имя сохранения необходимых условий жизнеобеспечения и жизнедеятельности человека, должно быть возложено на самого человека, а не на время и естественный ход развития природы.

Существует ряд принципов дифференциации эколого – геоморфологических систем, которые определяются авторами в зависимости от цели их исследования.

Существуют такие подходы дифференциации эколого-геоморфологических систем как

бассейновый принцип Симонова Ю.Г. (Симонов, 1976; Борсук, 1977; Simonov, 1995; Кружалин, 2004), *геотопологический принцип* Ласточкина А.Н. (Ласточкин, 1987; Ласточкин, 1995), *морфоструктурному принцип* (Воскресенский, 1972; Веселова, 2008), *морфосистемный принцип* Кашменской О.В., *природно-хозяйственный принцип* Кружалина В.И. (Кружалин, 2002; Стурман, 2003). Общность среды размещения ПТК, хозяйства и населения позволяет отметить, что вышеотмеченные принципы выделения эколого-геоморфологических систем являются условными и обусловлены решением конкретных задач исследования. Согласно Скубловой Н.В. эколого-геоморфологическая система может и должна рассматриваться с различных позиций в зависимости от решаемых проблем (Скублова, 1995).

Материалы и методы исследования

Для проведения эколого-геоморфологических исследований и выявления степени геоморфологических нарушений необходима выборка репрезентативных показателей природного и антропогенного характера (Стурман, 2003; Кочуров, 1997; Кузьмин, 2002). К ним относятся природные компоненты, как природные ресурсы, и их комплексы или ландшафты. Основными природными компонентами объектов исследования являются геологическая основа и рельеф, их типы, формирующие состояние геоморфологических ландшафтов. Из группы социально-экономических компонентов были ресурсная основа хозяйства, в том числе земельные и водные ресурсы. Кроме того учитывалось состояние социума, как результат сложившейся экологии. По указанным критериям была осуществлена общая сравнительная оценка экологического состояния геоморфологических систем в пределах платформенно-денудационных равнин аридной зоны – Центрального Казахстана.

Изменения геоморфологической среды обусловлены как природными, так и антропогенно-техногенными и измененными природными процессами. Все они объединены общим понятием эколого-геоморфологические процессы, под которыми следует понимать процессы, изменившие характер, направленность и интенсивность своего развития в результате хозяйственной деятельности человека.

В работе мы исходили из положения, что каждое эколого-геоморфологическое исследование проводится с применением некоторого сочетания последовательно используемых частных

приемов и операций, которые принято называть совокупностью методов. В пределах этого положения были изучены значимые взаимные связи явлений и процессов различной природы и их влияние на геоморфологические системы и экосистему человека, на ее характер и направленность развития.

В данной работе при проведении эколого-геоморфологических исследований и определении принципов районирования эколого-геоморфологических систем были использованы следующие методы:

1. Методы полевых исследований (проводились в течение 4 лет, с 2018 по 2021 гг.).

2. Методы сравнительного пространственно-временного или географического анализа. Сравнительно-географический анализ был использован для выделения объекта исследования как на местности, так и на карте, а также выявления тех его свойств, которые позволяли бы сопоставлять исследуемые объекты (эколого-геоморфологические системы) друг с другом.

3. Методы смежных и других наук при необходимости (экологии, биологии, геологии, математической статистики и др.). Выборка этих методов была различной и была связана как с географическими особенностями исследуемой территории, так и от поставленных задач исследования.

4. Геоморфологические и картографические методы, в том числе метод комплексного геолого-геоморфологического профилирования и картографирования с использованием ГИС технологий (рис. 1а, в). Геоморфологические методы были использованы для изучения сущности рельефа и его места в процессах, протекающих в территориальных географических системах исследуемой территории, являющихся основой эколого-геоморфологических систем.

После выделения эколого-геоморфологических систем, для решения проблемы их районирования и пространственного моделирования были использованы методы:

- анализа выделенных эколого-геоморфологических систем с учетом характеристики элементов природной и антропогенной среды;

- методы типизации эколого-геоморфологических систем;

- методы эколого-геоморфологического картографирования.

При эколого-геоморфологическом районировании необходимо учитывать географические единицы, которые служат фоном для обозначения антропогенного воздействия на природную среду и отражают факторы социально-эконо-

мической нагрузки, от которой зависит экологическая обстановка территории природопользования в целом и эколого-геоморфологическая обстановка в частности. Поэтому, при эколого-геоморфологической дифференциации исследуемой территории, за основу были взяты основные типы природных систем и их связи с морфоструктурной и морфологической обстановкой территории. Сказанное послужило основой для объективного представления характера и интенсивности взаимосвязей солярно-зонального, геоморфологического и антропогенного факторов и процессов, состояния (степени геоморфологической опасности) выделенных эколого-геоморфологических систем. В соответствии с таким подходом, в основу эколого-геоморфологического районирования территории был положен учет доминирующих типов морфолитогенной основы и антропогенных воздействий (типов природопользования и землепользования) на геоморфологическую среду.

Результаты и обсуждение

Территория платформенно-денудационных равнин аридной зоны Казахстана полностью располагается в пределах умеренного климатического пояса, с которым связан соответствующий комплекс геодинамических процессов, различия в проявлении которых обуславливается природно-зональными различиями и отношением к бассейновому стоку. Геодинамические процессы территории исследования объединены в три класса (эндодинамические, экзодинамические, антропогенно-техногенные). Их пространственные различия определяют характер и границы эколого-геоморфологических систем (табл.1,2,3; рис. 2).

В природных системах рельеф является источником энергии процессов латерального перемещения литогенных масс; распределителем тепла и влаги, создателем системы поверхностного и подземного стока, включая литопоток, определяет свойства местообитания биоты. Следовательно, экологические функции рельефа складываются особенностями его литогенных морфологических и морфометрических характеристик, другими словами, через морфолитогенную основу. На этой основе В.И. Кружалиным (Стецюк, 1998) определяются свойства рельефа, учитываемые при исследовании и дифференциации эколого-геоморфологических систем, к ним отнесены: 1) максимальная абсолютная высота; 2) преобладающие абсолютные высо-

ты; 3) средние относительные превышения (или вертикальная расчлененность); 4) преобладающие углы наклона склонов; 5) горизонтальная расчлененность; 6) экспозиционная контрастность рельефа; 7) комплексы современных процессов рельефообразования (неотектонических, сейсмотехногенных, природно-экзогенных и антропогенно-техногенных). Кроме того, нами при изучении эколого-геоморфологических систем были учтены характер и особенности литогенной основы, данные геолого-геоморфологического профилирования (были построены 19 геолого-геоморфологических профилей-разрезов субмеридионального и субширотного направлений), климата и хозяйственного освоения территории исследования.

К основным типам общего природопользования, в том числе землепользования в пределах исследуемой территории отнесены *площадной, линейный и локально-точечный*. Анализ локально-точечного и линейного типов природопользования показывает, что почти все рудное сырье для доминирующей хозяйственной отрасли Центрального Казахстана, а также обслуживающая ее основная дорожно-транспортная инфраструктура сосредоточены в пределах провинций возвышенных мелкосопочных и денудационных (цокельных) равнин. Следовательно, основная техногенная нагрузка и, обусловленные ею геоморфологические опасности, связаны именно с этими типами равнин.

При любом способе дифференциации эколого-геоморфологических систем авторы считают, что следует учитывать способность геоморфологических систем обмениваться с окружающей средой веществом и энергией (гидро-, био- и литодинамические потоки). Также надо помнить, что эколого-геоморфологические системы отличаются такими параметрами как размерность, сложность (элемент рельефа – форма рельефа – комплекс форм рельефа), устройство или структурность (системообразующие процессы, их связи, сочетание и характер), кроме того отличаются функционированием, динамичностью, информативностью, устойчивостью и степенью самоорганизации и самоуправления (Бексеитова, 2010).

Принципы выделения эколого-геоморфологических систем аридной зоны Казахстана основываются прежде всего на геолого-геоморфологических и климатических факторах рельефообразования, а также на характере хозяйственного освоения конкретной территории (Бексеитова, 2010; Бексеитова, 2020).

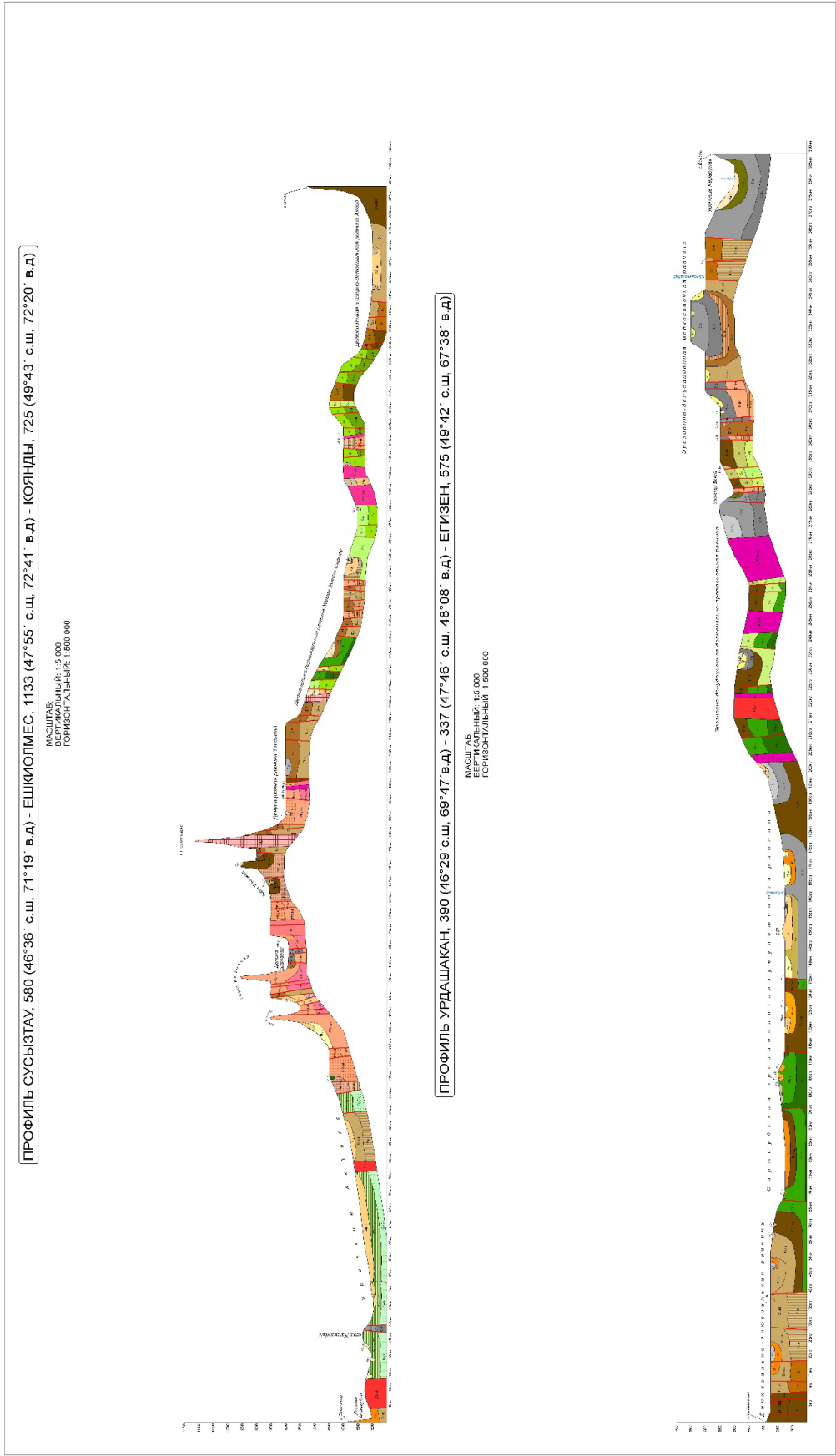


Рисунок 1а – Субмеридиональные геолого-геоморфологические профили-разрезы (Бексегова, 2020)

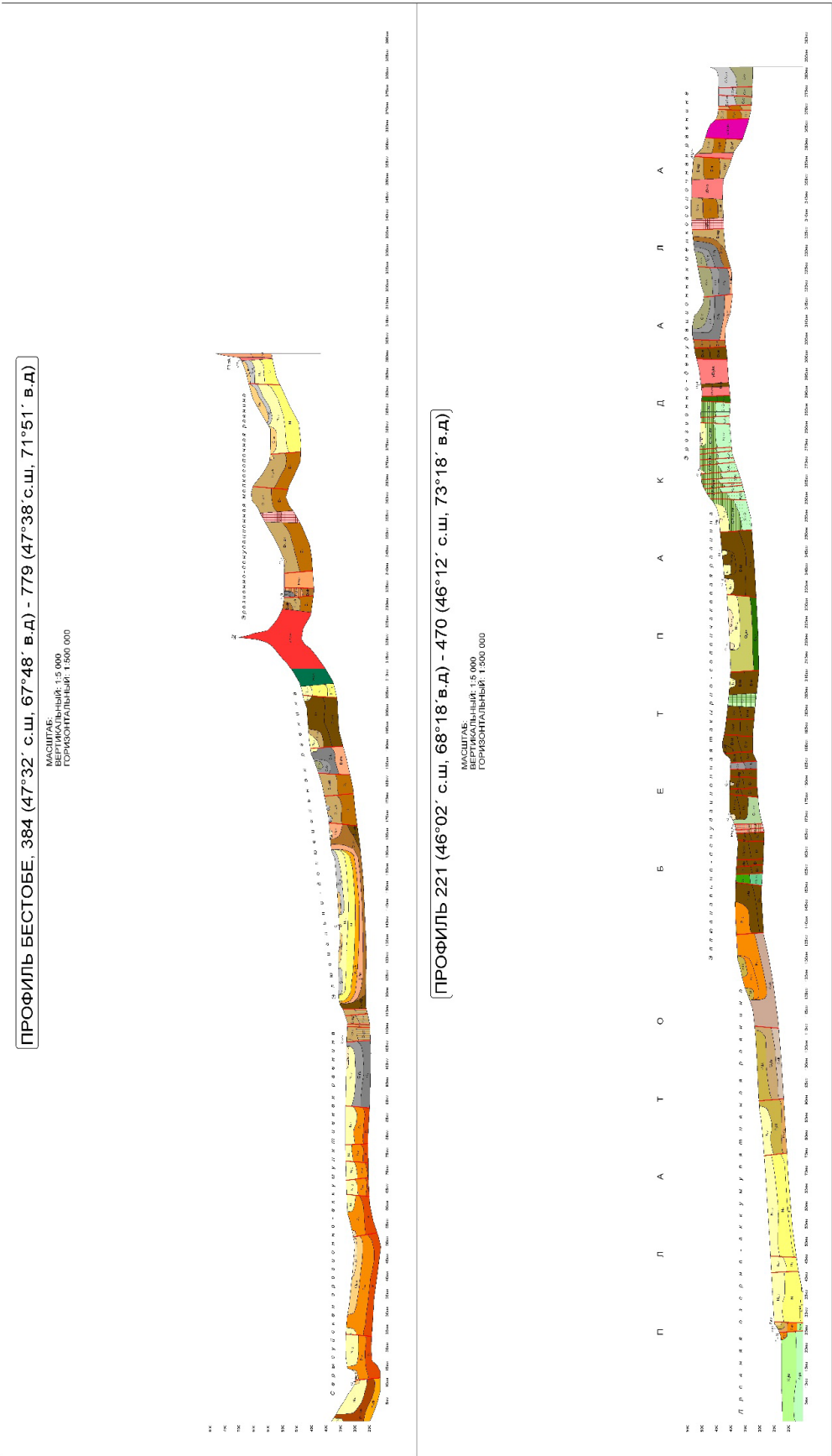


Рисунок 1в – Субширотные геолого-геоморфологические профили-разрезы (Бексегова, 2020)

Таблица 1 – Класс эндодинамических процессов (Бексеитова, 2019)

№ п/п	Класс процессов	Тип процессов	Динамика и характер пространственного размещения	Процессы и характер их проявления	Характерные геоморфологические формы и их обозначение
1	2	3	4	5	6
1	Эндотехногенные и сейсмотехногенные процессы	Тектонические	Медленные площадные и локальные	Преобладающие поднятия ЗК	Макро- и мезоформы рельефа, преимущественно положительных
				Преобладающие опускания ЗК	Макро- и мезоформы рельефа, преимущественно отрицательные
		Сейсмотехногенные	Быстрые локальные и точечные	Обвально-сбросовые	Отрицательные мезо- и микроформы рельефа
				Разломно-трещинные	Линейно ориентированные мезо- и микроформы рельефа

Таблица 2 – Класс природных экзодинамических процессов (Бексеитова, 2019)

№ п/п	Класс процессов	Тип процессов	Динамика и характер пространственного распространения	Процесс, его индекс	Сезонность проявления (обозначение)	Формы рельефа
1	Экзогенные процессы	Денудационные	Относительно быстрые локальные и точечные	5	7	9
1				Обвально-осыпной	Весна, лето	Обвалы, осыпи на склонах низкогорий
				Оползневой	Лето	Береговые оползни
				Карстовый	Весна, лето, осень	Воронки, пустоты, небольшие пещеры
				Овражный	Весна, лето	Промоины, рывтины, овраги

Продолжение таблицы

№ п/п	Класс процессов	Тип процессов	Динамика и характер пространственного распространения	Процесс, его индексы		Сезонность проявления (обозначение)		Формы рельефа
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			Относительно медленные площадные, линейные и локальные	Эрозионный	E_r	Весна, лето	в/л	Днища речных долин,
				Денудационный (планация, крип)	D_n	В течение года	пост.	Выравненные поверхности склонов
				Суффозионный	S	Весна, лето, осень	вл/о	Западины, блюдца, чаши, промоины
				Дефляция, коррозия	D_f, C_z	Лето, осень	л/о	Бороздки, ниши выдувания, причудливые скальные формы
				Абразионный	A_b	Весна, лето, осень	вл/о	Абразионные ниши, пляжи, прибрежные денудационные террасы
2	Экзогенные процессы	Аккумулятивные	Относительно быстрые площадные, линейные и локальные	Эоловый	E_o	Лето, осень	л/о	Насыпные формы
				Русловой	R	Весна, лето	в/л	Русловые ложбины
				Проллювиальный	P	Весна, лето	в/л	Конусы выносов у подножий склонов
				Осыпной	O_s	Лето, осень	л/о	Осыпные шлейфы у подножий склонов
			Относительно медленные площадные, линейные и локальные	Делювиальный	D_l	Весна, лето, осень	вл/о	Делювиальные шлейфы у подножий склонов
				Делювиально-пролювиальный	$D_l P$	Весна, лето	л/в	Делювиально-пролювиальные шлейфы у подножий склонов
				Аллювиальный	A_l	Весна, лето	л/в	Пойма, террасы речных долин
				Аллювиально-делювиальный	$A_l D_l$	Весна, лето, осень	ло/в	Днища расширенных межрядовых и межоспочных понижений
				Озерно-болотный	$L B$	Весна, лето	в/л	Озерно-болотные котловины
				Озерно-солончаковый	$L S_l$	Весна, лето, осень	вл/о	Озерно-солончаковые котловины
				Такyroобразование	T	Лето, осень	л/о	Такырные оседания и локальные равнины

Таблица 3 – Класс антропогенно-техногенных экодинамических процессов (Бексеитова, 2019)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Экзогенные процессы	Аккумулятивные	Относительно медленные площадные, линейные и локальные	Эрозионный	E_r	Весна, лето	в/л	Днища речных долин,
				Денудационный (планация, крип)	D_n	В течение года	пост.	Выравненные поверхности склонов
				Суффозионный	S	Весна, лето, осень	вл/о	Западины, блюдца, чаши, промоины
				Дефляция, коррозия	D_{fC_z}	Лето, осень	л/о	Бороздки, ниши выдувания, причудливые скальные формы
			Относительно быстрые площадные, линейные и локальные	Абразивный	A_b	Весна, лето, осень	вл/о	Абразивные ниши, пляжи, прибрежные денудационные террасы
				Эоловый	E_o	Лето, осень	л/о	Насыпные формы
				Русловой	R	Весна, лето	в/л	Русловые ложбины
				Проллювиальный	P	Весна, лето	в/л	Конусы выносов у подножий склонов
			Относительно медленные площадные, линейные и локальные	Осыпной	O_s	Лето, осень	л/о	Осыпные шлейфы у подножий склонов
				Делювиальный	D_l	Весна, лето, осень	вл/о	Делювиальные шлейфы у подножий склонов
				Делювиально-пролювиальный	D_p	Весна, лето	л/в	Делювиально-пролювиальные шлейфы у подножий склонов
				Аллювиальный	A_l	Весна, лето	л/в	Пойма, террасы речных долин
				Аллювиально-делювиальный	A_{D_l}	Весна, лето, осень	ло/в	Днища расширенных межрядовых и межсочных понижений
				Озерно-болотный	LB	Весна, лето	в/л	Озерно-болотные котловины
			Озерно-солончаковый		LS_l	Весна, лето, осень	вл/о	Озерно-солончаковые котловины
				Такырообразование	T	Лето, осень	л/о	Такырные оседания и локальные равнины

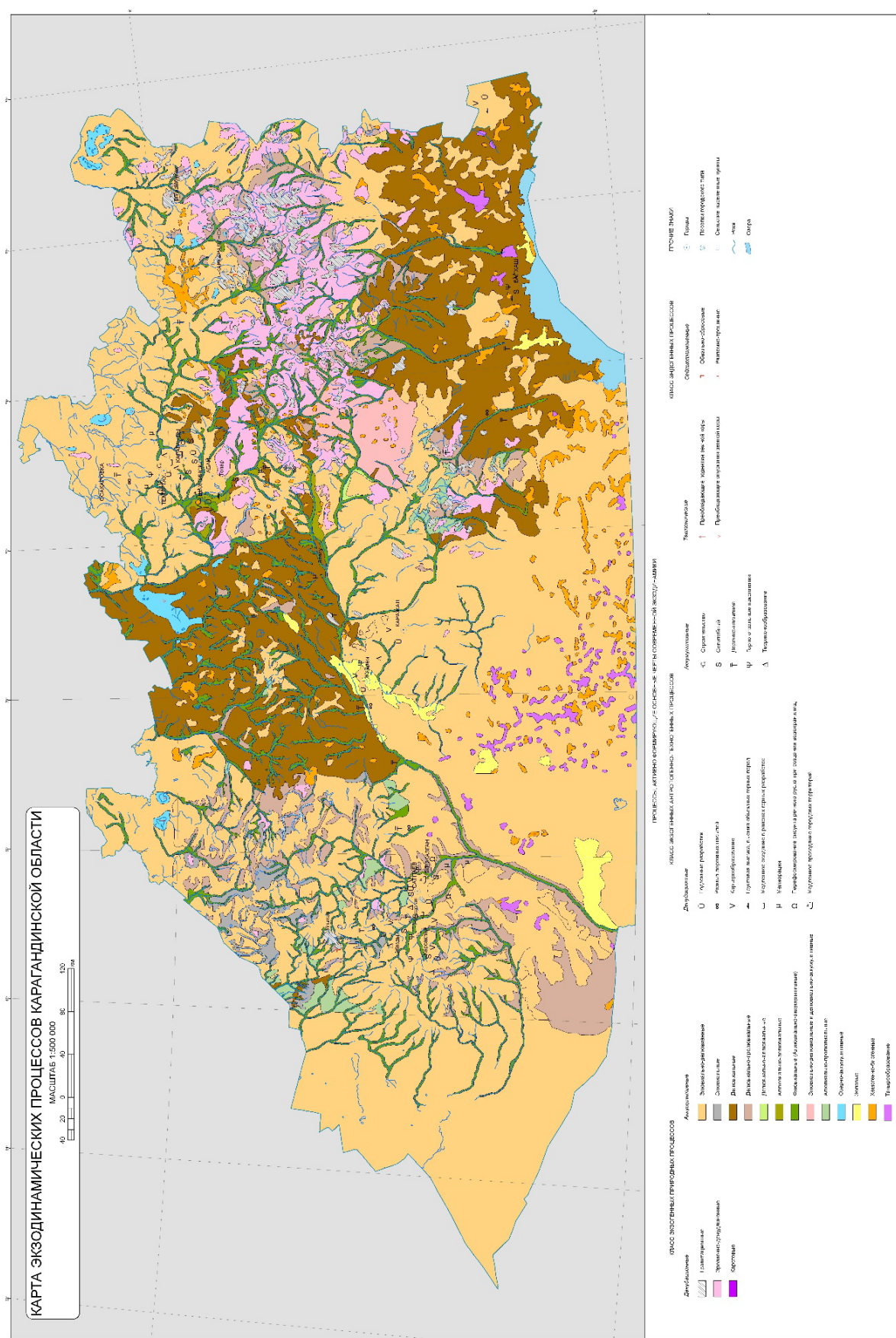


Рисунок 2 – Карта экзодинамических процессов Центрального Казахстана (Бексеитова, 2019)

Геолого-геоморфологический фактор включает влияние как собственно геоморфологического фактора (особенности ранее сформированного рельефа, его морфоорография), создающего территориальные различия и определенный набор рельефообразующих процессов, так и строения, обнаженности и степени устойчивости литогенной основы. *Климатический фактор* обуславливает особенности и разнообразие физико-географических условий, влияющих на особенности формирования эколого-геоморфологических систем. Климат платформенно-денудационных равнин аридной зоны Казахстана обусловлен в целом его географическим и внутриконтинентальным положением, а внутренние климатические различия – морфоорографическим фактором. Освоение исследуемой территории Казахстана охватывает многие виды хозяйствования, но системообразующим является горнорудное производство (Бексеитова, 2015).

Многие платформенные структуры являются рудовмещающими. С их разработками (как наземными, так и подземными) связаны выемки огромных масс горных пород с формированием сети наземных и подземных пустот, складирование пустых отвалов и отработанных пород в огромные терриконы и пустошные поля. Следствием добычи руд на глубинах, близких к глубинам залегания пластов подземных вод, закачки, а то и прорывов вод в горные разработки являются формирование систем трещиноватости и дробления в пластах горных пород, засоление, загрязнение, изменения циркуляции подземных вод, выщелачивание горных пород, образование оседаний и провалов отработанных подземных пустот. Все это приводит к изменению мезо и микроморфометрии рельефа, т.е. к увеличению расчлененности, что, в свою очередь, ведет к увеличению общей площади контакта горных пород и экзогенных агентов с соответствующим увеличением общей площади выветривания и усилением движения рыхлых образований по склонам и днищам новообразованных ложбин, логов, котловин. Нарастание площадей отработанных земель – техногенных пустошей стало причиной резкой активизации ветровой эрозии, насыщению ветровых потоков мелкоземистым материалом, разброс которого на значительных площадях приводит к угнетению почвенно-растительного покрова и, как следствие, к дальнейшему расширению площадей, подверженных дефляции, особенно вблизи крупных населенных пунктов. Увеличение площадей сельскохозяйственного производства, в связи с усиливающейся аридностью климата, приводит к такому

же рельефообразующему эффекту (Бексеитова, 2015).

Территория Центрального Казахстана представляет собой основания древних складчатых сооружений, полностью разрушенных в мезокайнозойское время и превращенных в пенеплен. Последний в дальнейшем был деформирован новейшими тектоническими движениями с последующим формированием различных типов рельефа – мелкосопочника, низкогорий, денудационных и аккумулятивных равнин (Бексеитова, 2015).

В пространственном размещении основных типов рельефа прослеживается определенная закономерность, обусловленная структурным планом новейших тектоморфосистем. Ограниченный с трех сторон морфологически выраженными прогибами (на севере – Западно-Сибирской низменностью и долиной Иртыша, с запада – Тургайским прогибом, и юге – предгорными прогибами), Казахский щит протянулся с запада на восток более чем на 1200 м, а с севера на юг – до 600-700 м. Характерной особенностью рельефа Казахского щита является общая сводовая приподнятость, ярусность, преобладание в рельефе абсолютных высот более 500 м и сопочное расчленение. В гипсометрическом плане территория отчетливо делится на две части – западную и восточную, возвышающиеся на фоне относительно равнинной поверхности, осложненной отдельными понижениями. Западная часть – корни каледонских структур, вытянутые в меридиональном направлении до 980 км, – характеризуется большей выравненностью денудационного рельефа со средними абсолютными высотами от 300 до 600 м (Воскресенский, 1972; Герасимов, 1975). На фоне денудационных равнин выделяются горно-сопочные массивы (с абсолютными высотами более 1000 м) – меридионально ориентированный Улытау-Арганатинский на западе и субширотно ориентированный Кокшетауский на севере. Между этими поднятиями располагается равнина Тенизской впадины. К востоку от Улытау-Арганатинского горно-сопочного поднятия протягивается субширотно ориентированный Сарысу-Тенизский водораздел, выраженный возвышенной сопочно-грядовой равниной с абсолютными высотами 600-800 м, переходящий в обширный Центрально-Казахстанский низкогорный пояс. Ядро пояса образует система низких гор на приподнятом фундаменте денудационных равнин и мелкосопочника. Система низкогорий с абсолютными высотами в пределах 1000-1560 м отличается различной морфологией и северной, северо-западной (согласно простирацию основных плика-

тивных и дизъюнктивных структур фундамента) ориентированностью сопок и гряд и расчленяющих их долин. К северу и югу от этого пояса наблюдается ступенчатое понижение абсолютных высот поверхности (Бексеитова, 2015).

Первым шагом при выделении эколого-геоморфологических систем рассматриваемой территории на основе функционально-территориального принципа было проведение главного водораздела между бассейном Северного Ледовитого океана и Арало-Балхашским внутриматериковым бессточным бассейном (рис.3). Этот главный водораздел отличается одной особенностью. Он разделяет водосборы крупных рек рассматриваемой территории. Поэтому он является одновременно разделом их бассейнов. Это первый шаг – выделение бассейновых секторов. Далее, учитывая влияние соляного климата, т.е. используя природно-зональный принцип, внутри этих секторов можно выделить 3 области со своими комплексами рельефообразующих процессов – южную степную или сухостепную, полупустынную и пустынную. В пределах областей с учетом морфоструктурного и морфоорографического факторов и, соответственно, особенностей циркуляции атмосферы можно выделить границы эколого-геоморфологических провинций. Таких провинций в каждой области будет как минимум 3 – низкогорная, денудационных равнин и аккумулятивных равнин. Далее, было бы логичным выделение в пределах провинций речных бассейнов, однако флювиальный морфогенез в аридных областях имеет свои особенности проявления. Активная эрозия смещается на склоны, а накопление продуктов разрушения – на поверхности придолинных педиментов, часто формирующихся на уровне широких днищ речных долин. Резкая изменчивость в характере и в объемах выпадающих осадков ведет к неравномерности жидкого стока и, соответственно, изменчивости мощностей наносов как в днищах речных долин, так и на поверхности педиментов (Бексеитова, 2015). Неравномерность стока аридных областей обуславливает частую пространственно-временную изменчивость структуры и рисунка эрозионной сети, т.е. «размытость» большей части водораздельных пространств. Это обстоятельство и вызывает определенные затруднения в проведении границ речных бассейнов. Поэтому, дальнейшее деление, на наш взгляд, нужно проводить с учетом ступенчатости рельефа и литологии подстилающих пород (рис. 3) выделенных провинций – склоны низкогорий, поверхности прилегающих к ним возвышенных денудационных равнин

с маломощным чехлом рыхлых элювиально-делювиально-пролювиальных отложений (в пределах первых метров), поверхности сниженных денудационных равнин с чехлом рыхлых делювиальных, делювиально-пролювиальных, пролювиально-аллювиальных отложений (в пределах первых десятков метров), аккумулятивных равнин с преимущественно аллювиальным наполнением (днища относительно крупных речных долин) и пониженные аккумулятивные равнины, выполненных озерно-аллювиальными и аллювиально-золотыми отложениями. Как видно, можно дифференцировать 5-6 таких ступеней – эколого-геоморфологических районов (Бексеитова, 2015).

Дальнейшее деление можно завершить выделением элементарных систем – морфолитотипов (однородных эколого-геоморфологических систем). Морфолитотип – это система пространственно связанных в своем развитии элементов рельефа на определенном литологическом комплексе. В ее пределах качественный и количественный состав и скорости экзодинамических процессов обладают сходством в той степени, в какой это единообразие литоморфной структуры и функционирование данной элементарной системы. Морфолитотипы могут занимать различное пространственно-высотное положение (Бексеитова, 2015).

Морфолитотипы могут занимать различное пространственно-высотное положение. Элементарные морфолитотипы, занимающие водораздельное или междуречное положение, можно назвать, пользуясь терминологией М.А. Глазовской (Глазовская, 1976), *автономными*, а находящиеся на более низких гипсометрических уровнях – *подчиненными*. Последние можно подразделить на *транзитные* и *конечные*. Примером *транзитных* морфолитотипов являются различные склоны, а *конечных* – днища межсопочных понижений, днища саев, логов, долин, впадин, котловин. Различия пространственно-высотного положения будут определять характер и интенсивность экзодинамических процессов. Выделение морфолитотипов позволяет давать не только описания качественного состояния, но и анализировать количественные отношения между явлениями и объектами системы, но и разграничить последствия как в пределах непосредственно «используемого» морфолитотипа, так и соседних морфолитотипов. Таким образом, можно проследить характер и степень реагирования различных морфолитотипов на одно и то же антропогенное воздействие и проводить соответствующие прогнозные исследования (Бексеитова, 2019).

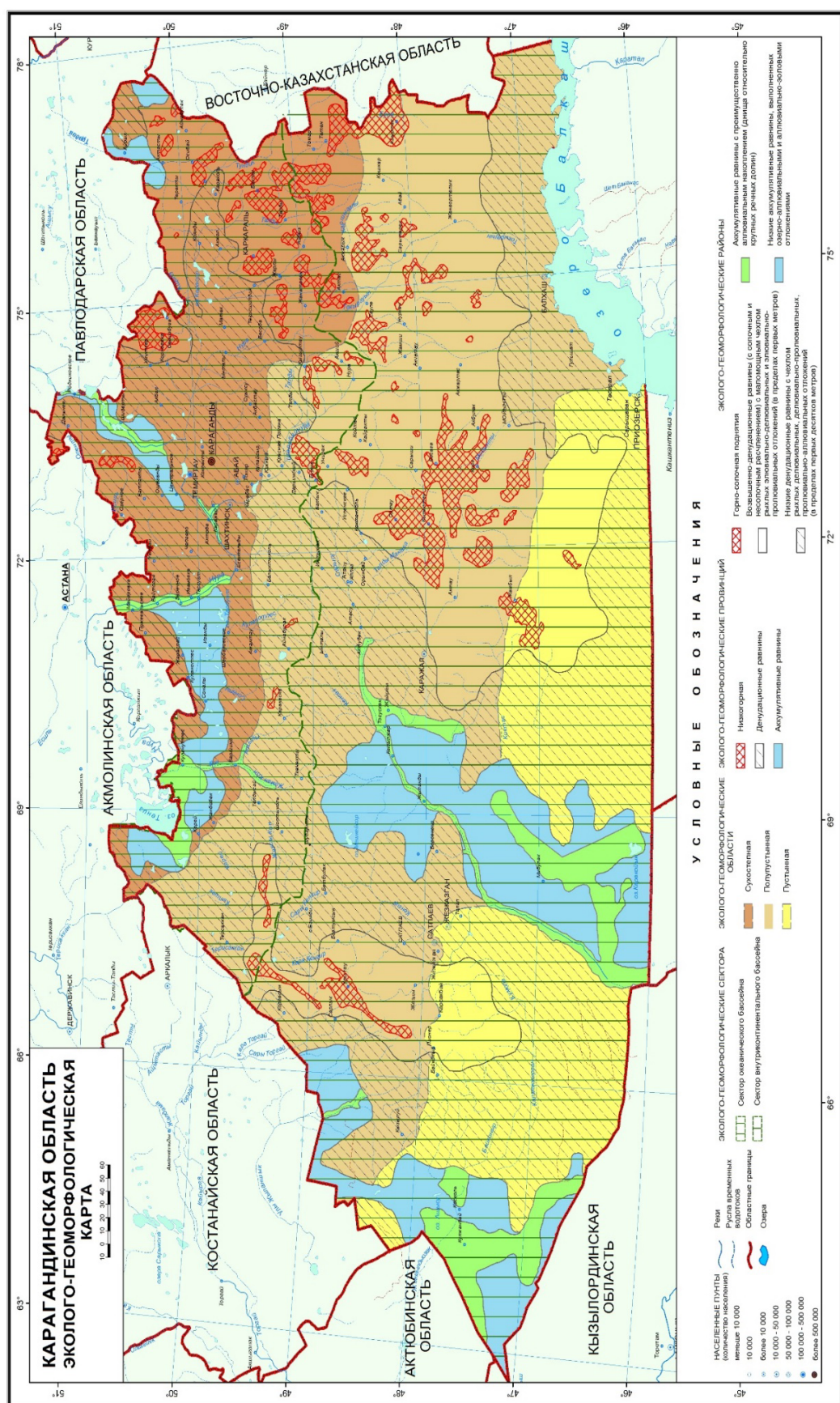


Рисунок 3 – Карта эколого-геоморфологического районирования Центрального Казахстана (Бексеитова, 2019)

Заключение

Платформенно-денудационные равнины представляют собой морфоструктуры щита Урало-Сибирской эпипалеозойской платформы, отличающейся раздробленностью и разновозрастностью геолого-тектонических структур (каледонских и герцинских), которые были денудированы и пенеценизированы в мезозое и подверглись разнознаковым движениям небольшой амплитуды в палеоген-четвертичное время.

Геолого-геоморфологическая история развития и становления структур щита сказалась и на их морфологической выраженности – в чередовании впадин и низкогорных массивов, разновысотных и разноориентированных сопок с междолинными понижениями и логами.

Аридность климата, незначительные величины годовых осадков и их неравномерное распределение способствовали слабому развитию речной сети, в которой доминируют водотоки низкого порядка. Эти малые водотоки, заложенные по лини-

ям разломов и систем трещиноватости, не отличаются постоянством водонаполнения.

Бассейновая структура и гипсометрическое строение платформенно-денудационных равнин Центрального Казахстана, мозаичность литологии горных пород, особенности дифференциации климатических показателей и типы хозяйствования явились основой для выделения той структуры эколого-геоморфологических систем, которая описана в данной работе.

Авторы не исключают и других подходов в выделении территориальных единиц эколого-геоморфологических систем, однако при любом раскладе необходимо помнить конкретные отличительные особенности строения и развития литогенной основы, рельефа, природно-климатических проявлений на территории исследования, поскольку именно они в значительной степени определяют потенциал, характер и степень хозяйственного освоения (в том числе и расселение населения) территории Центрального Казахстана (Бексеитова, 2019).

Литература

- Pecsi M. Ecological-geomorphological researches Hungary. – Budapest, 1986. – P. 117-122.
- Simonov Yu. G., Gladkevitch G. I. Concept of the ecological certification of territories on the basis of land use structure. / *Global Changes and Geography*. М., 1995, p.112-113.
- Бексеитова Р.Т. Эколого-геоморфологические системы и принципы их выделения (на примере территории Центрального Казахстана) // *Гидрометеорология и экология* – 2010. – №3. – С. 181.
- Бексеитова Р.Т. Морфолитогенная основа эколого-геоморфологических систем платформенно-денудационных равнин (Центральный Казахстан) // Монография. – Алматы: Казак университети, 2019. 272 с.
- Бексеитова Р.Т., Веселова Л.К., Кожаметова У.К., Дуйсебаева К.Ж. Эколого-геоморфологические системы платформенно-денудационных равнин горнорудных районов аридной зоны Казахстана (Центральный Казахстан) // Монография. – Алматы: Казак университети, 2015. – 152 с.
- Бексеитова Р.Т., Кожаметова У.К. Региональный эколого-геоморфологический анализ (Центральный Казахстан) // Монография. – Алматы: Казак университети, 2020. 130 с.
- Борсук О.А., Симонов Ю.Г. Морфосистемы, их устройство и функционирование // *Системные исследования природы. Вопросы географии. Сборник 104*. – М.: Мысль, 1977. – С. 170-178.
- Веселова Л.К. Геоморфологическое районирование территории Казахстана // *Материалы международной конференции «География: наука и образование»*. – Алматы, 2008. – С. 275-278.
- Вилесов Е.Н., Науменко А.А., Веселова Л.К., Аубекеров Б.Ж. Физическая география Казахстана. / Учебное пособие под общей редакцией Науменко А.А. – Алматы: Казак университети, 2009. 372с.
- Воскресенский С. С. Геоморфология СССР. – М.: МГУ, 1972. – 147с
- Герасимов И. П. Равнины и горы Средней Азии и Казахстана. – М.: Наука, 1975. – 262с.
- Глазовская М.А. – Ландшафтно-геохимические системы и их устойчивость к техногенез // В кн.: Биохимические циклы в биосфере. – М., 1976. – С. 99-141.
- Кашменская О.В. Теория систем и геоморфология. – Новосибирск: «Наука», Сибирское отделение, 1980. – 119с.
- Кочуров Б.И. География экологических ситуаций (экодиагностика территорий) – М., 1997.
- Кружалин В.И. Экологическая геоморфология суши. – М.: «Научный мир», 2002. 131с.
- Кружалин В.И., Симонов Ю.Г., Симонова Т.Ю. // *Человек. Общество. Природа (Основы социально-экономической геоморфологии)*. – М.: диалог культур, 2004. – 120с.
- Кузьмин С.Б. Геолого-геоморфологический каркас для выделения классов экологической опасности территории (на примере Иркутской области) // *Геоморфология*. – 2002. – №1. – С. 33-43.
- Ласточкин А.Н. Морфодинамический анализ – Л.: «Недра», 1987. – 256 с.
- Ласточкин А.Н. Геоэкология ландшафта. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 1995. – 277с.
- Основные проблемы теоретической геоморфологии. – Новосибирск: СО «Наука», 1985. – 182с.

- Рельеф среды жизни человека (Экологическая геоморфология). – М.: Media Пресс, 2002. – С.: 7 (всего – 640с.)
- Рельеф среды жизни человека (Экологическая геоморфология). – М.: МесИа Пресс, 2002. – 640 с.
- Сахиев С.Е. Экологическая безопасность один из основных стратегических компонентов национальной безопасности Республики Казахстан. – Алматы: 2016. 118с
- Сваричевская З. А. Геоморфология Казахстана и Средней Азии. –Л.: ЛГУ, 1965. – 295с.
- Симонов Ю.Г. Анализ геоморфологических систем //Актуальные вопросы теоретической и прикладной геоморфологии. – М.: ГО СССР, 1976. – С. 69-92
- Скублова Н.В. Геоморфологический анализ при комплексной оценке и прогнозировании геоэкологических ситуаций // Геоморфология. – 1995. – №2. – С. 65-73.
- Сладкопеев С.А. Проблемы экологической геоморфологии //Материалы XXX Пленума Геоморфологической комиссии РАН «Отечественная геоморфология: прошлое, настоящее и будущее». – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2008. – С. 169-170.
- Стецюк В.В. Теория и практика эколого-геоморфологических исследований в морфоклиматических зонах. – Киев, 1998, сентябрь-12. – 289с.
- Стецюк В.В. Теория и практика эколого-геоморфологических исследований в морфоклиматических зонах. – Киев, 1998, сентябрь-12. – 289с.
- Стурман В.И. Экологическое картографирование. – М., 2003. – С. 170-171.
- Тимофеев Д. А., Трофимов А. М. О сущности и месте системного подхода в геоморфологии// Геоморфология. – 1982. – №1. – С. 37-40.
- Хакен Г. Информация и самоорганизация. – М.: Высшая школа, 1993. – С. 113-134.

References

- Bekseitova R.T. (2010). Jekologo-geomorfologicheskie sistemy i principy ih vydelenija (na primere territorii Central'nogo Kazahstana). *Gidrometeorologija i jekologija* – №3.
- Bekseitova R.T. (2019) *Morfologicheskaja osnova jekologo-geomorfologicheskix sistem platformno-denudacionnyh ravnin (Central'nyj Kazahstan)* //Monografija. –Almaty: Kazak universiteti.,
- Bekseitova R.T., Kozhahmetova U.K. (2020). *Regional'nyj jekologo-geomorfologicheskij analiz (Central'nyj Kazahstan)* // Monografija. –Almaty: Kazak universiteti.
- Bekseitova R.T., Veselova L.K., Kozhahmetova U.K., Dujsebaeva K.Zh. (2015) *Jekologo-geomorfologicheskie sistemy platformno-denudacionnyh ravnin gornorudnyh rajonov aridnoj zony Kazahstana (Central'nyj Kazahstan)* //Monografija. – Almaty: Kazak universiteti,
- Borsuk O.A., Simonov Ju.G. (1977). Morfosistemy, ih ustrojstvo i funkcionirovanie // *Sistemnye issledovaniya prirody. Voprosy geografii.*– М.: Mysl', – P. 170-178.
- Gerasimov I. P. (1975) *Ravniny i gory Srednej Azii i Kazahstana*. –M.: Nauka,
- Glazovskaja M.A. (1976) Landshaftno-geohimicheskie sistemy i ih ustojchivost' k tehnogenez // *Biohimicheskie cikly v biosfere*. М.,. 99-141.
- Haken G. (1993) Informacija i samoorganizacija. – М.: Vysshaja shkola., 113-134.
- Kashmenskaja O.V. (1980). *Teorija sistem i geomorfologija*. – Novosibirsk: "Nauka", Sibirskoe otделение.
- Kochurov B.I. (1997). *Geografija jekologicheskix situacij (jekodiagnostika territorij)* – Moscow, Russia,
- Kruzhalin V.I. (2002) *Jekologicheskaja geomorfologija sushi*. – М.: «Nauchnyj mir», Moscow, Russia.,
- Kruzhalin V.I., Simonov Ju.G., Simonova T.Ju. // *Chelovek. Obshhestvo. Priroda (Osnovy social'no-jekonomicheskoy geomorfologii)*. –М.: dialog kul'tur, 2004. – 120s.
- Kuz'min S.B. (2002) Geologo-geomorfologicheskij karkas dlja vydelenija klassov jekologicheskoy opasnosti territorii (na primere Irkutskoj oblasti) // *Geomorfologija*. №1. 33-43.
- Lastochkin A.N. (1987) *Morfodinamicheskij analiz* – L.: «Nedra».,
- Lastochkin A.N. (1995) *Geojekologija landshafta*. – SPb.: Izd-vo SPbGU,
- Osnovnye problemy teoreticheskoy geomorfologii. (1985) Novosibirsk: SO «Nauka».,
- Pecsi M. (1986) *Ecological-geomorphological researches Hungary*. – Budapecht., 17-122.
- Rel'ef sredy zhizni cheloveka (*Jekologicheskaja geomorfologija*). (2002) М.: Media Press., – С.: 7 (vsego – 640s.)
- Rel'ef sredy zhizni cheloveka (*Jekologicheskaja geomorfologija*). (2002)- М.: MesIa Press., – 640 s. S.E. Jekologicheskaja bezopasnost' odin iz osnovnyh strategicheskix komponentov nacional'noj bezopasnosti Respubliki Kazahstan. – Almaty: 2016.
- Simonov Ju.G. (1976). Analiz geomorfologicheskix sistem // *Aktual'nye voprosy teoreticheskoy i prikladnoj geomorfologii*. – М.: ГО СССР, 69-92
- Simonov Yu. G., Gladkevitch G. I. (1995) Concept of the ecological certification of territories on the asis of land use structure. / *Global Changes and Geography*. М., 112-113.
- Skublova N.V. (1995) Геоморфологический анализ при комплексной оценке и прогнозировании геоэкологических ситуаций // *Геоморфология*. – №2. -65-73.
- Сладкопеев С.А. (2008) Проблемы экологической геоморфологии // *Материалы HHH Пленума Геоморфологической комиссии РАН «Отечественная геоморфология: прошлое, настоящее и будущее»*. – СПб.: Изд-во СПбГУ., – С. 169-170.
- Стецюк В.В. (1998) Теория и практика эколого-геоморфологических исследований в морфоклиматических зонах. – Киев, , сентябрь-12. – 289с.

- Stecjuk V.V. (1998) *Teorija i praktika jekologo-geomorfologicheskikh issledovanij v morfoklimaticheskikh zonah*. – Kiev, sentjabr' -12. – 289s.
- Sturman V.I. (2003) *Jekologicheskoe kartografirovanie*. – M., 170-171.
- Svarichevskaja Z. A. (1965) *Geomorfologija Kazahstana i Srednej Azii*. -L.: LGU,.
- Timofeev D. A., Trofimov A. M. (1982) O sushhnosti i meste sistemnogo podhoda v geomorfologii// *Geomorfologija*. – №1. – S. 37-40.
- Veselova L.K. (2008) Geomorfologicheskoe rajonirovanie territorii Kazahstana // *Materialy mezhdunarodnoj konferencii «Geografija: nauka i obrazovanie»*. – Almaty,. 275-278.
- Vilesov E.N., Naumenko A.A., Veselova L.K., Aubekero B.Zh. (2009) *Fizicheskaja geografija Kazahstana*. – Almaty: Qazak universiteti,. 372s.
- Voskresenskij S. S. (1972) *Geomorfologija SSSR*. -M.: MGU

Сведения об авторах:

- Сарыбаев Едил Саутович – PhD, старший преподаватель кафедры картографии и геоинформатики, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан; edilait@mail.ru)
- Бексеитова Роза Тлеулесовна – доктор географических наук, профессор кафедры картографии и геоинформатики, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан; bexeitova.roza@gmail.com)
- Байдаулетова Гульбан Куттыбаевна – старший преподаватель кафедры картографии и геоинформатики, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан; carlugast69@gmail.com)
- Турапова Рахат Орынбасаровна – старший преподаватель кафедры картографии и геоинформатики, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан; turapovarahat@gmail.com)
- Әлімбай Медеркүл Медетжанқызы – докторант 1-курса специальности 8D07303 – Картография, кафедры картографии и геоинформатики, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: mederkul95@mail.ru)

Авторлар туралы мәлімет:

- Сарыбаев Едил Саутович – PhD, картография және геоинформатика кафедрасының аға оқытушысы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан; edilait@mail.ru)
- Бексеитова Роза Тлеулесовна – география ғылымдарының докторы, картография және геоинформатика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан; bexeitova.roza@gmail.com)
- Байдаулетова Гульбан Куттыбаевна – картография және геоинформатика кафедрасының аға оқытушысы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан; carlugast69@gmail.com)
- Турапова Рахат Орынбасаровна – картография және геоинформатика кафедрасының аға оқытушысы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан; turapovarahat@gmail.com)
- Әлімбай Медеркүл Медетжанқызы – картография және геоинформатика кафедрасының 8D07303 – Картография мамандығының 1-курс докторанты, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан; e-mail: mederkul95@mail.ru)

Information about authors:

- Sarybaev Edil – PhD, Senior Lecturer Department of the Cartography and Geoinformatics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: edilait@mail.ru)
- Bexeitova Roza – Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Cartography and Geoinformatics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: bexeitova.roza@gmail.com)
- Baidauletova Gulban – Senior Lecturer of the Department of Cartography and Geoinformatics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: carlugast69@gmail.com)
- Turapova Rakhat – Senior Lecturer of the Department of Cartography and Geoinformatics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: turapovarahat@gmail.com)
- Alimbay Mederkul – 1st year doctoral student of the specialty 8D07303 – Cartography, Department of Cartography and Geoinformatics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: mederkul95@mail.ru)

Келін түсті: 10 қаңтар 2025 жыл
Қабылданды: 11 наурыз 2025 жыл

Қ.Б. Зұлпыхаров^{1*}, А.А. Токбергенова¹, Ш.Г. Каирова¹,
О.Ж. Таукебаев¹, Р. Салмұрзаұлы^{1,2}, Д.Е. Әлшериева¹,
Ж.Б. Тұрымтаев¹, С.М. Дүйсенбаев¹

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

²КЕАҚ «Торайғыров университеті», Павлодар, Қазақстан

*e-mail: kanat.zulpykharov@gmail.com

КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІ ЖАҒДАЙЫНДА МОЙЫНҚҰМ ҚҰМДЫ МАССИВІНІҢ ӨСІМДІК ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ӨЗГЕРУ ДИНАМИКАСЫН БАҒАЛАУ

Аумағының 70% шөлейтті және шөл зонасы алып жатқан еліміз үшін жаһандық климаттың өзгеру жағдайында құмды массивтердегі жайылымдық алқаптарды тиімді пайдалану және олардың жай-күйіне мониторинг жасап отыру бігінгі күнде өте өзекті мәселе. Біз бұл зерттеу жұмысында Жерді қашықтан зондтау (ЖҚЗ) деректері мен кешенді далалық зерттеу жұмыстарын және де көпжылдық климаттық деректерді пайдалана отырып, Мойынқұм құмды массивіндегі өсімдік жамылғысының өзгеру динамикасына талдау жасадық. Вегетациялық индекстердің (NDVI, EVI) көрсеткіштері бойынша 2000 жылдан 2024 жылға қарай Мойынқұм құмды массивінің кейбір бөліктерінде өсімдіктер жамылғысының айтарлықтай жақсарғаны байқалады.

ЖҚЗ деректері негізінде алынған нәтижелерді тексеру (верификация) мақсатында зерттеу аумағына далалық жұмыстар ұйымдастырылды (22 нүкте) және 5 метеорологиялық станциялардың (Ойық, Ұланбел, Құлан, Тасты және Мойынқұм) көпжылдық климаттық деректері алынып, талданды. 2000-2023 жылдардағы орташа жылдық температура 1980-2000 жылдармен салыстырғанда Ойық МС – 1,1°C, Ұланбел МС – 1,0°C, Құлан МС – 1,0°C, Тасты 1,1°C және Мойынқұм МС – 1,0°C жоғары. Сонымен қатар, 2000-2023 жылдардағы орташа жылдық жауын-шашын мөлшері 1980-2000 жылдармен салыстырғанда Ойық МС – 12,1 мм, Ұланбел МС – 10,4 мм, Құлан МС – 20,5 мм, Тасты 9,9 мм және Мойынқұм МС – 5,5 мм-ге жоғарылаған. Зерттеу аумағындағы метеорологиялық станциялардың деректері негізінде климаттық деректерді талдай отырып, аумақтағы соңғы жылдары өсімдік жамылғысының жақсарғанына климаттық жағдайлар, соның ішінде жауын-шашын мөлшерінің көбейгенінің әсері болуы мүмкін.

Түйін сөздер: Мойынқұм құмды массиві, климаттың өзгеруі, Жерді қашықтан зондтау, NDVI, EVI, далалық зерттеу жұмыстары.

K.B. Zulpykharov^{1*}, A.A. Tokbergenova¹, Sh.G. Kairova¹,
O.Zh. Taukebayev¹, R. Salmurzauly^{1,2}, D.E. Alsheriyeveva¹,
Zh.B. Turymtayev¹, C.M. Duysenbayev²

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²“Toraighyrov University” non-profit joint-stock company, Pavlodar, Kazakhstan

*e-mail: kanat.zulpykharov@gmail.com

Assessment of the dynamics of vegetation cover in the Moynkum sand massif under climate change conditions

Effective use of pasture lands in sandy massifs and monitoring of their condition in the context of global climate change is a very urgent issue for our country, which occupies 70% of the territory of semi-desert and desert zones. In this research paper, we analyzed the dynamics of vegetation cover changes in the Moynkum sand massif using remote sensing data (MOD13Q1) and comprehensive field studies, as well as long-term climate data. In terms of vegetation indices (NDVI, EVI) by 2000-2024. Significant improvement of vegetation cover is observed in some parts of the Moynkum sandy massif.

In order to verify the results obtained based on remote sensing data, field work was organized in the study area (22 points) and long-term climatic data from 5 meteorological stations (zhelob, Ulanbel, Kulan, Kamen and Moynkum) were analyzed. The average annual temperature in 2000-2023 is higher than in 1980-2000, MS – 1.1°C, MS – 1.0°C, MS – 1.1°C and MS – 1.0°C. In addition, the average annual precipitation in 2000-2023 increased by furrowed MS-12.1 mm, Ulanbel MS – 10.4 mm, Kulan

MS – 20.5 mm, stony 9.9 mm and Moyinkum MS – 5.5 mm compared to 1980-2000. Analyzing the climatic data based on data from meteorological stations in the study area, it can be assumed that the improvement of vegetation in recent years in the territory has been influenced by climatic conditions, including an increase in precipitation.

Key words: Moyinkum sand massif, climate change, remote sensing of the Earth, NDVI, EVI, field works.

К.Б. Зулпыхаров^{1*}, А.А. Токбергенова¹, Ш.Г. Каирова¹,
О.Ж. Таукебаев¹, Р. Салмурзаулы^{1,2}, Д.Е. Әлшериева¹,
Ж.Б. Турымтаев¹, С.М. Дүйсенбаев¹

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

²НАО «Торайгыров университет» Кафедра географии и туризма, Павлодар, Казахстан

*e-mail: kanat.zulpykharov@gmail.com

Оценка динамики изменения растительного покрова Мойынкумского песчаного массива в условиях изменения климата

Эффективное использование пастбищных угодий в песчаных массивах и мониторинг их состояния в условиях глобального изменения климата для нашей страны, занимающей 70% территории полупустынной и пустынной зон, сегодня является очень актуальным вопросом. В этой исследовательской работе мы проанализировали динамику изменения растительного покрова в Мойынкумском песчаном массиве с использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и комплексных полевых исследований, а также многолетних климатических данных. По показателям вегетационных индексов (NDVI, EVI) к 2000-2024 гг. В некоторых частях Мойынкумского песчаного массива наблюдается значительное улучшение растительного покрова.

С целью проверки (верификации) полученных результатов на основе данных ДЗЗ были организованы полевые работы на территории исследования (22 точки) и проанализированы многолетние климатические данные 5 метеорологических станций (желоб, Уланбел, Кулан, камень и Мойынкум). Среднегодовая температура в 2000-2023 гг. выше, чем в 1980-2000 гг., МС – 1,1°C, МС – 1,0°C, МС – 1,1°C и МС – 1,0°C. Кроме того, среднегодовое количество осадков в 2000-2023 годах по сравнению с 1980-2000 годами увеличилось на бороздчатый МС-12,1 мм, Уланбел МС – 10,4 мм, Кулан МС – 20,5 мм, каменистый 9,9 мм и Мойынкум МС – 5,5 мм. Анализируя климатические данные на основе данных метеорологических станций на территории исследования, можно предположить, что на улучшение растительности в последние годы на территории повлияли климатические условия, в том числе увеличение количества осадков.

Ключевые слова: Мойынкумский песчаный массив, изменение климата, дистанционное зондирование Земли, NDVI, EVI, полевые работы.

Кіріспе

Мал шаруашылығы ауыл шаруашылығын тұрақты дамытудың негізгі көзі болып табылады. Ол кез келген мемлекеттегі азық-түлік қауіпсіздігіне, тамақтануды жақсартуға, кедейлікті азайтуға және экономикалық өсуге ықпал етеді.

Қазіргі таңда әлемдік мал шаруашылығы секторының болжамды құны 1,4 трлн. доллардан асады және 1,3 млрд. астам адам осы салада жұмыс жасайды (Steinfeld et al., 2012; Hankerson et al., 2019). Сонымен қатар, мал шаруашылығы саласы дүние жүзілік азық-түлік сұранысының 40% құрап (Manceron et al., 2014), бұл көрсеткіш 2050 жылға қарай екі есеге артуы мүмкін деп болжануда (Tilman D. et al, 2011).

Қазақстан мал шаруашылығы үшін маңызды табиғи жем-шөп базасы болып табылатын жайылымдар мен шабындық жерлердің өте ауқымды қорына ие. Еліміздің экономикасында жайы-

лымдық алқаптар маңызды рөл атқарады (Lebed et al., 2012), өйткені 2022 жылы мал шаруашылығы – жалпы ауылшаруашылығы өнімдерінің 40%-ын (3658,8 млрд. тг.) құрады (ҚР Ұлттық статистика бюросы, 2022).

Қазақстанның жайылымдық алқаптары 183,4 млн. га құрайды (Сводный аналитический отчет, 2022), ол жалпы республика аумағының 70% (Lebed et al., 2012; Hankerson et al., 2019; Nasıyev et al., 2022), ал ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерінің 83,7% алып жатыр (Сводный аналитический отчет, 2022). Қазақстанның жайылымдық алқаптары негізінен төрт түрлі экологиялық аймақта орналасқан (Вин и др., 2002):

- солтүстік Қазақстанды бойлай кең жолақты құрайтын және шөптесін өсімдіктермен сипатталатын, әсіресе қауырсынды қау (*Stipa spp.*), бетеге (*Festuca spp.*) және жабайы сұлы кең таралған жазық дала аймағы;

- орталық Қазақстан арқылы жолақ құрайтын және жусан (*Artemisia spp.*) жиі кездесетін бұталы өсімдіктермен сипатталатын шөлейт аймақ;

- негізінен Қазақстанның оңтүстігі мен батысында созылып жатқан құмды шөлдерді иемденетін және орманды өсімдіктермен, соның ішінде сексеуілмен (*Haloxylon spp.*) сипатталатын, кейде жыңғылмен үйлесетін шөлді аймақ;

- жыл бойы пайдалануға болатын оңтүстік жайылымдық жерлер мен шөлді аймақтар.

2022 жылғы жағдай бойынша еліміздегі жалпы ауданы 183,4 млн. га құрайтын жайылымдық жерлердің 44,9% (82,4 млн. га) ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің, 11,5% (21,2 млн. га) елді-мекендер жерлерінде, 0,4% (0,7 млн. га) өнеркәсіп, көлік, байланыс және өзге де ауыл шаруашылығы мақсатындағы емес жерлерде, 1,8% (3,4 млн. га) ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың жерлерінде, 3,5% (6,5 млн. га) орман қоры жерлерінде, 0,1% (0,1 млн. га) су қорының жерлерінде және 36,8 (63,9 млн. га) қордағы жерлердің құрамында жатыр. Басқа мемлекеттердің жер пайдаланушылары пайдаланатын аумақтарда 5,2 млн. га жайылымдық жер бар, бұл жалпы еліміздегі жайылымдық алқаптардың 2,8% құрайды (Сводный аналитический отчет, 2022).

Еліміздегі жайылымдық алқаптар «Қазақстан Республикасының табиғи азықтық алқаптарының жіктелуіне» сәйкес таулы және жазық болып екі үлкен бөлікке бөлінеді (ҚР АШМ геоботаникалық іздестірулерін жүргізу жөніндегі әдістемені бекіту туралы хаттамасы, 2002). Жазық жерлердегі табиғи жайылымдық алқаптар 94,3% (168155 мың га) құрайды, олар келесі табиғи зоналарға жіктеледі (Сводный аналитический отчет, 2022; ҚР АШМ геоботаникалық іздестірулерін жүргізу жөніндегі әдістемені бекіту туралы хаттамасы, 2002; Пастбищные ресурсы РК геоportal): а) орманды дала және дала (31970 мың га); ә) шөлейт (17805,5 мың га); б) шөл (67275 мың га); в) ұсақ шоққылар (32364,1 мың га); г) тау алды жазықтары (18740,4 мың га). Ал, таулы жерлердегі табиғи жайылымдар 5,7% (10075 мың га) құрайды, олар аласа және орта таулы (8839,7 мың га) және биік таулы (1235,3 мың га) зоналарына жіктеледі.

Жайылымдық жерлерінің 50% (Сводный аналитический отчет, 2022; ҚР АШМ геоботаникалық іздестірулерін жүргізу жөніндегі әдістемені бекіту туралы хаттамасы, 2002; Пастбищные ресурсы РК геоportal) астамы шөл

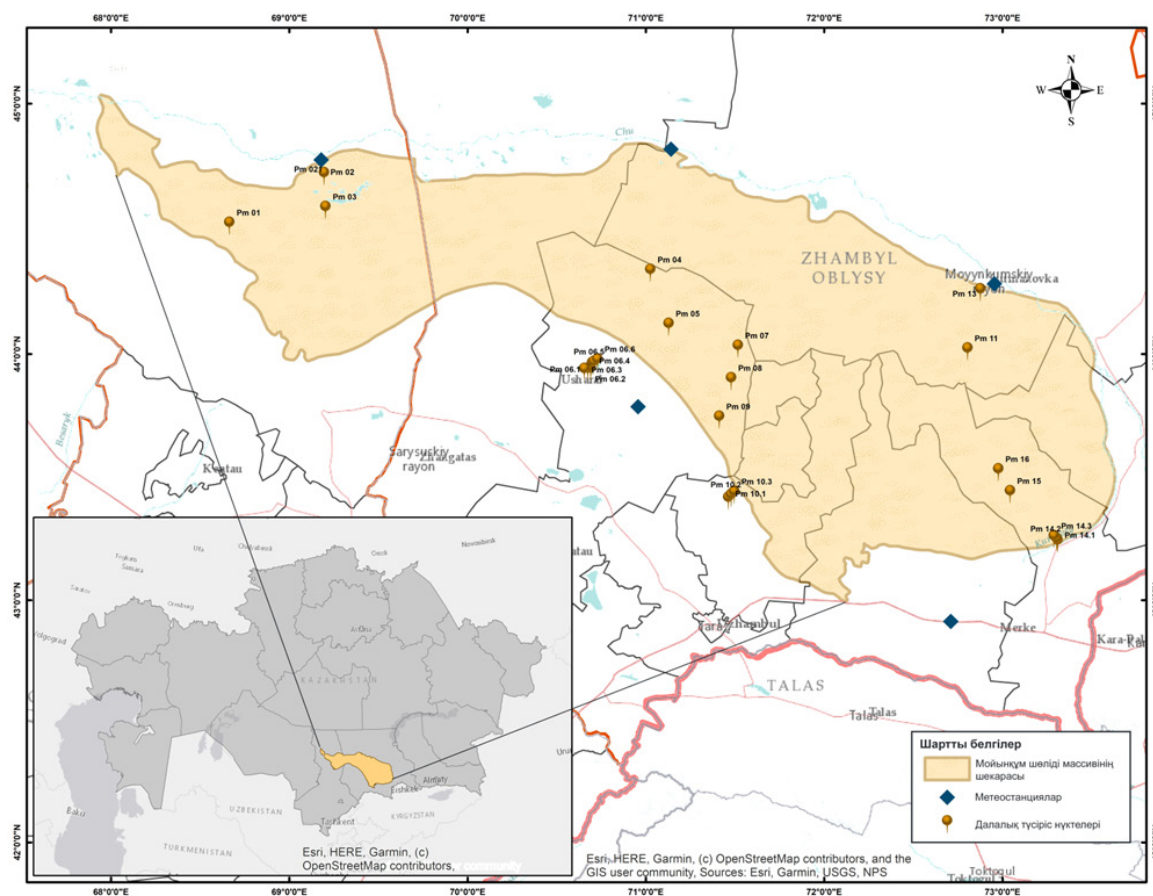
және шөлейт зонасында шоғырланған, жалпы халқының 12,4% (ҚР Ұлттық статистика бюросы, 2022) ауыл шаруашылығы салаларына маманданған еліміз үшін жайылымдық алқаптарды тиімді пайдалану және басқару өзекті болып табылады. Соңғы жылдары жайылымдық алқаптар жаһандық климаттың өзгеруі және адам әрекеті сияқты әртүрлі факторлардың қысымынан деградация процесіне ұшырауда (Herrero et al., 2013; Bedunah et al., 2012; Senda et al., 2020). Көптеген зерттеулерге сәйкес, қазіргі таңда еліміздегі жайылымдық алқаптардың 15% жуығы аса күшті немесе толығымен деградацияға ұшыраған (Issanova et al., 2014; Suleimenov et al., 2012).

Жұмыстың мақсаты – далалық зерттеу жұмыстары, Жерді қашықтан зондау және көпжылдық климаттық деректер негізінде Мойынқұм құмды массивіндегі өсімдіктер жамылғысының өзгеру динамикасына талдау жасау.

Зерттеу нысаны

Мойынқұм шөлі Қазақстан Республикасының оңтүстігінде орналасқан, Шу және Талас өзендерінің аралығын алып жатыр. Оңтүстігінде Қырғыз Алатауымен, батысында Қаратау жотасымен, шығысында Тянь-Шань тау жүйесінің Шу-Іле тауларымен шектеседі, ал солтүстігінде Бетпақдала сазды-тасты шөлімен шектеледі. Шөлдің аумағы оңтүстік-шығыстан солтүстік-батысқа қарай 550 км-ден астам қашықтыққа созылып, Шу-Іле тауларынан Бетпақдала мен Қаратау жотасының солтүстік-батыс шеті арасындағы тар мойнаққа дейін жетеді. Ені батыс бөлігінде ең тар жерінде 45 км болса, шығысында кеңейген бөлігінің солтүстіктен оңтүстікке дейінгі ұзындығы 160 км-ден асады (Бижанова, 1989; Национальный атлас РК, 2010)). Әкімшіліктік-аумақтық бөлінісі бойынша Мойынқұм құмды массиві Түркістан және Жамбыл облыстарының аумағында орналасқан (1-сурет).

Мойынқұм шөлінің жалпы ауданы 40 000 км²-ден асады. Зерттелген аумақтың топографиялық карталарын талдау нәтижесінде абсолюттік биіктіктердің оңтүстік-шығыста 650 метрден солтүстік-батыс шетінде 130 метрге дейін төмендейтіні анықталды. Шөлдің басым бөлігі 350 метрден жоғары абсолюттік биіктікте орналасқан.



1-сурет – Зерттеу нысаны

Климаттық көрсеткіштер жер беті ауа температурасының жылдық және тәуліктік ауытқуларының үлкен амплитудасымен және жоғары құрғақшылығымен сипатталады. Ойық метеостанциясының деректері бойынша жылдық орташа температура $+10,2^{\circ}\text{C}$, ал Мойынқұм станциясында $+9,7^{\circ}\text{C}$. Ең төменгі температура қаңтар айында тіркеліп, Ойық станциясында $-7,0^{\circ}\text{C}$, Мойынқұм станциясында $-7,9^{\circ}\text{C}$ болды. Ауаның ең жоғары температурасы шілде айында байқалып, сәйкесінше $+27,1^{\circ}\text{C}$ және $+26,2^{\circ}\text{C}$ -қа жетеді. Жылдық орташа температура амплитудасы 34°C -ты құрайды, бұл табиғи өсімдіктердің әртүрлілігін шектейді ().

Мойынқұм құмды массивінің аумағында жер беті ағын сулары жоқ. Шу және Талас өзендері бұл аумақты жиектеп өтсе, ал Құрағаты өзені шөлдің оңтүстік-шығыс шетінен ағып өтеді, бірақ оның суы түгелдей дерлік суармалы егіншілікке жұмсалады. Қазіргі кезеңде Мойынқұм шөлінің табиғи кешендеріне өзен жүйелерінің айтарлықтай әсері байқалмайды.

Топырақ-өсімдік жамылғысының ерекшеліктері біртекті даму жағдайларымен сипатталады: құмды массивтерде құмды субстрат, ойыстарда сазды шөгінділер басым, атмосфералық жауын-шашын мөлшері аз, жер беті қабатында жылдық және тәуліктік ауа температурасының ауытқуы үлкен, сондай-ақ жер беті ағындарының болмауы байқалады. Мұндай жағдайда топырақ түзілу процесі іс жүзінде дамымаған, ал құмды бетінде псаммофиттік өсімдіктер кең таралған (Бижанова, 1989; Почвы Казахской ССР, 1967; Фаизов, 1983). Атап айтқанда, жусан, еркек, теріскен, жүзгін, құм акациясы және басқа да түрлер басым, сексеуілдер жиі кездеседі, әсіресе, орман-мелиорациялық жұмыстардың нәтижесінде кеңінен таралған.

Бастапқы мәліметтер мен зерттеу әдістері

Зерттеудің теориялық және әдістемелік негізі аумақтың табиғи (климаты, жер бедері, су ресурстары және топырақ пен өсімдіктер дүниесі),

әлеуметтік-экономикалық (халықтың шаруашылық қызметі, табиғитты пайдалану) және экологиялық (антропогендік факторлар, жер деградациясы) компоненттерін және олардың өзара байланысы мен әрекеттесуін жан-жақты талдауға бығытталған кешенді географиялық әдіс болып табылады. Бұл жұмысты орындау барысында келесі көрсетілген дәстүрлі және заманауи әдістер қолданылды: далалық зерттеу жұмыстары (геоботаникалық зерттеулер, топырақ үлгілерін алу), салыстырмалы, тарихи, статистикалық, сондай-ақ, ГАЗ және ЖҚЗ әдістері.

Бастапқы мәліметтер ең алдымен шетелдік және отандық ғалымдардың зерттеу жұмыстары мен жергілікті басқарушы мекемелердің деректерінен жинақталды. Екіншіден, құмды массивтің өсімдік жамылғысының өзгерістерін бағалау үшін ЖҚЗ деректері, атап

айтқанда, 2000-2024 жылдар аралығындағы вегетациялық кезең (мамыр-қыркүйек) аралығындағы MODIS/Terra жер бетінің шағылысуын сипаттайтын 16 күндік L3 Global 250 m SIN Grid V005 (MOD13Q1) деректері пайдаланылды. MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) деректерін АҚШ-тың NASA (National Aeronautics and Space Administration) және USGS (United States Geological Survey) ұйымдары ұсынған спутниктерінің деректер базасынан жүктелді (<https://modis.gsfc.nasa.gov/data/>).

Бұл суреттерді пайдаланып, GEE (Google Earth Engine) платформасында NDVI (Normalized difference vegetation index) және EVI (Enhanced vegetation index) өсімдік индекстері есептелінді. Аталған өсімдік индекстері төмендегідей формулалар арқылы есептелінді:

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)} \quad \text{немесе} \quad NDVI = (B5 - B4) / (B5 + B4) \quad (1) \text{ (Kriegler et al., 1969)}$$

$$EVI = 2.5 * \frac{(NIR - Red)}{(NIR + 6 * Red - 7.5 * Blue + 1)} \quad \text{немесе} \quad EVI = 2.5 * (B5 - B4) / (B5 + 6 * B4 - 7.5 * B2 + 1) \quad (2) \text{ (Yin et al., 2016)}$$

Үшіншіден, зерттеу аумағында орналасқан Ұланбел, Мойынқұм, Ойық, Тасты және Құлан метеорологиялық станцияларының көпжылдық климаттық деректері (жауын-шашын, температура) «Қазгидромет» РМК мекемесінен алынды. Сонымен қатар, Шығыс Англия университетінде орналасқан климаттың өзгеруін зерттеу бойынша әлемдегі жетекші ғылыми орталықтардың бірі CRU (<https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/>) (Climatic Research Unit) деректері қолданылды.

ЖҚЗ деректері негізінде алынған жұмыстардың нәтижелерін тексеру (верификация) мақсатында зерттеу аумағына далалық жұмыстар ұйымдастырылды. Далалық зерттеу жұмыстары кезінде, зерттеу аумағынан 25 негізгі нүктелерден топырақ үлгілері алынды. Сонымен қатар,

DJI Mavic 3 мультиспектрлі дронының көмегімен құмды массив ландшафттарының динамикасы мен дамуына әсер ететін физикалық-географиялық процестерді бақылау және Б.А. Быков (Быков, 1957) әдісімен проекциялық жабындылықты анықтау жұмыстары жүргізілді (2-сурет).

Жем-шөп қорының бағалануы нақты өсімдік жамылғысында үлгілік алаңдарды белгілеу арқылы жүзеге асырылып, алынған мәліметтер проекциялық жабындылықты ескере отырып, бүкіл массив аумағына экстраполяцияланды. Пайдалану қорының көлемі мен жыл сайынғы жинау мүмкіндігі зерттелетін түрдің қайта қалпына келу кезеңін ескере отырып есептелді (Методика определения запасов лекарственных растений, 1986; Плисак, 1981).



2-сурет – Далалық зерттеу жұмыстары

Нәтижелер мен талқылаулар

Жерді қашықтан зондтау нәтижелері

Мойынкүм құмды массивінің жалпы ауданы 43090 км² құрайды, оның 34908 км² (81%) Жымбыл облысы, 8182 км² (19%) Түркістан облысының аумағына тиесілі.

Жұмыста қойылған мақсаттарға жету үшін MODIS (MOD13Q1) деректері негізінде Мойынкүм құмды массивінің аумағы үшін 2000, 2014 және 2024 жылдардағы NDVI және EVI вегетациялық индекстері есептелінді (3 және 4 сурет-

тер). Вегетациялық индекстердің (NDVI, EVI) көрсеткіштері бойынша 2000 жылдан 2024 жылға қарай Мойынкүм құмды массивінің кейбір бөліктерінде өсімдіктер жамылғысының айтарлықтай жақсарғаны байқалды.

Мойынкүм құмды массивінің өсімдік жамылғысы NDVI және EVI индекстерінің көрсеткіштеріне қарай 5 класқа бөлініп, келесідей жіктелді (Aquino et al., 2018; Sahebjalal et al., 2013): 0-0.15 өте төмен, 0.15-0.2 төмен, 0.2-0.3 орташа, 0.3-0.4 жоғары және >0.4 өте жоғары. Зерттеулер көрсеткендей, 2000 жылы зерттеу аумағындағы

өте төмен (0-0.15) кластағы өсімдік жамылғысымен қамтылған аумақтың жалпы ауданы 12391 км² құраса, сәйкесінше 2014 және 2024 жылы бұл көрсеткіш 5528,7 км² және 8191,4 км² құраған (1-кесте). Өсімдік жамылғысы төмен (0.15-0.2) кластағы аумақтардың ауданы 2000 жылы 21979 км² құраса, 2014 жылы 18367 км², 2024 жылы 16378,8 км² құрап, айтарлықтай азайған.

Ал, керісінше орташа (0.2-0.3), жоғары (0.3-0.4) және өте жоғары (>0.4) класындағы өсімдік жамылғысымен қамтылған аумақтардың ауданы айтарлықтай өскендігі байқалады. Зерттеу аумағындағы өсімдік жамылғысының орташа (0.2-0.3) класындағы аумақтардың ауданы 2000 жылы 6644 км² болса, сәйкесінше 2014 және 2024 жылы бұл көрсеткіш 13438 км² және 12786 км² құраған (1-кесте).

Жоғары (0.3-0.4) кластағы аумақтардың ауданы 2000 жылы 1834 км² құраған, 2014 жылы бұл санатқа жататын аумақтардың ауданы 3 есеге дейін ұлғайып 5143,8 км², ал 2024 жылы 5082 км² аумақты құрады. Сондай-ақ, өте жоғары (>0.4) кластағы өсімдік жамылғысымен жабылған аумақтың ауданы 2000 жылы 241,5 км² құраса, 2014 жылы 612,5 км², 2024 жылы 651,5 км² құрап айтарлықтай ұлғайған (1-кесте).

Зерттеу аумағындағы өсімдік жамылғысы өте төмен (0-0.15) кластағы аумақтардың ауданы 2000 жылы 28,8% құраса, 2014 және 2024 жылдары бұл санаттағы жерлердің аумағы айтарлықтай азайып, сәйкесінше 12,8 және 19% құраған. Сондай-ай-ақ, төмен (0.15-0.2) кластағы жерлердің ауданы да аталған жылдардың аралығында айтарлықтай азайған. Бұл санаттағы аумақтың ауданы 2000 жылы 51% құраса, 2014 және 2024 жылдары 42,6 және 38% құрады (5-сурет).

Жоғарыда атап өткеніміздей, Мойынқұм құмды массивіндегі орташа (0.2-0.3), жоғары (0.3-0.4) және өте жоғары (>0.4) класындағы өсімдік жамылғысымен қамтылған аумақтардың ауданы айтарлықтай өсіп, орташа (0.2-0.3) кластағы өсімдік жамылғысымен қамтылған аумақ 2000-2024 жылдар аралығында 15,4%-дан 29,7%-ға, жоғары (0.3-0.4) 4,3%-дан 11,8%-ға, ал өте жоғары (>0.4) класындағы жерлердің аумағы 0,6%-дан 1,5%-ға ұлғайған.

ЖҚЗ деректері негізінде алынған нәтижелеріміз Мойынқұм құмды массивіндегі соңғы жылдары өсімдік жамылғысының жақсарып келе жатқандығын көрсетті. Және

алынған нәтижелерімізді тексеру (верификация) мақсатында вегетациялық кезең аралығында зерттеу аумағына далалық зерттеу жұмыстары ұйымдастырылды.

Далалық зерттеу жұмыстарының нәтижелері

Далалық зерттеу жұмыстары кезінде, зерттеу аумағынан және зерттеу аумағына көршілес жатқан мал шаруашылығымен айналысатын елді-мекендер маңынан 25 негізгі нүктелерден топырақ үлгілері алынды. DJI Mavic 3 мультиспектрлі дронының көмегімен құмды массив ландшафттарының динамикасы мен дамуына әсер ететін физикалық-географиялық процестерді бақылау және Б.А. Быков (Быков, 1957) әдісімен жобалық жабындылықты анықтау жұмыстары жүргізілді.

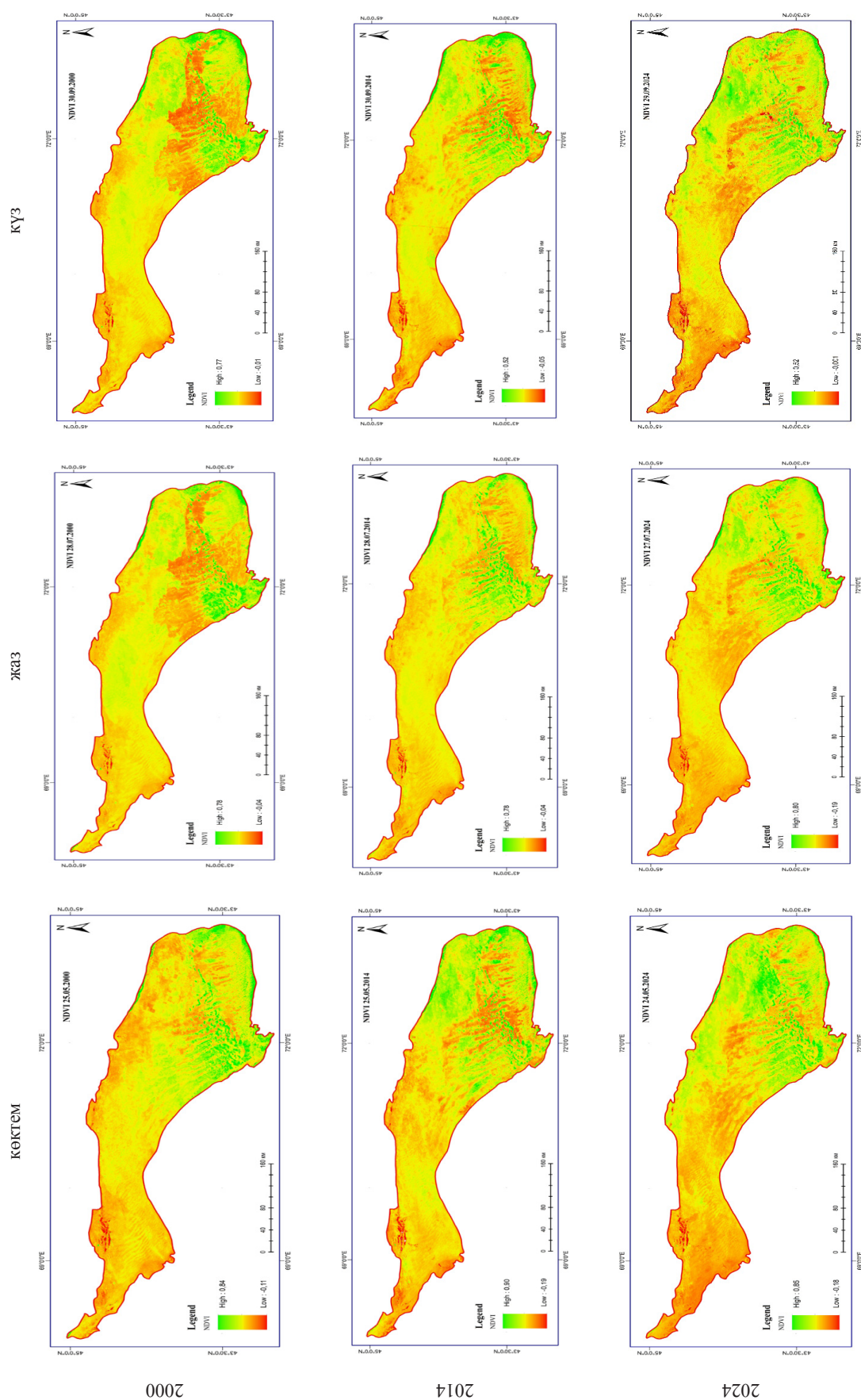
И.Г. Серебряков, Н.Т. Нечаева және басқа да ғалымдардың тіршілік формаларының классификациясына сүйене отырып, Мойынқұм құмды массивінде 9 тіршілік формасы анықталды. Флораның биоморфологиялық талдауы келесі нәтижелерді көрсетті (%): ағаштар – 1,1%; бұталар – 13,2%; бұташықтар – 2,4%; жартылай бұталар – 3,3%; жартылай бұташықтар – 3,9%; көпжылдық ұзақ вегетациялық шөптер – 26,9%; эфемероидтар – 13,4%; біржылдық ұзақ вегетациялық шөптер – 21,4%; эфемерлер – 15,4%;

Өсімдік жамылғысында көпжылдық шөптер (*Phragmites australis*, *Stipa hohennackeriana* және т.б.) елеулі орын алады, одан кейін біржылдық ұзақ вегетациялық шөптер (*Salsola paulsenii*, *S. nitraria*, *Horaninovia minor* және т.б.) саны бойынша екінші орында. Сонымен қатар, эфемерлер де өсімдік құрамында айтарлықтай орын алады (*Anisantha tectorum*, *Secale silvestris* және т.б.).

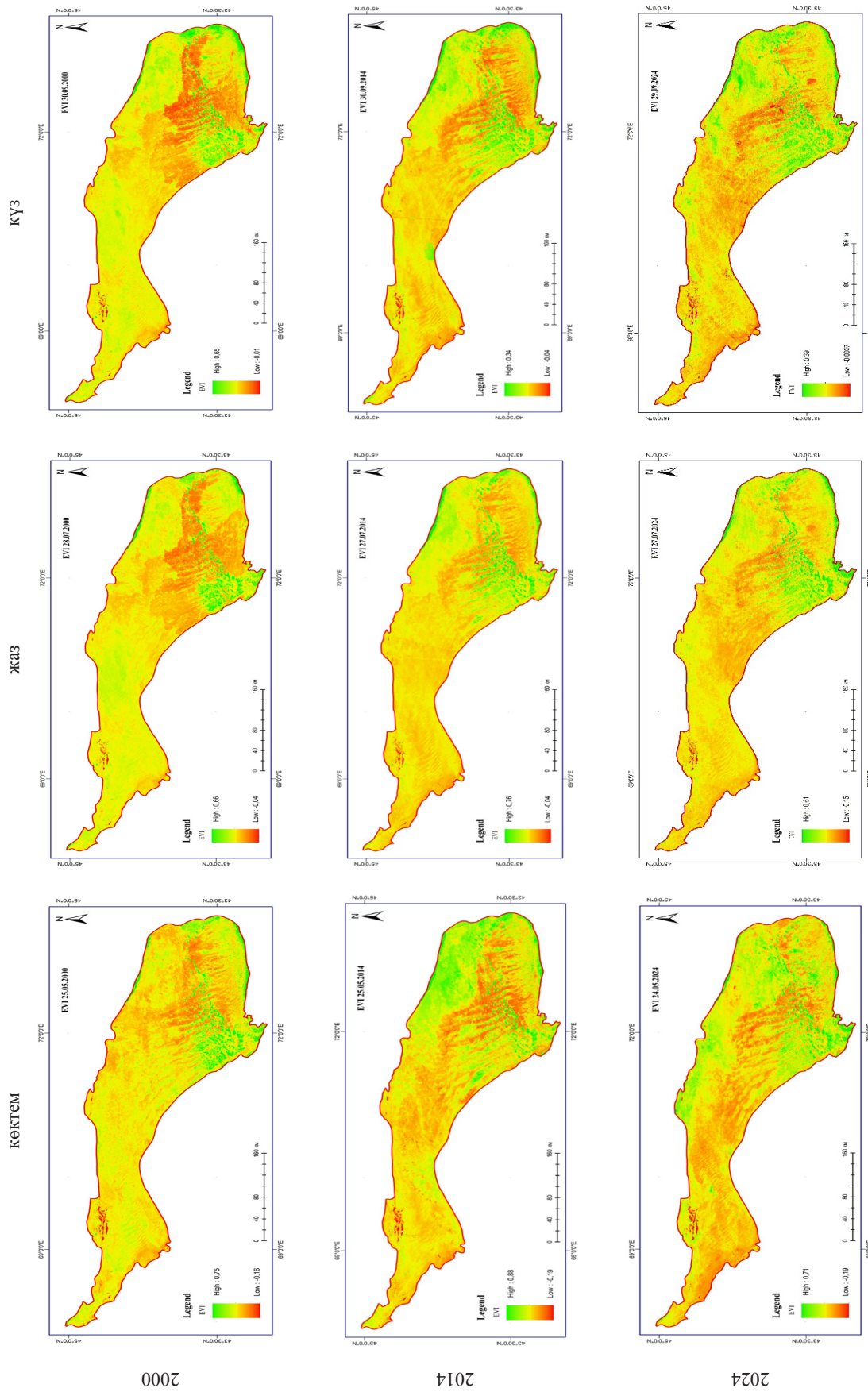
Бұталардың ішінде сексеуілдер (*Haloxylon aphyllum*, *H. persicum*), жыңғылдар (*Tamarix* түрлері) және жүзгіндер (*Calligonum* түрлері) ерекшеленеді. Жартылай бұталар қатарына теріскен (*Ceratoides papposa*, *Eurotia ewersmanniana*), жартылай бұташықтарға жусанның кейбір түрлері (*Artemisia arenaria* және т.б.), изен (*Kochia prostrata*) және басқа да өсімдіктер жатады. Экологиялық бейімделуіне байланысты кейбір өсімдік түрлері белгілі бір мекендеу ортасына қатаң бейімделген және осы ортаның шегінен тыс жерде кездеспейді. Басқа өсімдіктер әртүрлі экологиялық жағдайларда тіршілік ете алады.

1-кесте – 2000, 2014 және 2024 жылдар аралығындағы Мойынқұм құмды массивіндегі өсімдік жамылғысы көрсеткіштерінің (NDVI) өзгеру динамикасы.

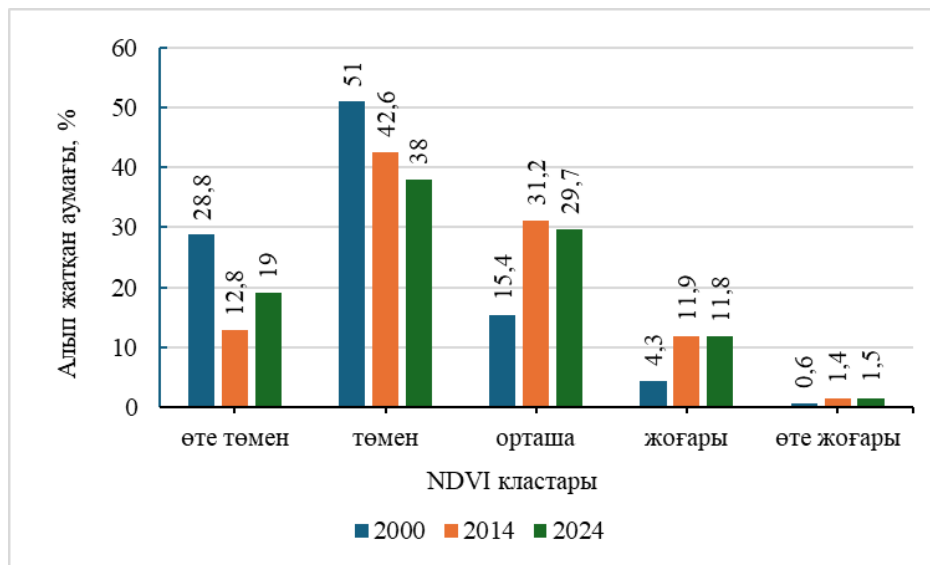
NDVI көрсеткішінің тығыздық кла- стары	2000 жылғы NDVI көрсеткіштері		2014 жылғы NDVI көрсеткіштері		2024 жылғы NDVI көрсеткіштері		2000 және 2014 жылдар аралығындағы өзгерісі		Орташа өзгеру жылдамдығы		2014 және 2024 жылдар аралығындағы өзгерісі		Орташа өзгеру жылдамдығы	
	ауданы		ауданы		ауданы		ауданы		ауданы		ауданы		ауданы	
	км²	%	км²	%	км²	%	км²	%	км²/жыл	%	км²	%	км²/жыл	%
Өте төмен (0-0.15)	12 391	28,8	5 528,7	12,8	8191,4	19	- 6862,3	-55,4	490,2	3,9	+2662,7	48,2	+266,3	4,82
Төмен (0.15-0.2)	21 979	51	18 367	42,6	16378,8	38	- 3612	-16,4	258	1,2	-1988,2	-10,8	-198,8	1,08
Орташа (0.2-0.3)	6 644	15,4	13 438	31,2	12786	29,7	+6794	102	485,3	7,3	-652	-4,9	-65,2	0,49
Жоғары (0.3-0.4)	1 834	4,3	5 143,8	11,9	5082	11,8	+3309,8	180	236,4	12,9	-61,8	-1,2	-6,2	0,12
Өте жоғары (>0.4)	241,5	0,6	612,5	1,4	651,8	1,5	+371	154	26,5	11	+39,3	6,4	+3,9	0,64
Барлығы	43 090	100	43 090	100	43 090	100	-	-	-	-	-	-	-	-



3-сурет – Мойынқұм шөлді массивінің 2000, 2014 және 2024 жылдардағы NDVI көрсеткіштері



4-сурет – Мойынқұм шөлді массивінің 2000, 2014 және 2024 жылдардағы EVI көрсеткіштері



5-сурет – Мойынқұм құмды массивіндегі өсімдік жамылғысының NDVI кластары бойынша алып жатқан аумағы, %

Өсімдіктердің бейімделу ерекшеліктерінің бірі – псаммофильділік (құмды жерлерге бейімделу). Жалпы псаммофиттер саны 96 түрді (29,1%) құрайды. Олардың ішінде ең көп таралғаны жүзгіндер (*Calligonum sp.sp.*). Далалық псаммофиттердің 9 түрі бар: *Chondrilla pauciflora*, *Scorzonera ensifolia*, *Leymus racemosus*, *Corispermum heptapotamicum*, *Silene odoratissima*, *Goldbachia laevigata* және т.б. Сонымен қатар, 17 нағыз псаммофит түрлері (*Eremopoa altaica*, *Bromus danthoniae*, *Koelpina turanica* және т.б.) және 29 псаммопетрофит түрлері (*Tragopogon ruber*, *Chenopodium botrys* және т.б.) кездеседі.

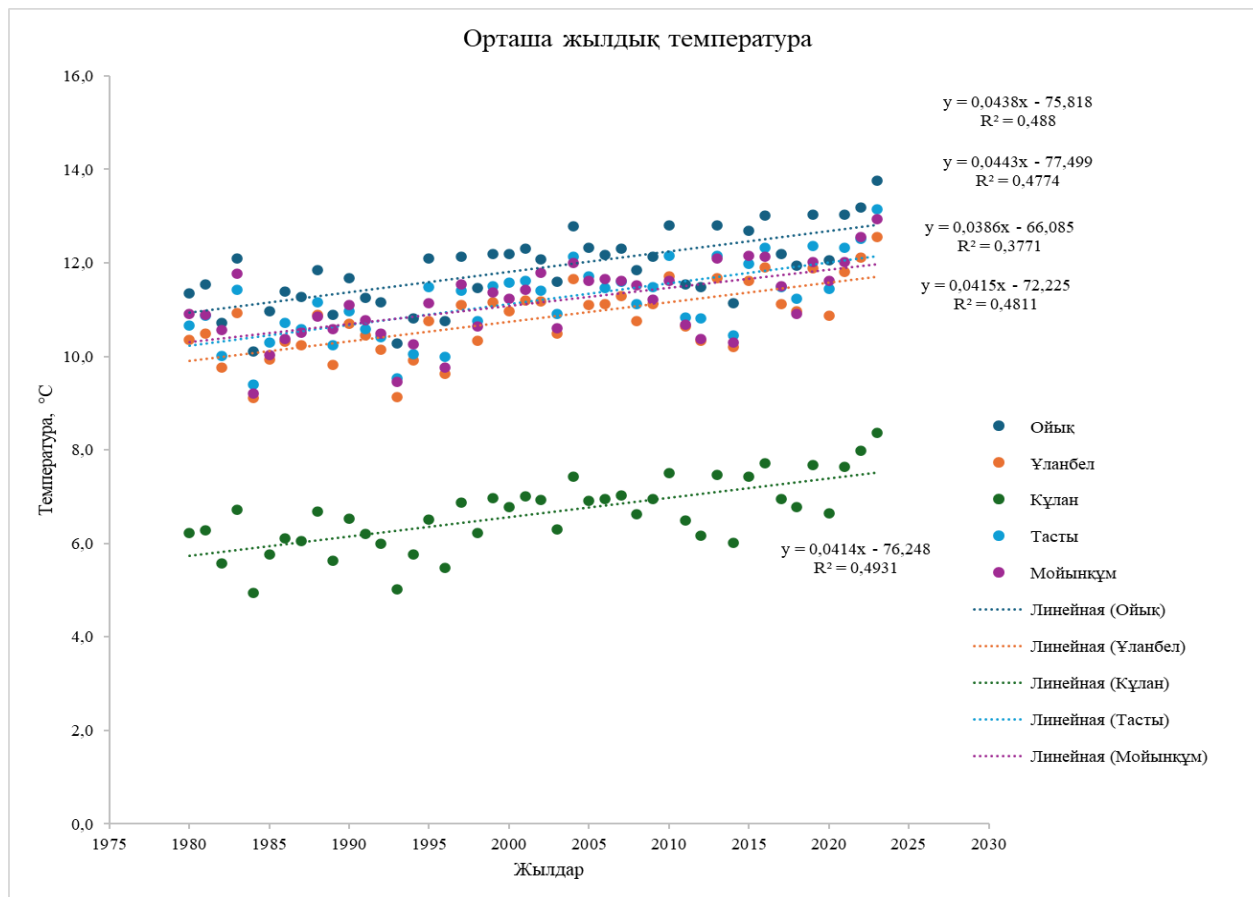
Осылайша, Мойынқұм құмды массивінің флорасы мен эко-биоморфологиялық құрамын талдай отырып, бұл аймақтың өсімдіктер әлемінде солтүстік және оңтүстік шөлді флора элементтерінің кеңінен таралғанын байқауға болады. Әсіресе, көпжылдық шөптесін өсімдіктер мен шөлдік экобиоморфтар басым, олардың ішінде псаммофиттер ерекше орын алады. Түрлік құрамында ең көп таралғандары – Тұрандық және Солтүстік Тұрандық элементтер (*Calligonum gracile*, *C. alatifforme*, *C. undulatum*, *C. murex*, *C. colubrinum*, *C. erinaceum*, *Polygonum pulvinatum*, *Astragalus karakugensis*, *A. brachypus*, *Artemisia eranthema* және т.б.). Сонымен қатар, флора құрамында Батыс Жерор-

та теңіздік (*Stipa hohenackerana*, *Calamagrostis pseudophragmites*, *Polycnemum arvense*), Жерорта теңіздік (*Ceratoides papposa*, *Chenopodium botrys*, *Halimodendron halodendron*) және Палеарктикалық элементтер (*Atriplex tatarica*, *Glycyrrhiza aspera*, *Stipa capillata*) кездеседі.

Климаттық деректерді өңдеу нәтижелері

Шөлді аймақтардағы өсімдік жамылғысының сандық өзгеру динамикасына тікелей әсер ететін факторлардың бірі – климаттық факторлар, соның ішінде температура, атмосфералық жауын-шашын және эвапотранспирация (Kleidon et al., 2000; Sun et al., 2021). Аумақтағы соңғы жылдардағы климаттық факторлардың әсерін талдау мақсатында 1980-2023 жж Ұланбел, Мойынқұм, Ойық, Тасты және Құлан метеорологиялық станцияларының (МС) көп жылдық климаттық деректері (жауын-шашын, температура) алынды.

Аталған барлық метеорологиялық станциялардың деректері бойынша соңғы жылдары орташа жылдық температура айтарлықтай жоғарылаған. Атап айтқанда, 1980-2023 жж. аралығында Ойық МС орташа жылдық температура – 2,4°C, Ұланбел МС – 2,2°C, Құлан МС – 2,2°C, Тасты МС – 2,4°C және Мойынқұм МС бойынша – 2,0°C-қа жоғарылаған (6-сурет).



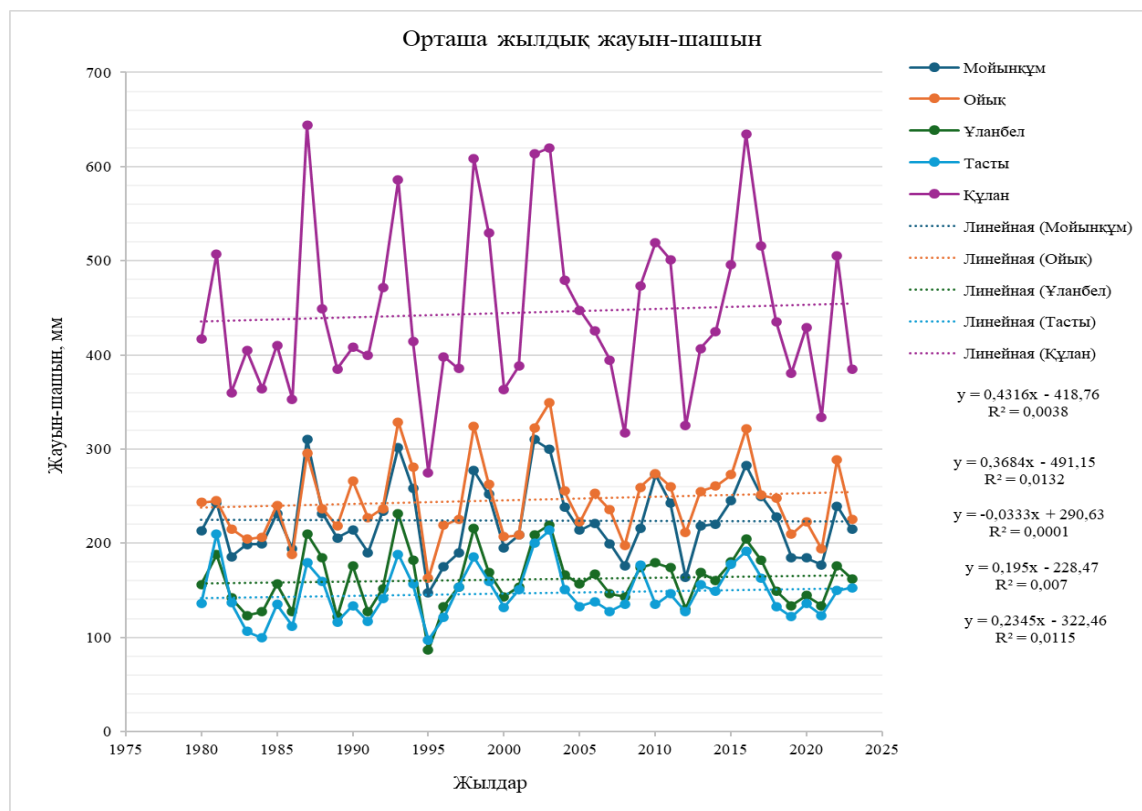
6-сурет – Зерттеу аумағындағы метеорологиялық станциялардың көпжылдық орташа жылдық температура көрсеткіштері

1980-2000 жылдар мен 2000-2023 жылдар аралығындағы орташа жылдық температура көрсеткіштерін салыстырғанда біршама айырмашылықтар байқалады. 2000-2023 жылдардағы орташа жылдық температура 1980-2000 жылдармен салыстырғанда Ойық МС – $1,1^{\circ}\text{C}$, Ұланбел МС – $1,0^{\circ}\text{C}$, Құлан МС – $1,0^{\circ}\text{C}$, Тасты $1,1^{\circ}\text{C}$ және Мойынқұм МС – $1,0^{\circ}\text{C}$ жоғары.

Зерттеу аумағында жоғарыда көрсетілген метеорологиялық станциялардың деректері бойынша 1980-2023 жж. аралығындағы орташа жылдық жауын-шашын мөлшері әр жылдары әркелкі түсіп отырған. Алайда, соңғы жылдары жалпы сызықтың трендтік көрсеткіші Мойынқұм МС басқа барлық МС жоғарлағанын көрсетті (7-сурет).

2000-2023 жылдардағы орташа жылдық жауын-шашын мөлшері 1980-2000 жылдармен

салыстырғанда Ойық МС – 12,1 мм, Ұланбел МС – 10,4 мм, Құлан МС – 20,5 мм, Тасты 9,9 мм және Мойынқұм МС – 5,5 мм-ге жоғарылаған. Зерттеу аумағындағы метеорологиялық станциялардың деректері негізінде климаттық деректерді талдай отырып, аумақтағы соңғы жылдары өсімдік жамылғысының жақсарғанына климаттық жағдайлар, соның ішінде жауын-шашын мөлшерінің көбейгенінің әсері болуы мүмкін. Құмды массивтегі өсімдік жамылғысының жақсаруына тағы бір әсер ететін негізгі факторлардың бірі – антропогендік факторлар. Атап айтқанда, ҚР АШМ Орман шаруашылығы және жануарлар дүниесі комитетінің мемлекеттік орман қоры учаскелеріндегі сексеуіл екпелерінде ағаш кесуге мораторий жариялауы, сексеуіл ағаштарының ұрығын себу мен отырғызу және т.б.



7-сурет – Зерттеу аумағындағы метеорологиялық станциялардың көпжылдық орташа жылдық жауын-шашын көрсеткіштері

Қорытынды

Мақалада мұрағаттық және өзекті ЖҚЗ мәліметтері мен көпжылдық климаттық деректер негізінде, сондай-ақ кешенді географиялық далалық жұмыстарды жүргізу арқылы Мойынқұм құмды массивіндегі өсімдіктер жамылғысының 2000-2024 жж. аралығындағы өзгеру динамикасына талдау нәтижелері сипатталды. Зерттеулер көрсеткендей, соңғы жылдары зерттеу аумағының басым бөлігінде өсімдік жамылғысының айтарлықтай жақсарғаны байқалады. ЖҚЗ деректері негізінде алынған нәтижелерді тексеру (верификация) мақсатында зерттеу аумағына далалық жұмыстар ұйымдастырылды (25 нүкте) және 5 метеорологиялық станциялардың (Ойық, Ұланбел, Құлан, Тасты және Мойынқұм) көпжылдық климаттық деректері алынып, талданды. 2000-2023 жылдардағы орташа жылдық температура 1980-2000 жылдармен салыстырғанда Ойық МС – $1,1^{\circ}\text{C}$, Ұланбел МС – $1,0^{\circ}\text{C}$, Құлан МС – $1,0^{\circ}\text{C}$, Тасты $1,1^{\circ}\text{C}$ және Мойынқұм МС – $1,0^{\circ}\text{C}$ жоғары. Сонымен қатар, 2000-2023 жыл-

дардағы орташа жылдық жауын-шашын мөлшері 1980-2000 жылдармен салыстырғанда Ойық МС – $12,1$ мм, Ұланбел МС – $10,4$ мм, Құлан МС – $20,5$ мм, Тасты $9,9$ мм және Мойынқұм МС – $5,5$ мм-ге жоғарылаған. Зерттеу аумағындағы өсімдік жамылғысының жақсаруына аумақтағы соңғы жылдары климаттық факторлар, атап айтқанда көпжылдық орташа жауын шашын-мөлшерінің артуы әсер етуі мүмкін. Сондай-ақ, аумақтағы өсімдік жамылғысының жақсаруына әсер еткен бірнеше антропогендік факторлар да бар. Атап айтқанда, ҚР АШМ Орман шаруашылығы және жануарлар дүниесі комитетінің мемлекеттік орман қоры учаскелеріндегі сексеуіл екпелерінде ағаш кесуге мораторий жариялауы және сексеуіл ағаштарының ұрығын себу мен отырғызу шаралары.

Қаржыландыру туралы ақпарат/алғыс

Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырды (грант № AP19680487).

Әдебиеттер

- Aquino, D. D. N., Rocha Neto, O. C. D., Moreira, M. A., Teixeira, A. D. S., & Andrade, E. M. D. Use of remote sensing to identify areas at risk of degradation in the semi-arid region // *Revista Ciência Agronômica*. – 2018. – Т. 49. – С. 420-429. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20180047>
- Bedunah, D. J., & Angerer, J. P. Rangeland degradation, poverty, and conflict: how can rangeland scientists contribute to effective responses and solutions? // *Rangeland Ecology & Management*. – 2012. – Т. 65. – №. 6. – С. 606-612.
- Бижанова Г.К. Антропогенные смены пастбищ Мойынкумов и их картографирование. – Наука. КазССР, Алма-Ата 164 с.
- Быков Б.А. Геоботаника. – Алма-Ата, 1957. – С. 22–23.
- Вин Т.Ш.В., Алимаев И., Уткелов Б. Казахстан. Пастбищные угодья в переходный период: ресурсы, пользователи и рациональное использование //Технический документ всемирного банка. Департамент экологически и социально устойчивого развития Региона Европы и Центральной Азии Штаб квартира. 2002, – 1818.
- Фаизов К. III. Почвы пустынной зоны Казахстана. Алма-Ата, 1983. – 240 с.
- Hankerson, B. R., Schierhorn, F., Prishchepov, A. V., Dong, C., Eisfelder, C., & Müller, D. Modeling the spatial distribution of grazing intensity in Kazakhstan // *PLoS One*. – 2019. – Т. 14. – №. 1. – С. e0210051. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210051>
- Herrero, M., Grace, D., Njuki, J., Johnson, N., Enahoro, D., Silvestri, S., & Rufino, M. C. The roles of livestock in developing countries // *Animal*. – 2013. – Т. 7(s1). – С. 3-18. <https://doi.org/10.1017/S1751731112001954>
- Issanova G., Saparov A., Ustemirova A. Soil degradation and desertification processes within Kazakhstan // *Ecology of Urban Areas*. – 2014. – С. 429.
- «Қазақстан Республикасы табиғи жем-шөп алқаптарының ірі масштабты (1:1 000 – 1:100 000) геоботаникалық іздестірулерін жүргізу жөніндегі әдістемелік бекіту туралы» Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрінің 2022 жылғы 3 қазандағы № 314 бұйрығы. 2022 ж 5-қазан. № 30043 <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2200030043#z457>
- ҚР Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігі Ұлттық статистика бюросы. Қазақстан Республикасындағы ауыл, орман және балық шаруашылығы өнімдерінің (көрсетілетін қызметтерінің) жалпы шығарылымы, Астана, 2022.
- Kleidon A., Fraedrich K., Heimann M. A green planet versus a desert world: Estimating the maximum effect of vegetation on the land surface climate // *Climatic Change*. – 2000. – Т. 44. – С. 471-493. <https://doi.org/10.1023/A:1005559518889>
- Kriegler, F. J., Malila, W. A., Nalepka, R. F., & Richardson, W. Preprocessing transformations and their effects on multispectral recognition // *Remote Sensing of Environment*, VI. – 1969. – С. 97.
- Lebed L., Qi J., Heilman P. An ecological assessment of pasturelands in the Balkhash area of Kazakhstan with remote sensing and models // *Environmental Research Letters*. – 2012. – Т. 7. – №. 2. – С. 025203. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/2/025203>
- Manceron S., Ben-Ari T., Dumas P. Feeding proteins to livestock: Global land use and food vs. feed competition // *OCL Oilseeds and Fats Crops and Lipids*. – 2014. – Т. 21. – №. 4. – С. 10. <https://doi.org/10.1051/ocl/2014020>
- Методика определения запасов лекарственных растений. – М., 1986. – 50 с.
- Nasiyev, B., Shibaikin, V., Bekkaliyev, A., Zhanatalapov, N. Z., & Bekkaliyeva, A. Changes in the quality of vegetation cover and soil of pastures in semi-deserts of West Kazakhstan, depending on the grazing methods // *Journal of Ecological Engineering*. – 2022. – Т. 23. – №. 10. <https://doi.org/10.12911/22998993/152313>
- Национальный атлас Республики Казахстан. Том 1: Природные условия и ресурсы, 2010. Алматы, 150 с.
- Пастбищные ресурсы Республики Казахстан (геопортал ГИС-Пастбища) Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства (КазНИИЖИК) <http://kazniizhik-pastures.kz>
- Плиск Р.П. Изменение растительности дельты р. Или при зарегулировании стока. – Алма-Ата: Наука, 1981. – 216 с.
- Почвы Казахской ССР. Выпуск 7. Жамбулская область. Алма-Ата, 1967. – 367 с.
- РГП «Казгидромет». Государственный водный кадастр Республики Казахстан. Раздел 1 «Поверхностные воды». Ежегодные сведения о режиме и ресурсах поверхностных вод суши за 2020 г. Выпуск 6. Бассейны рек Шу и Талас. – Нур-Султан, 2022. – С. 58.
- Sahebjalal E., Dashtekian K. Analysis of land use-land covers changes using normalized difference vegetation index (NDVI) differencing and classification methods // *African Journal of Agricultural Research*. – 2013. – Т. 8. – №. 37. – С. 4614–4622. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.1825>
- Senda, T. S., Kiker, G. A., Masikati, P., Chirima, A., & van Niekerk, J. Modeling climate change impacts on rangeland productivity and livestock population dynamics in Nkayi District, Zimbabwe // *Applied Sciences*. – 2020. – Т. 10(7). – С. 2330. <https://doi.org/10.3390/app10072330>
- Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T. D., Castel V., de Haan C. Livestock’s long shadow: environmental issues and options. The Livestock EadI, editor. Rome: FAO; 2006.
- Suleimenov, M., Saparov, A., Akshalov, K., & Kaskarbayev, Z. Land degradation issues in Kazakhstan and measures to address them: research and adoption // *Pedologist*. – 2012. – Т. 55. – №. 3. – С. 373-381. https://doi.org/10.18920/pedologist.55.3_373
- Sun, Z., Mao, Z., Yang, L., Liu, Z., Han, J., Wanag, H., & He, W. Impacts of climate change and afforestation on vegetation dynamic in the Mu Us Desert, China // *Ecological Indicators*. – 2021. – Т. 129. – С. 108020. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108020>
- Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель в Республике Казахстан за 2022 год –г.Нур-Султан: Комитет по управлению земельными ресурсами Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, 2022 г. 321 с.
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. L. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2011. – Т. 108. – №. 50. – С. 20260-20264. <https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>

Yin, G., Hu, Z., Chen, X., & Tiyyip, T. Vegetation dynamics and its response to climate change in Central Asia // *Journal of Arid Land*. – 2016. – T. 8. – C. 375-388. <https://doi.org/10.1007/s40333-016-0043-6>

References

- Aquino, D. D. N., Rocha Neto, O. C. D., Moreira, M. A., Teixeira, A. D. S., & Andrade, E. M. D. (2018) Use of remote sensing to identify areas at risk of degradation in the semi-arid region // *Revista Ciência Agronômica*, v. 49. – pp. 420-429. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20180047>
- Bedunah, D. J., & Angerer, J. P. (2012) Rangeland degradation, poverty, and conflict: how can rangeland scientists contribute to effective responses and solutions? // *Rangeland Ecology & Management*, v. 65. – №. 6. – pp. 606-612.
- Bizhanova G.K. (1989) Antropogennyye smeny pastbishch Moinkumov i ikh kartografirovaniye. [*Anthropogenic changes of Moyinkum pastures and their mapping*]– Nauka. KazSSR, Alma-Ata, P. 164.
- Bykov B.A. (1957) *Geobotanika [Geobotany]*. – Alma-Ata, – P. 22–23.
- Vin T.Sh.V., Alimaev I., Utkelov B. (2002) Kazakhstan. Pastbishchnyye ugod'ya v perekhodnyy period: resursy, pol'zovateli i ratsional'noye ispol'zovaniye [Pasture lands in transition: resources, users and rational use] // *Tekhnicheskiiy dokument vsemirnogo banka. Departament ekologicheskii i sotsial'no ustoychivogo razvitiya Regiona Evropy i Tsentral'noy Azii Shtab kvartira*. – 1818.
- Faizov K. Sh. (1983) *Pochvy pustynnoy zony Kazakhstana [Soils of the desert zone of Kazakhstan]*. Alma-Ata, P. 240.
- Hankerson, B. R., Schierhorn, F., Prishchepov, A. V., Dong, C., Eissfelder, C., & Müller, D. (2019) Modeling the spatial distribution of grazing intensity in Kazakhstan // *PLoS One*, v. 14. – №. 1. – p. e0210051. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210051>
- Herrero, M., Grace, D., Njuki, J., Johnson, N., Enahoro, D., Silvestri, S., & Rufino, M. C. (2013) The roles of livestock in developing countries // *Animal*, v. 7(s1). – pp. 3-18. <https://doi.org/10.1017/S1751731112001954>
- Issanova G., Saparov A., Ustemirova A. (2014) Soil degradation and desertification processes within Kazakhstan // *Ecology of Urban Areas*, P. 429.
- “Kazakhstan Respublikasy tabigi zhem-shöp alqaptarynyñ iri masshtaby (1:1 000 – 1:100 000) geobotanikalyq izdestirulerin zhurgizu jöindegі ädistemeni bekіtu turaly” Kazakhstan Respublikasy Aul sharuwashylygy ministriniñ 2022 jyly 3 qazandaghy № 314 buıryghy. 2022 j. 5-qazan. № 30043 <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2200030043#z457>
- KR Strategiyalyq zhosparlau jäne reformalar agenttiği Ulttyq statistika byurosy (2022). Kazakhstan Respublikasyndaghy aul, orman jäne balyq sharuwashylyghy önimderiniñ (körsetiletin qyzmetteriniñ) jalpy shygharylymy, Astana. P.363.
- Kleidon A., Fraedrich K., Heimann M. A green planet versus a desert world: Estimating the maximum effect of vegetation on the land surface climate // *Climatic Change*. – 2000. – T. 44. – pp. 471-493. <https://doi.org/10.1023/A:1005559518889>
- Kriegler, F. J., Malila, W. A., Nalepka, R. F., & Richardson, W. (1969) Preprocessing transformations and their effects on multispectral recognition // *Remote Sensing of Environment*, VI, P. 97.
- Lebed L., Qi J., Heilman P. (2012) An ecological assessment of pasturelands in the Balkhash area of Kazakhstan with remote sensing and models // *Environmental Research Letters*, v. 7. – №. 2. – P. 025203. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/2/025203>
- Manceron S., Ben-Ari T., Dumas P. (2014) Feeding proteins to livestock: Global land use and food vs. feed competition // *OCL Oilseeds and Fats Crops and Lipids*, v. 21. – №. 4. – P. 10. <https://doi.org/10.1051/ocl/2014020>
- Metodika opredeleniya zapasov lekarstvennykh rasteniy (1986) [Methodology for determining stocks of medicinal plants], M, P. 50.
- Nasiyev, B., Shibaikin, V., Bekkaliyev, A., Zhanatalapov, N. Z., & Bekkaliyeva, A. (2022) Changes in the quality of vegetation cover and soil of pastures in semi-deserts of West Kazakhstan, depending on the grazing methods // *Journal of Ecological Engineering*, v. 23. – №. 10. <https://doi.org/10.12911/22998993/152313>
- Natsionaldy atlas Respublikasy Kazakhstan (2010) [National Atlas of the Republic of Kazakhstan]. Tom 1: Tabiğī jağdaylar men resursttar, Almaty, P. 150.
- Pastbishchnyy resursy Respubliki Kazakhstan (geoportal GIS-Pastbishcha) Kazakhstanskiy nauchno-issledovatel'skiy institut zhivotnovodstva i kormoproizvodstva (KazNIIZhiK) <http://kazniizhik-pastures.kz>
- Plisak R.P. (1981) Izmeneniye rastitel'nosti del'ty r. Ili pri zaregulirovaniy stok. [Vegetation change in the delta of the river. Or when regulating the flow] – Alma-Ata: Nauka, P. 216.
- Pochvy Kazakhskoy SSR. (1967) [The soils of the Kazakh SSR] Vypusk 7. Zhambylskaya oblast'. Alma-Ata, P. 367.
- RGP «Kazgidromet». (2022) Gosudarstvennyy vodnyy kadastr Respubliki Kazakhstan. Razdel 1 «Poverkhnostnye vody». Ezhegodnye svedeniya o rezhime i resursakh poverkhnostnykh vod sushchi za 2020 g. Vypusk 6. Basseyiny rek Shu i Talas. – Nur-Sultan, P. 58.
- Sahebjalal E., Dashtekian K. (2013) Analysis of land use-land covers changes using normalized difference vegetation index (NDVI) differencing and classification methods // *African Journal of Agricultural Research*. v. 8. – №. 37. – pp. 4614–4622. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.1825>
- Senda, T. S., Kiker, G. A., Masikati, P., Chirima, A., & van Niekerk, J. (2020) Modeling climate change impacts on rangeland productivity and livestock population dynamics in Nkayi District, Zimbabwe // *Applied Sciences*, v. 10(7). – P. 2330. <https://doi.org/10.3390/app10072330>
- Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T. D., Castel V., de Haan C. (2006) *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. The Livestock EADI, editor. Rome: FAO.
- Suleimenov, M., Saparov, A., Akshalov, K., & Kaskarbayev, Z. (2012) Land degradation issues in Kazakhstan and measures to address them: research and adoption // *Pedologist*, v. 55. – №. 3. – pp. 373-381. https://doi.org/10.18920/pedologist.55.3_373

- Sun, Z., Mao, Z., Yang, L., Liu, Z., Han, J., Wanag, H., & He, W. (2021) Impacts of climate change and afforestation on vegetation dynamic in the Mu Us Desert, China // *Ecological Indicators*, v. 129. – P. 108020. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108020>
- Svodnyy analiticheskiy otchet o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Respublike Kazakhstan za 2022 god – g. Nur-Sultan: Komitet po upravleniyu zemel'nyimi resursami Ministerstva sel'skogo khozyaystva Respubliki Kazakhstan, p. 321
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture // *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 108. – №. 50. – P. 20260-20264. <https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>
- Yin, G., Hu, Z., Chen, X., & Tiyyip, T. (2016) Vegetation dynamics and its response to climate change in Central Asia // *Journal of Arid Land*, v. 8. – P. 375-388. <https://doi.org/10.1007/s40333-016-0043-6>

Авторлар туралы мәлімет:

- Зұлпыхаров Канат Базарбаевич (корреспондент автор) – PhD candidate, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ Ғарыштық технологиялар және ЖҚЗ орталығының директоры (Алматы қ., Қазақстан, эл.пошта: kanat.zulpykharov@gmail.com);
- Токбергенова Айгул Абдугаппаровна – з.ғ.к., доцент, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ География, жерге орналастыру және кадастр кафедрасының меңгерушісі (Алматы қ., Қазақстан, эл.пошта: tokbergen@mail.ru);
- Каирова Шнар Галымовна – PhD, КЕАҚ «Торайғыров университеті» География және туризм кафедрасы (Павлодар қ., Қазақстан, эл.пошта: shynar_kairova@mail.ru);
- Таукебаев Омиржан Жалғасбекович – PhD candidate, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ Инжиниринг және жоғары технологиялар кластері бас директорының орынбасары, картография және геоинформатика кафедрасының аға оқытушысы (Алматы қ., Қазақстан, эл.пошта: omirzhan.taukebayev@kaznu.edu.kz);
- Салмурзаұлы Руслан – PhD, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Экология және биоресурстардың тұрақтылығы» ҒЗИ жетекші ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан, эл.пошта: ruslan.salmurzauli@gmail.com);
- Әлшериева Даная Ерланқызы – 1-курс докторанты, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ География, жерге орналастыру және кадастр кафедрасы (Алматы қ., Қазақстан, эл.пошта: alsheriyevad@gmail.com);
- Тұрымтаев Жанарыс Бақытжанұлы – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ Ғарыштық технологиялар және ЖҚЗ орталығының маманы, Картография және геоинформатика кафедрасының 1-курс докторанты (Алматы қ., Қазақстан, эл.пошта: zhanarys131@gmail.com);
- Дүйсенбаев Салават Маратович – аға оқытушы, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ География, жерге орналастыру және кадастр кафедрасы (Алматы қ., Қазақстан, эл.пошта: duysenbaev@mail.ru);

Information about the authors:

- Zulpykharov Kanat (corresponding author) – PhD candidate, Director of the Center for Space Technologies and RAS of the Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: kanat.zulpykharov@gmail.com);
- Tokbergenova Aigul – Candidate of Geological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Geography, Land Management and Cadastre of the Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: tokbergen@mail.ru);
- Kairova Shnar – PhD, Department of Geography and Tourism, Toraigyrov University (Pavlodar, Kazakhstan, e-mail: shynar_kairova@mail.ru);
- Taukebayev Omirzhan – PhD candidate, Deputy Director General of the Engineering and High Technologies Cluster of Al-Farabi Kazakh National University, Senior Lecturer of the Department of Cartography and Geoinformatics (Almaty, Kazakhstan, e-mail: omirzhan.taukebayev@kaznu.edu.kz);
- Salmurzauli Ruslan – PhD, Leading Researcher of the Research Institute of Ecology and Sustainability of Bioresources, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: ruslan.salmurzauli@gmail.com);
- Alsherieva Danaya – 1st year doctoral student, Department of Geography, Land Management and Cadastre, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: alsheriyevad@gmail.com);
- Turymtaev Zhanarys – Specialist of the Center for Space Technologies and RAS, Al-Farabi Kazakh National University, 1st year doctoral student, Department of Cartography and Geoinformatics (Almaty, Kazakhstan, e-mail: zhanarys131@gmail.com);
- Duysenbaev Salavat – Senior Lecturer, Department of Geography, Land Management and Cadastre, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: duysenbaev@mail.ru);

Келіп түсті: 5 желтоқсан 2024 жыл
Қабылданды: 20 ақпан 2025 жыл

А.Г. Валеев¹, Х.А. Айткул², Г.Е. Сабденова^{3*},

Д.С. Байгунаков³, О.В. Перзашкевич⁴

¹ АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан

² Государственный историко-культурный музей-заповедник «Есік», Есик, Казахстан

³ КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

⁴ БГУ, Минск, Белоруссия

*e-mail: gulmiras2801@gmail.com

РОЛЬ СОВРЕМЕННОГО РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЯ В ИССЛЕДОВАНИИ ДРЕВНИХ ЗАХОРОНЕНИЙ (по материалам Когалинской долины)

Изменения естественных условий поверхности рельефа, под действием природных и антропогенных факторов становятся причиной нарушения и утраты памятников истории. Целью является изучение современного рельефа бассейна р. Карабулак с использованием геоинформационных систем для поиска и идентификации захоронений, определения современных геоморфологических условий для предупреждения разрушения археологического ландшафта местности. В работе представлены новые данные о современном состоянии рельефа бассейна и обоснованы подверженность к процессам эрозии участков долины с захоронениями. Эти результаты представляют практический интерес для изучения древних захоронений, также оценки изменения ландшафтов и климата за период существования археологического памятника. В исследовании использовались фондовые материалы, данные дистанционного зондирования, аэрофотосъемка на местности, геопространственный анализ и картографирование. В результате выполнен морфометрический анализ рельефа, построены карты гипсометрии, крутизны уклона и экспозиции склонов, геоморфологический анализ местности, построена карта современного рельефа. Всего определено 211 захоронений, круглые по форме с насыпью, из них с рвом и насыпью по окружности 14 курганов. Из них 30 захоронений оказались в зоне воздействия линейной и шлейфовой эрозии, так как расположены на современной террасе р. Карабулак. Определены 23 захоронения подверженные разрушению в результате распашки. Выявление уязвимых или стабильных участков захоронений позволяют исследователям археологам разрабатывать и рекомендовать мероприятия по мониторингу и управлению в соответствии с требованиями охраны исторических объектов и рационального землепользования.

Ключевые слова: рельеф, эрозия, могильники, морфометрия, аэрофотосъемка, геоинформационные системы.

A.G. Valeyev¹, Kh.A. Aitkul², G.E. Sabdenova^{3*},

D.S. Baigunakov³, O.V. Perzashkevich⁴

¹JSC "Institute of Geography and Water Safety", Almaty, Kazakhstan

²State Historical and Cultural Museum-Reserve "Esik", Esik, Kazakhstan

³Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

⁴BSU, Minsk, Belarus

*e-mail: gulmiras2801@gmail.com

The role of modern relief formation in the study of ancient burial mounds (based on the materials of Kogali valley)

Changes in the natural conditions of the relief surface, under the influence of natural and anthropogenic factors become the cause of disturbance and loss of historical monuments. The aim is to study the modern relief of the Karabulak River basin using geoinformation systems to search and identify burials, to determine the current geomorphological conditions to prevent the destruction of the archaeological landscape of the area. The work presents new data on the current state of the basin relief and substantiates susceptibility to erosion processes of the valley areas with burials. These results are of practical interest for the management of ancient burials and the assessment of landscape and climate change over the period of burials. The study utilized stock materials, remote sensing data, aerial field photography, geospatial analysis and mapping. As a result, morphometric analysis of the relief was performed, maps of

hypsoetry, steepness of slope and slope exposure were constructed; geomorphological analysis of the terrain was carried out, and a map of modern relief was constructed. A total of 211 burials were identified, circular in shape with an embankment, of which 14 burials with a ditch and an embankment around the circumference. Of these, 30 burials were in the zone of linear and plume erosion, as they are located on the modern terrace of the Karabulak River. Identified 23 burial sites susceptible to destruction as a result of ploughing. Identification of vulnerable or stable burial sites allows archaeological researchers to develop and recommend monitoring and management measures in accordance with the requirements of protection of historical sites and rational land use.

Key words: relief, erosion, mounds, morphometry, aerial photography, geoinformation systems.

А.Г. Валеев¹, Х.А. Айткул², Г.Е. Сабденова^{3*},
Д.С. Байгунаков³, О.В. Перзашкевич⁴

¹"География және су қауіпсіздігі институты" АҚ, Алматы, Қазақстан

²«Есік» мемлекеттік тарихи-мәдени музей-қорығы, Есік, Қазақстан

³Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан

⁴БГУ, Минск, Белоруссия

*e-mail: gulmiras2801@gmail.com

Заманауи рельефті қалыптастырушылардың ежелгі жерлеу орындарын зерттеудегі рөлі (Қоғалы алқабы материалдары бойынша)

Табиғи және антропогендік факторлар ықпалы нәтижесінде рельефтің үстіңгі қабаттарындағы өзіндік қалыпты жағдайлардың өзгеруі тарихи ескерткіштердің бүлінуіне және жоғалып кетуіне алып келуде. Мақала мақсатына геоақпараттық жүйелерді пайдалана отырып Қарабұлақ өзені су алабындағы заманауи рельефтегі жерлеу орындарын іздестіру мен идентификациялау үшін зерттеу жүргізу, жергілікті археологиялық ландшафтының бұзылуын алдын алу үшін қазіргі кездегі геоморфологиялық жағдайларды анықтау кіреді. Жұмыста су алабындағы заманауи рельеф жай-күйі туралы жаңа мәліметтер берілген және жерлеу орындары орналасқан аңғарлық телімдердің эрозиялық үдерістерге әсер етуі негізделген. Мұндай нәтижелер көне жерлеу орындарын зерттеу ісінде тәжірбиелік жағынан қызығушылық туындатады және археологиялық ескерткіш жасалынған кезден бергі кезеңдегі ландшафт пен климаттағы өзгерістерді бағалауға мүмкіндік береді. Зерттеу жұмысында қор материалдары, қашықтықтан зондтау мәліметтері, жергілікті аудан аэрофототүсірілімі, геокеңістік талдауы мен картаға түсіру пайдаланылды. Нәтижесінде рельефтің морфометрлік талдауы жасалды, гипсометриялық карта құрастырылды, көлбеу тіктігі және беткейлердің экспозициясы анықталды, жергілікті аймақтың геоморфологиялық талдауы түзілді, қазіргі рельефтің картасы жасалынды. Зерттеу барысында дөңгелек пішінді келген үйінділерден тұратын 211 жерлеу орны анықталды, олардың арасындағы 14 обадан айналдыра қазылған шұңқыр мен үйінділер анықталды. 30 жерлеу орны линиялық және шлейфтік эрозия ықпал ететін аймақта қалған, себебі олар Қарабұлақ өзенінің қазіргі террасасында орналасқан. Жер жырту нәтижесінде бұзылған 23 жерлеу орны анықталды. Археологтарға осал немесе тұрақты жерлеу телімдерін анықтау алуан түрлі іс-шаралар үшін мониторинг жасауға және жүргізуге, тарихи нысандарды қорғау талаптарына сәйкес және жерді рационалды пайдалануға қатысты түрлі ұсыныстар даярлауға және оған жетекшілік етуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: жер бедері, эрозия, обалар, морфометрия, аэрофототүсірілім, геоақпараттық жүйелер.

Введение

Сохранность археологических летописи и ландшафтов нарушается изменениями климата, сменой землепользования и интенсивным выпасом скота (Forti и др., 2023). Данные природные и антропогенные условия становятся причиной развития эрозии, повреждения или уничтожения археологического ландшафта территории. В работе предпринята попытка применить морфометрические подходы анализа поверхности рельефа в исследованиях современного состояния, распределения, обнаруже-

ния памятников древней истории – захоронений степной цивилизации. Происходящие изменения естественных условий поверхности рельефа, под действием природных и антропогенных факторов становятся причиной нарушения и утраты памятников истории. Особенно интенсивно развивается экзогеодинамика в горных районах аридных зон, поэтому мы предлагаем в археологические исследования включать морфометрические подходы изучения рельефа захоронений.

В основном при изучении могильников, описание физико-географических условий местности, включает их месторасположение,

описание характеристик долин рек или урочищ. Однако, в данной работе мы хотим показать необходимость проведения геоморфологических исследований рельефа на этапах поиска, дешифрирования могильников, рекогносцировки местности, изучения морфометрии захоронений и мониторинга современных процессов рельефообразования.

Геоморфология предлагает множество инструментов для картирования природных и антропогенных форм рельефа и оценки их реакции на непрекращающиеся процессы выветривания, эрозии и осадконакопления (Forti и др., 2023). Актуальность геоархеологического направления подтверждается работами местных и зарубежных ученых. Изучение геолого-геоморфологических условий в контексте исследования археологических памятников эпохи средневековья в бассейне реки Талас, проводила Имангалиева М.Ж. (Imangalieva M. Z., 2023). Геоморфологическое исследование двух антропогенных курганов в Курдистане (Ирак), включали изучение текущих эрозионных процессов, разрушающих устойчивость их склонов и угрожающих сохранению местного археологического ландшафта (Forti и др., 2023).

Архитектура множества захоронений плохо сохранена, в основном из-за современного, техногенного вмешательства – прокладка дорог, постройка зданий, распашка полей для посевов и др. (Antonov и др., 2022). Наиболее распространенное разрушение насыпи древних захоронений происходит в следствии распашки, на аллювиальной равнине реки Джейхан (юго-восток Турции) курганы эпохи неолита были сровнены с землей в результате сельскохозяйственной деятельности (Bini и др., 2018). В результате распашек и изъятия грунта из насыпей для строительных нужд, оказались в той или иной степени разрушенными многие захоронения (Бейсенов и др. 2018).

Проведение подобных исследований основываются на использовании разновременных космоснимков высокого разрешения, современных инструментальных методов, включая аэрофотосъемку, ГНСС позиционирование и геоинформационные системы. Это позволяет получить достоверные данные о рельефе местности, его морфометрических характеристиках, выявления современных рельефообразующих процессов, а также возможности разработки

научно-обоснованных мероприятий. В последние годы беспилотные летательные аппараты (БПЛА) предоставили возможность быстрого получения изображений высокого разрешения, которые облегчают идентификацию и документирование археологических объектов и их особенностей (Sărășan и др., 2020). В геоархеологических исследованиях использование БПЛА, позволяет оценить скорость эрозии вдоль насыпей захоронений и риск потери археологических отложений (Forti и др., 2023). Высоким потенциалом в отечественной археологии обладает применение ГИС и космоснимков. ГИС в геоархеологии в основном используются для визуализации, задач управления информацией и исследования пространственного анализа (Menéndez-Marsh и др., 2023). На основе применения оптического спутника высокого разрешения, была создана карта крупных памятников северной речной террасы долины Уюка и проведена оценка степени их сохранности (Caspari, 2020), с помощью анализа спутниковых изображений были определены цветовые аномалии мест расположения могильников (Bini и др., 2018).

В разные годы изучение курганов в горах Жетысу Алатау основывалось на их определении, описании, раскопках и картировании. Подсчет и общее описание захоронений в долине р. Когалы выполняли (Флоринский, 1889), (Бейсенов и др. 2018).

Целью исследования является изучить современный рельеф бассейна р. Карабулак с использованием геоинформационных систем для поиска и идентификации захоронений, определения современных геоморфологических условий для предупреждения разрушения археологического ландшафта местности.

Территория исследования древних захоронений расположена в бассейне реки Карабулак, правого притока реки Терисаккан. Могильники расположены в равнинной части бассейна реки Карабулак. Площадь водосборного бассейна р. Карабулак составляет 226 квадратных км. К югу от территории исследования расположены горы Алтын Емель, на востоке граница бассейна проходит по водоразделу между бассейнами рек Когалы (на юго-западе) и Терисаккан (на северо-востоке), на востоке долина реки Баршабулак и на севере долина р. Терисаккан (рисунок 1).

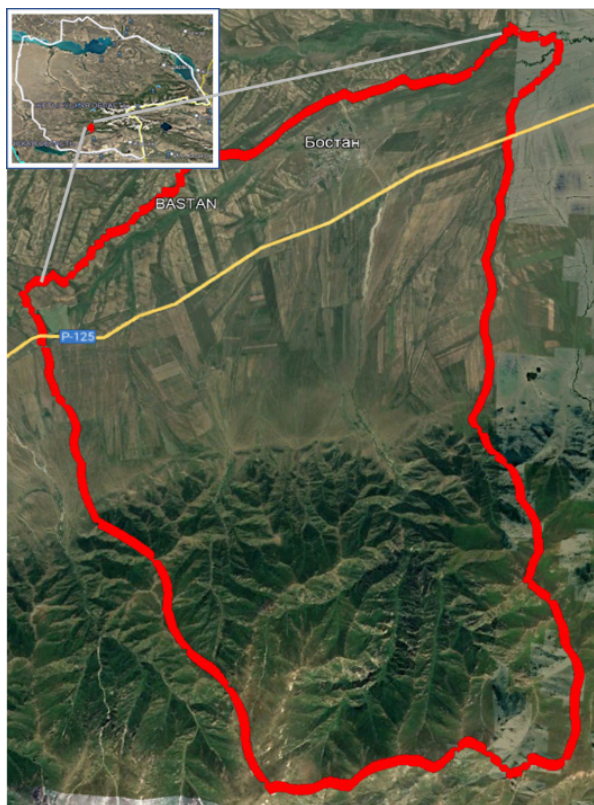


Рисунок 1 – Бассейн реки Карабулак

Материалы и методы

На первом этапе были проведены полевые рекогносцировочные исследования долины р. Когалы и Карабулак. Был выполнен обзорный осмотр могильников по маршруту, сбор геопространственной информации на местности, уточнены особенности рельефа, определены участки для проведения аэрофотосъемки. Для эффективного охвата аэрофотосъемкой, было решено снимать «цепочки» захоронений, расположенных вдоль правого борта р. Карабулак, направлением вверх по течению. Для аэрофотосъемки использовался квадрокоптер Autel Robotics V3. Аэрофотосъемка проводилась по заранее созданному полигону в приложении управления БПЛА, высота полета 100 м, перекрытие снимков 80%. Погода была ясная, безветренная, однако на местности выпал снег. Ранее аэрофотосъемку проводили в Западной части Жетысу Алатау именно в период снежного покрова на поверхности ландшафтов, чтобы передать четче «фактуру» ландшафта, исключив «текстуру» растений (Antonov и др., 2022). Всего получено более 587 аэрофотоснимков. В камеральных условиях

в программном обеспечении Agisoft Metashape, были обработаны аэрофотоснимки, создана мозаика местности (ортофотоплан) с высоким пространственным разрешением и цифровая модель местности. Анализ цифровой модели местности с созданием поперечных профилей выполнялся в программе ArcMAP 10.5.

Дешифрирование могильников выполнялось с использованием приложения Google Earth. Google Earth, крупное географическое информационное компьютерное приложение, основанное на данных наблюдения за Землей. Google Earth – бесплатный и простой в использовании инструмент для сбора, исследования и визуализации данных (Luo и др., 2018), (Green и др., 2019). Удобным инструментом выступает наличие исторических снимков на одну и ту же область. Приложения Google Earth и Bing Maps использовались казахстанскими учеными археологами для выявления памятников археологии (могильников с датировкой ранний железный век) на западных склонах Жетысу Алатау (Antonov и др., 2022).

Для изучения морфометрических условий местности использовалась цифровая модель рельефа Airbus с пространственным разрешением 24 метра. В создании карты рельефа использовались фоновые материалы Геоморфологическая карта Семиречья (Медеуов и Шарафанова, 1988), топооснова масштабом 1:200 000, лист L-44-31. Легенда классификации различных типов рельефа принята за основу на основе Геоморфологической карты Семиречья. Предварительно проведена классификация рельефа по легенде карты. Однако контуры масштаба 1:500 000 генерализованы и не отображают фактические типы рельефа. Стоит отметить, рабочий масштаб тематических карт и точность отображения геопространственных данных соответствует масштабу 1:100 000. Для уточнения контуров различных типов рельефа использовали мультиспектральные космоснимки Planet Scope, миссии Dove с разрешением 3 м. Следующим этапом было наложение полученного векторного слоя рельефа на мультиспектральный космоснимки Planet Scope, гипсометрическую карту и эрозионную сеть, созданных на основе цифровой модели рельефа. Контуры векторного слоя рельефа по всей территории не совпадали с очертаниями и фактическим расположением форм рельефа. На данном примере фоновые тематические карты при крупномасштабном исследовании имеют значительную погрешность,

однако классическая классификация рельефа, достаточно точно передает описание. Поэтому в работе были проведены корректировки контуров, а также выделение других форм рельефа, в соответствии геоморфологией местности.

Территорию исследования – водосборный бассейн, получены инструментами модуля Гидрология (ArcMAP 10.5.), внутри водосборного бассейна Терисаккан определением точки устья, место впадения реки Карабулак в Терисаккан.

Обработка геопространственного материала проводилась в программном обеспечении ArcMAP 10.5., выполнен морфометрический анализ и построены тематические карты с использованием модулей Spatial Analyst, 3d Analyst и др..

Результаты и обсуждение

Геоморфологический анализ бассейна р. Карабулак

Гипсометрия рельефа. Создана карта «Гипсометрии рельефа», обзорной территории бассейна реки Карабулак (рисунок 2). Территория речного бассейна расположена в интервале абсолютных высот от 1300 м в устье и до 2926 м на водоразделе гор Алтын Эмель. Ширина бассейна в средней части достигает 12 км, длина до 21 км. Могильники расположены в равнинной части бассейна, на абсолютных высотах от 1300 до 1500 метров, соответственно вверх по течению от устья. На поверхности рельефа хорошо сохранились антропогенные положительные формы рельефа – могильники. Плотность расположения могильников уменьшается с востока на запад и ближе к водоразделу с долиной реки Когалы, где они практически не встречаются. Могильники имеют характерное субмеридиональное продольное расположение вдоль речных пойм и эрозионных борозд временных водотоков, образуя «цепочки». Всего на территории насчитывается до 10 «цепочек» могильников с преобладающим направлением с юго-запада на северо-восток. Стоит отметить, могильники с окружностью по периметру с характерным большим размером, расположены вдоль русла р. Карабулак.

Относительные высоты территории исследования составляют более 1600 метров на расстоянии всего 21 км. Учитывая расположение на водоразделах с восточной и южной стороны, на территории наблюдается достаточно резкий перепад высот, очевиден факт высокой степени экзогеодинамики рельефа природного характера.

Это подтверждается наличием на правом борту, среднего течения р. Карабулак продольных эродированных участков шлейфового типа, образованных в результате водных потоков, вероятно талых вод. Уровень данного участка на правом борту, возможно формируется, как высокая пойма или первая надпойменная терраса. Средняя ширина эродированного шлейфового участка в пределах 500 метров, длиной 4,5 км. Стоит отметить, ширина надпойменной террасы увеличивается по мере уменьшения крутизны наклона равнины и продолжается на севере до насыпи полотна автодороги Когалы-Коксу. Расположение на речной надпойменной террасе более 30 могильников, дают основание заявить, что ранее здесь была более устойчивая территория без признаков площадной эрозии поверхностного слоя в результате воздействия водных потоков. Очевидно, могильники устраивали, так чтобы исключить, какое либо, воздействие природных процессов, связанных с воздействием воды на тот период. Однако, на современном этапе, наблюдаются изменения в климате, стоках рек, происходят тектонические движения, усиливается антропогенное воздействие. Вследствие, чего, некогда устойчивые территории становятся центром экзогеодинамических процессов, на которых в том числе были расположены могильники. Эта гипотеза подтверждается в трудах В.М. Флоринского «Топографические сведения о курганах Семиреченской и Семипалатинской областей». Каменные могильники были расположены на небольших пригорках нижней террасы р. Коксу, очень близко к воде. Это обстоятельство показывало, что уровень вод реки Коксу, при таянии снегов, был гораздо ниже в то доисторическое время, когда были сооружены эти курганы. Если бы уровень воды был как сейчас, наверняка для них было бы выбрано более высокое место на следующей террасе, начинавшейся на расстоянии полуверсты от берега реки (Флоринский, 1889).

Уклон и экспозиция склонов. Уклон рельефа находится в пределах от 0 градусов на равнине до 56 градусов в среднегорье (рисунок 3А). Уклон равнинного рельефа, где расположены могильники находится в интервале 0-2,9 градусов. Ближе к горам, на конусах выноса уклон рельефа достигает 7 градусов. В целом исследуемый участок, характеризуется слабонаклонным рельефом с направлением уклона с юго-запада на северо-восток. Экспозиция территории исследования различная в зависимости от типов рельефа (рисунок 3Б). Так речные долины в го-

рах расположены субмеридианально, поэтому в экспозициях склона преобладают восточные и западные направления. Предгорная равнина, на которой расположены могильники имеет преимущественно северные экспозиции.

Рельеф. Для изучения расположения могильников на территории исследования в условиях современного рельефообразования, была создана карта рельефа (рисунок 4). На обзорной территории исследования определены 9 типов рельефа. Рельеф верховья бассейна р. Карабулак представляет среднегорье, интенсивно расчлененное с относительными высотами от 500 до 2000 м. Ниже к долине р. Терисаккан, рельеф переходит в низкогорье, также расчлененное с относительными высотами от 200 до 500 метров.

Опоясывает низкогорье полоса конусов выноса шириною от 1 до 7 км. Далее рельеф переходит в слаборасчлененную аккумулятивную равнину с относительными высотами до 20 м, которая на севере граничит с расчлененной аккумулятивной равниной с относительными высотами более 20 м. Река Карабулак, а также несколько крупных временных водотоков образовали высокие поймы или речные надпойменные террасы, которые расчленяют меридионально конусы выноса и аккумулятивные равнины. Могильники расположены на конусах выноса, аккумулятивных равнинах и речных надпойменных террасах. Литологическое строение основы включает суглинки, супеси, галечники, конгломераты, пески, песчаники.

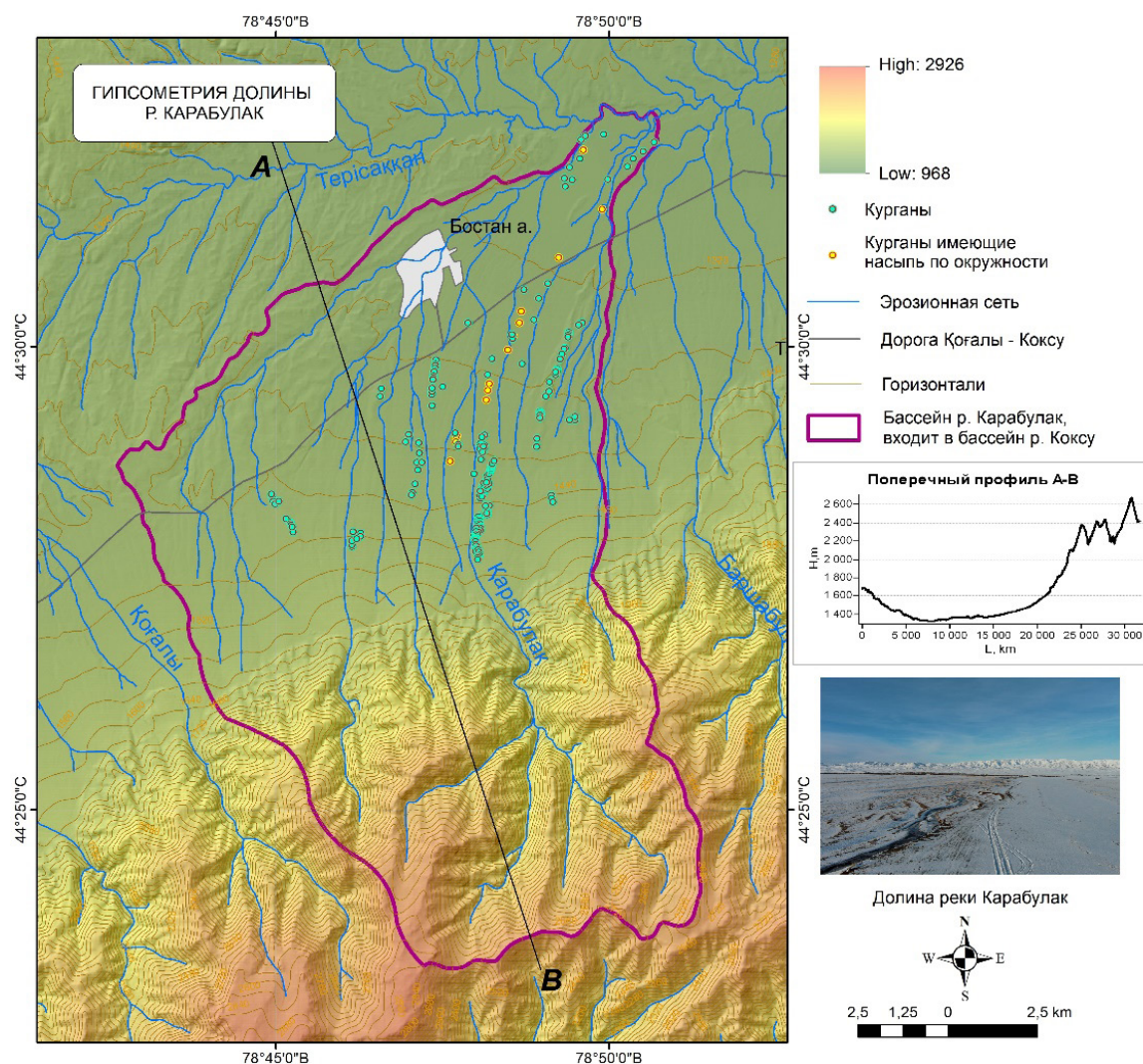


Рисунок 2 – Трехмерное изображение (гипсометрия) рельефа долины реки Карабулак

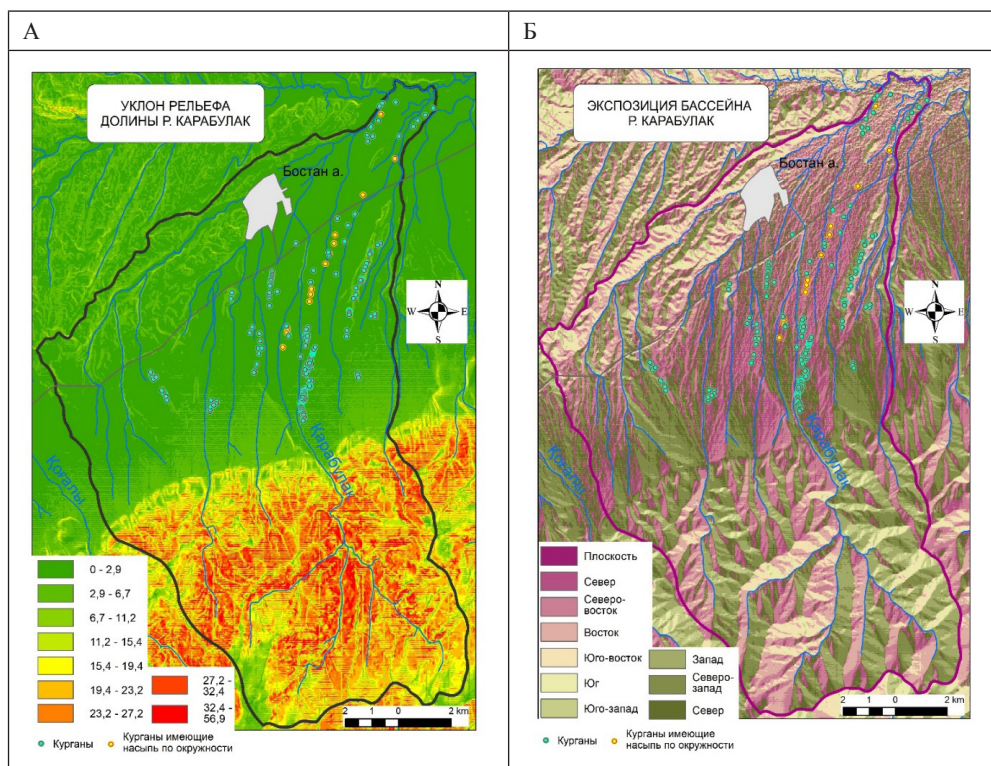


Рисунок 3 – Анализ цифровой модели рельефа а) уклон рельефа, б) экспозиция рельефа

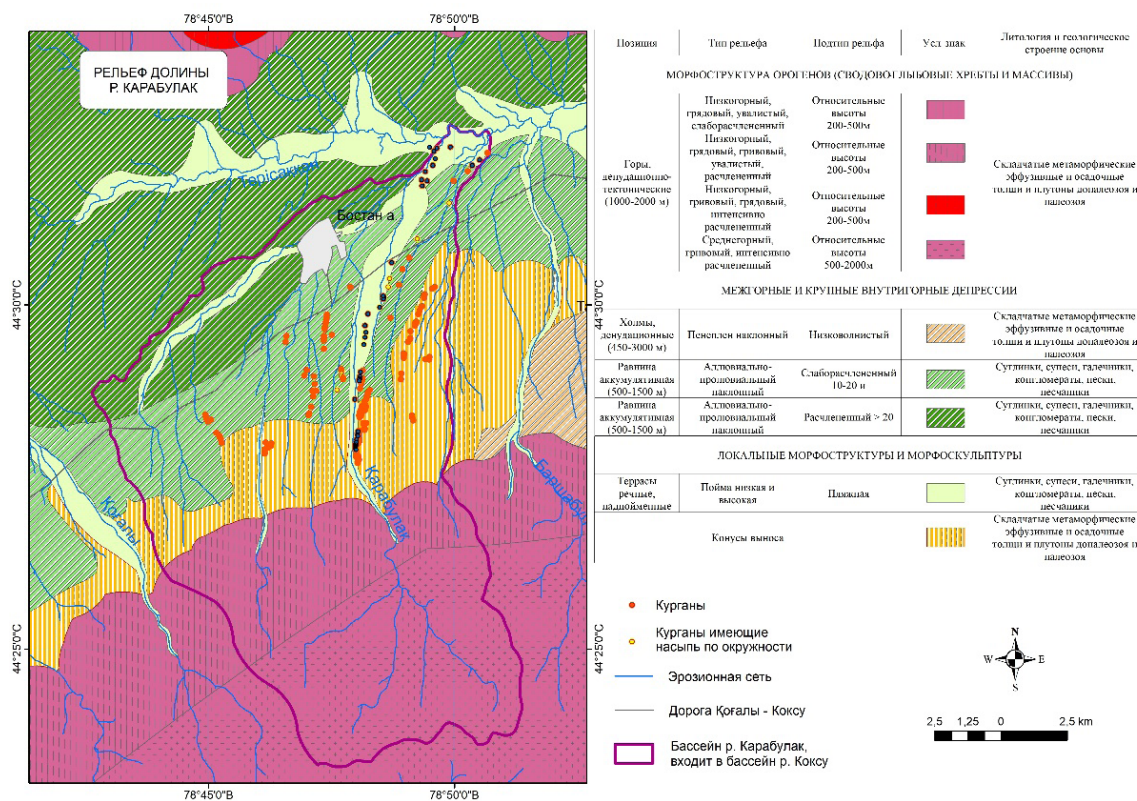


Рисунок 4 – Рельеф бассейна реки Карабулак

В основном могильники расположены на землях не используемых для сельскохозяйственного возделывания возможно из-за аллювиально-делювиальных наносов, включая валуны и галечник, регулярное подтопление речной долины в период весенних паводков, о чем свидетельствуют эрозионные борозды временных водотоков. Как ни странно, природные морфометрические условия местности, поспособствовали сохранению памятников истории до наших дней. Однако можно предположить, что могильники располагались и на равнинах

между долинами рек, которые были уничтожены распахкой полей. Так, группа могильников в количестве 23 захоронений, расположенная в соседней речной долине р. Баршабулак, в результате распахки, насыпи которых практически уничтожены (рисунок 5). Различные типы рельефа влияют на род землепользования. Например, в речных долинах антропогенная деятельность ограничивается водопоем домашних животных. Предгорные равнины, относительно ровные участки, используют в богарном и поливном земледелии.

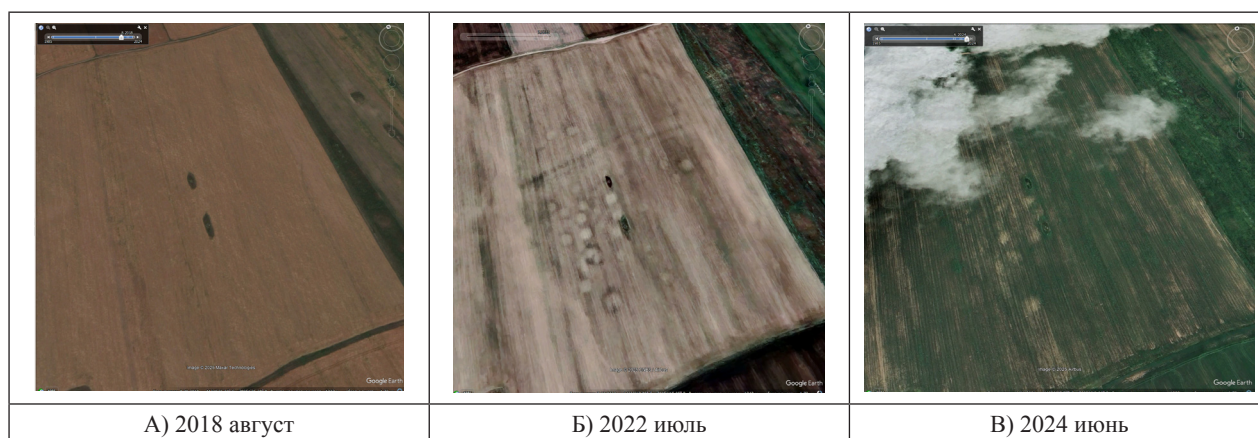


Рисунок 5 – Богарное земледелие на уничтоженных древних захоронениях в результате распахки, на снимках представлена одна местность в разные месяцы

Подверженность речных долин и прилегающих территорий к эрозионному воздействию потока воды, выноса обломочного материала ограничивают антропогенное использование этих территорий. К ним можно отнести склоны гор, конусы выноса, речные террасы, расчлененные густой овражно-балочной сетью, в результате действия постоянных и временных водотоков. Очевидно, геоморфологический фактор этих территорий, стал причиной сохранения памятников археологии. Однако и здесь, как показало исследование, происходит существенное разрушительное влияние процессов современного рельефообразования. В зоне риска оказались курганы, расположенные в долинах рек и прилегающим к ним территориям. Изменение регионального климата особенно сказывается на изменении температуры, интенсивности и количестве осадков в Центральная Азии (Fallah и др., 2024). В следствие, изменяется режим осадков, участились водно-грязевые потоки, происходит эрозия, транспортировка и аккумуляция

обломочных материалов. В результате усиления динамики рельефообразующих процессов происходит увеличение ширины пойм, образования новых форм линейной эрозии, которые эродировать основания насыпей могильников, выносят материал, способствуют их разрушению. В настоящее время некоторые курганы, оказались в потенциальной зоне эрозии и денудации. Таким образом, курганы, сохранившиеся до наших дней, подвергаются разрушению под воздействием экзогенных процессов.

Дешифрирование могильников по данным спутниковой и аэрофотосъемки.

Дешифрированы и классифицированы могильники по снимкам, всего определено 211 захоронений, круглые по форме с насыпью, из них с рвом и насыпью по окружности 14 захоронений. Могильники расположены «цепочкой» в основном вдоль долин постоянных и временных водотоков. Это обстоятельство, облегчало поиск и дешифрирование захоронений. Высокое разрешение снимков в приложение Google Earth, а

также наличие функции разновременных снимков, позволило выявить могильники.

Аэрофотосъемка могильников.

Для уточнения прямых дешифровочных признаков (характерных форм захоронений), 16 ноября 2024 года, был организован выезд на местность для проведения полевых исследований. Они включали визуальный осмотр и дополнительно аэрофотосъемка могильников на правом борту р. Карабулак для получения количественных характеристик морфометрии насыпей захоронения. В результате выполнена съемка двух участков захоронений и одного участка с захоронениями по периметру, у которых имеется ров и насыпь. Всего было получено 587 аэрофотоснимков. Несмотря, на то что в горной местности выпал снег, на основе аэрофотоснимков были построены ортофотопланы и цифровые

модели местности трех участков с высоким пространственным разрешением (рисунок 6).

На первом участке рисунок 7А по цифровой модели местности четко прослеживаются окружности вокруг могильников, а также линейные эрозионные формы, в результате деятельности временных водотоков, которые, как видно по ЦММ, проток проходит по рвам вокруг могильников и далее направляется вниз по течению. Это подтверждает выводы о происходящем изменении природных условий местности. Водный поток помимо разрушения древних насыпей по периметру захоронения, размягчает и выносит грунт непосредственно с самих могильников. Существующий риск, является основанием рассмотреть необходимость отнести данные могильники к категории аварийных.

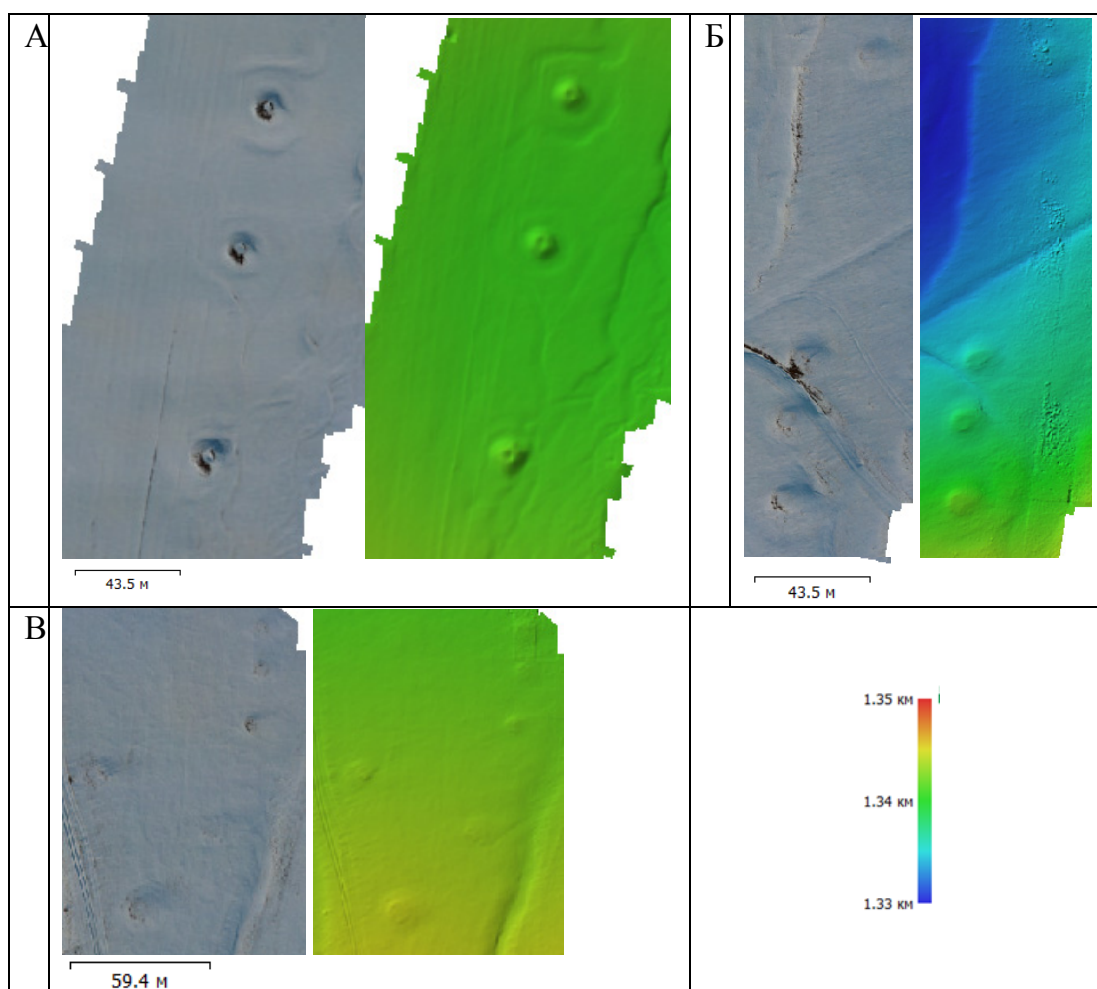


Рисунок 6 – Ортофотоплан и цифровая модель местности правого борта, среднего течения р. Карабулак

Снежный покров, как можно заметить по ортофотоплану (рисунки 6Б и 6В), закрывает дешифровочные признаки и некоторые захоронения малых размеров становятся не читаемыми. Однако, цифровая модель местности позволяет четко определить характерные формы могильников даже небольших размеров. Поэтому, основываясь на результаты исследования, мы рекомендуем при проведении археологических исследований и изучении морфометрии могильников с применением аэрофотосъемки, создавать цифровую модель местности и использовать ее как конечный результат геопространственного анализа территории.

Пример определения количественных характеристик морфометрии насыпей захоронений

на основе анализа цифровой модели местности, представлен на (рисунках 7 и 8). ЦММ позволяет построить поперечный профиль могильника. На рисунке 7 поперечные профили позволили определить, что окружность на ортофотоснимке – это ров и насыпь вокруг захоронения. Общий диаметр могильника на рисунке 8А достигает 94 метров, диаметр самой насыпи захоронений составляет 55 метров с относительной высотой 3,8 метров, на рисунке 8Б общий диаметр могильника достигает 120 метров, диаметр самой насыпи захоронений составляет 55 метров с относительной высотой 3 метра. Особенностью данных захоронений, является наличие воронки грабительского лаза, диаметром 17-18 метров, глубиной 1,5 метра.

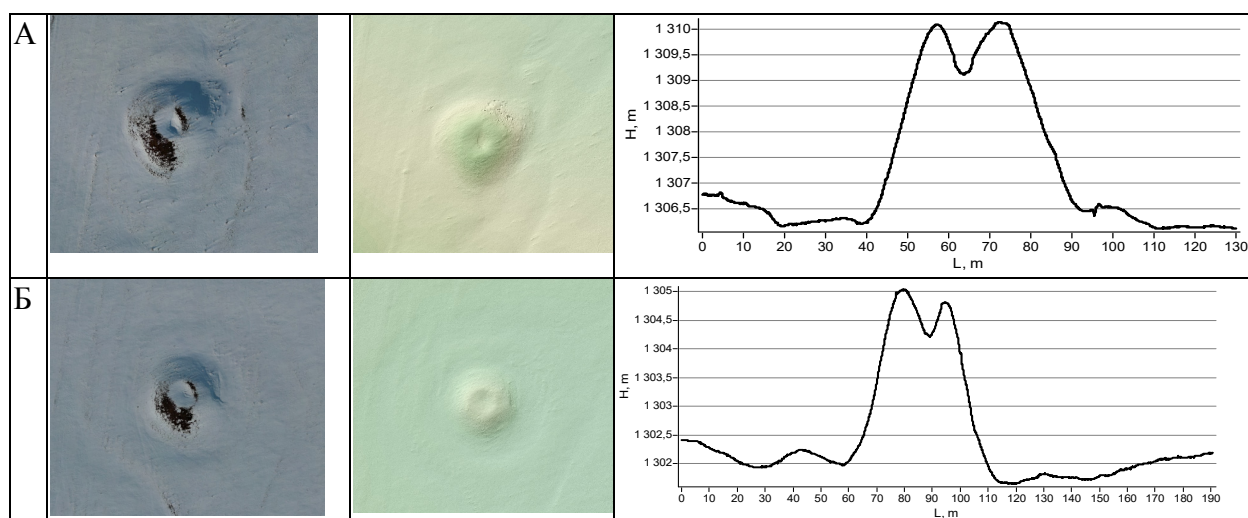


Рисунок 7 – Поперечный профиль захоронения, выделяются насыпь по окружности, на вершине грабительский лаз, глубиной 1,5 м.

На рисунке 8 показаны примеры захоронений без насыпей и рва по окружности, а также отсутствием грабительского лаза. Диаметр могильника составляет от 40 до 45 метров, относительные высоты находятся от

0,8 до 1,4 метров. Данные выводы требуют подтверждение полевыми исследования, однако, в сравнении с профилями других могильников, явно заметны существенные отличия.

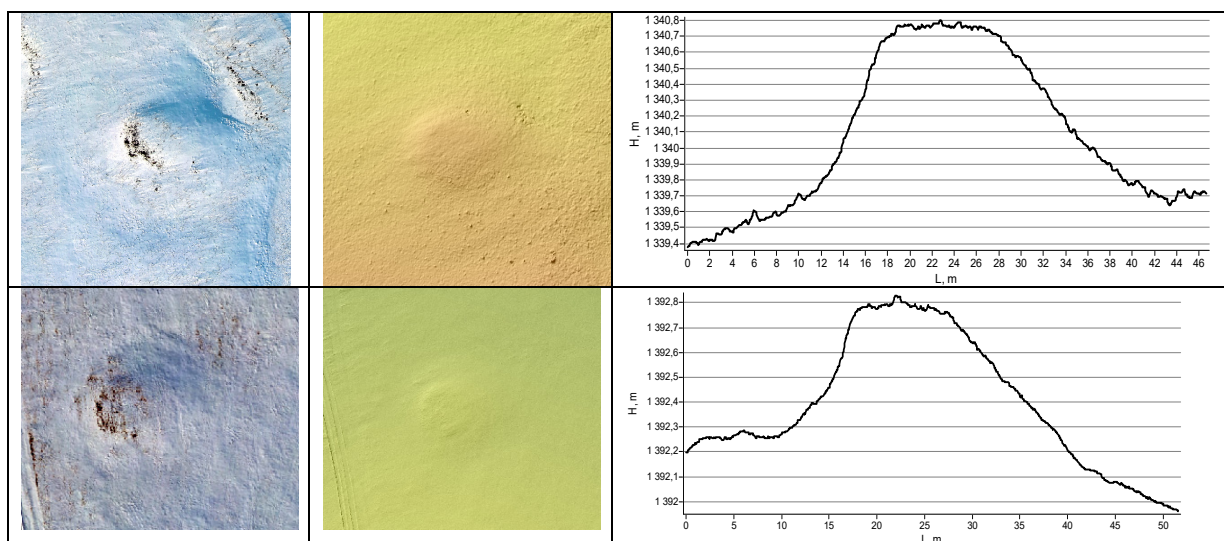


Рисунок 8 – Поперечный профиль захоронения

Заключение

Изменения природных условий и антропогенное изменение естественной среды ландшафтов, становятся основными триггерами развития экзогеодинамических, рельефообразующих процессов, в том числе эрозии поверхностного слоя. Кроме почв, неблагоприятному воздействию эрозии подвергается археологический ландшафт. Более 30 захоронений оказались в активной зоне линейной и шлейфовой эрозии в результате деятельности разлива в реки Карабулак. Очевидно, применение геоморфологических подходов исследования, позволили выявить участки захоронений, подверженные разрушению.

Использование данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем повышают эффективность и качество исследования, подкрепляя результаты численными, картографическими и графическими данными. При этом интерпретация ряда полученных данных зависит от специалиста геоморфолога или геоэколога.

Выявление уязвимых или стабильных участков захоронений позволяют исследователям археологам разрабатывать и рекомендовать мероприятия по мониторингу и управлению в соот-

ветствии с требованиями охраны исторических объектов и рационального землепользования. В будущих исследованиях рекомендуется включать геоморфологический и морфометрический анализ поверхности рельефа для определения факторов рельефообразования в современных изменяющихся природно-антропогенных условиях.

Благодарность

Статья подготовлена в рамках проекта (грантовое финансирование) – АР19680046 «Сакские памятники северо-восточного Жетысу (по материалам Когалинской долины)». Проект в свое время был инициирован доктором исторических наук, профессором А.Т.Толеубаевым (1953-2023). Исследовательская группа ему выражают огромную благодарность.

Благодарим всех участников проекта, таких как С.Шакенов, А.Ергабылов, А.Есенаманова и др.

Конфликт интересов

Авторы не имеют конфликт интересов.

Литература

- Antonov, M., Goryachev, A., Khismatullin, R. 2022. Topolandscape researches of the early Iron Age mounds of the western part of Zhetysu Alatau. *Kazakhstan Archeology*, 3 (17), 126–150 (in Russian). DOI: 10.52967/akz2022.3.17.126.150
- Бейсенов А.З., Дуйсенбай Д.Б., Китов Е.П., & Кулькова М.А. (2018). Исследование сакских курганов в урочище Каспан в Жетысу. Теория и практика археологических исследований, (3 (23)), 138–162.
- Bini, M., Isola, I., Zanchetta, G., Ribolini, A., Ciampalini, A., Baneschi, I., Mele, D., & D'Agata, A. L. (2018a). Identification of leveled archeological mounds (Höyük) in the alluvial plain of the Ceyhan River (Southern Turkey) by satellite remote-sensing analyses. *Remote Sensing*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/rs10020241>
- Caspari, G. (2020). Mapping and damage assessment of «royal» burial mounds in the siberian valley of the kings. *Remote Sensing*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/rs12050773>
- Fallah, B., Didovets, I., Rostami, M., & Hamidi, M. (2024). Climate change impacts on Central Asia: Trends, extremes and future projections. *International Journal of Climatology*, 44(10), 3191–3213. <https://doi.org/10.1002/joc.8519>
- Флоринский В. М. Топографические сведения о курганах Западной Сибири / В. М. Флоринский. – Томск: [б.и.], 1889. Электронный ресурс URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000391467>, дата обращения 3.03 2025
- Forti, L., Brandolini, F., Oselini, V., Peyronel, L., Pezzotta, A., Vacca, A., & Zerboni, A. (2023). Geomorphological assessment of the preservation of archaeological tell sites. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34490-4>
- Green, A. S., Orenge, H. A., Alam, A., Garcia-Molsosa, A., Green, L. M., Conesa, F., Ranjan, A., Singh, R. N., & Petrie, C. A. (2019). Re-Discovering Ancient Landscapes: Archaeological Survey of Mound Features from Historical Maps in Northwest India and Implications for Investigating the Large-Scale Distribution of Cultural Heritage Sites in South Asia. *Remote Sensing*, 11(18), 2089. <https://doi.org/10.3390/rs11182089>
- Imangalieva M. Z. (2023). ВЛИЯНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СОЗДАНИЕ СЕТИ ТОРТКОЛЕЙ ТАЛАССКОЙ ДОЛИНЫ. Вестник КазНУ. Серия историческая, 108(1). <https://doi.org/10.26577/JH.2023.v108.i1.018>
- Luo, Lei & Wang, Xinyuan & Guo, Huadong & Lasaponara, Rosa & Shi, Pilong & Bachagha, Nabil & Li, Li & Yao, Ya & Masini, Nicola & Chen, Fulong & Ji, Wei & Cao, Hui & Li, Chao & Hu, Ningke. (2018). Google Earth as a Powerful Tool for Archaeological and Cultural Heritage Applications: A Review. *Remote Sensing*. 10. 10.3390/rs10101558.
- Медеуов А., Шарафанова В.Л. Геоморфологическая карта Семиречья (Казахская ССР) (лист 7), М 1:500 000. Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева АН Каз.ССР. 1988 г.
- Menéndez-Marsh, F., Al-Rawi, M., Fonte, J., Dias, R., Gonçalves, L. J., Seco, L. G., Neves, A. (2023). Geographic Information Systems in Archaeology: A Systematic Review. *Journal of Computer Applications in Archaeology*, 6(1), 40–50. <https://doi.org/10.5334/jcaa.104>
- Sărășan, A., Ardelean, A. C., Bălărie, A., Wehrheim, R., Tabaldiev, K., & Akmatov, K. (2020). Mapping burial mounds based on UAV-derived data in the Suusamy Plateau, Kyrgyzstan. *Journal of Archaeological Science*, 123. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2020.105251>

References

- Antonov, M., Goryachev, A., Khismatullin, R. 2022. Topolandscape researches of the early Iron Age mounds of the western part of Zhetysu Alatau. *Kazakhstan Archeology*, 3 (17), 126–150 (in Russian). DOI: 10.52967/akz2022.3.17.126.150
- Beisenov A.Z., Duysenbai D.B., Kitov E.P., & Kulkova M.A. (2018). Issledovanie saksikh kurganov v urochishche Kaspan v Zhetysu. Teoriya i praktika arheologicheskikh issledovaniy, (3 (23)), 138–162.
- Bini, M., Isola, I., Zanchetta, G., Ribolini, A., Ciampalini, A., Baneschi, I., Mele, D., & D'Agata, A. L. (2018a). Identification of leveled archeological mounds (Höyük) in the alluvial plain of the Ceyhan River (Southern Turkey) by satellite remote-sensing analyses. *Remote Sensing*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/rs10020241>
- Caspari, G. (2020). Mapping and damage assessment of «royal» burial mounds in the siberian valley of the kings. *Remote Sensing*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/rs12050773>
- Fallah, B., Didovets, I., Rostami, M., & Hamidi, M. (2024). Climate change impacts on Central Asia: Trends, extremes and future projections. *International Journal of Climatology*, 44(10), 3191–3213. <https://doi.org/10.1002/joc.8519>
- Florinskij V. M. Tопографические сведения о курганах Западной Сибири / В. М. Florinskij. – Томск: [б.и.], 1889. Elektronnyj resurs URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000391467>, data obrashcheniya 3.03 2025
- Forti, L., Brandolini, F., Oselini, V., Peyronel, L., Pezzotta, A., Vacca, A., & Zerboni, A. (2023). Geomorphological assessment of the preservation of archaeological tell sites. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34490-4>
- Green, A. S., Orenge, H. A., Alam, A., Garcia-Molsosa, A., Green, L. M., Conesa, F., Ranjan, A., Singh, R. N., & Petrie, C. A. (2019). Re-Discovering Ancient Landscapes: Archaeological Survey of Mound Features from Historical Maps in Northwest India and Implications for Investigating the Large-Scale Distribution of Cultural Heritage Sites in South Asia. *Remote Sensing*, 11(18), 2089. <https://doi.org/10.3390/rs11182089>
- Imangalieva M. Z. (2023). VLIYANIE GEOLOGO-GEOMORFOLOGICHESKIH FAKTOROV NA SOZDANIE SETI TORTKOLEJ TALASSKOJ DOLINY. Vestnik KazNU. Seriya istoricheskaya, 108(1). <https://doi.org/10.26577/JH.2023.v108.i1.018>

Luo, Lei & Wang, Xinyuan & Guo, Huadong & Lasaponara, Rosa & Shi, Pulong & Bachagha, Nabil & li, li & Yao, Ya & Masini, Nicola & Chen, Fulong & Ji, Wei & Cao, Hui & Li, Chao & Hu, Ningke. (2018). Google Earth as a Powerful Tool for Archaeological and Cultural Heritage Applications: A Review. Remote Sensing. 10. 10.3390/rs10101558.

Medeuov A., SHarafanova V.L. Geomorfologicheskaya karta Semirech'ya (Kazahskaya SSR) (list 7), M 1:500 000. Institut geologicheskikh nauk im. K.I. Satpaeva AN Kaz.SSR. 1988 g.

Menéndez-Marsh, F., Al-Rawi, M., Fonte, J., Dias, R., Gonçalves, L. J., Seco, L. G., Neves, A. (2023). Geographic Information Systems in Archaeology: A Systematic Review. Journal of Computer Applications in Archaeology, 6(1), 40–50. <https://doi.org/10.5334/jcaa.104>

Sărășan, A., Ardelean, A. C., Bălărie, A., Wehrheim, R., Tabaldiev, K., & Akmatov, K. (2020). Mapping burial mounds based on UAV-derived data in the Suusamyrla Plateau, Kyrgyzstan. Journal of Archaeological Science, 123. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2020.105251>

Information about the authors:

Adilet Valeev – PhD, Senior Researcher of the Laboratory of Geotourism and Geomorphology, JSC “Institute of Geography and Water Security” (Almaty, Kazakhstan, email: adiletv@gmail.com);

Khamit Aitkul – Master of History, Scientific Secretary, State Historical and Cultural Museum-Reserve “Esik” (Issyk, Kazakhstan, e-mail: khamit.boray@mail.ru);

Gulmira Sabdenova – candidate of historical sciences, associate professor of the department of World History, Historiography and Source Studies of Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: gulmiras2801@gmail.com);

Dosbol Baygunakov – Doctor of Historical Sciences, assoc. Professor of the Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan, e-mail: dosbol_bs@mail.ru);

Oleg Perzashkevich – PhD in History, Associate Professor of the Department of the Ancient World and Middle Ages, Faculty of History. BSU (Minsk, Belarus, e-mail: minskhist@yahoo.com)

Сведения о авторах:

Валеев Адилет Галиканович – PhD, СИС лаборатории Геотурзма и геоморфологии, АО «Институт географии и водной безопасности» (г. Алматы, Казахстан, эл. почта: adiletv@gmail.com);

Хамит Амантайұлы Айтқұл – магистр истории, Ученый секретарь, Государственного историко-культурного музея-заповедника «Есік» (г. Иссык, Казахстан, эл. почта: khamit.boray@mail.ru);

Сабденова Гульмира Есбатыровна – к.и.н, доцент кафедры Всемирной истории, историографии и источниковедения КазНУ имени аль-Фараби (г. Алматы, Казахстан, эл. почта: gulmiras2801@gmail.com);

Байгунаков Досбол Сулейменович – д.и.н., ассоц. профессор

КазНУ им. аль-Фараби, Казахстан (г. Алматы, Казахстан, эл. почта: dosbol_bs@mail.ru);

Олег Валерьевич Перзашкевич – к.и.н, доцент кафедры Древнего мира и Средних веков исторического факультета БГУ (г. Минск, Беларусь, эл. почта: minskhist@yahoo.com)

Поступила: 08 декабря 2024 года

Принята: 20 января 2025 года

2-бөлім
**КАРТОГРАФИЯ ЖӘНЕ
ГЕОИНФОРМАТИКА**

Section 2
**CARTOGRAPHY AND
GEOINFORMATICS**

Раздел 2
**КАРТОГРАФИЯ
И ГЕОИНФОРМАТИКА**

А. Ержанқызы¹ , Э.О. Орынбасарова^{1*} , Б. Адебиет¹ ,
А. Ильясова¹ , А. Бермуханова¹ , Э.Б. Серикбаева² 

¹Казахский национальный исследовательский технический университет

имени К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

²Институт ионосферы, Алматы, Казахстан

*e-mail: e.orynbassarova@satbayev.university

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В статье рассматриваются особенности разработки структуры геопространственной базы данных (ГБД) для хранения и управления данными месторождений твердых полезных ископаемых. Проектирование ГБД для таких месторождений требует комплексного подхода, включающего интеграцию разноформатных данных, обеспечение топологической целостности и соблюдение современных стандартов. Особое внимание уделено технологическим вызовам, связанным с хранением и обработкой пространственной информации в среде геоинформационных систем (ГИС).

Геопространственная база данных разработана с использованием программного обеспечения ArcGIS Pro, что обеспечивает структурирование данных в логические слои, упрощая их доступ, анализ и визуализацию. В статье представлены методы унификации данных из различных видов съемок и их интеграции в единую базу посредством реляционных запросов. Подчеркивается значимость стандартов, таких как ISO 19115, для обеспечения совместимости данных и повышения их качества.

В работе также обсуждаются подходы к автоматизации обработки данных и заполнению метаданных, что способствует упрощению процессов управления геологической информацией и подготовки картографического материала. Применение современных ГИС-инструментов и стандартов обеспечивает создание надежной базы для пространственного анализа в геологии, поддерживающей эффективное управление данными и подготовку.

Ключевые слова: геобазы данных, инженерно-геологическая информация, геоинформационные системы, месторождение полезных ископаемых, интерпретация данных, хранение данных, реляционные запросы, метаданные.

A. Yerzhankyzy¹, E.O. Orynbassarova^{1*}, B. Adebiet¹,
A. Ilyasova¹, A. Bermukhanova¹, E.B. Serikbayeva²

¹Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

²Institute of Ionosphere, Almaty, Kazakhstan

* e-mail: e.orynbassarova@satbayev.university

Design of a geospatial database for deposit of solid minerals

The article discusses the features of designing the structure of a geospatial database (GDB) for storing and managing data on solid mineral deposits. Designing a GDB for such deposits requires a comprehensive approach, including the integration of multi-format data, ensuring topological integrity, and compliance with modern standards. Special attention is given to technological challenges related to the storage and processing of spatial information in geographic information systems (GIS).

The geospatial database was developed using ArcGIS Pro software, which allows structuring data into logical layers, simplifying access, analysis, and visualization. The paper presents methods for unifying data from various types of studies and integrating them into a single database through relational queries. The importance of standards, such as ISO 19115, is emphasized to ensure data interoperability and enhance quality.

The paper also explores approaches to automating data processing and completing metadata, which streamlines the management of geological information and the preparation of cartographic materials. The application of modern GIS tools and standards provides a reliable foundation for spatial analysis in geology, supporting efficient data management and analytical preparation.

Keywords: geodatabase, engineering-geological information, geoinformation systems, mineral deposit, data interpretation, data storage, relational queries, metadata.

А. Ержанқызы¹, Э.О. Орынбасарова^{1*}, Б. Адебиет¹,
А. Ильясова, А. Бермуханова¹, Э.Б. Серикбаева²

¹Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

²Ионосфера институты, Алматы, Қазақстан

*e-mail: e.orynbassarova@satbayev.university

Қатты пайдалы қазбалар кен орындары үшін геокеңістіктік деректер базасын жобалау

Мақалада қатты пайдалы қазбалар кен орындарының деректерін сақтау және басқаруға арналған геокеңістіктік деректер базасының (ГДБ) құрылымын әзірлеу ерекшеліктері қарастырылады. Мұндай кен орындары үшін ГДБ жобалау көп форматты деректерді біріктіруді, топологиялық тұтастықты қамтамасыз етуді және заманауи стандарттарға сәйкестікті талап ететін кешенді тәсілді қажет етеді. Геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) ортасында кеңістіктік ақпаратты сақтау және өңдеумен байланысты технологиялық мәселелерге ерекше назар аударылады.

Геокеңістіктік деректер базасы ArcGIS Pro бағдарламалық қамтамасыз етуді қолдана отырып әзірленген, бұл деректерді логикалық қабаттарға құрылымдауға, оларды оңай қолжетімді етуге, талдауға және визуализациялауға мүмкіндік береді. Мақалада әртүрлі зерттеулерден алынған деректерді біріздендіру және оларды реляциялық сұраулар арқылы бірыңғай деректер базасына интеграциялау әдістері ұсынылған. ISO 19115 сияқты стандарттардың деректер үйлесімділігін қамтамасыз ету және олардың сапасын арттыру үшін маңыздылығы атап көрсетіледі.

Сондай-ақ жұмыста деректерді өңдеуді автоматтандыру және метадеректерді толтыру тәсілдері талқыланады. Бұл геологиялық ақпаратты басқару және картографиялық материалдарды дайындау процестерін жеңілдетуге ықпал етеді. Заманауи ГАЖ құралдары мен стандарттарын қолдану геологиядағы кеңістіктік талдау үшін сенімді негіз құруға және деректерді тиімді басқаруға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: деректер геобаза, инженерлік-геологиялық ақпарат, геоақпараттық жүйелер, пайдалы қазбалар кен орны, деректерді түсіндіру, деректерді сақтау, реляциялық сұраулар, метадеректер.

Введение

Управление данными в геопространственной базе охватывает сбор, хранение, обработку, анализ и визуализацию пространственной информации. Разработка геоинформационной системы (ГИС) на крупных месторождениях твердых полезных ископаемых (ТПИ), является критически важным шагом к созданию централизованной базы данных, что особенно важно в условиях отсутствия унификации и стандартизации данных, а также разноформатности геоинформации, что создает серьезные вызовы для интеграции и анализа данных в горнодобывающей отрасли Казахстана (Baibatsha A., 2022, Togizov K., 2023, Жылкыбаева и др., 2017; Электронный ресурс 26;).

Учитывая сложность и многослойность данных, связанных с ТПИ, необходимо создание базы данных, способной эффективно поддерживать анализ и интерпретацию этой информации. Геопространственные базы данных представляют собой интегрированные хранилища, которые обеспечивают структурированное управление большим массивом пространственных данных, их глубокий анализ и наглядную визуализацию (Логоинов Д.С., 2021). Использование современ-

ных программных решений, таких как ArcGIS, позволяет оптимизировать управление геоданными и обеспечивает их качественную интеграцию и анализ (Bajjali, 2018). Методы и практика построения таких баз данных для цифровых геологических карт подробно рассмотрены в работе (Cui-ling, 2008)

Особое внимание следует уделить согласованности данных и автоматизации процессов обработки, что способствует более эффективному управлению информацией и принятию обоснованных решений в эксплуатации месторождений. (Басаргин А.А., 2014).

Развитие цифровой картографии и геопространственных баз данных существенно изменило управление пространственными данными в таких сложных областях, как геология и геодинамика (Красильников, 2019). В работе (Soller D., 2005) подчеркивается важность стандартизации методов сбора и обработки данных, что заложило основу для создания современных систем, способных интегрировать различные форматы данных и обеспечивать высокую точность и достоверность информации. В свою очередь, (Chesnaux et al. 2011, Пьянкова С. В., 2014) демонстрируют применение геобаз данных и

показывают, как интеграция различных характеристик в единую базу геоданных дает возможность пространственного анализа данных и оптимизация процессов управления информацией, что особенно актуально для создания геопространственных баз данных по крупным месторождениям твердых полезных ископаемых, где интеграция геологических, геофизических и гидрогеологических данных играет ключевую роль в комплексном анализе и эффективном управлении ресурсами.

Важность сохранения топологической целостности и обеспечения совместимости данных при разработке и реализации ГИС-проектов, которые служат единой средой для управления сложными наборами данных, (Trent M., 2016и Логинов 2021) выделяют ключевую роль структурированного подхода и применения современных стандартов и автоматизации для улучшения анализа и эффективность работы с большими объемами данных, что особенно важно в контексте крупных месторождений твердых полезных ископаемых, где сложность и объем данных требуют надежных и масштабируемых решений для геопространственных баз данных. В исследовании Parenti (2022) рассматриваются методы эффективной интеграции данных из различных источников в единые информационные системы для достижения более точных и всесторонних результатов, показана важность согласованности данных и применении технологий, позволяющих объединять разнородные источники информации, что особенно важно для принятия обоснованных решений в различных областях.

В работе Liu D (2014) исследуются аспекты проектирования и реализации платформы для пространственного анализа данных, основанной на Shell-системе. Автор подробно описывает процесс создания платформы, акцентируя внимание на функциональных возможностях, которые обеспечивают эффективную обработку и анализ пространственной информации. Внедрение данной системы направлено на оптимизацию работы с геоданными, что позволяет улучшить точность анализа и упростить управление большими объемами информации. Это исследование подчеркивает важность применения стандартизированных форматов для обмена геопространственными данными и их эффективного использования в различных геоинформаци-

онных системах. Разработка информационных систем управления минеральными ресурсами, представленных в работе (Chang He, 2011), демонстрирует важность структурированного подхода к управлению данными и использования ГИС для повышения эффективности и точности управления природными ресурсами (Daliga Y., 2021).

В работе была предложена (Nass, 2018) новая структура данных на базе ГИС для геологического картирования, что позволяет оптимизировать процесс создания карт на основе данных из 15 картографических листов. Это подход особенно полезен в условиях, где требуется обработка большого объема разнородных данных. Стандартный формат обмена Geo3DML, предложенный (Wang, 2018), представляет собой значительный шаг вперед в стандартизации обмена данными трехмерных геологических моделей, что упрощает интеграцию и использование этих данных в различных ГИС-системах. подчеркивает важность структурирования карт с использованием ГИС, что улучшает точность и эффективность картографирования и анализа процессов.

Методы исследования

Внедрение структурированной базы геопространственных данных позволяет объединять в единой среде разнородную информацию.

Структура ГБД была разработана в программном обеспечении ArcGIS Pro, таким образом, чтобы охватить различные типы геопространственной информации, включая геологические карты, данные дистанционного зондирования, и результаты аэрофотосъемки БПЛА, геохимические данные. Данные организованы в логические слои, что позволяет обеспечить их целостность и упрощает доступ для дальнейшего анализа.

Ключевым аспектом при разработке структуры базы данных является соблюдение международных и национальных стандартов. Эти стандарты обеспечивают совместимость данных между различными системами и приложениями, а также гарантируют их качество и точность (Koshkarev, 2021). Ниже представлена схема, отражающая как различные стандарты способствуют интеграции разнородных данных и обеспечивают их целостность в рамках единой базы данных (Рисунок 1)

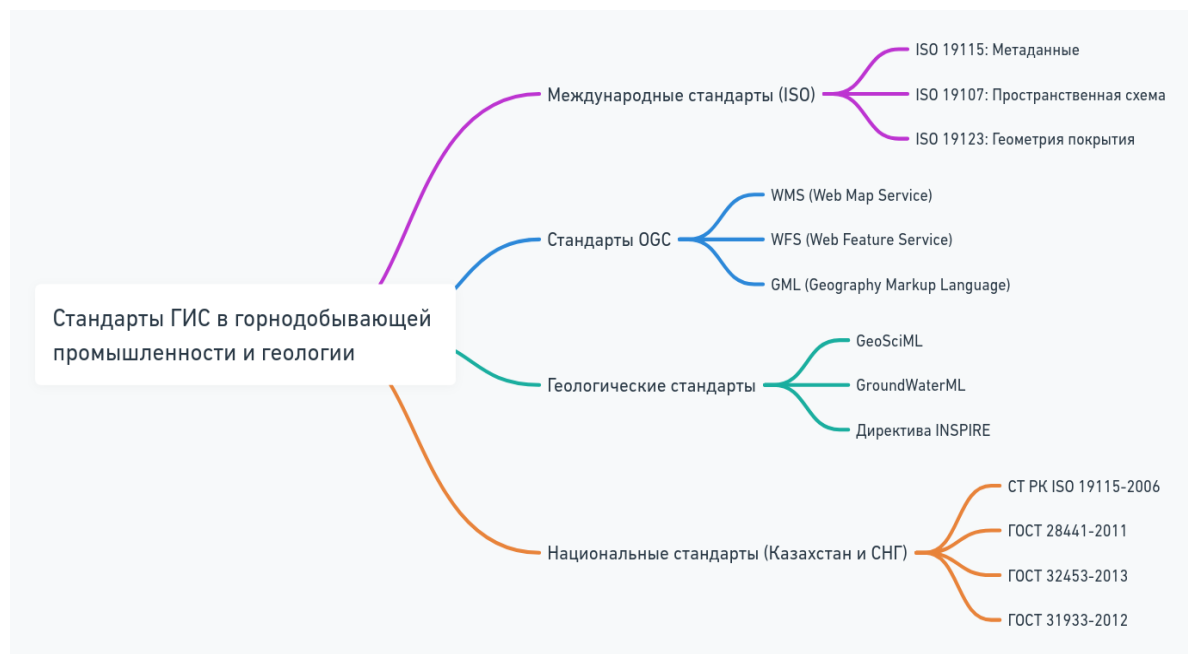


Рисунок 1 – Обзор ключевых стандартов, используемых в геоинформационных системах (ГИС) в горнодобывающей промышленности и геологии.

Схема разделена на четыре основные категории:

Международные стандарты ISO: Включает стандарты для метаданных, пространственных схем и представления геометрии, такие как ISO 19115, ISO 19107 и ISO 19123. Эти стандарты обеспечивают основу для структурирования и обмена геопространственной информацией на международном уровне.

Описывают принципы и форматы взаимодействия с географическими данными в онлайн-среде стандарты OGC, такие как WMS («Служба веб-карты»), WFS («Служба веб-характеристик»), и GML («Язык географической разметки»). Эти нормативы обеспечивают удобный доступ к данным и их возможность интеграции в различные приложения и системы (Электронный ресурс №25)

В контексте унификации геопространственной информации стандарты ISO 19100 и технические характеристики OGC дополняют друг друга: ISO определяет общие принципы совместимости на международном уровне, а OGC разрабатывает практические спецификации для протоколов и форматов данных в Интернете и других платформах. (Kresse W, 2012).

Геологические стандарты играют ключевую роль в унификации обмена данными в области геологических исследований. Среди них выделя-

ются такие системы, как GeoSciML и INSPIRE, которые были разработаны для стандартизации и структурирования информации о геологических формациях, слоях и структурах. Они способствуют интеграции разнообразных наборов данных, обеспечивая их согласованность и доступность для их использования в анализе и принятии решений (Kouda, 2013). Придерживаясь этих стандартов, можно разрабатывать устойчивые геоинформационные системы, которые обеспечивают эффективное управление и доступ к данным для решения различных задач в геологии, от создания карт до моделирования природных процессов.

Национальные стандарты Казахстана и СНГ: Включают местные стандарты, такие как СТ РК ISO 19115-2006 и различные ГОСТы, которые адаптируют международные нормы под местные условия и требования. Эти стандарты важны для обеспечения совместимости и качества геопространственных данных на национальном уровне.

Внедрение структурированной базы геопространственных данных, которая соответствует этим стандартам, позволяет объединить разнородную информацию в единой среде. Это особенно важно в контексте горнодобывающей промышленности и геологии, где требуется интеграция данных из различных источников – от

геологических карт до данных дистанционного зондирования и результатов геофизических исследований. Использование данных стандартов позволяет обеспечить совместимость, точность и качество данных, что в конечном итоге способствует более эффективному управлению природными ресурсами и принятию обоснованных решений (Saha A, 2003).

Создана реляционная база геопространственных данных, которая включает в себя массив архивных данных, которые были отобраны, изучены, выполнена оцифровка геологических карт, полевые и дистанционные измерения, организован структурированный доступ к информации. Данные поделены на 2 группы: исходные и обработанные.

Первым этапом создания геопространственной базы данных (ГБД) была организация струк-

турированного доступа к информации. Данные делятся на 2 группы:

Исходные данные – Архив геологических отчетов и карт, Космоснимки разных сенсоров, данные аэрофотосъемки БПЛА, геологические пробы, геофизические данные

Обработанные данные – результаты обработки данных Дистанционного зондирования, карты минералогических индексов, результаты обработки мультиспектральной и лидарной съемки БПЛА.

Основными элементами данной ГБД являются слои, с подробными связанными по правилам реляции, соотношений между собой атрибутивными таблицами, соответствующих набору данных в данном слое.

Ниже, на рисунке 2 показана структура слоев ГБД, для хранения данных



Рисунок 2 – Структура геопространственной базы данных

Результаты исследования

Для интеграции исторических данных в ГИС загрузки в ГБД, структура файлов была скорректирована, для унификации была разработана кодировка, для выполнения анализа они используются как домены.

Созданная геобазы данных для оцифрованной геологической карты масштаба 1:50 000, содержит данные по разломам (Faults), геологическим контактам (Contacts), литология (Lithology). Легенда к карте была создана с кодами, для того чтобы каталогизировать геологические объекты, и упро-

стить будущее оформление карт. Организация структуры файлов и метод кодирования выполнены в соответствии с международными стандартами ISO 19115. Включены различные элементы: название данных, дата создания, источник данных, ключевые слова, пространственное разрешение. Это способствует совместимости данных и обеспечивает возможность однородного анализа и использования в геоинформационных системах. База данных создана на основе данных Отчета РГФ 45219 В. М. Мертенов «Геологическое доизучение масштаба 1:200000 по территории Баканаского синклинория (листы L-44-I, II, III).

Алматы 1997). Для уточнения геологического картирования были оцифрованы геологические карты масштаба 1:50 000. Легенда была создана

с кодами для того чтобы каталогизировать геологические объекты, и упростить будущее оформление карт. (Рисунок-4)

1:22 374 80,0244743°В 46,9839346°С

Lithology_K

Поле: Добавить Вычислить Выборка: Выбрать по атрибуту Приблизиться к Переключить Очистить Удалить Копировать

	FID *	Shape *	LithAgeMapSing	comment	L_CODE	Polygon LAYER	Description	Shape_Length	Shape_Area
1	1	Полигон	Pùłz	<Null>	30008	LithologyK	Пепловые туфы	9027,808361	2940079,12461
2	2	Полигон	Pùłz	<Null>	30020	LithologyK	Базальты	2781,73434	466295,756317
3	3	Полигон	Pùłz	<Null>	30008	LithologyK	Пепловые туфы	6203,295509	2165473,092293
4	4	Полигон	Pùłz	<Null>	30003	LithologyK	Песчаники	4312,382702	586334,902709
5	5	Полигон	Pùłz	<Null>	30003	LithologyK	Песчаники	6230,621409	2588548,236412
6	6	Полигон	Pùłz	<Null>	30003	LithologyK	Песчаники	2593,021567	353582,78606
7	7	Полигон	Pùłz	<Null>	30025	LithologyK	Трахидациты	7599,530822	2205764,99886
8	8	Полигон	Pùłz	<Null>	30025	LithologyK	Трахидациты	7761,364351	1169179,026777
9	9	Полигон	Pùłz	<Null>	30003	LithologyK	Песчаники	8682,410337	1681931,195287
10	10	Полигон	Pùłz	<Null>	30025	LithologyK	Трахидациты	5282,459277	444324,909073
11	11	Полигон	Pùłz	<Null>	30003	LithologyK	Песчаники	7847,945876	1594532,484104
12	12	Полигон	Pùłz	<Null>	30025	LithologyK	Трахидациты	6205,298128	895442,582576
13	13	Полигон	Pùłz	<Null>	30003	LithologyK	Песчаники	5755,046292	1663944,779386
14	14	Полигон	Pùłz	<Null>	30025	LithologyK	Трахидациты	2866,263925	247635,123015
15	15	Полигон	Pùłz	<Null>	30003	LithologyK	Песчаники	4517,511095	1189760,965085
16	16	Полигон	Pùłz	<Null>	30003	LithologyK	Песчаники	14527,944891	8047158,32742
17	17	Полигон	Pùłz	<Null>	30008	LithologyK	Пепловые туфы	5617,540682	2034376,372544
18	18	Полигон	Pùłz	<Null>	30003	LithologyK	Песчаники	43480,655374	12984425,696985
19	19	Полигон	Pùłz	<Null>	30003	LitholoavK	Песчаники	5860,61524	845915,436902

1 из 423 выбрано Фильтры:

Рисунок 3 – Заполнение атрибутивной таблицы

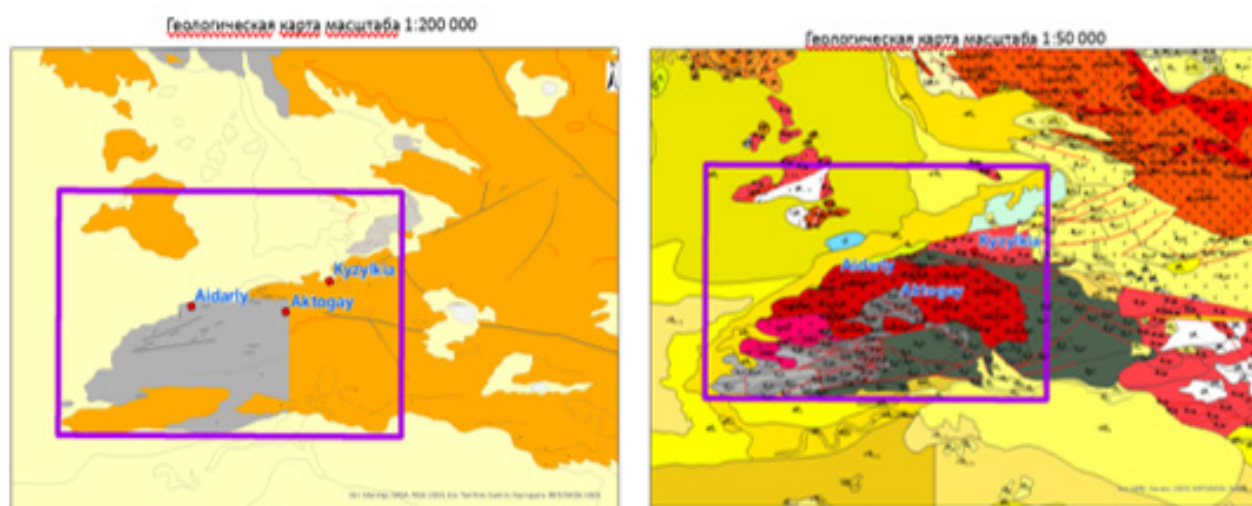


Рисунок 4 – Геологическая карта М 1:200 000 и М1:50 000

Для карты масштаба 1:50 000 были также созданы *.lyr файлы, для визуализации геологических данных. Они хранятся в той же папке, что и БД, представлены ниже на рисунке 5.

База данных для хранения стилей и фонов, которые облегчают оформление геологических карт

После формирования базы данных достаточно удобно использовать данные, которые четко структурированы, информативны. Данные подготовленные для дальнейшего управления и анализа. Ниже приведен пример выполнения запроса на рисунке 7.

Для уточнения запроса на основе атрибутивной таблицы в геологической карте, содержащей информацию о литологии, необходимо исключить данные по четвертичным отложениям. Это можно осуществить вручную с использованием инструмента геообработки через функции «Анализ» и «Выборка», где пользователь задает поле атрибута и производит выборку без использования параметра Q. Однако, для упрощения процесса, более эффективным решением будет создание соответствующего запроса с помощью SQL, что позволит автоматизировать процесс и исключить данные по четвертичным отложениям более удобно и быстро.

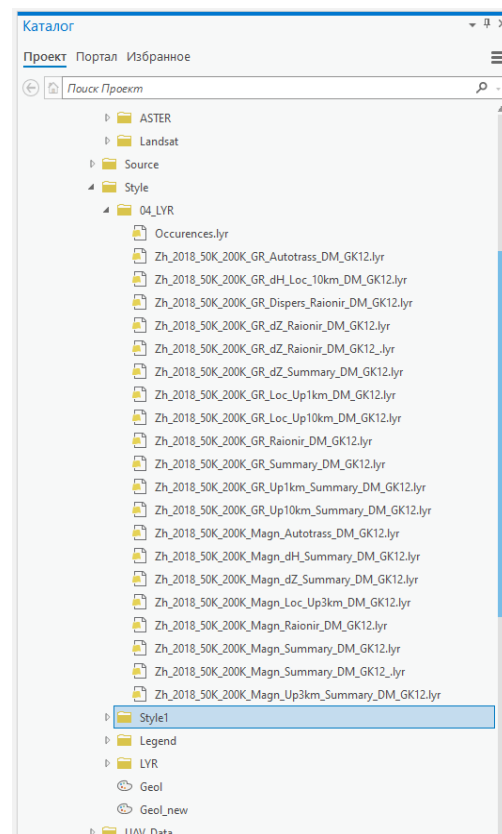


Рисунок 5 – База данных для хранения стилей и фонов

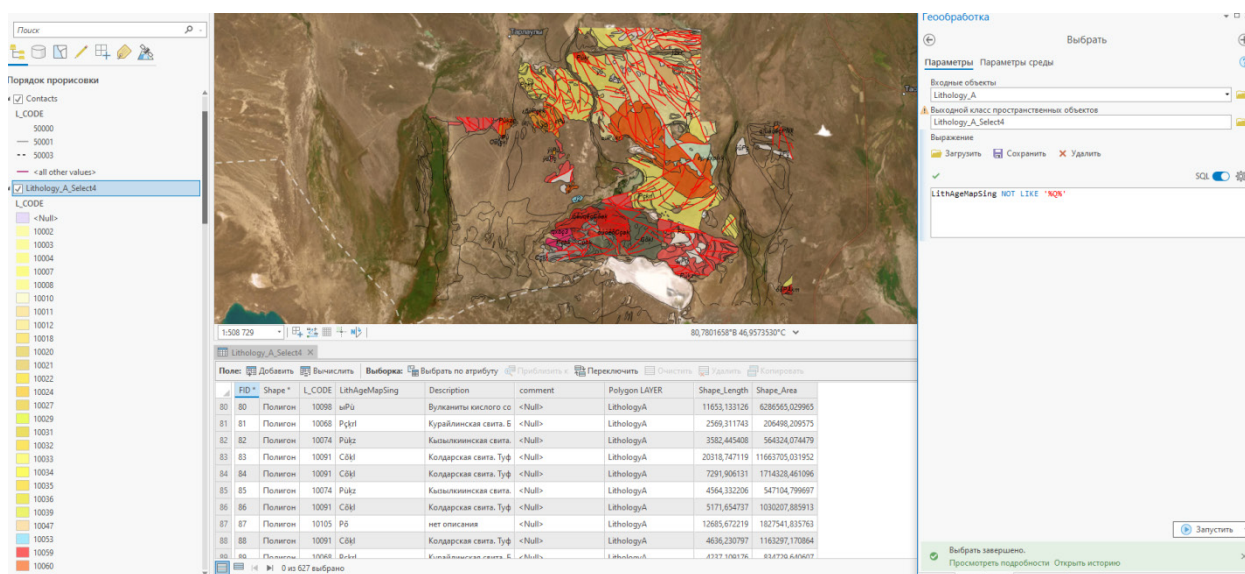


Рисунок 7 – Выполнение запроса по данным в атрибутивной таблице

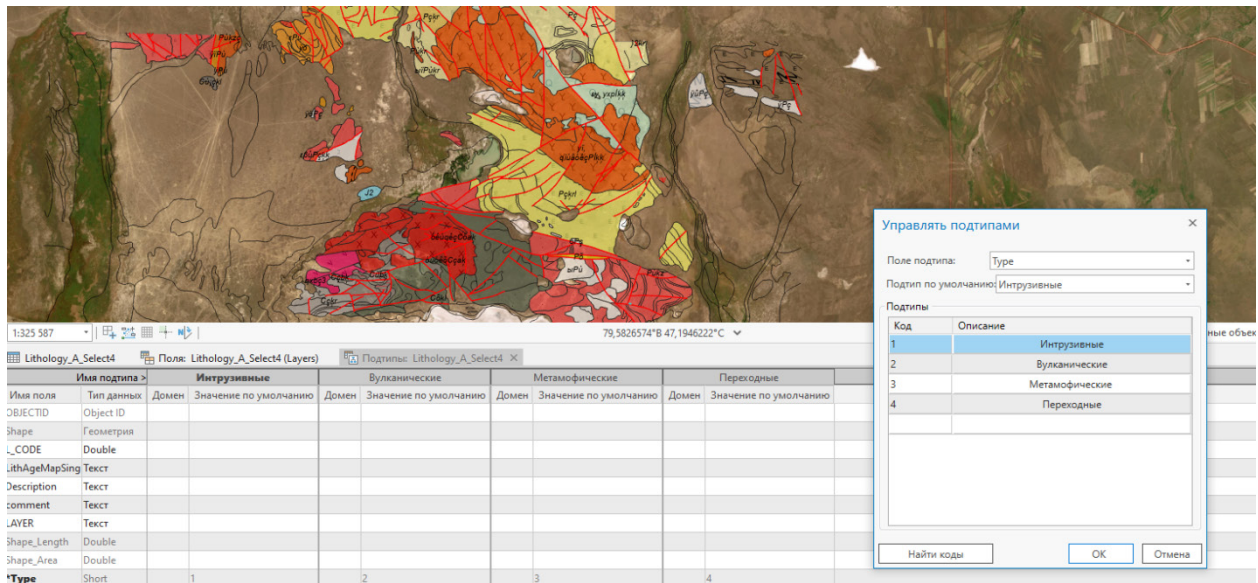


Рисунок 8 – Создание подтипов данных

Классификации внутри одной таблицы как подтипы данных, представленные на рисунке 8, которые позволяют различать данные по категориям (например, разные типы пород в

геологической карте). Это упрощает управление данными и их анализ, позволяя применять разные правила и ограничения для каждой категории.

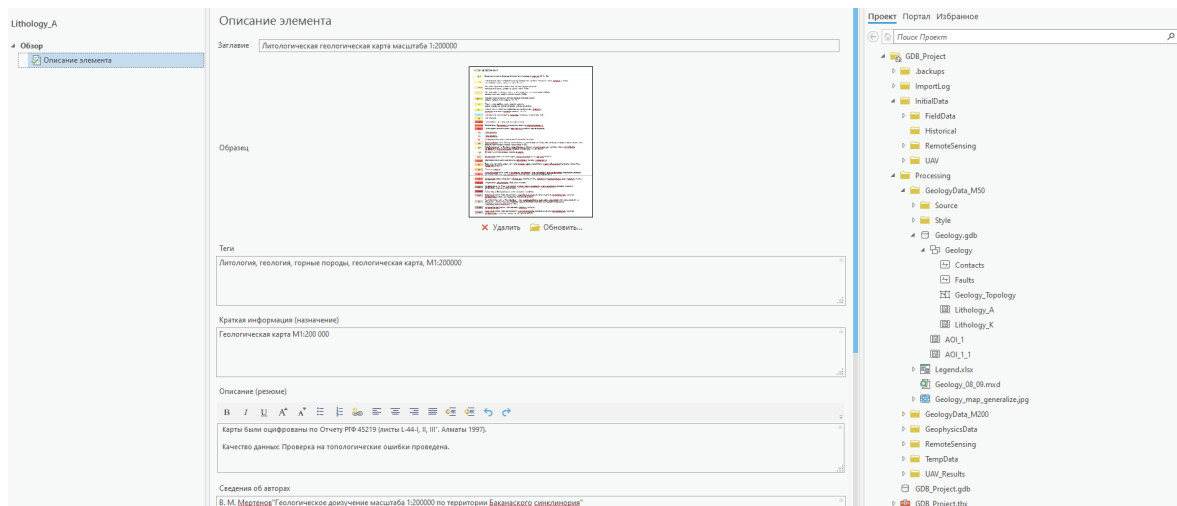


Рисунок 9 – Пример заполненных метаданных

Для слоев заполняются метаданные, на примере рисунка 9. Структура метаданных должна соответствовать стандарту ISO 19115 и содержать следующие элементы: название карты с описанием литологических особенностей региона в форме абстракта. Также необходимо ука-

зать ключевые слова и тематику карты. Важные параметры включают дату создания и публикации карты. Кроме того, нужно предоставить информацию о качестве данных относительно точности и согласованности данных. Необходимо также учитывать полноту и происхождение

данных. Пространственная информация должна содержать систему координат и типы пространственных объектов с разрешением данных. Важным является также указание географического покрытия с границами региона. Классификация объектов и атрибутов также должны быть учтены в описании.

Заключение

В рамках данного исследования была разработана и внедрена геопространственная база данных (ГБД) для управления инженерно-геологической информацией на одном из месторождений твердых полезных ископаемых (ТПИ). Структура базы данных была спроектирована с учетом возможности объединения исходных и обработанных данных для обеспечения их взаимодействия, унификации и стандартизации. Это было достигнуто за счет интеграции двух важных систем: реляционной базы данных и гео-

информационной системы. Реляционные базы данных выступают в качестве надежного хранилища и источника актуальной информации о геологической среде, поддерживая стандарты, такие как ISO 19115, которые обеспечивают структурирование метаданных. Геоинформационные системы, в свою очередь, служат инструментальной базой для обработки и визуализации больших объемов пространственных данных, а также для создания рабочих процессов в системе управления базами данных. Это создает надежную основу для дальнейшей визуализации и выполнения пространственного анализа, что значительно упрощает подготовку и оформление итогового картографического материала в ГИС-системах, полностью соответствующего современным требованиям цифровой картографии. Такой целостный подход позволяет эффективно изучать инженерно-геологические условия территории и поддерживать высокое качество управления данными.

Литература

- Baibatsha, A., Mamanov, E., and Kembayev, M. "Prospects of Remote Sensing for Mineral Deposits Prediction in Kazakhstan." In *Research Developments in Geotechnics, Geo-Informatics and Remote Sensing*, edited by H. El-Askary, Z.A. Erguler, M. Karakus, and H.I. Chaminé. CAJG 2019. *Advances in Science, Technology & Innovation*. Springer, Cham, 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-030-72896-0_77.
- Bajjali, W. *Geodatabase*. In *ArcGIS for Environmental and Water Issues*. Springer Textbooks in Earth Sciences, Geography and Environment. Springer, Cham, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61158-7_7.
- Басаргин, А. А. «Проектирование структуры базы данных для подсчета запасов и ресурсов твердых полезных ископаемых.» *Интерэкспо Гео-Сибирь* 2 (2014).
- Chang, He, Jian Guo Gao, Ping Pan, and Xin Kai Liu. "Design and Development of Mineral Resource Management Information System." *Advanced Materials Research* 403–408 (2011). <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.403-408.2188>.
- Chesnaux, R., C. Lambert, C. Fournier, and D. Larocque. "Building a Geodatabase for Mapping Hydrogeological Features and 3D Modeling of Groundwater Systems: Application to the Saguenay–Lac-St.Jean Region, Canada." *Computers & Geosciences* 37 (2011): 1870–1882. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2011.04.013>.
- Cui-ling, X. "Methods and Practice of Building Database for Digital Geological Map Based on Geodatabase." *Science of Surveying and Mapping* (2008).
- Daliga Yar, Mila Atanasova, et al. "Creating a Thematic Geodatabase for Monitoring the Landslide Processes of the Landslide Circus." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 906 (2021): 012035.
- Жылкыбаева, Г. А., С. А. Истекова, Б. Курманов, Г. К. Кобен, и А. М. Турсынова. «К Вопросу Создания Единой Базы Данных Геологогеофизической Информации по Нефтегазовым Месторождениям Казахстана. Состояние Проблемы.» *Вестник АИНГ* 1, no. 41 (2017).
- Kresse, Wolfgang, and David Danko, eds. *Springer Handbook of Geographic Information*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2012. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-72680-7>.
- Koshkarev, A. "Content Standards for Geospatial Metadata and Their Use." *Spatial Data Processing for Monitoring of Natural and Anthropogenic Processes* 2021 (2021). <https://doi.org/10.25743/sdm.2021.28.23.018>.
- Kouzeli, E., N. Lambrakis, and K. Nikolakopoulos. "Remote Sensing Data and GIS for Hydrological Studies." *SPIE Proceedings* 8893 (2013). <https://doi.org/10.1117/12.2029774>.
- Красильников, П. А. «Принципы формирования инженерно-геологических баз данных при разработке месторождений полезных ископаемых.» *Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология* 5, no. 71 (2019): 345–357.
- Логинов, Д. С. «ГИС-проект как единое пространство для работы с геолого-геофизическими данными.» *Интерэкспо Гео-Сибирь* 2 (2021): 259–266.
- Liu, D., Q. Sun, G. Wang, and L. Qiao. "The Design and Implementation of Spatial Data Explorer Based on Shell." *ISPRS – International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* XL-4 (2014): 145–149. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-4-145-2014>.

- Morris, S. "Preservation of Geospatial Data: The Connection with Open Standards Development." In *Springer*, 129–146. 2010. https://doi.org/10.1007/978-3-642-12733-5_6.
- Nass, Andrea, and Dawn Team. "One GIS-based Data Structure and Visualization for 15 Map Sheets: Geological Mapping of Ceres." 2017. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2017LPICo1986.7041N>.
- Parenti, et al. "Integrated Geomatics Surveying and Data Management in the Investigation of Slope and Fluvial Dynamics." *Geosciences* 12 (2022): 293. <https://doi.org/10.3390/geosciences12080293>.
- Пьянков, С. В., Б. М. Осовецкий, А. В. Коноплев, и Р. Г. Ибламинов. «Систематизация материалов инженерно-геологических изысканий на основе ГИС-технологий.» *Фундаментальные исследования* 11-2 (2014): 353–356.
- Kouda, R. "International Trend on the Three Dimensional Geological Modeling and the Standards." *Journal of the Geological Society of Japan* 119 (2013): 515–518. <https://doi.org/10.5575/GEOSOC.2012.0077>.
- Saha, A., Dhruva Ganguly, Sujit Sengupta, Basab Mukhopadhyay, and Niladri Hazra. "Digital Cartographic Standards for 1:50,000 Geologic Map: Some Important Considerations." 2003.
- Soller, D. R., and T. M. Berg. "The U.S. National Geologic Map Database Project: Overview & Progress." In *The Current Role of Geological Mapping in Geosciences*, edited by S. R. Ostaficzuk, 56. NATO Science Series. Springer, Dordrecht, 2005. https://doi.org/10.1007/1-4020-3551-9_23.
- Tamani, F., R. Hadji, A. Hamad, and Y. Hamed. "Integrating Remotely Sensed and GIS Data for the Detailed Geological Mapping in Semi-Arid Regions: Case of Youks les Bains Area, Tebessa Province, NE Algeria." *Geotechnical and Geological Engineering* 37, no. 4 (2019): 2903–2913.
- Togizov, K., Issayeva, L., Muratkhanov, D., Kurmangazhina, M., Swęd, M., and Duczmal-Czernikiewicz, A. "Rare Earth Elements in the Shok-Karagay Ore Fields (Srymbet Ore District, Northern Kazakhstan) and Visualisation of the Deposits Using the Geography Information System." *Minerals* 13, no. 11 (2023): 1458. <https://doi.org/10.3390/min13111458>.
- Trent, M. Hare, Angelo P. Rossi, Alessandro Frigeri, and Chiara Marmo. "Interoperability in Planetary Research for Geospatial Data Analysis." *Planetary and Space Science* 150 (2018): 36–42. <https://doi.org/10.1016/j.pss.2017.04.004>.
- Электронный ресурс. <https://www.ogc.org/standards/>.
- Электронный ресурс. <https://geoportal-kz.org/geological-data/>.
- Zysk, E., A. Dawidowicz, S. Żróbek, and R. Żróbek. "The Concept of a Geographic Information System for the Identification of Degraded Urban Areas as a Part of the Land Administration System – A Polish Case Study." *Cities* 96 (2020): 102423. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102423>.

Reference

- Baibatsha, A., Mamanov, E., and Kembayev, M. (2022). "Prospects of Remote Sensing for Mineral Deposits Prediction in Kazakhstan." / In *Research Developments in Geotechnics, Geo-Informatics and Remote Sensing*, edited by H. El-Askary, Z.A. Erguler, M. Karakus, and H.I. Chaminé. CAJG 2019. Advances in Science, Technology & Innovation. Springer, Cham, – P. 339–341, https://doi.org/10.1007/978-3-030-72896-0_77.
- Bajjali, W. (2018). Geodatabase. / In *ArcGIS for Environmental and Water Issues. Springer Textbooks in Earth Sciences, Geography and Environment*. Springer, Cham, P.103–116. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61158-7_7.
- Basargin, A. A. (2014). "Designing the Structure of a Database for Calculating Reserves and Resources of Solid Minerals". *Interexpo Geo-Siberia* 2. 189–193 [In Russian]
- Chang, He, Jian Guo Gao, Ping Pan, and Xin Kai Liu. (2011). "Design and Development of Mineral Resource Management Information System." *Advanced Materials Research*. Vol. 403–408. – P. 2188–2191. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.403-408.2188>.
- Chesnaux, R., C. Lambert, C. Fournier, and D. Larocque. (2011). "Building a Geodatabase for Mapping Hydrogeological Features and 3D Modeling of Groundwater Systems: Application to the Saguenay–Lac-St.Jean Region, Canada // *Computers & Geosciences*. — Vol. 37. — P. 1870–1882. — DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2011.04.013>.
- Cui-ling, X. (2008). "Methods and Practice of Building Database for Digital Geological Map Based on Geodatabase". // *Science of Surveying and Mapping*. Vol.33, no. 3. – P. 176–178.
- Daliga Yar, Mila Atanasova, et al. (2021). "Creating a Thematic Geodatabase for Monitoring the Landslide Processes of the Landslide Circus." // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. — Vol.906. – 012035.
- Zhylykbayeva, G. A., Istekova S. A., Kurmanov B., Koben G. K., and Tursynova A. M. (2017). On the Issue of Creating a Unified Database of Geological and Geophysical Information for Oil and Gas Fields in Kazakhstan. Current Problem State." // *Vestnik AING*. –Vol.1, no. 41. [In Russian]
- Kresse, Wolfgang, and David Danko, eds. (2012). *Springer Handbook of Geographic Information*. Berlin, Heidelberg: Springer. –<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-72680-7>.
- Koshkarev, A. (2021). "Content Standards for Geospatial Metadata and Their Use." // *Spatial Data Processing for Monitoring of Natural and Anthropogenic Processes*. <https://doi.org/10.25743/sdm.2021.28.23.018>.
- Kouzeli, E., N. Lambrakis, and K. Nikolakopoulos. (2013). "Remote Sensing Data and GIS for Hydrological Studies." // *SPIE Proceedings*. Vol. 8893. – P. 1029774. <https://doi.org/10.1117/12.2029774>.
- Krasilnikov, P. A. (2019). "Principles of Forming Engineering-Geological Databases for the Development of Mineral Deposits." // *Scientific Notes of the Crimean Federal University Named After V. I. Vernadsky. Geography. Geology*. T.5, no. 71. P. 345–357. [In Russian]

- Loginov, D. S. (2021). "GIS Project as a Unified Environment for Working with Geological and Geophysical Data." // Interexpo Geo-Siberia 2. №2. – P. 259–266. [In Russian]
- Liu, D., Q. Sun, G. Wang, and L. Qiao. (2014). "The Design and Implementation of Spatial Data Explorer Based on Shell." // ISPRS – International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XL-4. 145–149. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-4-145-2014>.
- Morris, S. (2010). "Preservation of Geospatial Data: The Connection with Open Standards Development." // Springer 129–146. https://doi.org/10.1007/978-3-642-12733-5_6.
- Nass, Andrea, and Dawn Team. "One GIS-based Data Structure and Visualization for 15 Map Sheets: Geological Mapping of Ceres." // Lunar and Planetary Science Conference. – 2017. – <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2017LPICo1986.7041N>.
- Parenti, et al. (2022). "Integrated Geomatics Surveying and Data Management in the Investigation of Slope and Fluvial Dynamics." // Geosciences. Vol.12.– P. 293. <https://doi.org/10.3390/geosciences12080293>.
- Pyankov, S. V., Osovetsky B. M., Konoplev A. V., and Iblaminov R. G. (2014). "Systematization of Materials for Engineering-Geological Surveys Based on GIS Technologies." // Fundamental Research. — Vol. 11-2. P.353–356. [In Russian]
- Kouda, R. (2013). "International Trend on the Three Dimensional Geological Modeling and the Standards." // Journal of the Geological Society of Japan. Vol.119. 515–518. <https://doi.org/10.5575/GEOSOC.2012.0077>.
- Saha, A., Dhruva Ganguly, Sujit Sengupta, Basab Mukhopadhyay, and Niladri Hazra. (2003). "Digital Cartographic Standards for 1:50,000 Geologic Map: Some Important Considerations." // Conference Proceedings. –
- Soller, D. R., and T. M. Berg. (2005). "The U.S. National Geologic Map Database Project: Overview & Progress." // NATO Science Series. https://doi.org/10.1007/1-4020-3551-9_23.
- Tamani, F., R. Hadji, A. Hamad, and Y. Hamed. (2019). "Integrating Remotely Sensed and GIS Data for the Detailed Geological Mapping in Semi-Arid Regions: Case of Youks les Bains Area, Tebessa Province, NE Algeria." // Geotechnical and Geological Engineering. Vol. 37, no. 4. 2903–2913.
- Togizov, K., Issayeva, L., Muratkhanov, D., Kurmangazhina, M., Swęd, M., and Duczmal-Czernikiewicz, A. (2023). "Rare Earth Elements in the Shok-Karagay Ore Fields (Syrymbet Ore District, Northern Kazakhstan) and Visualisation of the Deposits Using the Geography Information System." // Minerals. Vol. 13, no. 11. – P. 1458. <https://doi.org/10.3390/min13111458>.
- Trent, M. Hare, Angelo P. Rossi, Alessandro Frigeri, and Chiara Marmo. (2018). "Interoperability in Planetary Research for Geospatial Data Analysis." // Planetary and Space Science. -. Vol. 150. – P.36–42. <https://doi.org/10.1016/j.pss.2017.04.004>.
- Electronic resource. <https://www.ogc.org/standards/>. [In Russian]
- Electronic resource. <https://geoportal-kz.org/geological-data/>. [In Russian]
- Zysk, E., A. Dawidowicz, S. Żróbek, and R. Żróbek. "The Concept of a Geographic Information System for the Identification of Degraded Urban Areas as a Part of the Land Administration System – A Polish Case Study." // Cities. – 2020.- Vol. 96. – P. 102423. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102423>.

Сведения об авторах:

Ержанқызы Айнуір – PhD, Старший преподаватель, Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова, Кафедра Маркшейдерского дела и геодезии, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан (Almaty, Kazakhstan, a.yerzhankyzy@satbayev.university);

Орынбасарова Эльмира Орынбасаровна – Ph.D., PhD, Центр инноваций в области геоматики, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан (Almaty, Kazakhstan, Email: e.orynbassarova@satbayev.university);

Адебиет Бахберде – PhD студент, Центр инноваций в области геоматики, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан (Алматы, Казахстан e-mail: astbaha6@gmail.com);

Ильясова Айгерим – PhD студент, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Алматы, Казахстан, Алматы, Казахстан e-mail: aiger906@gmail.com);

Бермуханова Айгерим – PhD студент, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан, Алматы, Казахстан e-mail: aigerimbermukhanova@gmail.com);

Серикбаева Эльмира Болатовна – Институт Ионосферы, Алматы, Казахстан e-mail: Seikbayeva@gmail.com).

Поступила: 15 августа 2024 года

Принята: 20 января 2025 года

Б.С. Керімбай , К.М. Баймырзаев , Н.Н. Керімбай* 

І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Талдықорған, Қазақстан

*e-mail: n.kerimbay@mail.ru

ШӨЛЕЙТ ЗОНАСЫНЫҢ ҚҰРҒАҚШЫЛЫҒЫ ДИНАМИКАСЫН КӨП СПЕКТРАЛ КЕСКІНДЕРДІ КЛАСТЕРЛЕУ ӘДІСІН ҚОЛДАНЫП ТАЛДАУ

Құрғақшылық қоршаған ортаға айтарлықтай зиян келтіретін үлкен табиғи қауіп болып табылады. Соңғы онжылдықтарда дүние жүзі бойынша адамзат ауыр әлеуметтік-экономикалық және экологиялық салдары бар құрғақшылықты бастан өткерді. Құрғақшылық мәселесін зерттеген авторлардың еңбектерінің нәтижелеріне сүйенсек, ғасырдың аяғында құрғақшылықтың ауырлығы мен жиілігі артады деп күтілуде. Жұмыстың мақсаты метеорологиялық мәліметтер және ғарыштық мониторинг деректері негізінде Қазақстанның Алматы облысы Ұйғыр ауданының аумағындағы 2015 және 2023 жылдардағы құрғақшылықтың динамикасын анықтау болып табылады. Мониторинг нысаны – қоңыржай климаттық белдеудің шөлейт зонасының құрғақшылығы ықтимал осал аймағының физикалық-географиялық жағдайына шолу жасалды. Sentinel-2 спутниктік суреттерінің көмегімен оптикалық спектрдің әртүрлі диапазондарында алынған Жерді қашықтықтан зондау деректері тақырыптық өңделіп, көп спектрлі кескіндерін кластерлеу тәсілі қолданылды. Спутниктік суреттерді қабаттаспайтын кеңістіктік аумақтарға бөліп кластерлеу параметрі ретінде NDVI мәндері алынды. Өсімдік жамылғысының NDVI мәндерінің кеңістіктік-уақыттық динамикасына талдау жасалды. NDVI мәндері <https://crop-monitoring.eos> сандық платформасындағы Sentinel-2 спутнигі арқылы түсірілген ғарыштық суреттердің 2015–2023 жж. аралығындағы мәліметтері негізінде сарапталды.

Түйін сөздер: Жерді қашықтықтан зондау, кластерлеу, NDVI мәндері, құрғақшылық қаупі, кеңістіктік-уақыттық динамика.

B.S. Kerimbay, K.M. Baimyrzaev, N.N. Kerimbay*

I. Zhansugurov Zhetysu University, Taldykorgan, Kazakhstan

*e-mail: n.kerimbay@mail.ru

Analysis of the dynamics of drought in a semi-desert zone using the clustering method of multispectral images

Drought is a serious natural threat that causes significant damage to the environment. In recent decades, humanity around the world has experienced a drought with serious socio-economic and environmental consequences. According to the results of the work of the authors who studied the problem of drought, it is expected that by the end of the century the severity and frequency of droughts will increase. The purpose of this work is to identify the dynamics of drought from 2015 to 2023 in the territory of the Uyghur district of the Almaty region of Kazakhstan, based on meteorological indices and space monitoring data. A review of the physical and geographical location of the monitoring object, a potentially vulnerable drought zone of the semi-desert zone of the temperate climate zone, was conducted. The Earth remote sensing data obtained in various ranges of the optical spectrum using Sentinel-2 satellite images were thematically processed and the multispectral image clustering method was applied. The NDVI values were taken as parameters for clustering satellite images by differentiation into non-overlapping spatial territories. The spatial and temporal dynamics of the NDVI values of vegetation cover are analyzed. The NDVI values were analyzed based on satellite imagery data obtained from the Sentinel-2 satellite on the EOS digital platform, <https://crop-monitoring.eos> for 2015–2023 years.

Key words: remote sensing of the Earth, clustering, NDVI values, drought risk, spatial and temporal dynamics.

Б.С. Керімбай, Қ.М. Баймырзаев, Н.Н. Керімбай*
Жетысуский университет им. И. Жансугурова, Талдықорған, Казахстан
*e-mail: n.kerimbay@mail.ru

**Анализ динамики засухи полупустынной зоны
с использованием метода кластеризации многоспектральных изображений**

Засуха представляет собой серьезную природную угрозу, наносящую значительный ущерб окружающей среде. В последние десятилетия человечество во всем мире пережило засуху с серьезными социально-экономическими и экологическими последствиями. Согласно результатам работ авторов, изучавших проблему засухи, ожидается, что к концу века тяжесть и частота засух возрастут. Цель данной работы состоит в выявлении динамики засухи с 2015 по 2023 гг. на территории Уйгурского района Алматинской области Казахстана, определяемых по метеорологическим индексам и по данным космического мониторинга. Был проведен обзор физико-географического положения объекта мониторинга – потенциально уязвимой зоны засухи полупустынной зоны умеренного климатического пояса. Данные дистанционного зондирования Земли, полученные в различных диапазонах оптического спектра с помощью спутниковых изображений Sentinel-2, были тематически обработаны и применен метод кластеризации многоспектральных изображений. Параметрами кластеризации спутниковых изображений по дифференциации на неперекрывающиеся пространственные территории были взяты значения NDVI. Проведен анализ пространственно-временной динамики значений NDVI растительного покрова. Значения NDVI были проанализированы на основе данных космических снимков полученных со спутника Sentinel-2 на цифровой платформе EOS, <https://crop-monitoring.eos> за 2015–2023 гг.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, кластеризация, значения NDVI, риск засухи, пространственно-временная динамика.

Кіріспе

Табиғи ортаның климаттың ғаламдық өзгерісі тұсындағы құрғақшылық мәселесі ең ауыр экологиялық қауіптердің бірі болып табылады (Blanka V., Mezösi G., B.Meyer., 2013: 219–237). Құрғақшылық халық шаруашылығының көптеген салаларына: денсаулық сақтауға, табиғатты қорғауға, ауыл, орман, туризм шаруашылықтарына және т.б. салаларға әсер етеді. Әлеуметтік-экономикалық жүйенің үздіксіз дамуы азық-түлік өндірісінің ауыртпалығын өзгертеді, сондықтан тұтынушылар мен өндірушілер құрғақшылық қаупінің ауырлығы мен кеңістіктік таралуы туралы жоғары кеңістіктік тұжырымдағы сенімді ақпаратқа ие болуы керек. Осы жұмыста құрғақшылық мәселесіне байланысты елімізде қабылданып жатқан іс-шаралар да қарастырылды. Қазақстан Республикасының экология, геология және табиғи ресурстар министрлігі 2021 жылғы 2 маусымдағы № 170 бұйрығына сәйкес, «Климаттың өзгеруіне бейімделу процесін ұйымдастыру және іске асыру» қағидасы бекітілді (Климаттың өзгеруіне бейімделу процесін ұйымдастыру және іске асыру қағидаларын бекіту туралы., 2021: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/>).

Қазіргі уақытта аймақтардың жергілікті деңгейдегі нақты уақыт режиміндегі құрғақшылық мониторингі бүкіл әлемде маңызды тақырып

болып табылады. Құрғақшылықтың пайда болуы, оның жиілігі, әртүрлі аймақтар үшін болашақтағы қаупі, индекстеу тәсілдері және ерте ескерту жүйелерін дамыту мәселелері зерттелуде (Mezosi G., Blanka V., Ladanyi Z., Bata T., Urdea P., Frank A., Meyer B., 2016: 355 – 366).

Құрғақшылықты қолдану салаларына байланысты метеорологиялық, гидрологиялық, ауылшаруашылық, өсімдік жамылғысы және т.б. әртүрлі тұрғыдан бағалауға болады (Hisdal H., Tallaksen L.M., 2003: 230–247). Жыл сайын жаңа құрғақшылық индекстері жарияланады; қазіргі уақытта құрғақшылық деңгейі 100-ден астам индекс бойынша анықталады (А.Н.Золотокрылин, Т.Б.Титкова, Е.А.Черенкова, В.В.Виноградова., 2013:246–253). Құрғақшылық құбылысының үздіксіз мониторингі континентальды масштабтағы Еуропалық құрғақшылық обсерваториясы арқылы әртүрлі деректер көздерінен алынған көрсеткіштер карталарын (мысалы, жауын-шашынды өлшеу, спутниктік деректер және топырақтағы ылғалдың үлгіленген мөлшері) пайдалана отырып қолданылады (Horion S., Fensholt R., Tagesson T., Ehammer A., 2014: 2493–2515). Құрғақшылықтың көпжылдық және жылдық циклының ырғақтары NDVI (қалыпты жағдайдағы салыстырмалы вегетациялық индексі) мәндерінің кеңістіктік-уақыттық қатарларын құру арқылы да зерттеледі. NDVI – өсімдік жамыл-

ғысының тығыздығын, жай-күйін көрсететін салыстырмалы көрсеткіш.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Соңғы онжылдықта Жерді қашықтықтан зондаудың (ЖҚЗ) ғарыштық мониторингтік әдістері атмосфера мен жер бетінің параметрлерін зерттеудің маңызды тәсілдерінің бірі болып табылады (Бондур В.Г., 2014: 4–16). Табиғи нысандарды, және олардың динамикасын зерттеуге мүмкіндік беретін зерттеу бағыттары ерекше маңызға ие. Экологиялық жағдайды бақылау, өндірістік және ғылыми мәселелерді шешу және т.б. мәселелерді шешудегі үлкен мүмкіндік – ЖҚЗ мониторингінің деректері. Алынған спутниктік деректер бірнеше кезеңдерден өтеді: алдын ала өңдеу, тақырыптық өңдеу және талдау (Керімбай Н.Н., Керімбай Б.С., 2023: 310).

Алдын ала өңдеу кезеңінде әр спутникке бөлек байланған көптеген әдістер орбита мен өлшеу құралының жеке сипаттамаларын ескереді. Тақырыптық өңдеу әдістері өлшемдеріне байланысты (кеңістік, уақыт, спектрлік канал) топтарына бөлінеді. Ең дамыған тақырыптық өңдеу тәсілдердің бірі пиксельдік кескіндерді қалыптастыру болып табылады, мұнда әр сурет спектрлік каналдардың сипаттамаларына және олардың бірлескен талдауына байланысты. Талдауды әр кескін үшін немесе олардың функционалдық түрлендірулері (индекстері) үшін дербес жүргізуге болады (Li M., Zang S.Y., Zhang B., Li S.S., Wu C.S., 2014: 389–411).

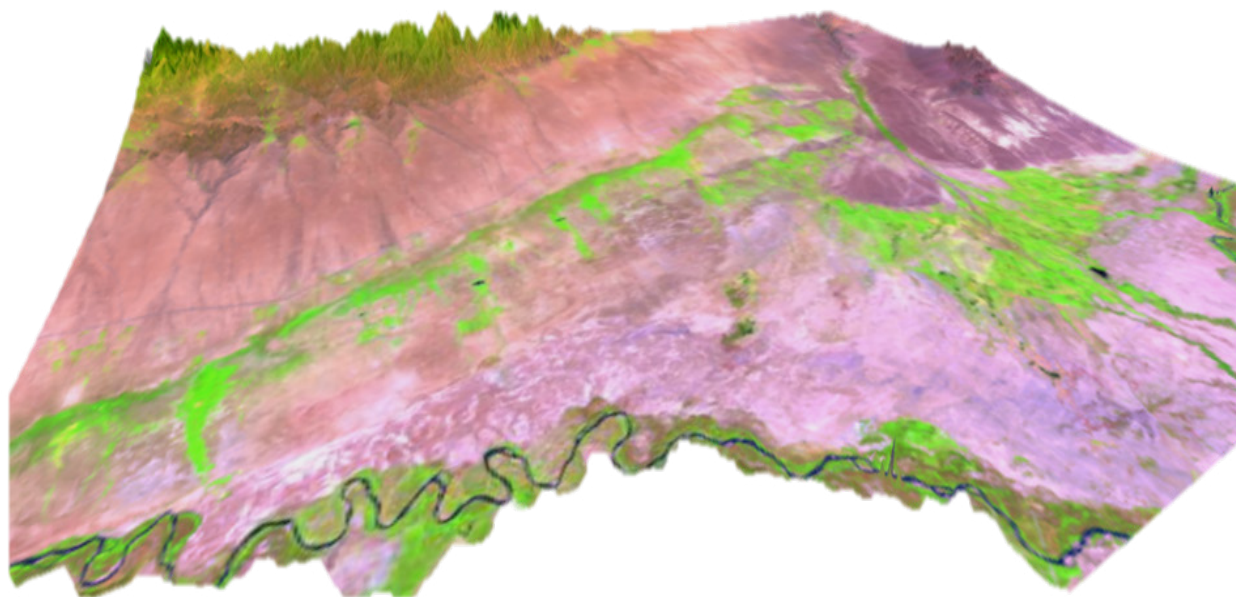
Зерттеудің маңызды бағыты – спутниктік суреттегі беттік типтерді айқындау және арнайы класстардың қасиеттерін зерттеу. Кеңістіктік рұқсаттың жоғарылауы бет түрлерінің кеңістіктік-уақыттық өзгерістерін зерттеу кезінде қосымша мүмкіндіктер береді. Спутниктік суреттерді кластерлеу – кескінді олардың спектрлік, индекстік (мысалы, өсімдік жамылғысы, сулы қабаты және т.б.), кеңістіктік немесе кеңістіктік-уақыттық сипаттамаларының (мысалы, текстураның) жақындығы бойынша қабаттаспайтын кеңістіктік аймақтарға бөлумен тұрады (Катаев М.Ю., Богомоллов А.В., 2018: 54–59). Кластерлеу мақсатында, мәні әрбір пикселден олардың сәйкес кластер орталықтарына дейінгі қашықтықтардың қосын-

дысын барынша азайтатындай барлық пикселдерді кластерлерге бөлумен байланысты k-means алгоритмі қолданылады (Magnussen S., Boudewyn P., Wulder M., 2004: 2421–2440; Chen G., 2012: 4434–4457).

Осы жұмыста құрғақшылық динамикасын кластерлеу параметрі ретінде NDVI (қалыпты жағдайдағы салыстырмалы вегетациялық индексі) мәндері қарастырылды. NDVI – фотосинтетикалық белсенді биомасса мөлшерінің қарапайым көрсеткіші. Бұл индекс өсімдіктердің спектрдің қызыл және жақын инфрақызыл сәулелерін сіңіруі және шағылыстыруы арқылы есептеледі. Өсімдіктерге арналған индекс мәндері 0,2-ден 0,9-ға дейін. Вегетациялық кезеңде өсімдіктер неғұрлым жақсы дамыған болса, NDVI мәні соғұрлым жоғары болады. Осылайша, NDVI-вегетациялық кезеңде өсімдіктердің жасыл массасының тығыздығын, жай-күйін бағалауға болатын индекс. Бұл индекс ауыл шаруашылығында көптеген мәселелерді шешу үшін белсенді қолданылады, құрғақшылықты үлгілеу үшін қажетті параметр (Катаев М.Ю., Бекеров А.А., Шалда П.В., 2017: 81-84).

NDVI индекстерінің шкаласы -1-ден 1-ге дейін өзгереді (кесте 2). Теріс мәндерді ғимараттар, жолдар, бұлттар және т.б. береді; 0,1-0,2 индексі ашық топырақ әдетте тау жыныстары, құм т.б. сәйкес келеді; 0,2-ден 1-ге дейінгі оң мәндер бұл әрқашанда өсімдік жамылғысы. Әдетте, 0,2-ден 0,4-ке дейінгі NDVI шамалары сирек өсімдік жамылғысына сәйкес келеді; жай-күйі жақсы, сау өсімдік жамылғысының индексі 0,5-тен жоғары; қоңыржай өсімдік жамылғысының индикаторы 0,4-тен 0,6-ға дейін; 0,6-дан 0,8-ге дейін тығыз өсімдік жамылғысын, ал 0,8-ден жоғары барлық сандар жасыл өсімдіктің максималды тығыздығын көрсетеді (Gu Y., Brown J.F., Verdin J.P., 2007:1-6).

Зерттеу нысаны Ұйғыр ауданы – Қазақстан Республикасы Алматы облысының оңтүстік-шығысындағы әкімшілік бірлік. Тянь-Шань тау жүйесінің солтүстік беткейіндегі Кетмен жотасы мен Іле ойпаты жазығы аралығында орналасқан. Осы жазықта Кетмен жотасының солтүстік беткейінің тауалдынан Іле өзенінің аңғарына дейінгі аралықта радонды әлсіз минералданған, емдік қасиеті бар артезиан ыстық суларының көздері бар. Ауданның жер бедерінің 3D моделі жасалды (1-сурет).



1-сурет – Ұйғыр ауданы жер бедерінің 3D моделі

Бұл суретте ауданның оңтүстік және оңтүстік-батыс бөліктерінің теңіз деңгейінен (1000 м жоғары) орталық және батыс бөліктеріне (400-600 м) қарағанда әлдеқайда жоғары орналасқаны көрінеді. Жер бедеріне сәйкес Ұйғыр ауданы биік таулы, таулы және тау аралық, тау бөктеріндегі және далалық табиғи-шаруашылық аумақтарға бөлінеді. Тау бөктеріндегі жерді жырту қиынға соғады, бұл жер бедері мен топырақ құрайтын тау жыныстарының (гранит, әктас және т.б.) әртүрлілігімен байланысты. Сондықтан бұл аумақтар көп жағдайда жайылым ретінде және жеміс ағаштарын өсіруге қолайлы.

Аудан қоңыржай белдеудің шөлейт зонасында орналасқан, климаты айқын континенттілікпен сипатталады. Қыста ауа температура -35 градусқа дейін төмендейді, ал жазда +40 градусқа жетуі мүмкін. Климаттық жағдайы қатал, құрғақ – ыстық жаз және қарсыз суық қыспен сипатталады (Kerimbay B.S., Sadvakassova S.R., Dunets A.N., 2022: 355-376).

Бедер пішінінің күрделілігі температура мен ылғалдың дәрежесінде айтарлықтай қарама-қайшылықтар тудырады. Жақын маңдағы шөлді аймақтардың әсері тау етегіндегі климатқа және аласа таулы аумақтарға көбірек әсер етеді. Топырақтың ылғалдылығы температураның төмендеуі мен буланудың төмендеуіне және жауын-шашынның көбеюіне байланысты, тұтастай алғанда, теңіз деңгейінен жоғары ор-

татаулы және биіктаулы аумақтар жақсы ылғалданған.

Төмендегі құрылған климат бойынша кестелердегі (1,2-кестелер) Подгорное (1999 ж. бері қаз. Қырғызсай) (1273 м), метеостанциясынан алынған мәліметтер, «Қазгидромет» Қазақстанның Ұлттық гидрометеорологиялық қызметі РМК-нің анықтамалығының материалдарынан алынған (Гидрометеорологическая информация по горным рекам // <https://www.kazhydromet.kz/gu>).

Зерттеу нәтижелері және талқылау

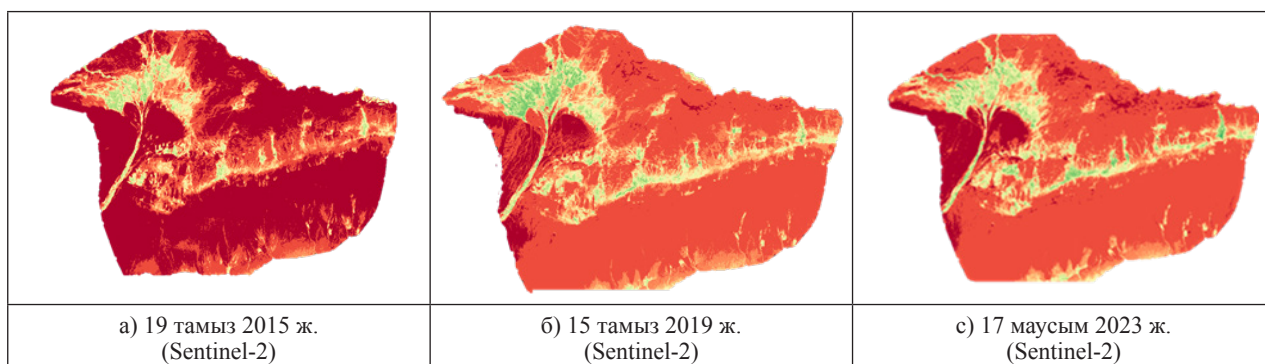
Соңғы 20 жылда антропогендік факторлардың әсерінен Ұйғыр ауданының жер жамылғысы айтарлықтай өзгерістерге ұшыраған. Ауыл шаруашылығын дамытудың экстенсивті (жаңа жерлерді игеру есебінен егістік жерлерді ұлғайту) жолын тандауымен байланысты жаңа жерлерді жырту белсенді түрде жүргізілген (Керімбай Б.С., 2023:296). Мониторинг ауданның егіншілік мақсатында белсенді түрде пайдаланып отырған, көлемі 4263 км², жерінің 50% астамын құрайтын аумағында жүргізілді (US EOS / Exploring Geospatial Solutions // <https://eos.com/landviewer/cropmonitoring>). <https://crop-monitoring.eos> сандық платформасында Sentinel-2 спутнигі арқылы 2015, 2019 және 2023 жж. түсірілген NDVI ға-рыштық суреттері өңделді (2-сурет).

1-кесте – Ұйғыр ауданының ауаның орташа айлық және жылдық температурасы, °C

Станция	Айлар												Жыл
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Қырғызсай	-5,6	-4,5	1,3	9,4	14,5	18,8	21,6	20,9	15,7	8,2	0,5	-3,6	8,1

2-кесте – Ұйғыр ауданының орташа айлық, маусымдық және жылдық жауын-шашын мөлшері, мм.

Станция	Айлар												Жыл	Маусым	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		XI-III	IV-X
Қырғызсай	16	16	31	49	55	51	44	27	28	34	27	20	398	110	288



2-сурет а), б), с) – Ұйғыр ауданының NDVI вегетациялық индексі динамикасының ғарыштық суреттері, 2015-2023 жж. (Sentinel-2)

Ғарыштық мониторинг деректерін өңдеу негізінде де Ұйғыр ауданының жер пайдалану жүйесінде өзгерістер болғаны байқалады. Өсімдік жамылғысының жекелеген түрлері алып жатқан аумақты есептей отырып, егістік алқаптарының қаншалықты өзгергені, сондай-ақ өсімдік жамылғысының динамикасын бақылауға болады. ArcGIS-те NDVI есептеу және жамылғы аумағының ауданын анықтау, растрлық калькуляторын қолдану арқылы жүзеге асырылады. Есептеу деректері сыртқы көздерден жүктеледі немесе қолмен енгізіледі. EOS LandViewer және Crop Monitoring деректерді қолдан енгізуді, немесе жүктеуді, немесе жұмыс үстелінің бағдарламалық жасақтама-сын орнатуды қажет етпейді. Бағдарламаға анализге қажетті барлық ЖҚЗ деректері автоматты түрде енгізілген. Ғарыштық суреттердің (Sentinel-2) спектралды талдауын жасау негізінде, аталған модульдерде өңдеуден өткізілген. NDVI мәндерін талдауға Gu Y., Brown J.F., Verdin J.P. еңбектері негіз болды (Gu Y., Brown J.F., Verdin J.P., 2007:1-6).

Есептеу нәтижелері түсінікті болу үшін пайызбен де берілді және кестеге енгізілді (3-кесте).

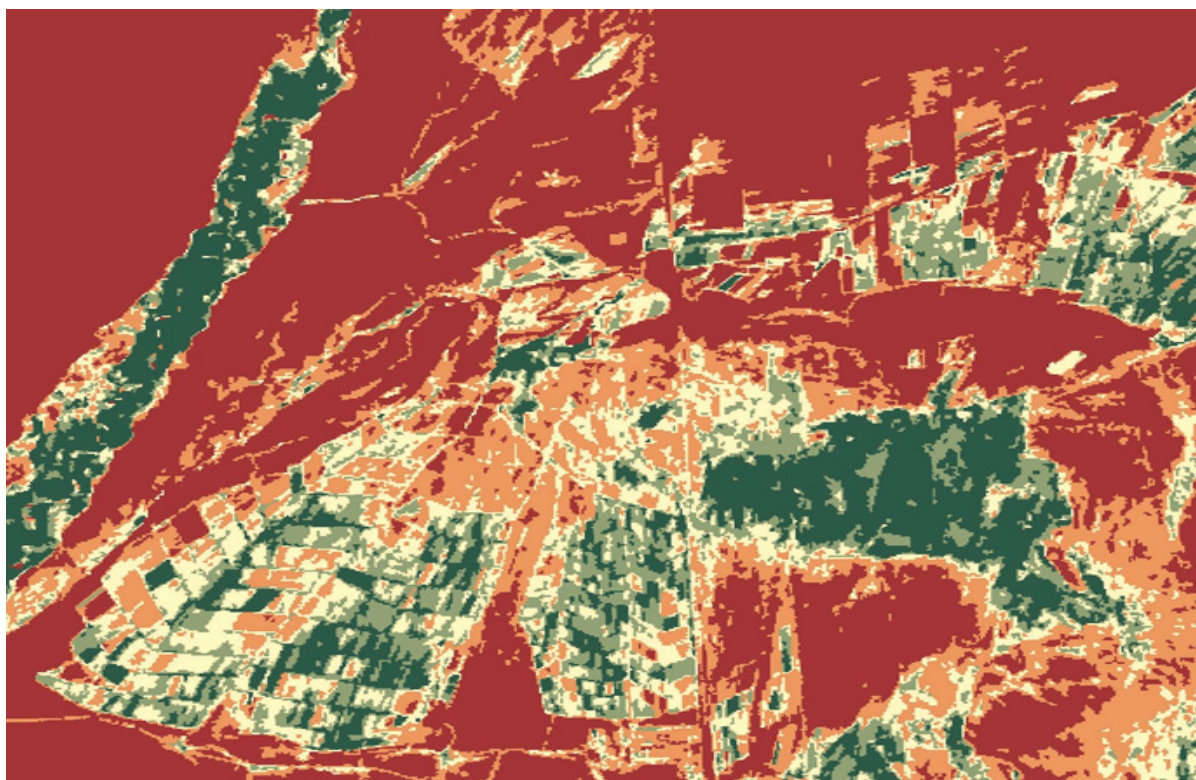
Мониторинг нысанының 15x15 пиксельді өлшейтін аумағы және спектрлік шағылысу коэффициенттерінің мәндері таңдалды. Барлық пикселдер үшін спектрлік қисықтардың мәндерінің вариациялары айтарлықтай деңгейде, ал таңдалған нысанның бетінің әртүрлі типтері анық көрінеді. Бұл кейбір пикселдерде көлемі әртүрлі аумақтары бар беттердің бірнеше түрі бар екенін көрсетеді, бұл белгілі бір бет түрі үшін мәндердің әдеттегі таралуын өзгертеді.

Мониторингтік нысанның аумағы үшін синтезделген спутниктік суретті ($R = 4$, Sentinel-2 каналы, $G = 3$, $B = 2$) кластерлеу нәтижесі төмендегі суреттерде көрсетілді. Анықталған кластардың саны 5. Олар қабаттаспайтын кеңістіктік біртекті аумақтар:

- орман алқаптары;
- егіншілік алқаптары;
- қоңыржай өсімдік жамылғысы;
- сирек өсімдік жамылғысы;
- ашық топырақ (3,4-суреттер).

3-кесте – Ұйғыр ауданының өсімдік жамылғысы типі бойынша NDVI динамикасы, 2015-2023 жж.

NDVI мәні	19 тамыз 2015 ж.		15 тамыз 2019 ж.		17 маусым 2023 ж.	
	көлемі, га	көлемі, %	көлемі, га	көлемі, %	көлемі, га	көлемі, %
0.8-1	0	0	86 га	0.02	368 га	0.09
0.7-0.8	623 га	0.15	6858 га	1.61	6965 га	1.63
0.6-0.7	7647 га	1.79	12500 га	2.93	12990 га	3.05
0.5-0.6	11524 га	2.7	14915 га	3.5	15461 га	3.63
0.4-0.5	14670 га	3.44	19259 га	4.52	18380 га	4.31
0.3-0.4	19565 га	4.59	27170 га	6.37	23997 га	5.63
0.2-0.3	29627 га	6.96	55997 га	13.13	43315 га	10.16
-1-0.2	342733 га	80.37	289551 га	67.92	304959 га	71.52

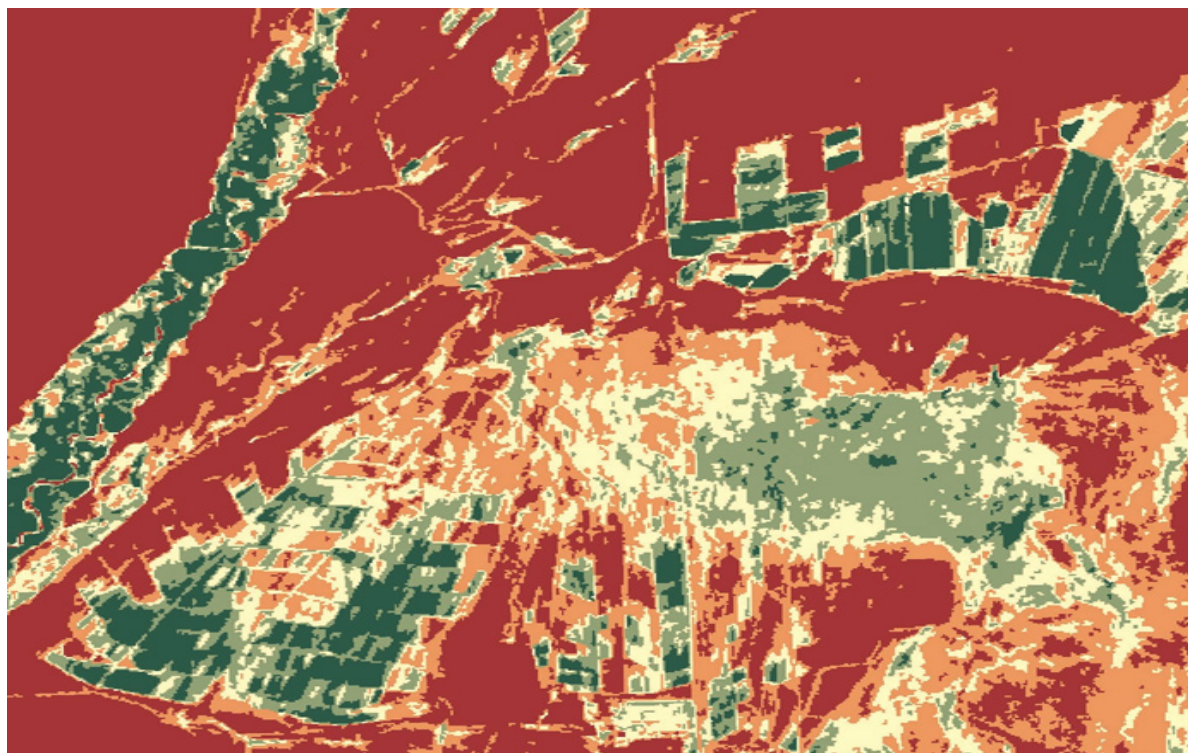


3-сурет – Ұйғыр ауданының мониторингтік нысанының спектрлік сипаттамаларға негізделген кластерленген суреті, 19 тамыз 2023 ж., *Sentinel-2*

4-кестеде кластерлік жіктелген мониторингтік нысанның 2015 және 2023 жылдардағы NDVI мәндерінің динамикасы және Ұйғыр ауданының жерді пайдалану жүйесінің өзгеруінің жалпы тенденциясы көрсетілген.

Ұйғыр ауданының мониторингтік нысанының құрғақшылығына шолу жасау, қабаттаспайтын кеңістіктік аймақтарға бөліп кластерлеудің параметрі ретінде алынған NDVI мәндерінің вегетация кезеңіндегі көп жыл ара-

лығындағы кеңістіктік-уақыттық динамикасын жіктеу арқылы іске асырылды. Мониторинг нәтижесінде зерттеу аумағының орман алқаптары мен егіншілік алқаптарының көлемі ұлғайғаны, ал қоңыржай және сирек өсімдік жамылғысы мен ашық топырақ жамылғысының көлемі қысқарғаны бақыланады. Жалпы алғанда, Ұйғыр ауданының өсімдік жамылғысының беттік таралуы негізінен ауданның жерді пайдалану схемасына сәйкес келеді.



4-сурет – Ұйғыр ауданы, мониторингтік нысанның спектрлік сипаттамаларға негізделген кластерленген суреті, 17 маусым 2015 ж., *Sentinel-2*

4-кесте – Ұйғыр ауданының кластерлік жіктелген мониторингтік нысанының өсімдік жамылғысының NDVI мәндері бойынша динамикасы, 2015-2023 жж.

№	Анықталған класстар	2023 жыл	2015 жыл
1	Орман алқаптары	201 га	156 га
2	Егіншілік алқаптары	790 га	610 га
3	Қоңыржай өсімдік жамылғысы	2504 га	2957 га
4	Сирек өсімдік жамылғысы	2027 га	2127 га
5	Ашық топырақ	4076 га	3877 га

Зерттеу нәтижесінде, шөлейт зонасында орналасқан Ұйғыр ауданының құрғақшылық үдерісінің мониторингі негізінде, 2015 жылдан 2023 жылға дейінгі NDVI мәндеріне талдау жасалды. Ұйғыр ауданының аумағындағы орташа жылдық температура бақылаулар басталған күннен бастап тұрақты өсіп келеді және осы кезеңде бұл шама 10,3°-тан 11,4°-қа дейін өсті, яғни бұл аумақ орташа температураның жоғарылауы бойынша жалпы әлемдік тенденцияны айналып өтпеді деп айтуға болады, бірақ сонымен бірге бақылау кезеңінде мұндай күрт өзгеріске нақты не себеп болғанын айту мүмкін емес.

Зерттеу аумағында жауын-шашынның орташа жылдық мөлшері, керісінше, белсенді түрде азаяды, яғни осы аймақтың климатының қалыптасуына белсенді әсер ететін осы факторлардың кері байланысы бар. Антропогендік фактордың парниктік эффектiге әсерінің артуына байланысты жер бетіндегі ылғал белсенді түрде буланып кетеді. Мұның салдары-күн энергиясы атмосфераны жер бетінен қыздырмайды, бірақ ауаны ылғалдандыру үшін қолданылады. Қыста Солтүстік континенттердің үстінде жауын-шашынның көп болуы температураның жоғарылауымен байланысты, өйткені жылы жағдайда атмосфераның су ұстау қабілеті артады.

Қорытынды

2015 жылдан 2023 жылға дейін NDVI талдауына сәйкес шөлейт зонасында орналасқан Ұйғыр ауданының құрғақшылық үдерісіне мониторинг жасалды. Зерттеу нысанындағы орташа жылдық температура бақылаулар басталған күннен бастап тұрақты өсіп келе жатқаны байқалады, яғни бұл аумақ орташа температураның жоғарылауы бойынша жалпы әлемдік тенденцияны айналып өтпеді деп айтуға болады.

Жалпы алғанда, негізгі дамыған елдер құрғақшылықтың пайда болуына қарсы түру және олардың әсерін азайту мақсатында, ауыл шаруашылығы өндірушілерінің материалдық-техникалық және әр елдің нормативтік-құқықтық базасын құру сияқты шараларды қолданады. Біздің зерттеу жұмысымыздың нәтижесінде шөл және шөлейт зонасындағы құрғақшылық қаупінің алдын-алу шараларының оңтайлы ұсыныстары жасалды:

- ормандарды (орман белдеулерін) отырғызу және құмды аймақтарды бекіту;

- аудандастырылған құрғақшылыққа төзімді дақылдарды егу;

- ауыл шаруашылығы дақылдарының аумақ бойынша экологиялық таралуы (әр мәдениеттің орналасқан жерін таңдау-сараланған жерді пайдалану);

- жинақтаушы және дренажды көлдерді (оазистерді) құру;

- өндіріс үдерістеріне халықаралық қаржы тарту және азық-түлік сату;

- техниканы, тұқымдарды, тыңайтқыштарды сатып алуға субсидиялар мен жеңілдіктер беру және суды үнемдеу жүйелері;

- өңір аумағындағы климаттық ауытқуларды болжау.

Зерттеу жұмысы климаттық тәуекелдер мен осалдықтарды әрі қарайғы іс-әрекеттің негізі ретінде бағалауға, тәуекелдерді есепке алу үшін негіз құруға, сондай-ақ өзгеріске бейімделу туралы шешім қабылдау процесінде қолданылатын ақпараттың сапасын арттыру үшін тиімді әдістерді, құралдарды және ақпараттық жүйелерді енгізуге көмектеседі. Құрғақшылық қаупінің кеңістіктік – уақыттық динамикасын талдау әдістерін қауіптілігі жоғары аймақтарды бөліп көрсете отырып, құрғақшылық қаупін жою үшін жер мен суды оңтайлы басқаруды аумақтық жоспарлауда қолдануға болады.

Әдебиеттер

Бондур В.Г. Современные подходы к обработке больших потоков гиперспектральной и многоспектральной аэрокосмической информации//Исследование Земли из космоса. – Москва, 2014. – № 1. – С. 4–16.

Blanka V., Mezösi G., Meyer B. Projected changes in the drought hazard in Hungary due to climate change//Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service. V. 117, No. 2, 2013, pp. 219–237.

Гидрометеорологическая информация по горным пекам // <https://www.kazhydromet.kz/ru>. 03.04.2024.

Gu Y., Brown J.F., Verdin J.P. et al. A five-year analysis of MODIS NDVI and NDWI for grassland drought assessment over the central Great Plains of the United States//Geophysical Research Letters. – 2007. – V. 34. p. 1–6.

Золотокрылин А.Н., Титкова Т.Б., Черенкова Е.А., Виноградова В.В. Сравнительные исследования засух 2010 и 2012 гг. на Европейской территории по метеорологическим и MODIS данным//Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10. № 1. С. 246–253.

Chen G. Object-based change detection// International Journal of Remote Sensing. – 2012. – V. 33, No. 14. pp. 4434–4457.

Crop monitoring.EOS // <https://crop-monitoring.eos> 01.02.2024.

Hisdal H., Tallaksen L.M. Estimation of regional meteorological and hydrological drought characteristics: A case study for Denmark// Journal of Hydrology (2003) V.281(3): p. 230–247.

Horion S., Fensholt R., Tagesson T., Ehammer A. Using earth observation-based dry season NDVI trends for assessment of changes in tree cover in the Sahel//International Journal of Remote Sensing, 2014 V. 35, No. 7, pp. 2493–2515

Катаев М.Ю., Богомолов А.В. Особенности кластеризации многоспектральных изображений спутникового прибора Landsat//Доклады ТУСУРа, 2018, том 21, №2, с. 54–59

Катаев М.Ю., Бекеров А.А., Шалда П.В. Анализ трендов временных рядов вегетационного индекса NDVI // Докл. ТУСУРа. – 2017. – Т. 20, №3. –С. 81–84.

Керімбай Н.Н., Керімбай Б.С. Жерді қашықтықтан зондылауды геоақпараттық технологиялар әдістерімен талдау. Алматы: Дарын, 2023. – 310 б.

Керімбай Б.С. Шарын өзені алабы геожүйелерінің дамуының динамикалық тенденциялары. – Алматы: Дарын, 2023. – 296 б.

Kerimbay B.S., Sadvakassova S.R., Dunets A.N., Influence of the hydrological regime on the state of floodplain geosystems of the Charyn river// Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, Vol. 14, №3, Part 2, 2022. pp.355-376.

Климаттың өзгеруіне бейімделу процесін ұйымдастыру және іске асыру қағидаларын бекіту туралы., 2021: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/> 03.04.2024.

Li M. A review of remote sensing image classification techniques: The role of spatio-contextual information /M. Li, S.Y. Zang, B. Zhang, S.S. Li, C.S. Wu // Eur. J. Remote Sens. – 2014. – No. 47. pp. 389–411.

Magnussen S., Boudewyn P., Wulder M. Contextual classification of Landsat TM images to forest inventory cover types. // Int. J. Remote Sens. – 2004. – No. 25. pp. 2421–2440.

Mezosi G., Blanka V., Ladanyi Z., Bata T., Urdea P., Frank A., Meyer B. Expected mid- and long-term changes in drought hazard for the south-eastern Carpathian Basin. //Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 2016, V. 11, No 2, pp. 355 – 366.

US Earts Observing System/Exploring Geospatial Solutions // <https://eos.com/landviewer/cropmonitoring>. 27.01.2024.

References

Bondur V.G. Modern approaches to processing large streams of hyperspectral and multispectral aerospace information// Exploring the Earth from space. – Moscow, – No. 1. pp. 4-16. (2014): (In Russian)

Blanka V., Mezösi G., Meyer B. Projected changes in the drought hazard in Hungary due to climate change//Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service Vol. 117, No. 2, pp. 219–237. (2013)

Hydrometeorological information on mountain rivers//<https://www.kazhydromet.kz/ru>. 03.04.2024. (In Russian)

Gu Y., Brown J.F., Verdin J.P. et al. A five-year analysis of MODIS NDVI and NDWI for grassland drought assessment over the central Great Plains of the United States//Geophysical Research Letters. – V. 34. pp. 1-6. (2007)

Zolotokrylin A.N., Titkova T.B., Cherenkova E.A., Vinogradova V.V. Comparative studies of droughts in 2010 and 2012 in the European territory based on meteorological and MODIS data//Modern problems of remote sensing of the Earth from space. V. 10. No.1, pp. 246–253. (2013): (In Russian)

Chen G. Object-based change detection.// International Journal of Remote Sensing. – 2012. – Vol. 33, No. 14. pp. 4434–4457.

Crop monitoring.EOS // <https://crop-monitoring.eos> 01.02.2024.

Hisdal H., Tallaksen L.M. Estimation of regional meteorological and hydrological drought characteristics: A case study for Denmark// Journal of Hydrology. No. 281(3): p. 230-247. (2003)

Horion S., Fensholt R., Tagesson T., Ehammer A. Using earth observation-based dry season NDVI trends for assessment of changes in tree cover in the Sahel//International Journal of Remote Sensing, 2014 Vol. 35, No. 7, 2493–2515

Kataev M.Yu., Bogomolov A.V. Features of clustering of multispectral images of the Landsat satellite instrument//Reports of TUSUR, V. 21, No.2, pp. 54-59. (2018): (In Russian)

Kataev M.Yu., Bekirov A.A., Shal'da P.V. Analysis of trends in time series of the NDVI vegetation index // Dokl. TUSURa. V. 20, No. 3. pp. 81-84. (2017): (In Russian)

Kerimbay N. N., Kerimbay B. S. “Analysis of remote sensing of the Earth by methods of Geoinformation technologies”. [Almaty, Daryn]. – 310 p. (2023): (In Kazakh)

Kerimbay B. S. “Dynamic trends in the development of Geosystems of the Charyn River Basin”. [Almaty, Daryn]. –296 pp. (2023): (In Kazakh)

Kerimbay B.S., Sadvakassova S.R., Dunets A.N., Influence of the hydrological regime on the state of floodplain geosystems of the Charyn river//Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, V. 14, No.3, Part 2, pp.355–376. (2022)

On approval of the rules for organizing and implementing the process of adaptation to climate change., 2021: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/> 03.04.2024.

Li M. A review of remote sensing image classification techniques: The role of spatio-contextual information /M. Li, S.Y. Zang, B. Zhang, S.S. Li, C.S. Wu // Eur. J. Remote Sens, No. 47, pp. 389–411. (2014)

Magnussen S., Boudewyn P., Wulder M. Contextual classification of Landsat TM images to forest inventory cover types. // Int. J. Remote Sens. No. 25. pp. 2421–2440. (2004)

Mezosi G., Blanka V., Ladanyi Z., Bata T., Urdea P., Frank A., Meyer B. Expected mid- and long-term changes in drought hazard for the south-eastern Carpathian Basin. //Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, V.11, No. 2, pp. 355 – 366. (2016)

US Earts Observing System/Exploring Geospatial Solutions // <https://eos.com/landviewer/cropmonitoring>. 27.01.2024.

Авторы туралы мәлімет:

Керімбай Баян Сүлейменқызы – PhD, «І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті» КЕ АҚ Жаратылыстану жоғары мектебінің оқытушы-дәріскері (Талдықорған қ., Қазақстан, эл.почта: bayan.kerimbay.65@mail.ru);

Баймырзаев Қуат Маратұлы – география ғылымдарының докторы, профессор, «І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті» КЕ АҚ, Биотехнология және Экология Ғылыми зерттеу институтының директоры (Талдықорған қ., Қазақстан, эл.почта: baimyrzaev_km@zhgu.kz);

Керімбай Нұржан Нұрбергелұлы (корреспонденттік автор) – география ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, «І.Жансүгіров атындағы Жетісу университеті» КЕ АҚ, Биотехнология және Экология Ғылыми зерттеу институтының экология зертханасының меңгерушісі (Талдықорған қ., Қазақстан, эл.почта: n.kerimbay@mail.ru);

Information about the authors:

Kerimbay Bayan – PhD, Senior Lecturer of the Higher School of Natural Sciences of the NAO “Zhetysu University named after I. Zhansugurov” (Taldykorgan, Kazakhstan, e-mail: bayan.kerimbay.65@mail.ru);

Baimyrzaev Kuat – director of Biotechnology and Ecology of the Research Institute of NAO “Zhetysu University named after I. Zhansugurov” (Taldykorgan, Kazakhstan, e-mail: baimyrzaev_km@zhgu.kz);

Kerimbay Nurzhan (corresponding author) – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Head of the Ecology Laboratory of the Research Institute of Biotechnology and Ecology NAO “Zhetysu University named after I. Zhansugurov” (Taldykorgan, Kazakhstan, e-mail: n.kerimbay@mail.ru)

Келін түсті: 07 тамыз 2024 жыл

Қайта жіберілді: 16 қыркүйек 2024 жыл

Қабылданды: 25 ақпан 2025 жыл

3-бөлім
**МЕТЕОРОЛОГИЯ
ЖӘНЕ ГИДРОЛОГИЯ**

Section 3
**METEOROLOGY
AND HYDROLOGY**

Раздел 3
**МЕТЕОРОЛОГИЯ
И ГИДРОЛОГИЯ**

S.R. Sadvakassova* , N.K. Taurbayeva , Z.G. Berdenov 

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

*e-mail: saltik81@mail.ru

INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT OF THE YERTIS RIVER BASED ON GEOINFORMATION TECHNOLOGIES

This article examines the current state of the Yertis River and the water crisis in Kazakhstan. The main causes of the water crisis are the lack of clear management of water resources, inconsistency in the actions of stakeholders and insufficient funding. Integration of geoinformation technologies is necessary to provide an information and analytical component in water resources management. One of the significant geographic information systems (GIS) in water resources management is the WEAP (Water Evaluation and Planning) system. This article discusses examples of using the WEAP system in foreign countries and analyzes the possibilities of its applicability to the Yertis River. The WEAP system can be used to assess the impact of climate change on river runoff and anthropogenic activities on the Yertis River. Also, this system has functionality for planning the integrated use of river water resources and compiling analytical scenarios on the development of river flow. One of the key results of the article was the successful application of the WEAP platform for modeling the current and future development of the Ertis River flow by creating two scenarios. The analysis of independent scenarios, "Population growth" and "Increase in irrigated areas by 2030", revealed a significant impact of demographic and agricultural changes on water consumption in the Yertis River basin, which underlines the need for effective and rational water resources management.

Key words: hydrology, water resources, integrated water resources management, GIS, water crisis, climate change, water use.

С.Р. Садвакасова*, Н.К. Таурбаева, Ж.Г. Берденов

А.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

*e-mail: saltik81@mail.ru

Геоақпараттық технологиялар негізінде Ертіс өзенінің су ресурстарын интеграциялы басқару

Мақалада Ертіс өзенінің жағдайы мен Қазақстандағы су дағдарысы қарастырылған. Су ресурстарын нақты қолданудың жоқтығы, мүдделі тараптардың іс-әрекеттерінің келісімге келмеуі және жеткіліксіз қаржыландыру дағдарыстың негізгі себептері болып табылады. Су ресурстарын басқаруда ақпаратты-аналитикалық құрамдас бөлікпен қамтамасыз ету үшін геоақпараттық технологияларды біріктіру қажет. Су ресурстарын басқаруда маңызды геоақпараттық технологиялардың бірі WEAP (Water Evaluation and Planning) болып табылады. Шет елдерде WEAP жүйесін қолдану мысалдары қарастырылды және бұл жүйе Ертіс өзеніне қолдануға болады деген қорытынды жасалды. WEAP платформасы Ертіс өзенінің ағындысына климаттың өзгеру және антропогендік әсерін бағалау үшін және өзеннің су ресурстарын кешенді пайдалану мақсатында қолданылуы мүмкін. Зерттеудің негізгі нәтижелерінің бірі Weap платформасын екі сценарий жасау арқылы Ертіс өзенінің ағынының ағымдағы және перспективалық дамуын модельдеу үшін сәтті қолдану болды. Бір-біріне тәуелсіз әзірленген «Халықтың өсуі» және «2030 жылға қарай суармалы алқаптардың ұлғаюы» сценарийлерін талдау демографиялық және ауылшаруашылық өзгерістерінің Ертіс өзенінің бассейніндегі суды тұтынуға айтарлықтай әсерін көрсетті, бұл суды ұтымды басқарудың маңыздылығын көрсетеді.

Түйін сөздер: гидрология, су ресурстары, интеграцияланған суды басқару, ГАЖ, су дағдарысы, климаттың өзгеруі, суды пайдалану.

С.Р. Садвакасова*, Н.К. Таурбаева, Ж.Г. Берденов

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

*e-mail: saltik81@mail.ru

Интегрированное управление водными ресурсами реки Ертис на основе геоинформационных технологий

В статье рассматривается текущее состояние реки Ертис в условиях водного кризиса в Казахстане. Основными причинами данного кризиса являются недостаточное планирование и неэффективное управление водными ресурсами, а также несогласованность действий заинтересованных сторон. Внедрение геоинформационных технологий в систему управления водными ресурсами необходимо для обеспечения эффективного информационно-аналитического сопровождения. Особое внимание в статье уделяется применению платформы WEAP (Water Evaluation and Planning) как инструмента географических информационных систем (ГИС) в зарубежных странах и анализируются перспективы ее адаптации к условиям реки Ертис. Данная система позволяет оценивать влияние климатических изменений и антропогенной деятельности на речной сток, а также обладает функционалом для планирования комплексного использования водных ресурсов и моделирования различных сценариев их развития. Одним из ключевых результатов статьи выступает успешное применение платформы WEAP в моделировании текущего и будущего развития стока реки Ертис при помощи создания двух сценариев. Анализ сценариев «Рост населения» и «Увеличение орошаемых площадей к 2030 году», разработанных независимо друг от друга, выявил значительное влияние демографических и сельскохозяйственных изменений на водопотребление в бассейне реки Ертис, что подчеркивает необходимость рационального управления водными ресурсами.

Ключевые слова: гидрология, водные ресурсы, интегрированное управление водными ресурсами, ГИС, водный кризис, изменение климата, водопользование.

Introduction

The Yertis River is the largest river in Kazakhstan (Fedorov 2008). This river has a crucial significance in regional hydrological system and environmental spheres of life of the local population. In turn, anthropogenic activity also has considerable effect in the state of Yertis River, leading to pollution and depletion of river flow (Chistyakova, Kochurov and Ovchinnikova 2022). Climate change already have a significant impact on river flow in the world. In Kazakhstan, climate change also leads to a decrease in river flow. In particular, the decrease in runoff along the Yertis River began in 1996 and from 2006 to 2012. The runoff continued to decrease by an average of 3,12 km³/year on the border with China because of water abstraction on its territory (Shivareva et al. 2014). The Yertis River uses water for various purposes, including irrigation, water supply and energy.

Integrated water resources Management (IWRM) of the Yertis River is an integral element of modern water management, which considers the interests of water users and the ecological state of the water body. Balanced management of the water fund is the main component in fully promoting balanced progress in the economic and environmental components of the region. Today,

one of the most pressing problems in Kazakhstan is the water crisis caused by the lack of balanced water resources management and inconsistency of actions between stakeholders. The insufficient level of financial support from the State also has a significant impact on the deterioration of the situation. In this regard, there is a need to develop and implement new innovative methods to solve water problems both in Kazakhstan and at the global level. In this research we considered the possibility of using geoinformation technologies in IWRM on the Yertis River and analyzed the use of such technologies in foreign research.

Materials and methods

During the study, we conducted an extensive analysis of relevant literature sources. This analysis included research of scientific publications, statistical data, reports and expert opinions about the application of the WEAP system in IWRM of Kazakhstan. This study also included an analysis of the experience of foreign researchers in the application of this system. This approach has provided us with the opportunity to identify advanced techniques and approaches applicable to the context of Kazakhstan.

One of the applied research methods is the case study method. It was used to study in detail

specific situations where the WEAP system was used to solve water management problems, both in foreign countries and in Kazakhstan. This research methodology allowed us to identify effective practices and methods of applying the system under study that can be adapted to the local conditions of our country.

The comparative analysis provided an opportunity to conduct a detailed comparison of the international experience of using the WEAP system with the features and specific needs of water management in Kazakhstan. This made it possible to identify the most promising areas for further development and adaptation of this system in accordance with local conditions.

In this study was used the regional research for assessment of the impact of local factors and conditions on the effective application of the WEAP system in IWRM on Kazakhstan. With this approach, the features of the climate of the studied territory, geographical and economic factors were revealed. The identified features will be useful for making recommendations and strategies for the development of water resources in the region.

The inconsistency of the actions of water users leads to significant losses and difficulties in managing the studied area. There is a low level of interaction between stakeholders in coordinating the use of water resources. Now there are restrictions on public and scientific figures' access to information. In the current legislation, non-working mechanisms for managing the water sector are also observed. The combination of these problems creates a cumulative effect, increasing the negative consequences in IWRM, which can be described as a snowball effect.

The underdevelopment of modern water management tools leads to inefficient use of water and pollution of water bodies. The level of public participation in management decisions remains low. In the water sector, not only ecosystem constraints are ignored, but also economic and environmental requirements are not considered, which leads to crisis situations in the river basins of Kazakhstan (National Plan for Integrated Water Resources Management and Improvement of Water Use Efficiency of the Republic of Kazakhstan for 2009-2025 2009).

Data on average annual water consumption from 1942 to 2021 were collected using the time series analysis method. We processed data from the "Annual data on the regime and resources of land

surface waters" using a Hydrological Database, which allowed us to systematize and analyze information on the hydrological post on the Yertis River at the Ustkamenogorskaya HPP (Gidrologicheskaja baza dannyh 2021). The methodology included data standardization, checking for omissions and anomalies, as well as the use of statistical methods to identify long-term trends in water consumption.

The cumulative integral curve provides insight into the dynamics of river discharge over time, allowing for the identification of periods of flow increase or decrease. Additionally, the differential integral curve helps assess the impact of human activities on river flow by comparing it with data from literature sources and actual measurements. The construction of such a curve relies on the following two formulas:

$$CQS_i = \sum \frac{K_i - 1}{C_v}, \quad (1)$$

$$K_i = \frac{E_i}{E_m}, \quad (2)$$

where:

C_v – coefficient of variation,

E_i – the value of the element in the i -th year,

E_m – the long-term mean value of the element,

K_i – modular coefficient of the element,

CQS_i – values of the accumulated sum of standardized element values.

Based on the formula, the differential integral curve represents the cumulative sum of deviations from the runoff norm and the studied hydrological characteristic over a given period. To facilitate comparison and analysis of long-term variations, these deviations are normalized using the coefficient of variation (Andreyanov 1959).

An essential tool for tracking changes in the water regime is the autocorrelation function, which reflects the relationship between the values of a time series and its adjacent elements with a one-step shift. This shift is referred to as the lag (L). When constructing the autocorrelation function, lags ranging from 1 to 15 are typically used.

If expressed in numerical form, the autocorrelation function represents a sequence of correlation coefficients between the original time series and its shifted copy at a given lag. The autocorrelation coefficient is calculated using formula (3):

$$r(1) = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (Q_i - \bar{Q}_1) \cdot (Q_{i+1} - \bar{Q}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q}_1)^2 \cdot \sum_{i=1}^{n-1} (Q_{i+1} - \bar{Q}_2)^2}}; \quad (3)$$

where:

$$\bar{Q}_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} Q_i}{n-1} \text{ и } \bar{Q}_2 = \frac{\sum_{i=2}^n Q_i}{n-1}.$$

For shifts with a larger lag L , a similar formula is used, where the term $n-1$ is replaced with the corresponding value. The formula is expressed as follows:

$$r(1) = \frac{\sum_{i=1}^{n-L} (Q_i - \bar{Q}_1) \cdot (Q_{i+L} - \bar{Q}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q}_1)^2 \cdot \sum_{i=1}^{n-L} (Q_{i+L} - \bar{Q}_2)^2}}; \quad (4)$$

where:

L – the specified lag value.

The autocorrelation function helps identify seasonality and fluctuations in river discharge, as well as trends and patterns within the analyzed data. Additionally, it reveals hidden periodicity in runoff variations, as significant deviations in the autocorrelation coefficient indicate the presence of a recurring cycle.

When the distribution asymmetry is positive, rhythmic fluctuations do not follow a sinusoidal pattern. Instead, the data exhibit numerous minor negative deviations, punctuated by occasional but substantial positive anomalies.

Modeling of the Yertis River basin using the WEAP software package was used to conduct the study. The model was developed considering key input data reflecting the socio-economic and hydrological characteristics of the river basin in Kazakhstan. Based on these data, two scenarios of water use and development of the Ertis River water flow for the period from 2023 to 2030 were created. 2022 has been adopted as the base year for the analysis.

The primary input data encompassed the population figures for three major cities within the basin – Semey, Ust-Kamenogorsk, and Pavlodar. As of 2022, the population of these cities was 328 782, 372 694, and 367 254, respectively (Bureau of National statistics n.d.)

Population growth forecasts based on an average annual increase in the population of Kazakhstan of 1,3%, as well as in a high-growth scenario involving an increase of 5% annually, were used for modeling. Additionally, the areas of irrigated agriculture in the Pavlodar (166 900 ha)

and East Kazakhstan regions (195 900 ha) (Bureau of National statistics n.d.) were considered, as well as the average monthly water consumption of the Yertis River at a hydropost located on the border with the People's Republic of China, at the point of transition of the river from China to Kazakhstan.

To determine irrigation water demand, it is first necessary to establish the specific water consumption rates for cultivated crops and identify the natural zones within the Pavlodar region. Irrigation norms are calculated based on three runoff probability scenarios:

- 1) Normal year – 50% probability,
- 2) Moderately dry year – 75% probability,
- 3) Dry year – 95% probability.

To assess the probability of runoff availability for the reference year (2022), the method of moments was applied to construct a theoretical probability curve. The empirical runoff probability is calculated using the following formula:

$$P_m = \frac{m}{(n+1)} \cdot 100\%; \quad (5)$$

where:

m – the rank of a hydrological characteristic value in descending order;

n – the total number of values in the dataset.

The development of analytical distribution curves and the estimation of their statistical parameters are based on the analysis of historical data of the studied hydrological characteristic. The calculation of statistical parameters of the theoretical exceedance curve is carried out in accordance with the requirements of the Interstate Set of Rules (Opredelenie osnovnyh raschetnyh gidrologicheskikh harakteristik 2005). To determine the percentage of water availability for the calculation year, monthly discharge data of the Ertis River at the hydrological post near the village of Zhanabet from 1982 to 2022 were analyzed (Gidrologicheskaja baza dannyh 2021). Assessing the volume of return flows resulting from irrigation withdrawals required an estimation of the amount of return water. According to the annexes provided in the officially approved Methodology for Developing Specific Water Consumption and Disposal Standards in Kazakhstan, the return flow coefficient for irrigated fields under regular surface irrigation ranges from 0.12 to 0.15 (Ob utverzhdenii Metodiki po razrabotke udel'nyh norm vodopotrebleniya i vodoootvedeniya n.d.).

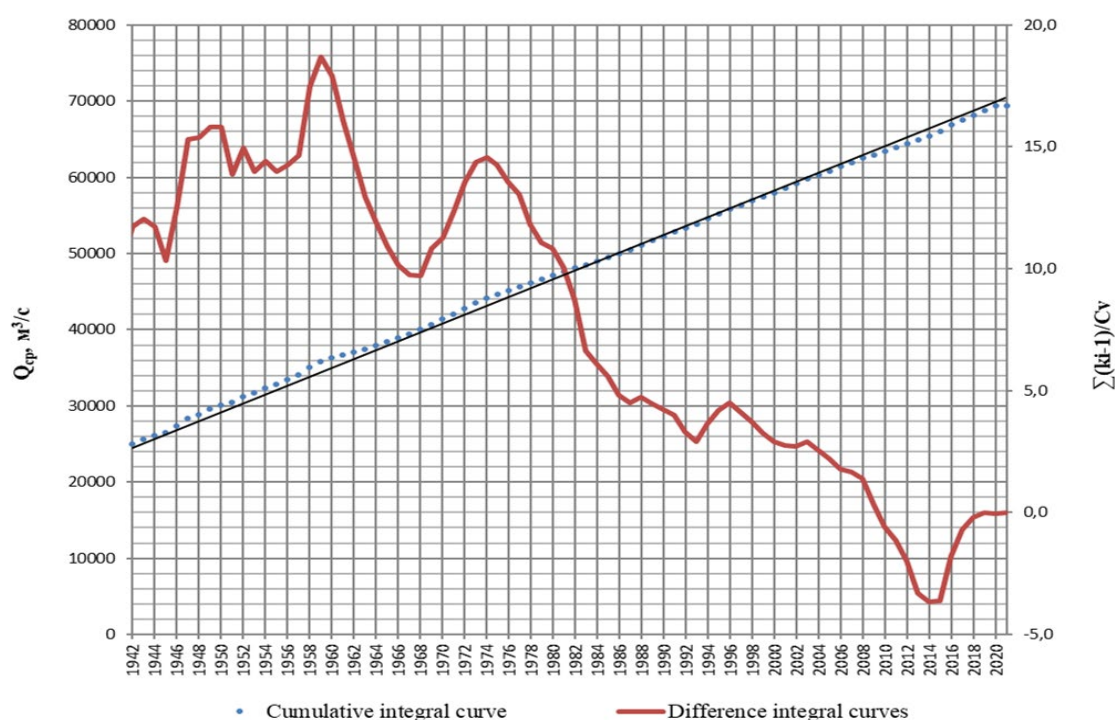
Special attention in the modeling was paid to the forecast of water demand for irrigated agriculture. A gradual increase in the area of irrigated land to 300 000 hectares by 2030 has been investigated. To assess the need for water, the method of moments was used, which made it possible to calculate the availability of water resources. The study also compared the effectiveness of various irrigation technologies, including surface irrigation and drip irrigation, in order to assess their impact on water use in the long term.

Results and discussion

We have constructed the cumulative and difference integral curves of the water consumption of the Yertis River at the Ust-Kamenogorsk hydroelectric power plant (HPP). These curves were based on archival data from Kazhydromet

Republican State Enterprise (RSE) and encompass cumulative and difference variations in flow deviation from the norm during the period from 1942 to 2021 (Gidrologicheskaja baza dannyh 2021). The analysis of the time series showed no missing data or anomalies, ensuring the reliability and consistency of the dataset. Graph 1 shows these curves.

According to Graph 1, the analysis of water flow curves of the Yertis River at the Ust-Kamenogorsk HPP for the period from 1942 to 2021 demonstrates a negative trend in deviations of the modulus coefficient. Changes in the deviation pattern are observed from 1966 to 1974, showing a tendency to increase. Since 1974, deviations from the mean flow value have mainly been negative. After 2014, deviations from the mean flow value show a tendency to increase in the positive direction, although this change is not significant.



Graph 1 – The cumulative and difference integral curves of water flow for the Yertis River at the Ust-Kamenogorsk HPP for the period from 1942 to 2021

Note – compiled by the author

The negative deviations of the modulus coefficient from the flow norm, as shown in the above graph, indicate a decrease in water flow over the past 47 years, from 1974 to 2021.

We also have analyzed the correlation of Yertis River's water flow rates at the hydrological post Ust-Kamenogorsk HPP for the period from 1942 to 2021. For this analysis, we have used the

autocorrelation coefficient with gradual shifting of time series. Table 1 below presents the data on lags and their corresponding autocorrelation coefficient values for the examined series. The time series under study from 1942 to 2021 were gradually shifted

by 15 steps to check the relationship between water consumption in the first and last years of monitoring the river. These shift steps are the lags, which show time displacement between the current value and the lagged value of the time series.

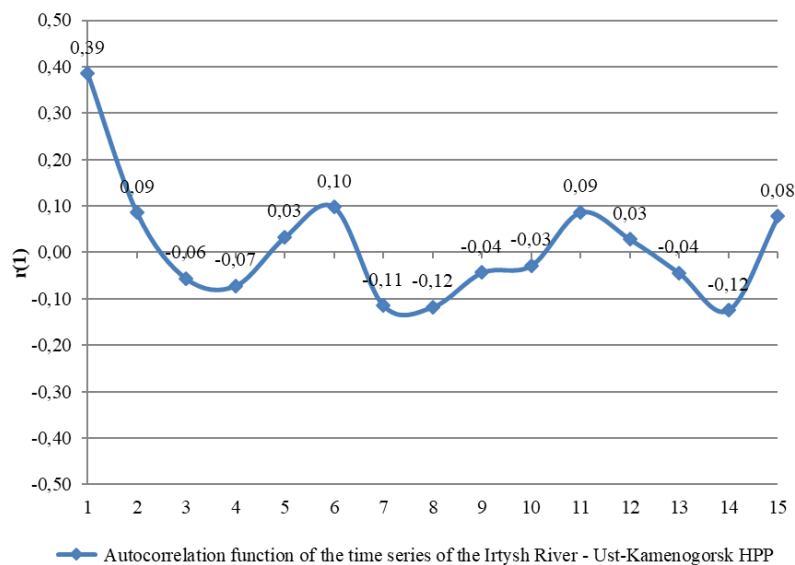
Table 1 – Lags and their corresponding values of the autocorrelation coefficient for the time series of water flow rates of the Yertis River at the Ust-Kamenogorsk HPP (1942-2021)

Lag, L	Autocorrelation coefficient, r (l)
1	0,39
2	0,09
3	-0,06
4	-0,07
5	0,03
6	0,10
7	-0,11
8	-0,12
9	-0,04
10	-0,03
11	0,09
12	0,03
13	-0,04
14	-0,12
15	0,08

Note – compiled by the author

Using the data from this table, an autocorrelation function was constructed for the time series of water flow rates of the Yertis River at the Ust-Kamenogorsk HPP for the period from

1942 to 2021. Based on this function, we have plotted the graph shown in Graph 2. This function represents a graph depicting the relationship between the autocorrelation coefficient and the lag.



Graph 2 – Autocorrelation function of water discharge of the Yertis River at the Ust-Kamenogorsk HPP for the period from 1942 to 2021

Note – compiled by the author

This graph allows for a visual assessment of the degree of association between the values of the time series at different time periods and helps identify possible cyclic or seasonal patterns in the data. And according to Graph 2, it can be concluded that at initial lag offsets, the function values are close to 1, indicating a strong positive correlation between adjacent series. As the lag offsets increase, the function values gradually decrease, reflecting a gradual weakening of the correlation between adjacent series. With further increases in lag offsets, the autocorrelation function (ACF) values become close to 0. This indicates that there is practically no correlation between adjacent series. In other words, the water discharge in the current year is not dependent on the water discharge a certain number of years ago.

From this, it can be inferred that the autocorrelation function demonstrates the presence of a correlation between adjacent series of water discharge of the Yertis River at the Ust-Kamenogorsk Hydroelectric Power Plant. However, this correlation weakens with increasing lag offsets, possibly due to the influence of various factors.

Changes in river flow can affect water discharge autocorrelation through several mechanisms. Climatic conditions, including precipitation changes, can disrupt natural water flow cycles and patterns, weakening the correlation between water discharges in different periods. Anthropogenic influences, such as dam construction and reservoirs, alter the natural river regime, impacting its flow and water distribution over time. Water use patterns, including changes in water intake for industrial or agricultural purposes, also affect changes in the values of water volumes in a river stream. This position for river flow means that the main flow variables will eventually lose the connection between past and future indicators.

The integration of new geoinformation technologies will provide specialists with a reliable and dynamic tool for solving hydrological problems. For example, to collect annual, monthly and daily observational data on the hydrometric parameters of the runoff of water objects. Thus, the collection of large amounts of data has a positive effect on the quality and speed of information analysis and processing. Specialists will be able to improve reports and increase the speed of response in emergency situations (Alimbekova et al. 2014).

One of the most important advantages of geoinformation technologies in hydrology is the

ability to visualize data. With the help of accessible visualization, specialists can conduct a qualitative analysis of trends and anomalies, prepare reporting materials in a short time (Alimbekova et al. 2014).

GIS have great potential in integrated water resources management, as they have a number of broad opportunities for the development of water resources. These features include:

- Collection and analysis of data on the state of water bodies of various scales, watersheds, climatic conditions. This opportunity gives us a broader understanding of the water body and its potential (Amin et al. 2018).

- Visualization and its subsequent analysis with the identification of various factors that may influence a problem with the management of water resources in a region.

- Rapid emergency response in case of a flood or drought threat, which helps to take prompt measures to reduce damage.

- Ensuring maximum openness and accessibility of information for all parties interested in the state and quantity of water resources.

The above-mentioned GIS capabilities in water resources management are key factors for drawing up an effective plan to regulate problems related to the water sector of the economy. In addition, GIS and research conducted based on these technologies are also the rationale for making decisions on sustainable IWRM at the present time.

One of the significant geoinformation technologies in water resources management is the WEAP (Water Evaluation and Planning) system. This digital IWRM platform is designed to solve problems related to hydrology and water resources management. WEAP offers a powerful, versatile and comprehensive environment for developing water management strategies and planning and conducting data analysis to understand the current and possible condition of a water body. Each time, the number of professional users of the WEAP system increases, which becomes a useful addition to their set of models, databases, spreadsheets and other computer software (Why WEAP? n.d.). WEAP provides comprehensive tools for analysis, modeling and planning of water resources management. Its capabilities include the ability to integrate geospatial data, create hydrological and hydrogeological models, analyze the distribution of water resources, assess water supply and demand, and model various water management scenarios (WEAP n.d.).

The capabilities of this platform include consideration of the impact of global and local climate change and analysis of various strategic approaches to the management of water sectors not only in countries, but also in specific regions and basins. This system allows the user to build a management model through the inclusion of alternative water sources, strengthening measures for the protection and protection of the studied objects, which are necessary for the constant sustainability and effectiveness of the management strategy of water use (Yates et al. 2005).

WEAP allows you to analyze the current state of water resources based on data on the hydrological regime of the river, water needs and other factors (Ashofteh et al. 2017). The model allows you to calculate the water balance in the catchment area, identify water shortages and surpluses, as well as assess the impact of various factors on water resources.

In 2023, a group of scientists from Morocco, Spain and France conducted a study to assess the impact of climate change on water supply and water demand in an arid area on the western Hauz plain in Morocco (Abdessamad 2022), using the WEAP system to model the future water balance of the region.

The results of the study showed that climate change will lead to a significant decrease in available water resources in the region. In the RCP4.5 scenario, net precipitation in the region will decrease by an average of 36,2%, and in the RCP8.5 scenario – by 50,5% (Abdessamad 2022). By 2050, the unmet demand for water in the region may increase to 22% due to a decrease in available water resources.

The model of the future water balance of the region, created during a study in the WEAP system, showed that the main factor determining water scarcity in the region is a decrease in precipitation. Under the “business as usual” scenario, water demand in the region will increase by 30-40% by 2050 (Abdessamad 2022), which will not be offset by an increase in available water resources.

In addition, the results of the study are recommendations based on a scenario analysis of the WEAP system, on the introduction of a pressure-controlled irrigation system that can help reduce water losses and on the transition to more sustainable crops that require less water.

The study showed that the WEAP platform is an effective tool for analysis of results related to

climate change on water availability and quality. Thus, we can say that this system promotes the adoption of long-term strategies that consider not only current conditions, but also projected climate changes. This allows public institutions and water management to be more prepared for potential crises, minimizing negative consequences for the population and ecosystems in the Mediterranean region.

Also, using the WEAP system, a study was conducted in 2023 on the allocation of water resources using an integrated approach to water management in the Zayenderud River basin, Iran (Zehtabian E 2023). In the course of the study, a model of water resources management in the Zayenderud River basin in Iran was developed, including the development and ranking of management scenarios using a multi-criteria decision-making method. To do this, the WEAP system was used, which includes six stages. At the first stage, an inventory of water resources and an analysis of water use were carried out. At the second stage, the ecological runoff was calculated using hydraulic techniques and analytical tools developed by the Center for Hydrological Engineering. At the third stage, the obtained data on environmental consumption were integrated into an integrated water resources management system through the application of a water resources assessment and planning model. At the fourth stage, seven possible management scenarios were created in the model of assessment and planning of water resources, which were applied in the period up to 2041:

- I. Changing the priority of water supply.
- II. Changing the population growth trend.
- III. Changing the use of backflow and water loss management.
- IV. Changing the amount of water transferred to the Gavhuni basin.
- V. Changing demand management (consumption reduction per capita).
- VI. Changing agricultural conditions.

These scenarios are ranked at the fifth stage using a multi-criteria decision-making method. At the sixth stage, the management scenario is applied, which is considered the most appropriate for the current situation in the region under study.

The results of the study show an increase in the need for drinking water, water for industry and agriculture, as well as an increase in unmet needs in these areas. Scenarios for changing the priorities of water supply and the volume of water

transferred to the Gavhuni basin were recognized as the highest priorities. The main conclusion is the need to improve approaches to water resources management, considering the expected increase in needs over the coming decades. This highlights the importance of developing and implementing adaptive strategies that will consider dynamic changes in demand and ensure sustainable use of water resources in the long term.

In 2003, as part of the ADAPT project aimed at developing strategies for adaptation to climate change, a study of the water balance of the Syr Darya River was conducted (Water, Climate, Food, and Environment in the Syr Darya Basin 2003). The study used the results of water balance modeling using the WEAP platform, which made it possible to analyze various scenarios for water resources management. Four adaptation strategies were considered:

- ecological, focused on the conservation of natural aquatic ecosystems;
- food, aimed at meeting the needs of agriculture and food security;
- industrial, focused on supporting water supply for industrial facilities;
- mixed, combining elements of all previous approaches to achieve a more balanced regulation of water resources. The modeling revealed the advantages and disadvantages of each strategy in the context of climate change and instability of water systems.

The main conclusion of the study is that the mixed strategy is the most effective in terms of meeting the interests of all three main water users in the Syrdarya River basin.

A mixed strategy provides a more effective improvement in water quality than an environmental strategy. This is because this strategy provides for measures to reduce pollution of reservoirs caused by agricultural and industrial activities. In addition, it provides the best protection against desertification, as its implementation contributes to improving the efficiency of water use in agriculture and landscaping of coastal areas. By reducing the use of water for irrigation, this adaptation strategy ensures the most effective increase in outflow to

the Aral Sea. Also, in comparison with other strategies, this one has advantages in food and industrial safety.

However, the relative costs of a mixed strategy are the highest among all adaptation strategies considered, as it includes measures to improve water quality, prevent desertification and increase outflow to the Aral Sea, which are more expensive than measures to increase agricultural production or hydropower.

Overall, the study showed that a mixed strategy is the most effective strategy for climate change adaptation in the Syrdarya River basin. It provides a balance between satisfying the interests of all three main water users and ensures more efficient use of water resources.

At the beginning of our research, a Reference scenario was developed that reflects the current situation without changes in the demographic component and without changes in the level of irrigated agriculture. This scenario serves as a basis for assessing future changes in water use. Two additional scenarios “Population Growth” and “Increasing Irrigated Agriculture by 2030” depart from the Reference scenario. Both developed scenarios are independent of each other, which makes it possible to flexibly model different situations and assess the impact of each factor on water use in the Yertis River basin.

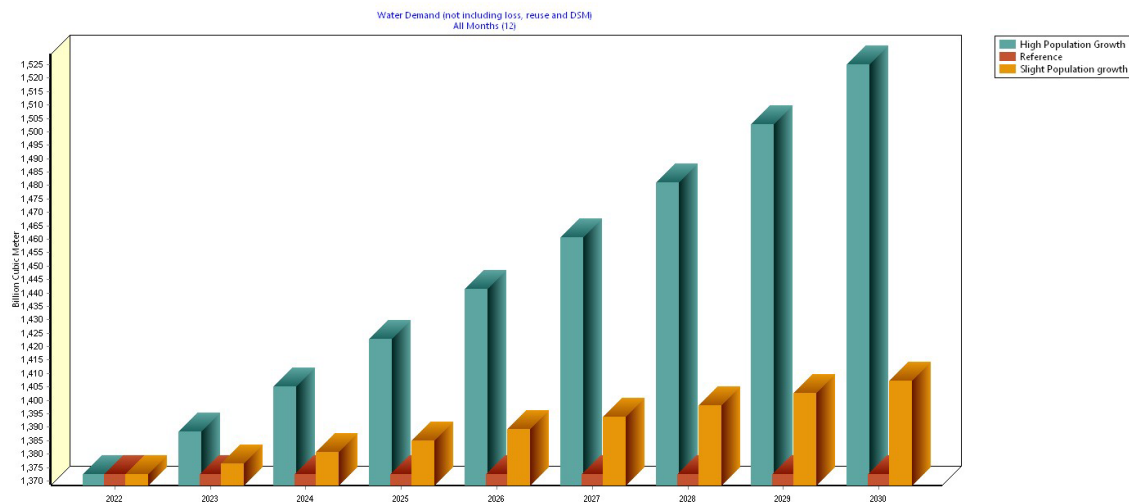
The “Population Growth” scenario evaluates the impact of demographic growth on the need for water resources. Two branches have been developed under this scenario. The first branch, “Slight Population Growth”, shows that with an annual increase in the population in the three major cities of the basin by 1.3% (which is the average increase in the population of Kazakhstan over the past 10 years), by 2030, the need for water increases from 1 372 million m³ to 1 407 million m³. This indicator was not chosen by chance, as it reflects the real demographic trend in Kazakhstan and provides a more accurate assessment of future changes. The second branch, “High Population Growth”, assumes a higher population growth rate of 5% annually, as a result of which the water demand increases to 1 525 million m³ by 2030.

Table 2 – Water demand of Yertis River (not including loss, reuse and DSM) (million, m³)

Water Demand (not including loss, reuse and DSM) (million, m ³)									
Branch: Demand Sites and Catchments, Annual Total									
Scenario \ Year	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
High Population Growth	1 372	1 388	1 405	1 422	1 441	1 460	1 481	1 502	1 525
Reference	1 372	1 372	1 372	1 372	1 372	1 372	1 372	1 372	1 372
Slight Population Growth	1 372	1 376	1 380	1 384	1 389	1 393	1 398	1 402	1 407
Note – compiled by the author									

In the WEAP model, graphs are automatically generated for scenario analysis after calculation, which allow you to visualize the data and results of the study. These graphs provide a visual

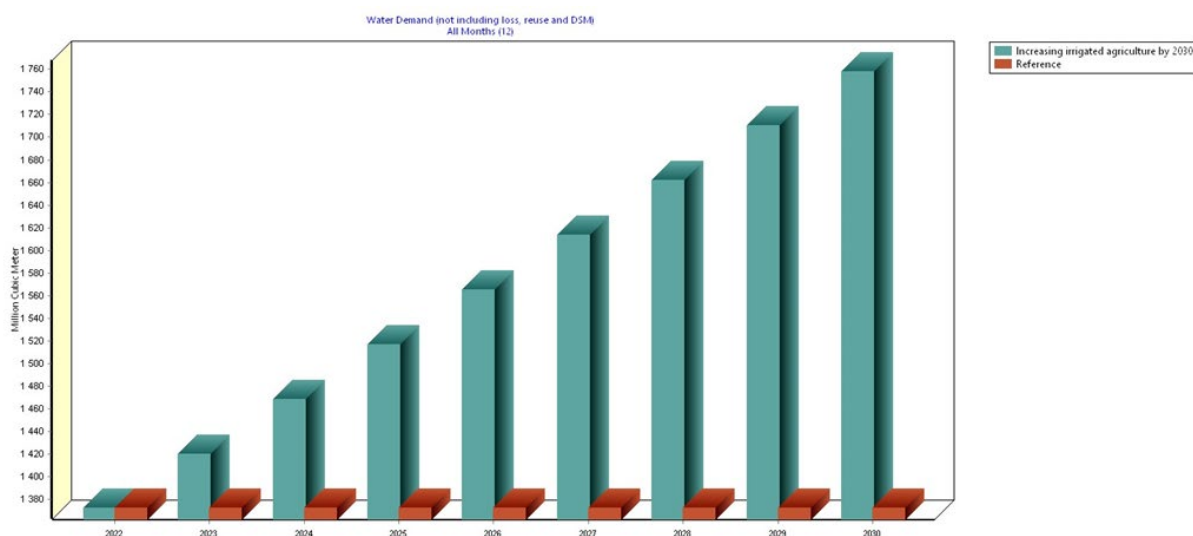
representation of changes in water demand and other key indicators depending on the selected scenarios. For this scenario, Graph 3 is shown below.



Graph 3 – Water demand of water users of the Yertis River basin (not including loss, reuse and DSM) (million, m³)
Note – compiled by the author

The second scenario, “Increasing Irrigated Agriculture by 2030”, explores the impact of increasing the area of irrigated agriculture in Pavlodar region to 300 000 hectares by 2030 on the need for water resources. The average net irrigation rate for agricultural crops in 2022 was 2 900 m³/ha during the growing season. This indicator was

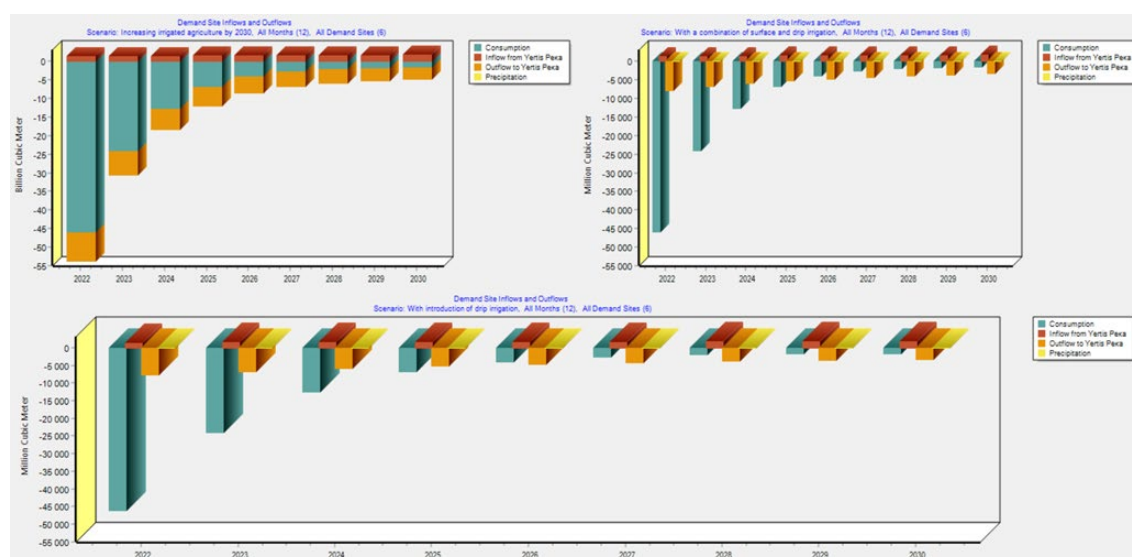
calculated considering the estimated flow rate of 71,4% and the conditions of automorphic soil-hydrogeological areas typical of the Pavlodar region (Ob utverzhdenii Metodiki po razrabotke udel'nyh norm vodopotrebleniya i vodootvedeniya n.d.). The clear increase in water demand is shown in Graph 4.



Graph 4 – Water demand of water users of the Yertis River basin with increasing the area of irrigated agriculture in Pavlodar region to 300 000 hectares by 2030 (not including loss, reuse and DSM) (million, m³)
Note – compiled by the author

In the first branch of the scenario, we analyze the increase in the area of irrigated agriculture without changes in irrigation methods. At the same time, the volume of non-returnable waters increases to 740 million m³ by 2030, of which 131 million m³ are return waters. In 2022, the volume of non-returnable water for irrigated agriculture amounted to 411 million m³, and the volume of returnable water – 73 million m³.

In the second branch, we modeled the transition to drip irrigation, in which the drainage coefficient is 1%. Graph 5 shows that the volume of non-returnable waters will amount to 861 million m³ by 2030, and the volume of returnable waters will amount to 9 million m³. This result is explained by the low coefficient of drainage with drip irrigation, which leads to a smaller volume of return water.



Graph 5 – Demand Site Inflows and Outflows in scenarios “Increasing irrigated agriculture by 2030”, “With introduction of drip irrigation” and “With a combination of surface and drip irrigation”
Note – compiled by the author

The third branch considers the combined use of surface irrigation and drip irrigation. In this case, the volume of non-returnable waters will amount to 800 million m³, and the volume of returnable waters will amount to 70 million m³ by 2030. The percentage of drainage with the combined approach is 8%, which is the average value between the coefficients of drainage with surface irrigation (15%) and drip irrigation (1%).

Even though with drip irrigation, the volume of return water is only 9 million m³, and with combined irrigation – 70 million m³, drip irrigation shows the best results in terms of water saving. With drip irrigation, all water consumed is directed directly to the roots of each individual plant, which minimizes losses on infiltration and evaporation. This makes it possible to use water resources as efficiently as possible, theoretically providing the opportunity to grow more plants on the same areas. The low volume of return flow in this case is a positive indicator, since the water is mainly used for productive irrigation.

In the conclusions, it should be noted that the choice of irrigation method depends on the type of crop and the nuances of its cultivation. For some crops, for example, for those that require precise and uniform humidification, drip irrigation is the preferred method. However, in the case of other crops, where it is important to ensure greater access of water to the roots, a combined approach can be effective.

The conducted research revealed the significant influence of demographic growth and changes in irrigated agriculture on the water demand in the Yertis River basin. Through the development of two key scenarios, “Population Growth” and “Increasing Irrigated Agriculture by 2030”, it was possible to quantify the effects of population growth and the expansion of irrigated areas on water consumption, as well as to evaluate the efficiency of different irrigation methods. These findings highlight critical factors shaping the dynamics of water use in the basin under evolving socioeconomic and agricultural conditions.

Furthermore, the analysis of the total and difference curve and the autocorrelation function of the river flow demonstrated substantial deviations of the Yertis River's current hydrological state from its natural flow regime. Despite legislative measures to address these changes, the flow has continued to degrade in recent years. Without appropriate interventions, this trend poses

significant risks to the region's economy and the well-being of local populations, underlining the urgent need for sustainable water resource management.

The WEAP model used in the study demonstrated its high efficiency in modeling the water resources of the Yertis River basin. This tool allows you to quickly calculate results and visualize data, which makes it valuable for making informed decisions on water management, especially in the context of climate change and demographic situation.

The analysis of the current state of water resources is an important stage in the process of managing water resources of a certain territory, which allows specialists to better understand the situation and develop effective measures for their management. WEAP allows you to develop management scenarios based on the analysis of the current state of water resources. Various parameters can be interpreted in the model, such as water needs, water efficiency, and anthropogenic impact on water resources.

Water resource management scenarios can be used to assess various options for the development of the water resources situation and make informed decisions on their management, which represent a set of possible options for the development of the water resources situation in the future. They are developed considering various factors, including climate change, population and economic growth, as well as inefficient use of water.

Conclusion

The study showed that an integrated approach is needed to effectively solve the problems of water resources management. It is important not only to strengthen the legal framework and develop new management tools, but also to ensure better coordination between the various stakeholders. Special attention should be paid to environmental aspects in order to guarantee the sustainable use of water resources in the long term. Negative deviations of the modular coefficient from the flow rate of the Yertis River over the past 47 years, from 1974 to 2021, indicate a decrease in water volume. The analysis of the autocorrelation function shows the relationship between the volumes of water at the Ust-Kamenogorsk HPP. However, this relationship weakens with an increase in time

displacement, possibly due to the influence of various factors.

The use of geoinformation technologies in IWRM is an integral necessity in the allocation of water resources. GIS technologies provide powerful tools for the collection, analysis, and visualization of geospatial data, enabling accelerated modeling and simplified analysis of issues related to the management of water systems. GIS capabilities also extend to improving the quality and collection of monitoring materials. Such systems offer various variations of the development of events in the studied water bodies and, accordingly, help in making informed decisions to ensure the development of water resources and their planning. These opportunities in the modern world are especially relevant for solving hydrological problems and water supply.

The use of geoinformation technologies, such as the WEAP platform, in water resources management provides access to powerful tools for scenario modeling and comprehensive analysis of water systems. This platform has high flexibility, accuracy and ease of use, which allows experts to analyze the current state of water resources more deeply and make more informed and rational decisions for their effective management.

Based on the successful experience of using the WEAP platform in other countries, we are confident that its implementation on the Yertis River will bring significant benefits. This platform will help to improve the efficiency of water resources management in the region. On the Yertis River, this platform can be used for such purposes as analysis of results related to climate change on river flow, assessing the impact of anthropogenic activities on the river and planning the integrated use of river water resources.

Based on our research and analysis of the "Population Growth" and "Expansion of Irrigated Areas by 2030" scenarios, significant impacts of demographic and agricultural changes on water consumption have been identified. To ensure rational water resource management and mitigate water scarcity, the following measures are proposed:

1. Optimization of Irrigation Systems. Efficient water use in agriculture requires the adoption of advanced irrigation techniques. Drip irrigation minimizes water loss by delivering

moisture directly to plant roots, while a combined irrigation approach ensures a balance between water conservation and crop needs. Additionally, upgrading existing irrigation infrastructure is crucial to reducing water losses during transportation and distribution.

2. Water Consumption Monitoring and Management. Effective water resource management relies on precise usage monitoring. Establishing a unified water consumption database integrated with GIS technologies will improve data accessibility. Automated control systems will enable real-time water intake monitoring, while differentiated water use standards will account for seasonal and climatic variations in the region.

3. Promotion of Water Conservation in Agriculture. Farmers transitioning to water-efficient technologies require additional support. Economic incentives such as subsidies and tax benefits can accelerate the adoption of modern irrigation methods. Furthermore, awareness campaigns and training programs are essential to equip agricultural producers with the knowledge needed to maximize the efficiency of water-saving technologies.

4. Integrated Water Resource Management Approach. Coordinated efforts among stakeholders (including government agencies, agricultural producers, industries, and local communities) are essential for achieving sustainable water use. Developing a long-term water management strategy that considers climate change will allow for proactive adaptation to emerging challenges. Strengthening regulatory frameworks and enforcing compliance will help prevent inefficient and unsustainable water use.

5. Application of Geoinformation Technologies. The use of the WEAP platform for water balance modeling and consumption forecasting will enable a more accurate assessment of both natural and anthropogenic factors affecting water resources. Remote sensing and GIS technologies will facilitate rapid evaluation of water bodies and irrigated land conditions, thereby enhancing the efficiency of planning and water distribution.

The proposed measures aim to promote sustainable water use in the Ertis River basin and ensure adaptation to evolving socio-economic and climatic conditions.

References

- Alimbekova, N, A Kurmanalieva, and E Sadabaeva. (2014). "GIS Modelirovanie v Gidrologii." *Vestnik Kyrgyzskogo Gosudarstvennogo Universiteta Stroitel'stva, Transporta i Arkhitektury Im. N. Isanova* 1: 65-69. (In Russian)
- Amin, A, J Iqbal, A Asghar, and L Ribb. (2018). "Analysis of Current and Future Water Demands in the Upper Indus Basin under IPCC Climate and Socio-Economic Scenarios Using a Hydro-Economic WEAP Model" *Water-Sui* 10: 587. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2073-4441/10/5/537>
- Andreyanov, Vladimir. (1959). *Cyclic Fluctuations of Annual Runoff, Their Spatial Variability, and Consideration in Runoff Calculations*. In *Proceedings of the 3rd All-Union Hydrological Congress*, vol. 2, Leningrad: Gidrometeoizdat. (In Russian)
- Ashofteh P., Rajaei T. and Golfam P. (2017). "Assessment of Water Resources Development Projects under Conditions of Climate Change Using Efficiency Indexes (EIs)." *Water Resources Management* 31: 3723-44. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s11269-017-1701-y>
- "Bureau of National Statistics." Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan. Accessed February 07, (2025). Retrieved from <https://stat.gov.kz/en/>
- Chistjakova, N, B Kochurov, and A Ovchinnikova. 2022. "KACHESTVO VOD REKI IRTYSH V USLOVIYaH TRANSGRANICHNOGO VODOPOL'ZOVANIJa." *Problemy Regional'noj Jekologii* 6: 60-67. Retrieved from <https://doi.org/10.24412/1728-323H-2022-6-60-67> (In Russian)
- Fedorov V. (2008). *Bol'shaja Rossijskaja Jenciklopedija*. Edited by Jurij Osipov. Moskva: Bol'shaja rossiiskaja entsiklopedija. (In Russian)
- RSE "Kazhydromet". (2021). "Gidrologicheskaja Baza Dannyh." Accessed February 07, 2025. Retrieved from http://ecodata.kz:3838/app_hydro/ (In Russian)
- Hadri, Abdessamad, Mohamed El Mehdi Saidi, El Mahdi el Khalki, Brahim Aachrine, Tarik Saouabe, and Abdeslam Ait Elmaki. (2022). "Integrated Water Management under Climate Change through the Application of the WEAP Model in a Mediterranean Arid Region." *Journal of Water and Climate Change* 13 (6): 2414-42. Retrieved from <https://doi.org/10.2166/wcc.2022.039>
- IS "Jurist". (2005). "Determination of design hydrological performance." Accessed February 07, 2025. Retrieved from https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30099725 (In Russian)
- IPS "Adilet". "Ob Utverzhdenii Metodiki Po Razrabotke Udel'nyh Norm Vodopotreblenija i Vodootvedenija. 2016. Ministerstvo Sel'skogo Hozjajstva Respubliki Kazakhstan." Accessed February 07, 2025. Retrieved from <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1600014827/info> (In Russian)
- Informacionno-pravovaja sistema normativnyh pravovyh aktov Respubliki Kazakhstan. "Ob Utverzhdenii Natsional'nogo Plana Po Integrirovannomu Upravleniju Vodnymi Resursami i Povysheniju Effektivnosti Vodopol'zovanija Respubliki Kazakhstan Na 2009 - 2025 Gody." Accessed February 07, 2025. Retrieved from https://adilet.zan.kz/rus/docs/P0900000067_ (In Russian)
- Shevnina, E., Savoskul O., Perziger F., Vasilina L., Baburin V., Danshin A., Matyakubov B., and Murakaev R. (2003). "Water, Climate, Food, and Environment in the Syr Darya Basin." July 2003. Retrieved from <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1524.1121>
- Shivareva S. (2023). "OPREDELENIE VLIJaNIJa KLIMATA I ANTROPOGENNOJ DEJaTEL'NOSTI NA STOK R. ERTIS (IRTYSH) V PREDELAH KAZAHSTANA I KITAJa." *Gidrometeorologija i Jekologija* 1: 55-67. (In Russian)
- Tahir A., Chevallier P., Arnaud Y., Neppel L. and Ahmad B. (2011). "Modeling Snowmelt-Runoff under Climate Scenarios in the Hunza River Basin, Karakoram Range, Northern Pakistan." *Journal of Hydrology* 409: 104-17. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022169411005816>
- Stockholm Environment Institute. "WEAP." Accessed October 13, 2023. Retrieved from <https://www.sei.org/tools/weap/>
- WEAP. "Why WEAP?" Accessed October 13, 2023. Retrieved from <https://www.weap21.org/index.asp?action=201&NewLang=EN>
- Yates, David, Jack Sieber, David Purkey, and Annette Huber-Lee. 2005. "Weap21 – A Demand-, Priority-, and Preference-Driven Water Planning Model: Part 1: Model Characteristics." *Water International* 30: 487-500. Retrieved from <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02508060508691893>
- Zehtabian E., Masoudi R., Yazdandoost, F., Sedghi-Asl M. and Loáiciga H.A. (2023). "Investigation of Water Allocation Using Integrated Water Resource Management Approaches in the Zayandehroud River Basin, Iran." *Journal of Cleaner Production* 395 (April): 136339. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136339>

Сведения об авторах:

Садвакасова Салтанат Рахимовна – кандидат географических наук, и.о. доцента кафедры физической и экономической географии, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева (Астана, Казахстан. e-mail: saltik81@mail.ru);

Таурбаева Ниада Кайратовна – обучающаяся 2 курса по ОП 7М05210 Гидрология, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева (Астана, Казахстан. e-mail: niada87426@gmail.com);

Берденов Жарас Галимжанович – PhD, доцент, декан факультета естественных наук, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева (Астана, Казахстан. e-mail: Berdenov-z@mail.ru).

Information about authors:

Sadvakasova Saltanat Rakhimovna – Candidate of Geographical Sciences, i.o. Associate Professor, Department of Physical and Economic Geography, Eurasian National University named after L.N. Gumileva (Astana, Kazakhstan. e-mail: saltik81@mail.ru);

Taurbayeva Niada Kairatovna – student of the 2nd course of OP 7M05210 Hydrology, Eurasian National University named after L.N. Gumileva (Astana, Kazakhstan. e-mail: niada87426@gmail.com);

Berdenov Zharas Galimzhanovich – PhD, associate professor, dean of the Faculty of Natural Sciences, Eurasian National University named after L.N. Gumileva (Astana, Kazakhstan. e-mail: Berdenov-z@mail.ru.).

Received: February 25, 2025

Accepted: March 20, 2025

Ш.У. Лайсханов¹, Ж. Шарапханова², Ж. Нұрмағамбетұлы³

¹Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, Қазақстан

²ҚР ҒЖБМ «География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан

³Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

*e-mail: zhanbo_87@mail.ru

КӨКТЕМГІ СУ ТАСҚЫНЫ КЕЗІНДЕГІ АТЫРАУ ҚАЛАСЫ МАҢЫНЫҢ СУ БАСУ ЖАҒДАЙЫНА ГЕОГРАФИЯЛЫҚ ТАЛДАУ

2024 жылдың көктемінде Қазақстан елдің солтүстік, батыс және шығыс өңірлерін қамтыған, айтарлықтай экономикалық залал келтірген апатты су тасқынына тап болды. Су тасқыны кезінде Атырау қаласы мен оның айналасы су басу қаупіне ұшырады. Зерттеудің мақсаты – Жайық өзені суының режиміне талдау жасай отырып, су тасқынына ықпал еткен факторларды, сондай-ақ су тасқынының кеңістіктік таралу ерекшеліктерін анықтау және динамикасын көрсету. Су басу процесіне талдау жасауда гидрологиялық бекеттердің деректері қолданылды. Судың кеңістіктік таралуын көрсетуде ArcGIS Pro 3.2 бағдарламасында Sentinel 2A ғарыштық түсірілімдерін дешифрлеу жұмыстары жүргізілді және карталары құрастырылды. Бұл мақалада 2024 жылғы көктемде орын алған су тасқыны кезінде Атырау қаласы мен оның айналасындағы аумақтардың су басу процесіне географиялық талдау жасалады. Су тасқынының кеңістіктік таралуы, оған әсер ететін климаттық жағдайлар, жер бедері және антропогендік факторлар егжей-тегжейлі қарастырылады. Зерттеу нәтижелері су тасқынының табиғатын түсінуге, оның зиянын азайту және су ресурстарын тиімді басқаруға стратегияларын жасауға септігін тигізеді. Алайда, мұндай табиғи апаттарға қарсы күресу ғылыми зерттеулерді және жергілікті атқарушы органдармен белсенді өзара іс-қимылды біріктіретін кешенді тәсілді талап етеді.

Түйін сөздер: Атырау қаласының маңы, Жайық өзені, көктемгі су тасқыны, географиялық талдау, су тасқынын қалыптастырушы факторлар.

S.U. Laiskhanov¹, Zh.M. Sharapkhanova², Zh. Nurmagambetuly³

¹International Education Corporation, Almaty, Kazakhstan

²JSC «Institute of Geography and Water Security» MES RK, Almaty, Kazakhstan

³Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: zhanbo_87@mail.ru

Geographical analysis of the flooding situation near Atyrau during the spring flood

In the spring of 2024, Kazakhstan faced a catastrophic flood that covered the northern, western and eastern regions of the country and caused significant economic damage. During the flood, the city of Atyrau and its surroundings were threatened with flooding. Purpose of the study – analyzing the water regime of the Zhaiyk River, to identify and show the dynamics of the factors that contributed to the flood, as well as the features of the spatial distribution of floods. In the analysis of the flooding process, data from hydrological posts were used. Work was carried out on decoding Sentinel 2A satellite images in ArcGIS Pro 3.2 to demonstrate the spatial distribution of water and maps were compiled. This article provides a geographical analysis of the process of flooding the city of Atyrau and the surrounding territories during the spring 2024 flood. The spatial distribution of flooding, climatic conditions affecting it, terrain and anthropogenic factors are considered in detail. The results of the study will help to understand the nature of flooding, develop strategies to reduce its damage and effectively manage water resources. However, the fight against such natural disasters requires an integrated approach that combines scientific research and active interaction with local executive bodies.

Key words: suburb of the Atyrau city, Zhaiyk River, spring flood, geographical analysis, factors shaping floods.

Ш.У. Лайсханов¹, Ж.М. Шарапханова², Ж. Нурмагамбетулы³

¹Международная образовательная корпорация, Алматы, Казахстан

²АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан

³Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан

*e-mail: zhanbo_87@mail.ru

Географический анализ затопленных территории вокруг города Атырау при весенних паводках

Весной 2024 года Казахстан столкнулся с катастрофическим наводнением, охватившим Северный, Западный и Восточный регионы страны, причинившим значительный экономический ущерб. Во время паводка город Атырау и его окрестности оказались под угрозой подтопления. Целью исследования – является выявление и демонстрация динамики факторов, способствовавших паводку, а также особенностей пространственного распределения паводков с анализом режима воды реки Жайык. При анализе процесса подтопления использовались данные гидрологических постов. Были проведены работы по расшифровке космических снимков Sentinel 2A в ArcGIS Pro 3.2 для демонстрации пространственного распределения воды и составлены карты. В этой статье будет проведен географический анализ процесса затопления города Атырау и прилегающих территорий во время наводнения весной 2024 года. Подробно рассматриваются пространственное распределение паводков, климатические условия, рельеф и антропогенные факторы, влияющие на него. Результаты исследования будут способствовать пониманию природы наводнения, разработке стратегий по снижению его ущерба и эффективному управлению водными ресурсами. Однако борьба с такими стихийными бедствиями требует комплексного подхода, сочетающего научные исследования и активное взаимодействие с местными исполнительными органами.

Ключевые слова: пригород Атырау, река Жайык, весеннее половодье, географический анализ, факторы, формирующие наводнения.

Кіріспе

Соңғы жылдары өзендердегі су деңгейінің өзгеруі және оның қоршаған ортаға әсері өзекті мәселеге айнала бастады. Су тасқыны барлық табиғи апаттардың ішіндегі ең жойқынының бірі болып қала береді. Су тасқыны экологияға ғана емес, сонымен бірге әлеуметтік-экономикалық жағдайларға: жергілікті халықтың өміріне және аймақтың экономикасына кері әсер етеді (Javadinejad, 2022). Әлемде жыл сайын орын алатын табиғи апаттар мен экономикалық шығындардың үштен бірі және барлық шығындардың жартысынан көбі су тасқынына байланысты туындайды (Douben, 2006). Сондықтан, су тасқыны кезіндегі су басу процесін түсіну және оның кеңістіктік таралуында табиғи және антропогендік факторлардың ролін анықтау маңызды. Сонымен қатар, тасқынның салдарын азайту және алдын алу шараларын жоспарлау үшін тасқынның себептерін және оның кеңістіктік таралу ерекшеліктерін тереңірек талдау қажет (Old, 2008).

Биылғы жылдың көктемінде Қазақстанның солтүстік және батыс аймақтарында жергілікті жердің экономикасына айтарлықтай залал келтірген апатты су тасқындары орын алды. Атырау қаласы мен оған іргелес аумақтар да осындай су тасқынына тап болды (Flood..., 2024). Негізі Жайық өзенінде тас тасқыны өте сирек

орын алатын құбылыс. Жайық өзеніне гидрологиялық бақылауларды талдау кезінде аспаптық бақылаулардың барлық кезеңінде ең экстремалды мәндер 1942, 1957, 1970 және 1994 жылдары байқалды. Өзендердегі су шығынының жылдық орташа мәндерінің көпжылдық ағынына сәйкес, алдыңғы кезеңдермен салыстырғанда 2005-2020 жылдардағы жылдық ағын мөлшерінің төмендеу тенденциясы байқалды (Турсунова, 2024).

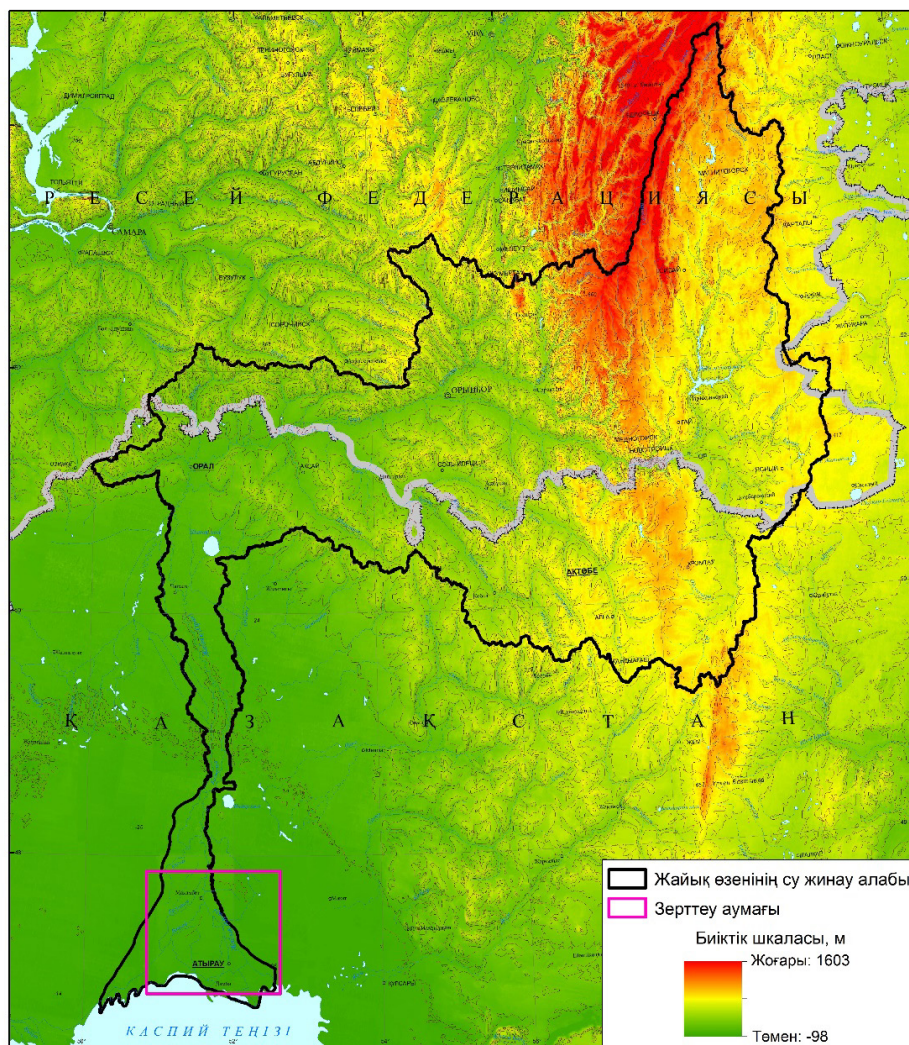
2024 жылғы су тасқыны кезінде су деңгейінің ауытқуы – үнемі су басатын аймақтардың ауданын және қала маңындағы пайдаланылатын жерлердің құрылымын айтарлықтай өзгерте алатындығының айқын мысалы болды. Бұл мәселе Жайық өзенінің жағасында орналасқан Атырау қаласын да айналып өтпеді. Осы аймақта зерттеу жүргізген көптеген ғалымдардың (Турсунова, 2024; Eremkina, 2022; Спивак, 2004; Давлетгалиев, 2011; Чепашев, 2024) зерттеуі бойынша Жайық өзеніндегі су тасқынының себептері бірнеше факторлардың, өзеннің су жинау бассейні ағынының қалыптасу аймағында жауын-шашын мен қардың қарқынды еруі әсерінен туындайды. Ол өз кезегінде аймақтың экожүйесіне де, оның тұрғындарының өміріне де айтарлықтай өзгерістер әкеледі. Мерзімді су тасқыны инфрақұрылымға, ауыл шаруашылығына зиян келтіреді және халықтың тіршілігіне қауіп төндіреді (Javadinejad, 2022; Douben, 2006; Old, 2008; Flood..., 2024; Турсунова, 2024). Дегенмен, су

тасқыны және оның зардабының ауқымына антропогендік фактор да ықпал ететінін ұмытпаған жөн.

Зерттеудің мақсаты – Жайық өзені суының режиміне талдау жасай отырып, су тасқынына ықпал еткен факторларды, сондай-ақ су тасқынының кеңістіктік таралу ерекшеліктерін анықтау және динамикасын көрсету.

Су басқан жерлердің динамикасын және су деңгейінің өзгеру тенденцияларын түсіну – су тасқынын алдын алу шараларын тиімді ұйымдастыруға және қалалық инфрақұрылымды жоспарлауда да маңызды рөл атқарады. Климаттың өзгеруі жағдайында суды тиімді басқару – ғылыми зерттеулерді және салалық жергілікті қауымдастықтармен өзара әрекеттесуді қамтитын кешенді тәсілді қажет етеді.

Зерттеу нысаны. Жайық өзені – Ресей Федерациясының аумағында қалыптасады және ол аумақта оның атауы «Орал» деп аталады. Өзен Оңтүстік Оралдан, Оралтау жотасынан басталып, Атырау қаласының маңындағы Каспий теңізіне құяды. Қазақстан Республикасы аумағындағы өзеннің ұзындығы 1084 км құрайды (1-сурет). Жоғарғы ағысында өзен таулы өзен типіне, ал Верхнеуральск қаласынан төмен жазық өзен типіне кіреді. Орск қаласынан төмен ол батысқа және оңтүстік-батысқа бұрылыс жасап, Орал қаласынан бастап солтүстіктен оңтүстікке қарай ағып жатыр. Өзеннің Орск қаласынан Орал қаласына дейінгі бөлігі – ортаңғы ағыс, ал Орал қаласынан Каспий теңізіне дейінгі ағысы – төменгі ағыс болып саналады (Eremkina, 2022; P, 2018).



1-сурет – Жайық өзені бассейнінің орналасу карта-сызбасы

Батыс Қазақстан облысының аумағында Жайық өзеніне Шаған, Деркүл, Шыңғырлау, Барбастау салалары құяды. Басқа маңызды салаларына Ақтөбе облысы аумағында қалыптастыратын Ор, Елек және Қосестек (Жайық өзенінің сол жағалаудағы салалары) өзендері кіреді (Турсунова, 2024). Жайық қар суынан (80%) және жаңбыр суынан қалыптасады. Көктемгі су тасу оның жайылмасы орта ағысында 10 км-ге дейін, атырауында бірнеше ондаған шақырымды дейін жайылады. Өзен жоғарғы ағысында мұз қату процесі қараша айының бірінші жартысында, ал ортаңғы, төменгі ағысында қараша айының соңында орын алады. Мұздың еруі төменгі ағысында наурыз айының аяғында басталып, жоғарғы ағысында сәуір айының ортасына дейін жалғасады (Водные..., 2012; Отчет о деятельности..., Ресурсы..., 1970).

Зерттеу материалдары мен әдістер

Су басу ауқымын бағалау үшін гидрологиялық бақылау деректері және жерді қашықтықтан зерделеу материалдары пайдаланылды. Судың максималды шығыны, сондай-ақ су тасқыны кезіндегі тәуліктік су деңгейі туралы көпжылдық деректеріне талдауда салыстырмалы талдау әдісі қолданылды. Геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) және картографиялық модельдеу әдістерін қолдану – су басқан жерлердің аудандарын анықтап, оларды визуализациялауға және бағалауға мүмкіндік берді.

«Қазгидромет» ұлттық гидрометеорологиялық қызметінің («Қазгидромет»...) Жайық өзенінде орналасқан гидропостының көп жылдық деректеріне және 2024 жылдың көктеміндегі су тасқыны кезіндегі тәуліктік деректеріне статистикалық талдау жүргізілді. Талдауда гидрологиялық сипаттамаларды анықтау әдістемесі негізге алынды (СП..., 2004; МСН..., 2006). Судың шамадан тыс шығындары кезінде ерекше жоғары су деңгейлері байқалған жылдар анықталды. 2024 жыл бойынша су деңгейінің тәуліктік деректері талданып, қаланың маңындағы су басқан аудандармен салыстырылды және оған әсер етуші факторлар анықталды.

Мемлекеттік шекарадан Атырау қаласына дейін су тасқыны толқынының жүру уақытын анықтау барысында жоғарғы және төменгі нысандардағы су деңгейінің ауытқуының біріктірілген кестелері салыстырылды. Графиттік модельдер арқылы су деңгейінің максимумдары

мен минимумдары, сондай-ақ иілу нүктелері көрсетілді. Өзен суының белгіленген қашықтықты жүріп өткен уақытына сәйкес тиісті су деңгейлерінің айырмашылықтары табылды. Бұл ретте жекелеген су тасқынының жоғары деңгейі неғұрлым айқын көрінеді.

Су тасқыны кезеңінде Атырау қаласының маңындағы су басу динамикасын жасау үшін 2024 жылдың сәуір мен тамыз айлары аралығында түсірілген Sentinel 2A ғарыштық түсірілімдері (45 түсірілім) пайдаланылды.

Ғарыштық түсірілімдерді визуалды дешифрлеу кезінде гидрографиялық нысандар тікелей белгілері бойынша, негізінен су айдындары мен өзендердің су беттерінің түсі (өңі), сондай-ақ гидрографиялық желінің өзіне тән кескіні бойынша анықталды. Таяз ағын сулардың құрлықтан немесе гидрофильді өсімдіктердің қалыңдығынан бөлу – электромагниттік толқындар спектрінің әр түрлі диапазонында алынған түсірілімдерде айқын жүзеге асырылады (Чан, 2015; СТО..., 2017).

Салыстырмалы түрде дешифрлеу кезінде зерттелетін нысанның белгілі бір спектрлік бейнесі әртүрлі анықтамалық объектілердің спектрлік шағылысу қабілетінің стандартты мәндерімен және зерттелетін кескінде ұсынылған нысанды танумен салыстырылды. Реттік дешифрлеу электромагниттік сәулеленудің әртүрлі диапазонында алынған зерттелетін нысанның түсірілімдері әртүрлі нысандарды тануға жеткілікті түрде көрсетеді деген болжамдарға негізделген (Чан, 2015; Руководство..., 1986; Туан, 2016; СТО..., 2017).

Су басқан жерлердегі суды дешифрлеу процесі үшін NDWI индексі қолданылды:

$$NDWI = (GREEN - NIR)/(GREEN + NIR) \quad (1)$$

мұндағы: GREEN – жасыл;

NIR – жақын инфрақызыл канал.

NDWI индексін алу және оған талдау ArcGIS Pro 3.2 бағдарламалық жасақтамасында жүргізілді. NDWI – су объектілеріндегі судың құрамына байланысты өзгерістерді бақылау үшін қолданылады. Су объектілері көрінетін және инфрақызыл электромагниттік спектрдегі жарықты қатты сіңіретіндіктен, NDWI су объектілерін ерекшелеу үшін жасыл және жақын инфрақызыл диапазондарда түсірілген суреттерді пайдаланады. Ол құрылыс жүргізілген аумақтар мен су объектілерін бөлуге мүмкіндік береді (Туан, 2016; McFeeters, 2013).

Ғарыштық түсірілімдердегі су ағындарының ашық, таза су беті негізінен біркелкі, біркелкі күнгірт тонмен көрсетіледі және қатесіз анықталады, өйткені ол іргелес жер учаскелерінен жақсы ерекшеленеді. Өзендегі су лайлы болса, бүкіл су ағынының (немесе оның жекелеген бөліктеріндегі) ашық су бетінің бейнесі салыстырмалы түрде ақшыл болады. Бұл жағдайда -0,02-ден асатын индекс мәндері су бетіне сәйкес келді (McFeeters, 2013).

Әдебиетке шолу

Ғылымдық төтенше жағдайлар дерекқорының (EM-DAT) келтірген мәліметтері XX ғасырмен салыстырғанда XXI ғасырда табиғи апаттардың жалпы саны күрт артқан. 1970 жылдан бері әлемде 14558 табиғи апат орын алса, оның жартысынан астамы (7565-і) су тасқынының үлесінде (Global reported..., 2024). Осыған байланысты су тасқыны, әсіресе өзендердің су тасқыны көптеген шетелдік ғалымдардың (Javadinejad, 2022; Douben, 2006; Old, 2008; Чан Чонг, 2015; Туан, 2016; McFeeters, 2013; Симонов және Осадчий, 2014; Ghofrani, 2019; Төугә, 2002) және отандық ғалымдардың (Турсунова, 2024; Спивак, 2004; Давлетғалиев, 2011; Кусаинова, 2024; Ибраев, 2018) зерттеу нысанына айналды.

Соңғы онжылдықтарда өзендердегі су тасқындарын зерттеуде ғарыштық түсірілімдерді қолдану бойынша мол тәжірибе жинақталды. Ал осындай зерттеулерде Landsat-8 OLI және Sentinel-2 (Ghofrani, 2019; Кусаинова, 2024), NOAA AVHRR және EOS-AM Terra MODIS (Спивак, 2004), RADARSAT және SPOT (Төугә, 2002) түсірілімдерін қолдану NDWI және MNDWI (Ghofrani, 2019; McFeeters, 2013) индекстерін қолдану бойынша тәжірибелер бар. Ту тасқынының орын алған аумақтарды анықтау, тасқынға себеп болған табиғи факторларға талдау жасау және себеп-салдарына талдау жасауда ғарыштық түсірілімдер кеңінен қолданылады және ол көктемгі су тасқындарын зерттеуде тиімді құрал болып табылады (Ghofrani, 2019).

Құрғақ климатына қарамастан, Қазақстан да су тасқыны қаупіне жиі ұшырайды. Сырдария, Шу, Талас, Жайық, Тобыл, Нұра Есіл, Уба, Бұқтырма және Ертіс өзендеріндегі су тасқыны экономикамен қатар, жергілікті экожүйеге үлкен зиян келтіреді (Ибраев, 2018). Cheng және басқалар (2024) Ресей мен Қазақстанның арасындағы шекаралық аймақтар ондағы өзен суларының күрт құбылуына байланысты су тасқынына ең

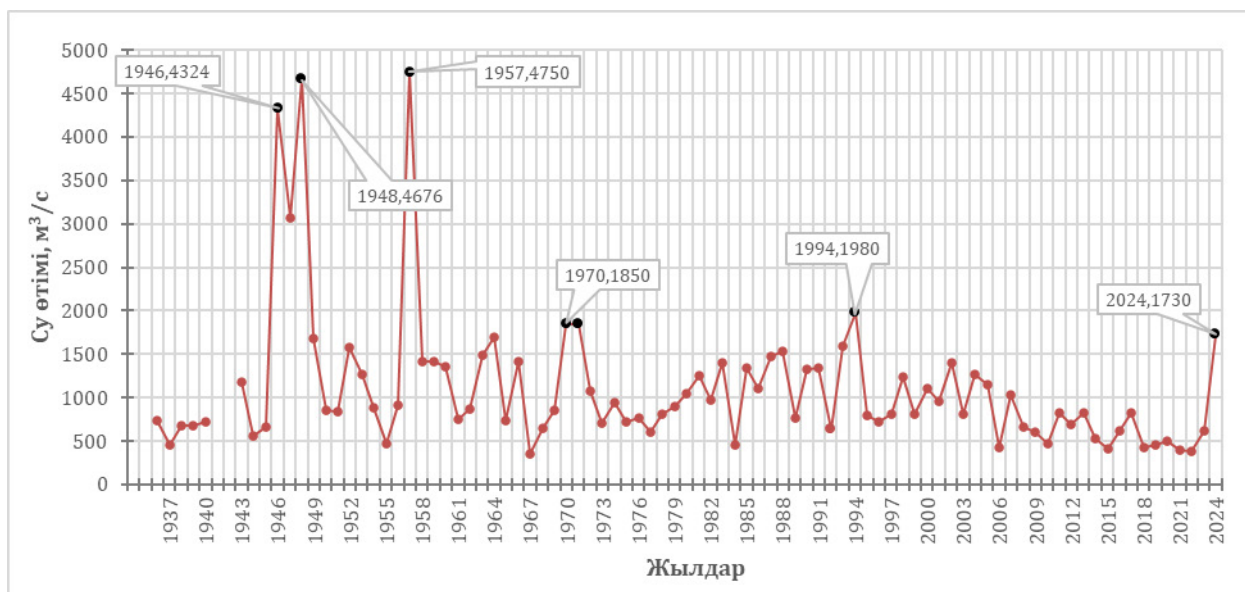
осал аймақтарға кіретінін көрсеткен. Осындай трансшекаралық өзендердің бірі – Жайық өзені. Бұл өзеннің су режимі және өзен суының тасу мәселесін де бірқатар ғалымдар зерттеген (Турсунова, 2024; Давлетғалиев, 2011; Чепашев, 2024). Алайда Жайық өзеніндегі су тасқынын зерттеуде ғарыштық түсірілімдерді қолданған жұмыстар өте аз (Чепашев, 2024)., әсіресе өзеннің төменгі ағысындағы тасқындардың динамикасын жасауда қолданылмаған.

Зерттеу нәтижелері және талқылау

Жайық өзенінің бассейнінде жер үсті суларын қалыптастыруда көктемгі су толысу басты рөл атқарады, өйткені осы кезеңдегі жылдық ағын көлемі барлық жерде 60%-дан асады. Жайық өзенінің жоғарғы ағысындағы көктемгі су толысуы жылдық ағынның 62 – 81% – ын, ал Батыс Қазақстан және Атырау облыстарының солтүстік бөлігіндегі өзендерде – 98% – ын құрайды (Турсунова, 2024). Көптеген шағын су ағындары көктемде қар еріген кезде ғана қалыптасады, бұл осы құбылыстың аймақтың гидрологиясы үшін маңыздылығын көрсетеді (Отчет о деятельности..., Ресурсы..., 1966).

2-суретте Атырау қаласы гидропостындағы су шығындарының көпжылдық ағынының максималды мәндері ұсынылған. Гидрологиялық деректерді талдау кезінде су шығынының максималды мәндері 1946, 1948, 1957, 1970-71, 1994 және 2024 жылдары байқалды. Гидропосттағы су шығынының максималды мәндерінің көпжылдық ағынына сәйкес, ағынның максималды мәндерінің төмендеу тенденциясы байқалады.

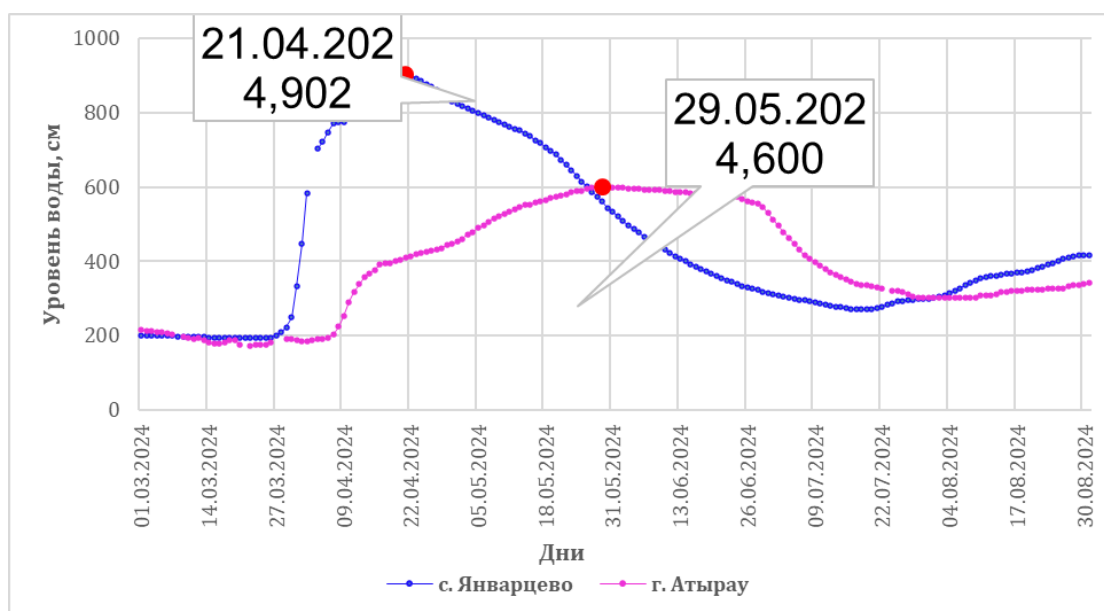
Мәселенің күрделілігі өткен ғасырдың 60-жылдарында өзеннің жоғарғы ағысында көптеген су қоймаларының салынуымен, бұл өз кезегінде шұғыл максималды су шығынының күрт төмендеуіне әкелгенімен, су тасқыны кезінде су қоймаларынан да, тікелей су ағынынан да қайтарымсыз су өтуінің ұлғаюымен түсіндіріледі. Сондай-ақ, маусымдық және көпжылдық реттеуге арналған су қоймалары булану және сүзу арқылы суды жоғалтудың көзі болып табылатынын ескеру қажет (Турсунова, 2024). Осыған байланысты Атырау қаласының гидропостындағы су деңгейіне талдау жүргізілді. Сондай-ақ, 2024 жылғы су тасқыны кезеңіндегі су деңгейінің күнделікті өзгерістері зерттеліп, қала айналасындағы су басқан жерлердің ауданы анықталды.



2-сурет – Атырау қаласы маңындағы Жайық өзенінің максималды су шығынының өзгеру динамикасы

Су деңгейінің бірлескен гидрографын салу арқылы Ресей Федерациясының аумағынан Атырау қаласына дейін су тасқыны толқынының шығу уақытына талдау жүргізілді. 3-сурет-

те ҚР мен РФ арасындағы шекарада орналасқан жоғарғы нысан (Январцево ауылы) мен төменгі нысан (Атырау қ.) арасындағы судың максималды деңгейлері қай күндері өткендігі көрсетілген.

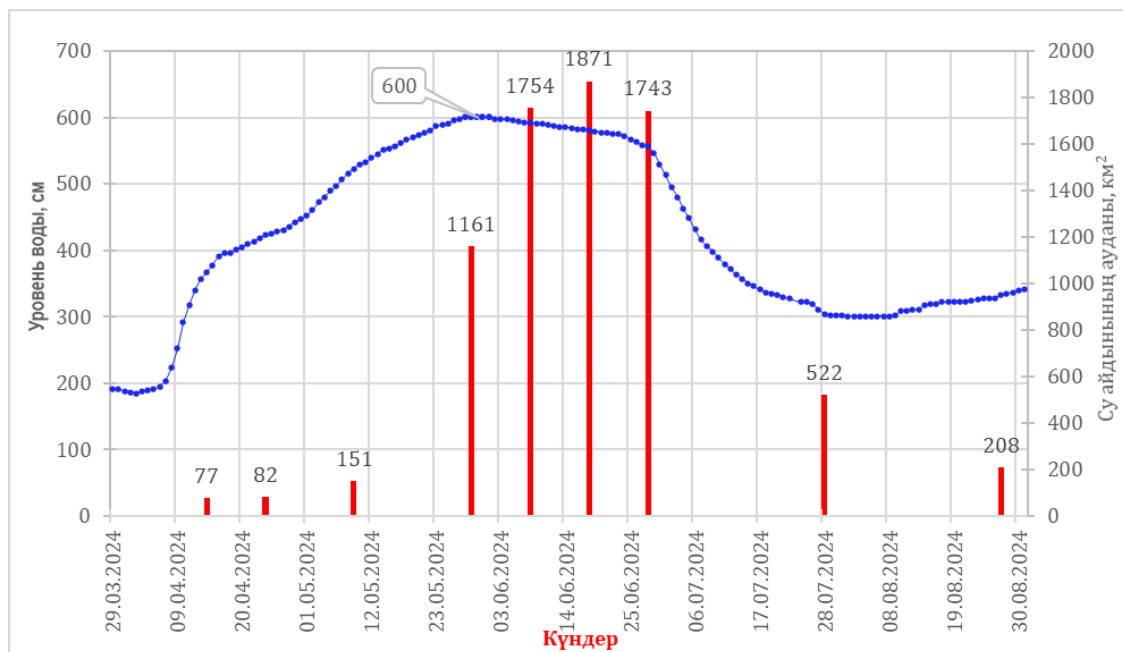


3-сурет – 2024 жылғы су тасқыны кезеңіндегі Жайық өзенінің жоғарғы және төменгі ағыстары арасындағы су деңгейінің гидрографы

Нәтижелер су тасқыны кезінде Жайық өзеніндегі су деңгейінің көтерілуі оның төмендеуіне қарағанда қарқынды жүретінін көрсетті. Бұл Январцево ауылынан Атырау қаласына дейінгі судың ең жоғары шығыны 39 тәулікте ең жоғары деңгейге жеткені туралы деректермен расталады. Бұл су тасқынының алдын алу жөніндегі іс-шараларды жоспарлау және ықтимал қауіптерге жедел ден қою үшін маңызды ақпарат болып

табылады. Су тасқыны кезеңінің ұзақтығы 115 күнді құрады, ал су тасқынының жоғары деңгейі 29 мамыр мен 6 маусым аралығында болды.

Осы кезеңде су басқан аймақтардың ауданын неғұрлым нақты бағалау үшін салыстырмалы кесте жасалды (4-сурет), онда қала айналасындағы су деңгейінің ауытқу динамикасы және су басу аймағының тиісті өзгерістері көрсетілген.

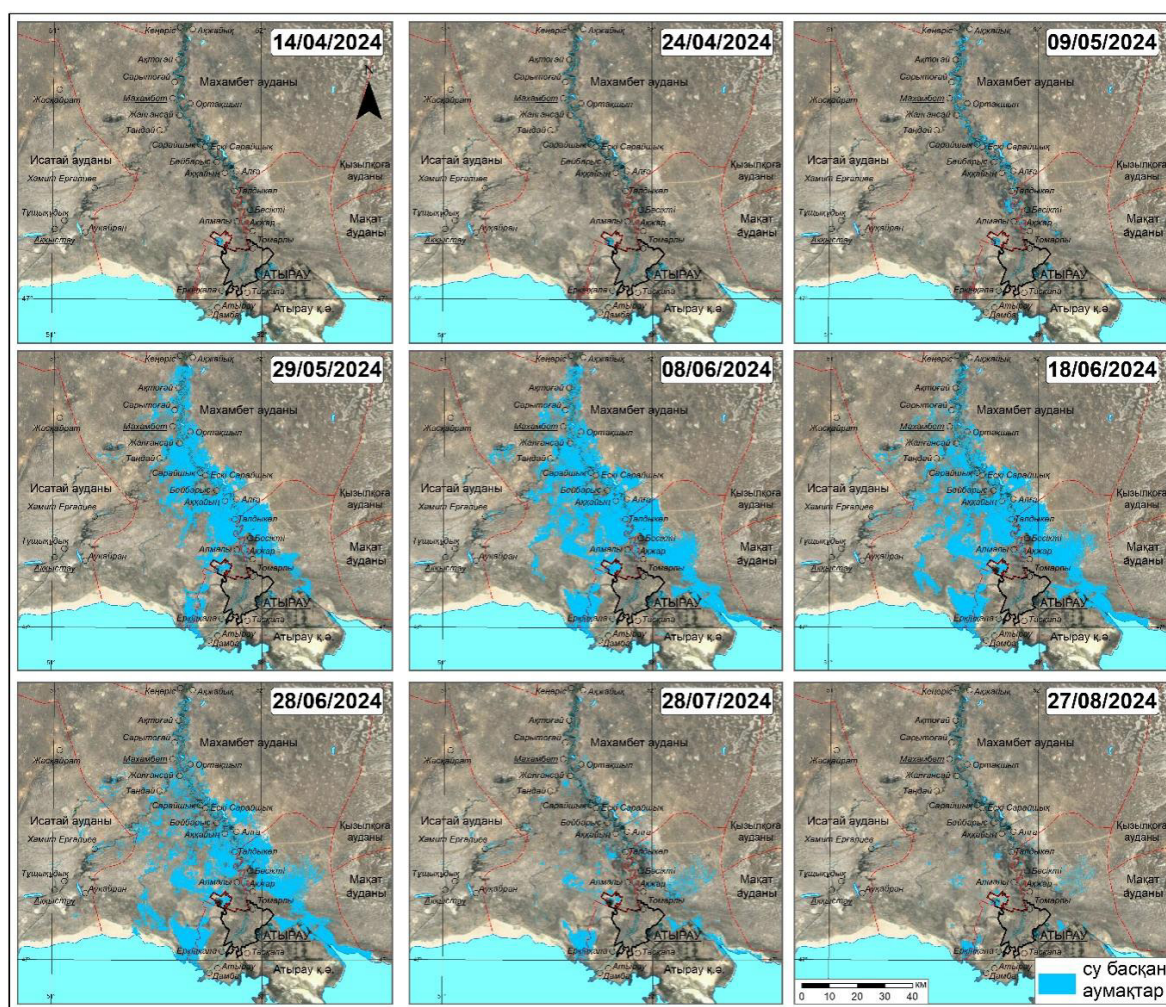


4-сурет – Атырау қаласы маңындағы су басқан жерлердің аудандарының өзгеру динамикасы

5-суретте көрсетілген су басқан аумақтардың динамикасын талдау қаланың айналасындағы су басу аймағының өзгеруін визуализациялауға мүмкіндік береді. Бұл су тасқынының ауқымын ғана емес, сонымен қатар оның әртүрлі аудандарда таралуын көрсетеді. Жайық өзенінің суы мамыр айында көбейіп, маусым айларында ең жоғары деңгейге жетті. 3-маусымда су басқан жерлердің ауданы 1737 км² болса, 14-маусымда пигіне (1871 км²-ге) жетті. Ал 25-маусымда (1743 км²-ге) да аса өзгеріс байқалмады. Одан кейінгі айларда су деңгейі біртіндеп төмендей

бастағанымен, кейбір жер бедері төмен жерлерде су қалдықтары сақталды (сурет 5). Бұл ақпараттар Douben-нің (Douben, 2006) тұжырымына толық сәйкес келеді. Ол Әлемдегі су тасқынының орташа ұзақтығы бір аптадан екі аптаға дейін, ал Азияның, Африканың және Оңтүстік Американың дамушы елдерінде бұдан да ұзаққа созылатынын жазған.

Атырау қаласы маңындағы су тасқынына климаттық және антропогендік факторлардың ықпалымен қалыптасып, оның кеңістіктік таралуына жергілікті жердің жер бедері әсер еткен.



5-сурет – Атырау қаласы маңындағы су басқан аумақтардың кеңістіктік таралуы

Климаттық фактордың ықпалы әсері. Батыс Қазақстан аймағының климаты шұғыл континенттік сипатқа ие, бұл жыл мезгілдеріне байланысты температураның күрт өзгеруімен, сондай-ақ жауын-шашынның біркелкі бөлінбеуімен сипатталады. Жайық өзені бассейнінің су жинау алабында күзде жаңбырдың мол жаууы, қыста қардың мол түсуі, көктемде қардың тез еруі – Жайық өзенінің су деңгейінің күрт артуына және өзеннің төменгі ағысына судың мол ағып келуіне себепші болады. Ресей Федерациясының гидрометеорологиялық орталығының мәліметтері бойынша, 2023-2024 жылдардағы қыста Жайық өзенінің бассейнінде қардың қоры орташа жылдық нормадан 120-130%-ға жоғары болды (Чепашев, 2024). Сонымен қатар, көктемгі жауын-шашын да су көлемін арттырып, су тасқынының қарқындылығын арттырады. USGS Global Visualization Viewer (GloVis) порталының

деректері (USGS FEWS..., 2024) бойынша Атырау облысында 2023-2024 жылдағы ең жоғарғы жауын-шашын 1-5 мамыр аралығында түсіп, 34,7 мм-ді құрады. Былтырғы және көпжылдық орташа жауын-шашынмен салыстырғанда 2-еседен көп. Бір ерекшелігі, 2024 жылдың маусым айы жаңбырлы болды. Бұл айда, жауын шашын 50,14 мм түсіп, былтырғы жылмен салыстырғанда 3,5 есе, ал көпжылдық орташа мәнмен салыстырғанда 2,3 есе көп болды. Осылайша, климаттық жағдайлар су тасқынының кеңістіктік таралуына және оның динамикасына тікелей әсер етеді. Батыс Қазақстан өңіріндегі су тасқынын зерттеген ғалымдар (Турсунова, 2024; Спивак, 2004; Давлетғалиев, 2011; Кусаинова, 2024) мұндағы көктемгі су тасқынының негізгі себептеріне қар мен мұздың қарқынды еруін жатқызады. Бұл фактор өзендерге, бұлақтарға және көлдерге түсетін еріген судың көлемін ұлғайтады және бұл олардың

толып кетуіне әкеледі және көбінесе үлкен су тасқынына әкеледі (Кусаинова, 2024).

Антропогендік факторлардың әсері. Жайық өзенінің жоғарғы ағысында орналасқан су қоймалары мен бөгеттер су ағымын реттеу үшін салынған. Су қоймалары өзеннің табиғи ағыны тежеледі, алайда қардың тез еруі және қатты жауын-шашын жағдайында бұл реттеулердің тиімділігі – оны басқару жағдайымен де байланысты. Су тасқыны туралы ескертулерге қарамастан, Ресей жеріндегі Ириклин су қоймасы су тасқыны кезеңіне толығымен дайын болмады. Мамандардың ескеруіне қарамастан, көктемгі тасқын суларды қабылдау үшін су қоймасынан алдын-ала су жіберу жұмыстары, жүргізілген жоқ. 2024 жылдың наурыз айының ортасында су қоймасының бос сыйымдылығы 2023 жылмен салыстырғанда екі есе төмен болды (1070 млн. м³). Су қоймасы 2024 жылдың 5 сәуірінде толығымен толып, судың толысуы кезінде су жинаудың орнына транзитке көшуге мәжбүр болды және су жіберу 2000 м³/с-тан асты (Водохозяйственная..., 2024). Нәтижесінде Ресейдің Орынбор ауданындағы бөгет бұзылып, елді мекендер су астында қалды. Бұл жағдай Орал өзенінің Қазақстандық бөлігіне (Жайыққа) де әсер етті. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, Атырау қаласының маңындағы су деңгейі 600 см-ге жетіп, су басқан жерлердің ауданы ұлғая бастады және 14-маусымда пигіне (1871 км²-ге) жетті. Жайық өзенінің жоғарғы ағысындағы су тасқыны туралы ақпараттар – Атырау қаласына төнген қауіппен күресу шараларын ұйымдастыруға септігін тигізді және қаланы су басудың алды алынды.

Жер бедерінің әсері. Атырау қаласы Каспий маңы ойпатының төменгі бөлігінде орналасқан, мұнда теңіз деңгейіне жақын орналасу және жазық жер бедері су басу қаупін арттырады. Бұл болашақ су тасқынынан қорғау жоспарларында ерекше назар аударуды қажет ететін ең осал аймақтарды бөлуге мүмкіндік береді. Атырау қаласының маңындағы кең жазықты аймақтар мен төмен жерлер судың табиғи түрде жиналуына және судың жайылуына қолайлы жағдай туғызады. Топографиялық карталар (Топографические...) арқылы Атырау қаласының маңындағы су басуға бейім аймақтар биіктігі теңіз деңгейінен 25 метрден жоғары болып табылатын гипсометриялық сызықтардың ішкі және сыртқы бөліктерін камтиды. Мұнда биіктігі теңіз деңгейінен төмен сайлар жиі кездеседі. Сондықтан су тасқыны кезінде Атырау қаласы маңында су өте

жылдам тарам тарады және 1871 км²-ге дейінгі аумақты су басты. Бұл жерде судың қозғалысына жер бедерінің сипатынан басқа топырақтың су өткізгіштік қабілеті де әсер етеді (Симонов, 2014).

Негізінен тиімді жұмыс істеп тұрған су қоймалары мен су реттегіштері бар кезде су тасқынының болуы өте сирек орын алады. бұл құбылыс зерттеу нысанындағы ландшафттардың өзгеруіне, өзен арнасына жақын маңдарда селитебті ландшафттардың қалыптасуына алып келді. Asocan және басқалар (Asocan, 2016) бойынша өзен ағындысы режимінің өзгеруі – ландшафттың өзгеруіне тікелей әсер ететін фактор болып табылады. сондықтан, тұрғындардың көпжылдық өзен ағысы режиміне бейімделуі – атырау қаласының маңындағы жоғары жайылмаларға үй жайларды салу жағдайларынан көрініс тапты. бұл өз кезегінде табиғи апаттан келген экономикалық шығынның болуына әсер етті деп ойлаймыз.

Қорытынды

2024 жылғы көктемгі су тасқыны Атырау қаласы мен оның айналасындағы аумақтарға айтарлықтай әсер етті, бұл су деңгейінің күрт көтерілуіне және кең көлемді аумақтардың су астында қалуына әкелді. Зерттеу нәтижелері су тасқынының орын алуы табиғи факторларға, соның ішінде қардың мол еруі мен Жайық өзені бассейнінің су жинау алабында күзгі және көктемгі жауын-шашынның көп түсуі, Атырау қаласы маңының жер бедері, сонымен қатар, антропогендік факторға да байланысты екенін көрсетті. Су басу жағдайының кеңістіктік талдауы қаланың және оның маңындағы абсолюттік биіктігі төменгі аймақтардың осал екенін, олардың тасқын кезеңінде судың тез таралуына бейімділігін анықтады. Осы жағдайлар су тасқынын басқару және оның салдарын азайту шараларын жүзеге асырудың маңыздылығын арттырады. Болашақта ГАЗ және қашықтықтан зондтау технологияларын қолдану арқылы су тасқынының динамикасын нақты уақытта бақылау және алдын алу жұмыстарын жақсарту қажет. Сонымен қатар, тұрақты даму және табиғат ресурстарын тиімді пайдалану мақсатында Атырау қаласы маңындағы су тасқынының топырақ және өсімдік жамылғыларына әсерін зерттеу өте маңызды мәселе болып табылады.

Әдебиеттер

- «Қазгидромет» ұлттық гидрометеорологиялық қызметі. URL: <https://www.kazhydromet.kz/>
- Asocan S.M., Rogberg P., Bring A., Jarsjö J., Destouni G. Climate model performance and change projection for fresh-water fluxes: Comparison for irrigated areas in Central and South Asia // *Journal of Hydrology: Regional Studies*. – 2016. – Т. 5. – С. 48–65. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrh.2015.11.017>
- Cheng W., Li Y., Zuo W., Du G., Stanny M. (2024). Spatio-temporal detection of agricultural disaster vulnerability in the world and implications for developing climate-resilient agriculture // *Science of The Total Environment*. – 2024. – Т. 928. – С. 172412. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172412>
- Douben K. J. Characteristics of river floods and flooding: a global overview, 1985–2003 // *Irrigation and Drainage: The journal of the International Commission on Irrigation and Drainage*. – 2006. – Т. 55. – №. S1. – С. S9-S21.
- Eremkina T. V., Yarushina M. I. Ural River Basin // *Rivers of Europe*. Elsevier. – 2022. – С. 883-899.
- Flood in Kazakhstan (2024). URL: <http://surl.li/muwumu>
- Ghofrani Z., Sposito V., Faggian R. Improving flood monitoring in rural areas using remote sensing // *Water Practice & Technology*. – 2019. – Т. 14. – №. 1. – С. 160-171.
- Global reported natural disasters by type (EM-DAT). URL: <https://ourworldindata.org/grapher/natural-disasters-by-type?> (қолжетімді 02.11.2024 жыл).
- Javadinejad Safieh. “Causes and consequences of floods: flash floods, urban floods, river floods and coastal floods.” // *Resources Environment and Information Engineering*. – 2022. – Т. 4. – №. 1. – С. 173-183.
- McFeeters Stuart “Using the Normalized Difference Water Index (NDWI) within a Geographic Information System to Detect Swimming Pools for Mosquito Abatement: A Practical Approach”. // *Remote Sensing*. – 2013. – Т. 5. – №. 7 – С. 3544–3561. doi:10.3390/rs5073544.
- Old G., Thompson J., Ramsbottom D., Nottage A., Packman J., Thorne C., Booker D., Fisher J., Durell S., Acreman M., Bolland J., Cowx I.G., Pinder A., Mountford O., Laize C., Lumbroso D. Methods to Assess, Model and Map the Environmental Consequences of Flooding. Literature review. (CEH Project Number: C03429). – Bristol, Environment Agency, 2008. – 148pp. URL: <https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/5535/>
- Töyrä J., Pietroniro A., Martz L. W., Prowse T. D. A multi-sensor approach to wetland flood monitoring // *Hydrological processes*. – 2002. – Т. 16. – №. 8. – С. 1569-1581.
- USGS FEWS NET Data Portal. URL: <https://earlywarning.usgs.gov/fews/product/613>
- Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Ресурсы речного стока Казахстана: Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана // Под науч. ред. Р. И. Гальперина. – Алматы, 2012. – Т. 7, кн. 1. – 684 с.
- Водохозяйственная обстановка на Ириклинском водохранилище на 5 апреля 2024г. URL: <http://surl.li/tjmqe> (қолжетімді 27.10.2024 жыл)
- Давлетталиев С. К. Поверхностные водные ресурсы рек Жайык-Каспийского бассейна в границах Республики Казахстан // *Гидрометеорология и экология*. – 2011. – №. 1. – С. 56-64.
- Ибраев Р. (2018). Стихийные бедствия гидрологического характера (наводнения): причины их возникновения и последствия. // *ОРИЕНТИР*. – 2018. – №. 2. – С. 61-63
- Кусаинова М. Т., Толеубекова Ж. З., Ахмадия А. А., Капасова, А. З. Применение радарных и оптических данных ДЗЗ для оценки количества пострадавших домов, площади и границ зон затопления // *Гидрометеорология и экология*. – 2024. – Т. 1. – С. 144-160.
- МСН 3.04-101-2005 Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – Астана, 2006. – 87 с.
- Отчет о деятельности Жайык-Каспийской бассейновой инспекции по регулированию использования и охране водных ресурсов за 2010-2020 гг.
- Р 52.08.874-2018 Определение гидрографических характеристик картографическим способом. – Спб, 2018.- 172 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. – Т. 12, вып. II. Урало-Эмбинский район. – Л.: Гидрометеиздат, 1970 – 512 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. – Т. 12, вып. III. Актыбинская область. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 515 с.
- Руководство по определению гидрографических характеристик картометрическим способом. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 97 с.
- Симонов В. В., Осадчий О. В. Природа возникновения наводнений, затоплений и характеристика их поражающих факторов // *Научные и образовательные проблемы гражданской защиты*. – 2014. – №. 1. – С. 9-19.
- СНИП 2.01.14-83 Определение расчетных гидрологических характеристик. – М.: Стройиздат, 1983. – 36 с.
- СП 33-101-2003 Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – М.: Госстрой, 2004. – 73 с.
- Спивак Л. Ф., Архипкин О. П., Панкратов В. С., Шагарова Л. В., Сагатдинова Г. Н. (2004). Технология мониторинга паводков и наводнений в Западном Казахстане. // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. – 2004. – Т. 1. – №. 1. – С. 279-285.
- СТО ГГИ 52.08.40–2017 Определение морфометрических характеристик водных объектов суши и их водосборов с использованием технологии географических информационных систем по цифровым картам Российской Федерации и спутниковым снимкам. – М.: ООО «РПЦ Офорт», 2017. – 148 с.

Топографические карты советского генштаба (Soviet military topographic maps). URL: <https://maps.vlasenko.net/soviet-military-topographic-map/map500k.html>

Туан Ч. Ч. Разработка методики обнаружения и картографирования изменений поверхностных водных объектов по материалам космических съемок // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, 2016. – 155 с.

Турсунова А., Мырзахметов А., Баспакова Г., Сайлаубек А., & Салаватова Ж. (2024). Историческая справка о гидрологических характеристиках наводнений на р. Жайык. // География и водные ресурсы. – 2024. – №. 2. – С. 40-51.

Чан Чонг Туан Комплексная методика космического мониторинга поверхностных вод на территориях Вьетнам // Известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». – 2015. – №. 3. – С. 58-67

Чепашев Д. В., Акжаркынова А. Н., Калыбаева А. К., Искалиева Г. М. Оценка уровненного режима при половодье реки Жайык с применением данных дистанционного зондирования земли. // Вестник Ауэс. – 2024. – Т. 3. – №. 66. https://doi.org/10.51775/2790-0886_2024_66_3_118

References

Asocan, S. M., Rogberg, P., Bring, A., Jarsjö, J., Destouni, G. (2016). Climate model performance and change projection for fresh-water fluxes: Comparison for irrigated areas in Central and South Asia. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, Vol. 5, 48–65. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrh.2015.11.017>.

Chan Chong Tuan (2015) Kompleksnaya metodika kosmicheskogo monitoringa poverhnostnykh vod na territorij V'etnam. [Comprehensive methodology for space monitoring of surface waters in Vietnam]. *Izvestiya vuzov «Geodeziya i aerofotos'emka»*, Vol. (3), 58-67

Cheng, W., Li, Y., Zuo, W., Du, G., & Stanny, M. (2024). Spatio-temporal detection of agricultural disaster vulnerability in the world and implications for developing climate-resilient agriculture. *Science of The Total Environment*, Vol. 928, 172412. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172412>

Чепашев, Д. В., Акжаркынова, А. Н., Калыбаева, А. К., & Искалиева, Г. М. (2024). Оценка уровненного режима при половодье реки Жайык с применением данных дистанционного зондирования земли. [Assessment of the level regime during flooding of the Zhaiyk River using remote sensing data] *Vestnik Aues*, Vol. 3(66). URL: https://doi.org/10.51775/2790-0886_2024_66_3_118

Davletgaliev S. K. (2011). Poverhnostnye vodnye resursy rek Zhaiyk-Kaspijskogo bassejna v granicah Respubliki Kazakhstan [Surface water resources of the Zhaiyk-Caspian basin rivers within the borders of the Republic of Kazakhstan]. *Gidrometeorologiya i ekologiya*, Vol. (1), 56-64.

Douben K. J. (2006). Characteristics of river floods and flooding: a global overview, 1985–2003. *Irrigation and Drainage: The journal of the International Commission on Irrigation and Drainage*, Vol. 55(S1), S9-S21.

Eremkina T. V., Yarushina M. I. (2022). Ural River Basin. *Rivers of Europe*. Elsevier, 883-899.

Flood in Kazakhstan (2024). URL: <http://surl.li/muwumu>

Gal'perin, R. I. (2012). Vodnye resursy Kazahstana: ozenka, prognoz, upravlenie. Resursy rechnogo stoka Kazahstana: Vozobnovlyayemye resursy poverhnostnykh vod Zapadnogo, Severnogo, Central'nogo i Vostochnogo Kazahstana [Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management. Kazakhstan river flow resources: Renewable surface water resources of Western, Northern, Central and Eastern Kazakhstan]. *Almaty*, Vol. 7(1), 684 p.

Ghofrani, Z., Sposito, V., & Faggian, R. (2019). Improving flood monitoring in rural areas using remote sensing. *Water Practice & Technology*, Vol. 14(1), 160-171.

Global reported natural disasters by type (EM-DAT). URL: <https://ourworldindata.org/grapher/natural-disasters-by-type?> (accessed 02.11.2024)

Ibraev R. (2018). Stihijnye bedstviya gidrologicheskogo haraktera (navodneniya): prichiny ih vozniknoveniya i posledstviya. [Natural disasters of a hydrological nature (floods): the causes of their occurrence and consequences.]. *ORIENTIR*, Vol. (2), 61-63

Javadinejad, Safieh. (2022). "Causes and consequences of floods: flash floods, urban floods, river floods and coastal floods." *Resources Environment and Information Engineering*, Vol 4(1), 173-183.

Kusainova, M. T., Toleubekova, Zh. Z., Ahmadiya, A. A., & Kapasova, A. Z. (2024). Primenenie radarnykh i opticheskikh dannykh DZZ dlya ozenki kolichestva postradavshih domov, ploshchadi i granic zon zatopeniya. [The use of radar and optical remote sensing data to estimate the number of affected houses, the area and boundaries of flood zones.]. *Gidrometeorologiya i ekologiya*, Vol. (1), 144-160.

McFeeters, Stuart (2013). "Using the Normalized Difference Water Index (NDWI) within a Geographic Information System to Detect Swimming Pools for Mosquito Abatement: A Practical Approach". *Remote Sensing*, Vol. 5(7) 3544–3561. doi:10.3390/rs5073544.

MSN 3.04-101-2005 (2006). Opreделение osnovnykh raschetnykh gidrologicheskikh harakteristik. [Determination of the main calculated hydrological characteristics.]. *Astana*, 87 p.

National Hydrometeorological Service "Kazhydromet". URL: <https://www.kazhydromet.kz/>

Old, G.; Thompson, J.; Ramsbottom, D.; Nottage, A.; Packman, J.; Thorne, C.; Booker, D.; Fisher, J.; Durell, S.; Acreman, M.; Bolland, J.; Cowx, I.G.; Pinder, A.; Mountford, O.; Laize, C.; Lumbroso, D. (2008). *Methods to Assess, Model and Map the Environmental Consequences of Flooding*. Literature review. Bristol, Environment Agency, 148p. (CEH Project Number: C03429). URL: <https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/5535/>

Otchet o deyatel'nosti Zhaiyk-Kaspijskoj bassejnovoj inspekcii po regulirovaniyu ispol'zovaniya i ohrane vodnykh resursov za 2010-2020 gg.

- R 52.08.874-2018 (2018). Opredelenie gidrograficheskikh harakteristik kartograficheskim sposobom. [Determination of hydrographic characteristics by cartographic method]. Spb, 172 p.
- Resursy poverhnostnyh vod SSSR. Nizhnee Povolzh'e i Zapadnyj Kazahstan. [Surface water resources of the USSR. Lower Volga region and Western Kazakhstan]. Vol. 12(II. Uralo-Embinskij rajon.), L.: Gidrometeoizdat, (1970). 512 p.
- Resursy poverhnostnyh vod SSSR. Nizhnee Povolzh'e i Zapadnyj Kazahstan. [Surface water resources of the USSR. Lower Volga region and Western Kazakhstan]. Vol. 12(III. Aktyubinskaya oblast'.), L.: Gidrometeoizdat, (1966). 515 p.
- Rukovodstvo po opredeleniyu gidrograficheskikh harakteristik kartometricheskim sposobom. [Guidelines for determining hydrographic characteristics by cartometric method.]. L.: Gidrometeoizdat, (1986). 97 p.
- Simonov V. V., Osadchij O. V. (2014) Priroda vozniknoveniya navodnenij, zatopenij i harakteristika ih porazhayushchih faktorov. [The nature of the occurrence of floods, inundations and the characteristics of their damaging factors]. Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanskoj zashchity, Vol.(1), 9-19.
- SNiP 2.01.14-83 (1983) Opredelenie raschetnyh gidrologicheskikh harakteristik.[Determination of calculated hydrological characteristics]. M.: Strojizdat, 36 p.
- SP 33-101-2003 (2004) Opredelenie osnovnyh raschetnyh gidrologicheskikh harakteristik. [Determination of the main calculated hydrological characteristics]. M.: Gosstroj, 73 p.
- Spivak, L. F., Arhipkin, O. P., Pankratov, V. S., Shagarova, L. V., & Sagatdinova, G. N. (2004). Tekhnologiya monitoringa pavodkov i navodnenij v Zapadnom Kazahstane. [Technology of flood and flood monitoring in Western Kazakhstan.] Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa, Vol. 1(1), 279-285.
- STO GGI 52.08.40–2017 (2017) Opredelenie morfometricheskikh harakteristik vodnyh ob'ektov sushi i ih vodosborov s ispol'zovaniem tekhnologii geograficheskikh informacionnyh sistem po cifrovym kartam Rossijskoj Federacii i sputnikovym snimkam. [Determination of morphometric characteristics of land bodies of water and their catchments using geographic information system technology based on digital maps of the Russian Federation and satellite images.]. M.: OOO «RPC Ofort», 148 p.
- Topograficheskie karty sovet'skogo genshtaba [Soviet military topographic maps]. URL. <https://maps.vlasenko.net/soviet-military-topographic-map/map500k.html>
- Töyrä, J., Pietroniro, A., Martz, L. W., & Prowse, T. D. (2002). A multi-sensor approach to wetland flood monitoring. Hydrological processes, Vol. 16(8), 1569-1581.
- Tuan Ch. Ch. (2016) Razrabotka metodiki obnaruzheniya i kartografirovaniya izmenenij poverhnostnyh vodnyh ob'ektov po materialam kosmicheskikh s"emok. [Development of a methodology for detecting and mapping changes in surface water bodies based on space surveys]. Dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk, Moskva, 155 p.
- Tursunova, A., Myrzahmetov, A., Baspakova, G., Sajlaubek, A., & Salavatova, Zh. (2024). Istoricheskaya spravka o gidrologicheskikh harakteristikah navodnenij na r. Zhajyk. [Historical information on the hydrological characteristics of floods on the Zhajyk river.] Geografiya i vodnye resursy, Vol. (2), 40-51.
- USGS FEWS NET Data Portal. URL. <https://earlywarning.usgs.gov/fews/product/613>
- Vodohozyajstvennaya obstanovka na IrikliNSkom vodohranilishche na 5 aprelya 2024 g. [The water management situation at the IrikliNSky reservoir on April 5, 2024.] URL: <http://surl.li/tjrnqe> (accessed 27.10.2024)

Авторлар туралы мәліметтер:

Лайсханов Шахислам – PhD, Халықаралық білім беру корпорациясының Ғылым және инновациялар департаментінің директоры, PhD (Алматы қ., Қазақстан, эл.пошта: laiskhanov@gmail.com);

Шарапханова Жанерке Мейрханқызы – географ, магистр, География және су қауіпсіздігі институтының Геотуризм және геоморфология зертханасының ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан эл.почта: sharaphanova@gmail.com);

Жанболат Нұрмағамбетұлы – докторант, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті (Алматы қ., Қазақстан эл.почта: zhanbo_87@mail.ru)

Information about authors:

Laiskhanov Shakhislam – PhD, director of the Department of Science and innovation of the International Educational Corporation, PhD (Almaty, Kazakhstan, El. mail: laiskhanov@gmail.com);

Sharapkhanova Zhanerke Meirhanqyzy – Geographer, Master's degree, Researcher at the Laboratory of Geotourism and Geomorphology at the Institute of Geography and Water Security (Almaty, Kazakhstan, e-mail: sharaphanova@gmail.com)

Zhanbolat Nurmagambetuly – doctoral student, Kazakh National Pedagogical University named after Abai (Almaty, Kazakhstan, e-mail: zhanbo_87@mail.ru)

Келін түсті: 25 желтоқсан 2024 жыл

Қабылданды: 04 ақпан 2025 жыл

Авторларға арналған ақпарат

ҚазҰУ Хабаршысы. География сериясында материалдарды жариялау Open Journal System, онлайн жіберу және рецензиялау жүйесі арқылы жүзеге асырылады. Жүйеге тіркелу және кіру «Материалдарды жіберу» бөлімінде қол жетімді.

Корреспонденция авторы журналға жариялау үшін ілеспе хат ұсынуға міндетті.

Мақалаға қойылатын талаптар:

Редакциялық коллегия журналдың ғылыми бағыттары бойынша бұрын жарияланбаған мақалаларды қабылдайды. Мақала журналдың функционал сайтына жүктеу арқылы ғана (Open Journal System немесе Editorial Manager) электронды форматта (doc, .docx, .rtf форматында) қабылданады.

Шрифт кеглі – 12 (аңдатпа, кілт сөздер, әдебиеттер тізімі - 10, кесте мәтіні – 9-11), шрифт – Times New Roman, мәтін беттің ені бойынша тегістеу арқылы теріледі, аралығы – бір, абзац бойынша шегініс – 0,8 см, шеттері: үстіңгі және астыңғы – 2 см, сол және оң жақ – 2 см.

Сурет, кесте, графика, диаграмма және т.б. мәтін ішінде нөмір және атаумен белгіленеді. (Мысалы, 1-сурет – Сурет атауы). Суреттердің, таблица, графика мен диаграммалардың саны мақала көлемінің 20% -нан (кейбір жағдайда 30%) артық болмауы керек.

Мақала көлемі (атауы, авторлар бойынша ақпарат, аңдатпа, кілт сөз, әдебиеттер тізімін қоспағанда) әлеуметтік және гуманитарлық бағытта 3 000 сөзден кем, 7 000 сөзден артық емес және жаратылыстану және техникалық бағыттарда 1 500-7 000 сөз аралығында болуы шарт.

Авторлар жіберіліп отырған мақаланың/қолжазбаның бұрын соңды еш жерде жарияланбағаны, мақалада/қолжазбада басқа жұмыстардың мәтіндеріне сілтемесіз алынған кірме фрагменттердің жоқ екендігі туралы Open Journal System немесе Editorial Manager жүйесіндегі ілеспе хатта МІНДЕТТІ түрде жазу керек.

Мақала құрылымы (мақаланы рәсімдеу үшін ресми сайтындағы ҮЛГІ-ні қолданыңыз):

Бірінші бет:

Бірінші жол – FTAMP нөмірі (ерекше жағдайда ЭОЖ), мәтін беттің сол жақ шетімен тегістеледі, қаралау шрифт.

Мақала атауы (Тақырып) мақаланың мәні мен мазмұнын көрсетіп, оқырманның назарын аудару керек. Тақырып қысқа әрі ақпараттық, жаргондар мен Название должно быть кратким, информативным и не содержать жаргонизмов или аббревиатурасыз жазылуы тиіс. Тақырыптың орташа ұзындығы 5-7 сөз (кей жағдайда 10-12 сөз). Мақаланың тақырыбы қазақ, орыс және ағылшын тілдерінде берілуі керек. Тақырып қаралау шрифтті кіші әріптермен, беттің ортасымен тегістеледі.

Мақала автор(лар)ы – аты-жөнінің бірінші әріптері және тегі, жұмыс істейтін орны (аффилиация), қала, мемлекет, email – орыс, қазақ және ағылшын тілдерінде жазылады. Авторлар туралы ақпарат қалыпты шрифтті кіші әріптермен жазылып, беттің ортасында тегістеледі.

Аңдатпа көлемі 150-300 сөз қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде жазылады.

Аңдатпа құрылымында келесі ақпарат міндетті түрде болуы керек:

- Зерттеу тақырыбы бойынша кіріспе сөз.
- Ғылыми зерттеудің мақсаты, негізгі бағыттары мен идеялары.
- Жұмыстың ғылыми және практикалық маңыздылығы бойынша қысқа ақпарат.
- Зерттеу әдістемесі бойынша қысқа ақпарат.
- Ғылыми зерттеудің негізгі нәтижелері, талдау және тұжырымдама.
- Жүргізілген зерттеу жұмысының маңыздылығы (аталған жұмыстың ғылымның сәйкес саласына енгізген үлесі)
- Жұмыс қорытындысының практикалық маңыздылығы.
- Кілт сөздер/сөз тіркестері – орыс, қазақ, ағылшын тілдерінде 3-5 сөз аралығында.

Келесі бет (жаңа бет):

Кіріспе келесіде берілген негізгі элементтерден тұрады:

Таңдалған тақырыптың негіздемесі; тақырып өзектілігі мен зерттеу проблемалары. Таңдалған тақырыптың негіздемесінде алдыңғы зерттеушілердің тәжірибелері негізінде проблемалық жағдайдың (зерттеу жұмыстарының жоктығы, жаңа зерттеу нысанының пайда болғаны және т.б.) бар екендігі айтылады. Тақырыптың өзектілігі аталған зерттеу нысанының қойылған сұрақтарға толық жауаптардың болмаған жағдайда, тақырыптың теориялық және практикалық маңыздылығы арқылы дәлелденіп жалпыға ортақ мүдде арқылы анықталады.

Жұмыстың нысанын, пәнін, мақсаттарын, міндеттерін, тәсілдерін, әдістер, гипотезасын анықтау. Зерттеудің мақсаты тезисті дәлелдеумен, яғни зерттеу тақырыбын автор таңдаған аспектімен көрсетумен байланысты.

Материал мен әдістер - материалдар мен жұмыс барысының сипаттамасынан, сондай-ақ қолданылатын әдістердің толық сипаттамасынан тұруы керек

Зерттеу материалының сипаттамасы оның сапалық және сандық көрінісін қамтиды. Материалдың сипаттамасы - тұжырымдар мен зерттеу әдістерінің сенімділігін анықтайтын факторлардың бірі.

Бұл бөлімде проблеманың қалай зерттелгені сипатталады: бұрын жарияланған рәсімдеулерді қайталамай егжей-тегжейлер ақпарат беріледі; материалдар мен әдістерді қолдану кезінде міндетті түрде енгізілген жаңалықтар арқылы жаңықты сәйкестендіруді (бағдарламалық жасақтама) және материалдардың сипаттамасы қолданылады.

Ғылыми әдістеме келесілерден тұруы қажет:

- зерттеу сұрақтар(ы);
- алға қойылған гипотеза (тезис);
- зерттеу кезеңдері;

- зерттеу әдістері;
- зерттеу нәтижелері.

Әдебиеттерге шолу жасау бөлімінде - зерттеу тақырыбы бойынша ағылшын тілінде шетелдік авторлардың іргелі және жаңа еңбектер (кемінде 15 жұмыс), оларды ғылыми үлесі тұрғысынан талдау, сондай-ақ сіздің мақалаңызда толықтырылған зерттеу кемшіліктері беріледі.

Жұмысқа қатысы жоқ көптеген сілтемелердің болуы немесе сіздің жетістіктеріңіз туралы, алдыңғы жұмыстарыңызды көрсететін сілтемелерді қосуға болмайды.

Нәтижелер мен Талқылау бөлімінде сіздің зерттеу нәтижелеріңізді талдауы және талқылауы беріледі. Зерттеу барысында алынған нәтижелер туралы қорытынды беру арқылы негізгі мәні айқындалады. Бұл мақаланың маңызды бөлімдерінің бірі болып саналады. Онда жұмысыңыздың нәтижелерінің талдауы және алдыңғы жұмыстармен, талдаулармен және тұжырымдамаларымен салыстыру арқылы сәйкес нәтижелерді талқылау беріледі.

Қорытынды, тұжырымдама – жұмыстың осы кезеңдегі нәтижелерін жалпылау және қорытындылау; автор алға қойған тұжырымның растығын және алынған нәтижелерді ескере отырып, ғылыми білімнің өзгеруі туралы автордың қорытындысын растау. Қорытынды абстрактілі болмауы керек, оларды ұсыныстарды немесе одан әрі жасалатын жұмысты сипаттай отырып белгілі бір ғылыми саладағы зерттеу нәтижелерін жалпылау үшін қолдану керек.

Қорытындының құрылымында келесі сұрақтар болуы керек: Зерттеудің мақсаттары мен әдістері қандай? Нәтижелері қандай? Қандай тұжырымдар бар? Зерттемені енгізу, қолдану перспективалары мен мүмкіндіктері қандай?

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі немесе библиографиялық тізім жаратылыстану және техникалық бағыттарға кем дегенде 10 атаулардан және әлеуметтік және гуманитарлық бағыттарға 15 атаулардан тұрады, ал ағылшын тіліндегі жалпы атаулар саны 50% -дан кем болмауы керек. Егер сілтемелер тізімінде кириллицада берілген еңбектер болса, сілтемелер тізімін екі нұсқада ұсыну қажет: біріншісі - түпнұсқада, екіншісі - романизацияланған алфавитте (транслитерация).

Романизацияланған әдебиеттер тізімі келесідей болуы керек: автор (лар) (транслитерация - <http://www.translit.ru>) → (жақшадағы жыл) → транслитерацияланған нұсқадағы мақала тақырыбы [мақала тақырыбының ағылшын тіліндегі аудармасы төрт бұрышты жақшада], орыс тіліндегі дереккөздің атауы (транслитерация немесе бар болған жағдайда ағылшын тілінде), шығыс деректер ағылшын тілінде белгілеулер арқылы жазылады.

Мысалы: Gokhberg L., Kuznetsova T. (2011) *Strategiya-2020: novye kontury rossiiskoi innovatsionnoi politiki* [Strategy 2020: New Outlines of Innovation Policy]. *Foresight-Russia*, vol. 5, no 4, pp. 8–30. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі алфавиттік тәртіпте және тек мәтінге сілтеме жасалған жұмыстар ҒАНА жазылады.

Орыс және қазақ тілдеріндегі әдебиеттер тізімінің стилі ГОСТ 1-2003 “Библиографиялық жазба. Библиографиялық сипаттама. Жалпы талаптар және құрастыру ережелері” сәйкес жасалады.

Әлеуметтік және гуманитарлық бағытта романизацияланған әдебиеттер тізімін, ағылшын тіліндегі (басқа шет тіліндегі) дереккөздер рәсімдеу стилі - American Psychological Association (<http://www.apastyle.org/>), жаратылыстану және техникалық бағытқа – Chicago Style (www.chicagomanualofstyle.org).

Мысалы:

Кітап:

1. Zadie Smith, *Swing Time* (New York: Penguin Press, 2016), 315–16.
2. Brian Grazer and Charles Fishman, *A Curious Mind: The Secret to a Bigger Life* (New York: Simon & Schuster, 2015), 12.

Журнал мақаласы

1. Susan Satterfield, “Livy and the Pax Deum,” *Classical Philology* 111, no. 2 (April 2016): 170.
2. Shao-Hsun Keng, Chun-Hung Lin, and Peter F. Orazem, “Expanding College Access in Taiwan, 1978–2014: Effects on Graduate Quality and Income Inequality,” *Journal of Human Capital* 11, no. 1 (Spring 2017): 9–10, <https://doi.org/10.1086/690235>.
3. Peter LaSalle, “Conundrum: A Story about Reading,” *New England Review* 38, no. 1 (2017): 95, Project MUSE.

Website материалы

1. “Privacy Policy,” Privacy & Terms, Google, last modified April 17, 2017, <https://www.google.com/policies/privacy/>.
2. “About Yale: Yale Facts,” Yale University, accessed May 1, 2017, <https://www.yale.edu/about-yale/yale-facts>.
3. Katie Bouman, “How to Take a Picture of a Black Hole,” filmed November 2016 at TEDxBeaconStreet, Brookline, MA, video, 12:51, https://www.ted.com/talks/katie_bouman_what_does_a_black_hole_look_like

Берілген бөлімде төмендегілерді ескеру қажет:

• Ғылымның осы саласында қолданылатын және автордың жұмысы негізделген ғылыми басылымдар, алдыңғы қатарлы зерттеу әдістерінен дәйексөздер келтіріледі.

• Өзіңіздің жұмысыңыздан дәйексөздерді келтіруді шамадан тыс қолданудан аулақ болыңыз.

• Сілтемелерді ТМД / КСРО авторларының басылымдарына шамадан тыс келтіруден аулақ болыңыз, әлемдік тәжірибені қолданыңыз.

• Библиографиялық тізімде мақала тақырыбы бойынша белгілі шетелдік авторлар мен зерттеушілер шығарған іргелі және ең маңызды жұмыстар болуы керек.

Әлеуметтік және гуманитарлық бағыттағы мәтіндерде дәйексөз келтірілген сілтемелер жұмыстың бірінші авторы, шыққан жылы: бет нөмір(лер)і жақша ішінде көрсетіліп беріледі. Мысалы, (Залесский 1991: 25). Әдебиеттер тізімінде бір автордың бір жылда жарық көрген бірнеше жұмысы келтірілген жағдайда, шыққан жылдың тұсына «а», «б» және т.б. әріптерді қосып жазу керек. Мысалы, (Садуова, 2001а: 15), (Садуова, 2001б, 22). Жаратылыстану бағытындағы мақалаларда сілтемелер сілтеме жасалған жұмыстардың мақала мәтінінде кездесетін кезеңіне байланысты нөмірленіп тік жақшада беріледі.

Информация для авторов

Публикация материалов в «Вестнике КазНУ. Серии географической» осуществляется с использованием Open Journal System, системы онлайн-подачи и экспертной оценки. Регистрация и авторизация доступны в разделе Отправка материалов.

Автор для корреспонденции обязан предоставить сопроводительное письмо на публикацию в журнале.

Требования к оформлению статьи:

Редакционная коллегия принимает ранее неопубликованные статьи по научным направлениям журнала. Статья представляется в электронном формате (в форматах .doc, .docx, .rtf) ТОЛЬКО посредством ее загрузки через функционал сайта журнала (Open Journal System).

Кегль шрифта – 12 (аннотация, ключевые слова, литература - 10, текст таблиц – 9-11), шрифт – Times New Roman, выравнивание – по ширине текста, интервал – одинарный, абзацный отступ – 0,8 см, поля: верхнее и нижнее – 2 см, левое и правое – 2 см.

Рисунки, таблицы, графики, диаграммы и др. представляются непосредственно в тексте с указанием нумерации и заглавия (Например, Рис. 1 – Название рисунка). Количество рисунков, таблиц, графиков и диаграмм не должно превышать 20% от всего объема статьи (в некоторых случаях до 30%).

Объем статьи (без учета названия, сведений об авторах, аннотации, ключевых слов, библиографического списка) должен составлять не менее 3 000 слов и не превышать 7 000 слов для социогуманитарных направлений, и 1 500-7 000 слов для естественнонаучных и технических направлений.

Авторы в обязательном порядке должны указать в сопроводительном письме в системе Open Journal System или Editorial Manager о том, что направляемая статья/рукопись нигде ранее не публиковалась, и что в статье отсутствуют заимствованные фрагменты текста из других работ без ссылок на них.

СТРУКТУРА СТАТЬИ:

Первая страница:

Первая строка – МРНТИ (Рубрикатор есть в открытом доступе онлайн <http://grnti.ru/> или, авторы так же могут получить Код МРНТИ в библиотеке), выравнивание – по левому краю, шрифт – полужирный.

Название статьи (Заголовок) должно отражать суть и содержание статьи и привлекать внимание читателя. Название должно быть кратким, информативным и не содержать жаргонизмов или аббревиатур. Оптимальная длина заголовка – 5-7 слов (в некоторых случаях 10-12 слов). Название статьи должно быть представлено на русском, казахском и английском языках. Название статьи представляется полужирным шрифтом строчными буквами, выравнивание – по центру.

Автор(ы) статьи – с указанием имени и фамилии, ученой степени, ученого звания, занимаемой должности, места работы, город, страна, контактный телефон, email. Сведения об авторах представляются обычным шрифтом строчными буквами, выравнивание – по центру.

Аннотация объемом 150-300 слов на русском, казахском и английском языках.

Структура аннотации включает в себя следующие обязательные пункты:

- Вступительное слово о теме исследования.
- Цель, основные направления и идеи научного исследования.
- Краткое описание научной и практической значимости работы.
- Краткое описание методологии исследования.
- Основные результаты и анализ, выводы исследовательской работы.
- Ценность проведенного исследования (внесенный вклад данной работы в соответствующую область знаний).
- Практическое значение итогов работы.
- Ключевые слова/словосочетания – количеством 3-5 на русском, казахском и английском языках.

Данные в начале статьи (название, авторы, абстракт, ключевые слова) даются на языке оригинала. Далее следует та же информация (без МРНТИ) на английском языке. Потом на казахском или русском (зависит от языка основной статьи).

Последующая страница (новая):

Введение состоит из следующих основных элементов:

Обоснование выбора темы; актуальность темы или проблемы. В обосновании выбора темы на основе описания опыта предшественников сообщается о наличии проблемной ситуации (отсутствие каких-либо исследований, появление нового объекта и т.д.). Актуальность темы определяется общим интересом к изученности данного объекта, но отсутствием исчерпывающих ответов на имеющиеся вопросы, она доказывается теоретической или практической значимостью темы.

Определение объекта, предмета, целей, задач, методов, подходов, гипотезы и значения вашей работы. Цель исследования связана с доказательством тезиса, то есть представлением предмета исследования в избранном автором аспекте.

Материал и Методы – должны состоять из описания материалов и хода работы, а также полного описания использованных методов.

Характеристика или описание материала исследования включает его представление в качественном и количественном отношении. Характеристика материала – один из факторов, определяющий достоверность выводов и методов исследования.

В этом разделе описывается, как проблема была изучена: подробная информация без повторения ранее опубликованных установленных процедур; используется идентификация оборудования (программного обеспечения) и описание материалов, с обязательным внесением новизны при использовании материалов и методов.

Научная методология должна включать в себя:

- исследовательский вопрос(-ы);
- выдвигаемую гипотезу (тезис);

-
- этапы исследования;
 - методы исследования;
 - результаты исследования.

В секции обзор литературы – должны быть охвачены фундаментальные и новые труды по исследуемой тематике зарубежных авторов на английском языке (не менее 15 трудов), анализ данных трудов с точки зрения их научного вклада, а также пробелы в исследовании, которые Вы дополняете в своей статье.

Недопустимо наличие множества ссылок, не имеющих отношения к работе, или неуместные суждения о ваших собственных достижениях, ссылки на Ваши предыдущие работы.

В разделе Результаты и Обсуждение – приводится анализ и обсуждение полученных вами результатов исследования. Приводятся выводы по полученным в ходе исследования результатам, раскрывается основная суть. И это один из самых важных разделов статьи. В нем необходимо провести анализ результатов своей работы и обсуждение соответствующих результатов в сравнении с предыдущими работами, анализами и выводами.

Заключение, выводы – обобщение и подведение итогов работы на данном этапе; подтверждение истинности выдвигаемого утверждения, высказанного автором, и заключение автора об изменении научного знания с учетом полученных результатов. Выводы не должны быть абстрактными, они должны быть использованы для обобщения результатов исследования в той или иной научной области, с описанием предложений или возможностей дальнейшей работы.

Структура заключения должна содержать следующие вопросы: Каковы цели и методы исследования? Какие результаты получены? Каковы выводы? Каковы перспективы и возможности внедрения, применения разработки?

Список используемой литературы, или Библиографический список состоит из не менее 15 наименований литературы, и из них 50% на английском языке. В случае наличия в списке литературы работ, представленных на кириллице, необходимо представить список литературы в двух вариантах: первый – в оригинале, второй – романизированным алфавитом (транслитерация).

Романизированный список литературы должен выглядеть в следующем виде: автор(-ы) (транслитерация - <http://www.translit.ru>) → (год в круглых скобках) → название статьи в транслитерированном варианте [перевод названия статьи на английский язык в квадратных скобках], название русскоязычного источника (транслитерация, либо английское название – если есть), выходные данные с обозначениями на английском языке.

Например: Gokhberg L., Kuznetsova T. (2011) *Strategiya-2020: novye kontury rossiiskoi innovatsionnoi politiki* [Strategy 2020: New Outlines of Innovation Policy]. *Foresight-Russia*, vol. 5, no 4, pp. 8–30. Список литературы представляется в алфавитном порядке, и ТОЛЬКО те работы, которые цитируются в тексте.

Стиль оформления списка литературы на русском и казахском языке согласно ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

Стиль оформления Романизированного списка литературы, а также источников на английском (другом иностранном) языке – Chicago Style (www.chicagomanualofstyle.org).

В данном разделе необходимо учесть:

- Цитируются основные научные публикации, передовые методы исследования, которые применяются в данной области науки и на которых основана работа автора.

- Избегайте чрезмерных самоцитирований.

- Избегайте чрезмерных ссылок на публикации авторов СНГ/СССР, используйте мировой опыт.

- Библиографический список должен содержать фундаментальные и наиболее актуальные труды, опубликованные известными зарубежными авторами и исследователями по теме статьи.

- Ссылки на цитируемые работы в тексте даются в скобках, с указанием первого автора работы, год издания: номер страниц(-ы). Например, (Залесский, 1991: 25). В случае, наличия в списке литературы нескольких работ одного и того же автора, изданных в один год, то дополнительно к году издания добавляется буква «а», «б» и т.д. Например, (Садуова, 2001а: 15), (Садуова, 2001б, 22).

В случае несоответствия статьи требованиям, редколлегия вправе её отклонить.

Information For Authors

Submissions to the Journal of Geography and Environmental Management are made using Open Journal System, the online submission and peer review system. Registration and access is available at Submissions

The author for correspondence is obliged to provide a cover letter for publication in the journal.

MANUSCRIPT REQUIREMENTS:

The editorial board accepts previously unpublished articles on scientific areas of the journal. The article is submitted in electronic format (in .doc, .docx, .rtf formats) ONLY by uploading it through the functionality of the journal's website (Open Journal System).

Font size - 12 (abstract, keywords, literature - 10, text of tables - 9-11), font - Times New Roman, alignment - to the width of the text, spacing - single, paragraph indentation - 0.8 cm, margins: top and bottom - 2 cm, left and right - 2 cm.

Figures, tables, graphs, diagrams, etc. are presented directly in the text, indicating the numbering and title (For example, Fig. 1 - Figure title). The number of figures, tables, graphs, and diagrams should not exceed 20% of the entire article volume (in some cases up to 30%).

The volume of the article (excluding the title, information about the authors, annotations, keywords, bibliographic list) should be at least 3,000 words and not exceed 7,000 words for socio-humanitarian areas, and 1,500-7,000 words for natural science and technical areas.

Authors should indicate in a cover letter in the Open Journal System or Editorial Manager that the submitted article/manuscript has not been published anywhere before, and that the article does not contain any borrowed text fragments from other works without links to them.

STRUCTURE OF THE ARTICLE (You can use the TEMPLATE on the official site for preparing your manuscript):

First page:

The first line - IRSTI (The rubricator is publicly available online <http://grnti.ru/> or, authors can also get the IRSTI Code in the library), alignment - left, font - bold.

The title of the article (Title) should reflect the essence and content of the article and attract the attention of the reader. The title should be short, informative, and not contain jargon or abbreviations. The optimal headline length is 5-7 words (in some cases 10-12 words). The title of the article must be submitted in Russian, Kazakh and English. The title of the article is presented in bold type in lowercase letters, alignment - in the center.

The author (s) of the article - indicating the name and surname, academic degree, academic title, a position held, place of work, city, country, contact phone number, email. Authors' information is presented in a regular font in lowercase letters, alignment - in the center.

Abstract of 150-300 words in Russian, Kazakh, and English.

The structure of the annotation includes the following mandatory clauses:

- Introductory remarks about the research topic.
- Purpose, main directions, and ideas of scientific research.
- A brief description of the scientific and practical significance of the work.
- Brief description of the research methodology.
- Main results and analysis, conclusions of the research work.
- The value of the research (the contribution of this work to the relevant area of knowledge).
- The practical significance of the results of the work.
- Keywords/phrases - 3-5 in Kazakh, Russian and English languages.

The data at the beginning of the article (title, authors, abstract, keywords) are given in the original language. This is followed by the same information (without IRSTI) in English. Then in Kazakh or Russian (depending on the language of the main article).

Subsequent page (new):

The introduction consists of the following main elements:

Justification for the choice of topic; relevance of the topic or problem. In justifying the choice of the topic based on the description of the experience of predecessors, it is reported that there is a problem situation (the absence of any research, the emergence of a new object, etc.). The relevance of the topic is determined by the general interest in the study of this object, but the lack of comprehensive answers to the existing questions is proved by the theoretical or practical significance of the topic.

Determination of the object, subject, goals, objectives, methods, approaches, hypothesis, and value of your work. The purpose of the research is connected with the proof of the thesis, that is, the presentation of the research subject in the aspect chosen by the author.

Material and Methods - should consist of a description of the materials and work progress, as well as a complete description of the methods used.

The characterization or description of the research material includes its qualitative and quantitative presentation. The characteristic of the material is one of the factors that determines the reliability of the conclusions and research methods.

This section describes how the problem was investigated: details without repeating previously published established procedures; identification of equipment (software) and description of materials are used, with the obligatory introduction of novelty when using materials and methods.

The scientific methodology should include:

- research question (s);
- put forward hypothesis (thesis);
- research stages;

- research methods;
- research results.

- The literature review section should cover fundamental and new works on the research topics of foreign authors in English (at least 15 works), analysis of these works in terms of their scientific contribution, as well as research gaps that you supplement in your article.

Impossible the presence of many references that are not related to the work, or inappropriate judgments about your own achievements, references to your previous work.

- The Results and Discussion section provides an analysis and discussion of your research results. The conclusion on the results obtained in the course of the study is given, the main essence is revealed. And this is one of the most important sections of the article. It needs to analyze the results of their work and discuss the relevant results in comparison with previous work, analyzes, and conclusions.

- Conclusion, conclusions - generalization and summing up the results of the work at this stage; confirmation of the truth of the statement put forward by the author, and the author's conclusion about the change in scientific knowledge, taking into account the results obtained. Conclusions should not be abstract, they should be used to summarize research results in a particular scientific field, with a description of proposals or opportunities for further work.

The structure of the report should contain the following questions: What are the objectives and methods of research? What are the results? What are the conclusions? What are the prospects and opportunities for implementation, application of development?

- **Bibliography** or the Bibliographic list consists of at least 30 titles of literature, and 50% of them are in English. If the list of references contains works presented in Cyrillic, it is necessary to submit the list of references in two versions: the first - in the original, the second - in the romanized alphabet (transliteration).

A romanized bibliography should look as follows: author (s) (transliteration - <http://www.translit.ru>) → (year in parentheses) → article title in transliterated version [translation of the article title into English in square brackets], name of a Russian-language source (transliteration, or English title - if any), printed output in English.

For example: Gokhberg L., Kuznetsova T. (2011) Strategiya-2020: novye kontury rossiiskoi innovatsionnoi politiki [Strategy 2020: New Outlines of Innovation Policy]. Foresight-Russia, vol. 5, no.4, pp. 8-30. The list of references is presented in alphabetical order and ONLY those works that are cited in the text.

Style of the bibliography in Russian and Kazakh languages according to GOST 7.1-2003 "Bibliographic record. Bibliographic description. General requirements and compilation rules" (the requirement for publications included in the Committee for Control in the Sphere of Education and Science list).

The style of the Romanized bibliography, as well as sources in English (another foreign) language for socio-humanitarian areas - American Psychological Association (<http://www.apastyle.org/>), for natural sciences and engineering - Chicago Style (www.chicagomanualofstyle.org).

For example:

Book

0. Zadie Smith, *Swing Time* (New York: Penguin Press, 2016), 315-16.

1. Brian Grazer and Charles Fishman, *A Curious Mind: The Secret to a Bigger Life* (New York: Simon & Schuster, 2015), 12.

Journal article

0. Susan Satterfield, "Livy and the Pax Deum," *Classical Philology* 111, no. 2 (April 2016): 170.

1. Shao-Hsun Keng, Chun-Hung Lin, and Peter F. Orazem, "Expanding College Access in Taiwan, 1978-2014: Effects on Graduate Quality and Income Inequality," *Journal of Human Capital* 11, no. 1 (Spring 2017): 9-10, <https://doi.org/10.1086/690235>.

2. Peter LaSalle, "Conundrum: A Story about Reading," *New England Review* 38, no. 1 (2017): 95, Project MUSE.

Website content

0. "Privacy Policy," Privacy & Terms, Google, last modified April 17, 2017, <https://www.google.com/policies/privacy/>...

1. "About Yale: Yale Facts," Yale University, accessed May 1, 2017, <https://www.yale.edu/about-yale/yale-facts...>

2. Katie Bouman, "How to Take a Picture of a Black Hole," filmed November 2016 at TEDxBeaconStreet, Brookline, MA, video, 12:51, https://www.ted.com/talks/katie_bouman_what_does_a_black_hole_look_like...

This section should take into account:

- The main scientific publications, advanced research methods that are used in this field of science, and on which the author's work is based are cited.

- Avoid over-quoting.

- Avoid excessive references to publications by authors of the CIS / USSR, use world experience.

- The bibliographic list should contain fundamental and most relevant works published by well-known foreign authors and researchers on the topic of the article.

- References to cited works in the text are given in brackets, indicating the first author of the work, year of publication: number of pages (s). For example, (Zalesky, 1991: 25). If there are several works of the same author published in the same year in the bibliography, the letter "a", "b", etc. is added to the year of publication. For example, (Saduova, 2001a: 15), (Saduova, 2001b, 22).

МАЗМҰНЫ – CONTENTS – СОДЕРЖАНИЕ

1-бөлім Физикалық, экономикалық және әлеуметтік география	Section 1 Physical, economic and social geography	Раздел 1 Физическая, экономическая и социальная география
В.В. Фаузер, Финно-угорские народы России: динамика численности и особенности расселения.....		4
А.Б. Сансызбаева, А.Т. Мылкайдаров, Б.А. Чашина, А. Саипов, А.Н. Дунец, Г.Р. Шакенова Солтүстік Қазақстан экономикалық ауданына халықты қоныстандырудың негізгі тірек факторы		17
Е.С. Сарыбаев, Р.Т. Бексеитова, Г.К. Байдаулетова, Р.О. Турапова, М.М. Әлімбаев Методы дифференциации эколого-геоморфологических систем денудационных равнин аридной зоны (Центральный Казахстан)		29
Қ.Б. Зұлпыхаров, А.А. Токбергенова, Ш.Г. Каирова, О.Ж. Таукебаев, Р. Салмұрзаұлы, Д.Е. Әлшериева, Ж.Б. Тұрымтаев, С.М. Дүйсенбаев Климаттың өзгеруі жағдайында Мойынқұм құмды массивінің өсімдік жамылғысының өзгеру динамикасын бағалау.....		46
А.Г. Валеев, Х.А. Айтқұл, Г.Е. Сабденова, Д.С. Байгунаков, О.В. Перзашкевич Роль современного рельефообразования в исследовании древних захоронений (по материалам Когалинской долины)		62
2-бөлім Картография және геоинформатика	Section 2 Cartography and geoinformatics	Раздел 2 Картография и геоинформатика
А. Ержанқызы, Э.О. Орынбасарова, Б. Адебиет, А. Ильясова, А. Бермуханова, Э.Б. Серикбаева Проектирование геопространственной базы данных для месторождения твердых полезных ископаемых		76
Б.С. Керімбай, К.М. Баймырзаев, Н.Н. Керімбай Шөлейт зонасының құрғақшылығы динамикасын көп спектрлі кескіндерді кластерлеу әдісін қолданып талдау		87
3-бөлім Метеорология және гидрология	Section 3 Meteorology and hydrology	Раздел 3 Метеорология и гидрология
S.R. Sadvakassova, N.K. Taurbayeva, Z.G. Berdenov Integrated water resources management of the Yertis river based on geoinformation technologies		98
Ш.У. Лайсханов, Ж. Шарапханова, Ж. Нұрмағамбетұлы Көктемгі су тасқыны кезіндегі Атырау қаласы маңының су басу жағдайына географиялық талдау		113
Авторларға арналған ақпарат.....		125