

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

№2 (77)

Алматы
«Қазақ университеті»
2025



KazNU Science • ҚазҰУ Ғылымы • Наука КазНУ

ХАБАРШЫ

ГЕОГРАФИЯ СЕРИЯСЫ №2 (77) маусым

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)
Аскарова М.А., Г.Ғ.Д., профессор (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

Гүлмира Шаккозова
Телефон: +7 701 724 29 11
E-mail: Gulmira.Shakkozova@kaznu.kz

ИБ №15875

Пішімі 60x84/8. Көлемі 10,9 б.т. Тапсырыс №1038.
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**

Н.С. Сиханова^{1,2*} , Е.А. Шынбергеннов¹ , А.Ш. Нұрғабылова² 

¹Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан

²М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті, Мәскеу, Ресей

*e-mail: shynbergenov.erlan@mail.ru

ҚЫЗЫЛОРДА ОБЛЫСЫ ТОПЫРАҒЫНЫҢ ТЕХНОГЕНДІК ЛАСТАНУЫ

Топырақ – адамзаттың тіршілік ету ортасының баға жетпес ресурстарының бірі. Дегенмен ғылыми-техникалық төңкерістен кейінгі кезеңдегі даму діңгегінде экономикалық өсімді басымдылық ретінде таңдау топырақтың азуы мен едәуір ластануына әкелді. Ол әртүрлі жолмен ластанады және топырақтың құнарлылығын сақтау мен өнімділікті арттыру мақсатында ластану үдерісін бақылаудың өзектілігі айқын. Топырақтың ластануы кейбір топырақ элементтері мен басқа заттардың мөлшері адамдардың, жануарлардың немесе өсімдіктердің тіршілік етуі үшін ұсынылған деңгейден асып кеткен кезде пайда болады. Мақалада Қазақстан Республикасының оңтүстік-батысында орналасқан аграрлы-индустриалды аймақ – Қызылорда облысының топырақ жамылғысына антропогендік әсердің күшеюі нәтижесінде техногендік ластану себептері мен салдары отандық және шетелдік еркін қол жетімді ғылыми әдебиеттерге шолу және талдау жүргізу арқылы жинақталып, сараланған. Сыр өңірі топырақ жамылғысының техногендік сипаттағы негізгі ластанушы көздеріне – радионуклидтер, мұнай және мұнай өнімдері, урбанизацияланған аймақтар және зымыран-тасығыштардың жанармай құрам-бөліктері жататындығы анықталды. Шолу барысында өңірдің биологиялық ресурстарының жай-күйі әлемдік ғылыми қауымдастықтың жіті назарында екендігі көрсетілген. Бұған белгілі бір дәрежеде облыс территориясында орналасқан Арал теңізі мен «Байқоңыр» ғарыш айлағының жанама әсері болуы мүмкін.

Түйін сөздер: бақылау, топырақтағы ауыр металдар, қала аумағының топырағы, өзен бассейні.

N.S. Sihanova¹, Y.A. Shynbergenov^{1, 2*}, A.Sh. Nurgabylova¹

¹Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

²Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

*e-mail: shynbergenov.erlan@mail.ru

Technogenic soil pollution in Kyzylorda region

Soil is one of the main resources of the human habitat. Nevertheless, the choice of economic growth as a priority for development in the period after the scientific and technological revolution led to depletion and significant pollution of the soil. Pollution occurs in different ways, and the relevance of monitoring the pollution process is obvious in order to preserve soil fertility and increase yields. Soil pollution occurs when the amount of certain soil elements and other substances exceeds the recommended levels for human, animal or plant life. The article summarizes and differentiates the causes and consequences of man-made pollution as a result of increased anthropogenic impact on the soil cover of the Kyzylorda region, an agricultural and industrial zone located in the south-west of the Republic of Kazakhstan, by conducting a review and analysis of domestic and foreign freely available scientific literature. It has been established that the main sources of pollutants of a technogenic nature of the soil cover of the Aral Sea region are radionuclides, oil and petroleum products, urbanized zones and fuel components of launch vehicles. During the review, it was shown that the state of the biological resources of the region is under the close attention of the world scientific community. To some extent, this may be a side effect of the Aral Sea and the Baikonur cosmodrome located in the region.

Key words: control, heavy metals in the soil, urban soil, river basin.

Н.С. Сиханова¹, Е.А. Шынберген^{1, 2*}, А.Ш. Нургабылова¹

¹ Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*e-mail: shynbergenov.erlan@mail.ru

Техногенное загрязнение почв Кызылординской области

Почва является одним из главных ресурсов среды обитания человечества. Тем не менее, выбор экономического роста в качестве приоритета развития в период после научно-технической революции привел к истощению и значительному загрязнению почвы. Загрязнение происходит по-разному, и актуальность мониторинга процесса загрязнения очевидна в целях сохранения плодородия почвы и повышения урожайности. Загрязнение почвы происходит, когда количество определенных элементов почвы и других веществ превышает рекомендуемые уровни для жизнедеятельности людей, животных или растений. В статье обобщены и дифференцированы причины и последствия техногенного загрязнения в результате усиления антропогенного воздействия на почвенный покров Кызылординской области, аграрно-индустриальной зоны, расположенной на юго-западе Республики Казахстан, путем проведения обзора и анализа отечественной и зарубежной свободно доступной научной литературы. Установлено, что основными источниками загрязняющих веществ техногенного характера почвенного покрова региона Приаралья являются радионуклиды, нефть и нефтепродукты, урбанизированные зоны и компоненты топлива ракета-носителей. В ходе обзора было показано, что состояние биологических ресурсов региона находится под пристальным вниманием мирового научного сообщества. В некоторой степени это может быть побочным эффектом Аральского моря и космодрома «Байконур», расположенного на территории области.

Ключевые слова: контроль, тяжелые металлы в почве, почва городской территории, бассейн реки.

Кіріспе

Топырақ – адамзаттың тіршілік ету үдерісінде ауа және сумен бірдей маңызды құрамбөлік болып табылады. Біріккен Ұлттар Азық-түлік және ауылшаруашылығы Ұйымының мәліметі бойынша, әлемдегі азық-түліктің 99,7% топырақтан алынады (ФАО, 1997). Сонымен қатар, топырақ табиғи жағдайдағы ластаушы заттардың фильтрі ретінде белгілі, мәселен, жер бетіне түскен су тамшылары топырақтың капиллярлары бойымен төменге бірнеше қабатқа өту арқылы сүзгіленіп, тазаланады. Мұның себебі: біріншіден, топырақ бөлшектері зиянды заттарды ұстайды, екіншіден, теріс зарядтың арқасында топырақ судан оң зарядталған кальций мен магний иондарын «сорып алады» және үшіншіден, топырақта тіршілік ететін микроағзалар суды ластайтын заттарды ыдыратады. Топырақтағы ауыр металдардың жоғары мөлшері олардың гео- және биоаккумуляция қабілетіне, сондай-ақ топырақ профиліндегі тасымалдау жылдамдығына байланысты (Kowalska J.B. et al. 2018: 2395–2420). Топырақ профиліндегі ауыр металдардың таралуы олардың шығу тегі туралы ақпарат бере алады. Топырақтың ауыр металдармен байытылуы адамның тарихи қызметін көрсете алады. Басқа қырынан қарағанда, көлік, өнеркәсіп және ауыл шаруашылығы сияқ-

ты антропогендік ластанудың заманауи көздері топырақта ауыр металдардың жиналуына сөзсіз әсер етеді. Ауыр металдар жергілікті және қашықтағы шығарындылар көздерінен түзілуі мүмкін, сондықтан олар пайда болған орнында жиналады немесе шаңмен байланысу қабілетіне байланысты ұзақ қашықтыққа тасымалданады. Антропогендік ластаушы заттардың көпшілігі атмосфераға шығарылады, содан кейін топырақ бетіне қонады. Ауыр металдардың жер қыртысының маңызды компоненті болып саналуы себепті, металдардың жиналуы табиғи процестер арқылы да үстемеленіп отыруы мүмкін. Демек, жер телімдеріндегі бастапқы материалдың табиғаты мен педогенезі ауыр металдардың жиналуы үшін қолайлы немесе қолайсыз жағдайлар тудыруы мүмкін. Сонымен қатар, бастапқы материалдың дефляция үдерісінің барысында желдің әсерімен эрозия базисіне көшуі- топырақтағы ауыр металдардың мөлшеріне әсер ететін табиғи құбылыс болып табылады.

Кызылорда облысындағы топырақтың ластану көздері

Кызылорда облысы – Қазақстан Республикасының оңтүстік-батыс бөлігінде орналасқан, еліміздің Ақтөбе, Ұлытау, Түркістан облыстарымен және Өзбекстан Республикасының Қарақалпақстан және Науаи әкімшілік бірліктермен

шектеседі. Жер көлемі – 226 000 ш/ш, халық саны – 833 000 адам (2023 ж.). Өңір аграрлы-индустриалды даму бағытына маманданған, Сырдария өзені оңтүстік-шығыстан солтүстік-батысқа қарай облыс территориясын қақ ортасынан бөліп ағып, Арал теңізінің жасанды бөгетпен тұрақтандырылған бөлігі – Солтүстік Арал теңізіне барып құяды. Аймақтың ірі өндіріс орындары мен өнеркәсіптік кешендері Сырдария өзенінің оң жағалауы мен Қаратаудың оңтүстік бөктерінің аралығында орналасқан, дарияның сол жағалауы мал шаруашылығында жайылым және шабындық алаңы ретінде пайдаланылады. Облыс әкімшілік-территориялық құрылымы жағынан облыс орталығы – Қызылорда қаласы мен 7 ауданнан құралған және өңірдің бас шаһары мен аудан орталықтары түгелімен Сырдария өзенінің жағалауында орналасқан.

Жалпы, Қызылорда облысының топырақ жамылғысын ластаушы техногендік сипаттағы заттарға төмендегілер жатады:

- радионуклидтер (Dahl C., Kuralbayeva K. 2001: 429-440; Saparov A. 2014; Bakytzhanova B.N. et al. 2016: 17-21),

- урбанизацияланған территориялардағы ауыр металдар (Woszczyk M., Spsychalski W., Boluspaeva L. 2018: 362; Ramazanova E., Lee S.H., Lee W. 2021: 141535; Junusbekov M.M. et al. 2023: 586)

- суармалы егістік алқаптарындағы ауыр металдар (Ma L. et al. 2019: 4398; Baubekova et al., 2021: 43315–43328; Suska-Malawska M. et al. 2022: 1207),

- мұнай және мұнайдан алынатын өнімдер (Almaganbetov N., Grigoruk V. 2008; Krasilnikov P. et al. 2018: 17; Akhmetov L.I. et al. 2022: 549),

- зымыран жанармайының құрам бөліктері (Kenessov B. et al. 2012: 78-85; Zhailaubai Z. et al. 2018; Koroleva T.V. et al. 2021: 115711).

Мұнан бөлек Сыр өңірінде орналасқан Арал теңізінің кепкен табанынан ұшып шыққан тұздардың да қоршаған табиғи ортаға әсері зор болып табылады.

Топырақтың радионуклидті ластануы

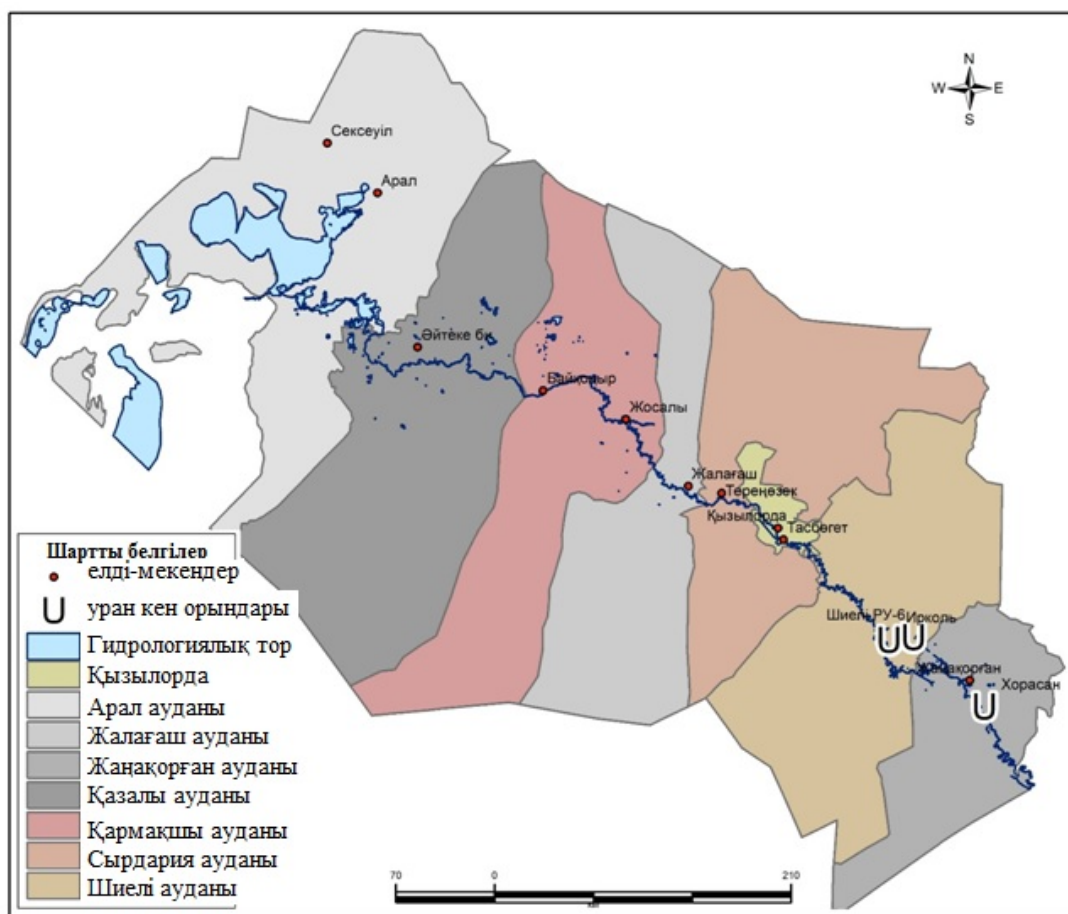
Топырақтың радионуклидті ластануы дегенде ойымызға атом бомбасы және Семей ядролық полигоны, «Капустин Яр» мен «Ли́ра» құпия аймақтары келетіні сөзсіз (Barber D.S. et al. 2003). Дегенмен, радиоэколог-ғалымдардың есептеулері бойынша әлемде радиоактивті элементтердің табиғи изотоптарымен сәулелену табиғи жағдайда адамның қатысуынсыз да жүріп келген. Мәселен, жанартау атқылауы немесе алапат жер сілкінісі барысында жер қойнауында жылдар немесе ғасырлар бойы мүлгіген тыныштықта жатқан изотоптар қозғалысқа түсіп, қолайлы жағдайдың туындауына байланысты (температура, атмосфералық қысым, ылғалдылық деңгейі және т.б.) әрекеттесіп, альфа немесе гамма сәулелену үдерісіне әкелетін болған (Chen L. et al. 2022: 155441).

Радионуклидтердің жылыстап, жылжуы «топырақ – өсімдіктер – жануарлар» трофикалық сызбасы бойынша жүреді (Кайруллова М.А., Кашкинбаев Е.Т. 2023: 995-1008), бұл тізбектегі топырақ жамылғысының негізгі рөлі кездейсоқ емес, өйткені топырақтың адамның жалпы сәулеленуіне қосқан үлесі 60%-дан асуы мүмкін (Габлин В.А. 2014: 320).

Қырғызстан, Өзбекстан мен Қазақстан аумағы арқылы өтетін Сырдария өзенінің топырағы мен шөгінділері үшін радионуклидтермен, екінші реттік және микроэлементтермен топырақ пен өзен түбіндегі шөгінділердің неғұрлым елеулі ластануы анықталды (1-сурет).

Әдебиеттерде «Сырдария» уран өндірісі провинциясына кіретін «Қорасан», «Иіркөл», «Қарамұрын» объектілерінің қоршаған ортаға әсерін анықтау мақсатында ұйымдастырылған бірнеше дереккөздер бар, нәтижесінде Сырдария өзенінің уран өндірісі ошақтарынан төменде орналасқан жайылмасына радионуклидтердің жылыстап көшетіндігі және өзен арнасы бойымен төменгі ағысқа қарай таралатындығы анықталды (Хакимов Н. и др. 2005: 37-41; Жанбеков Х.Н., Мукатаева Ж.С., Байсеитова Ж.Н. 2007: 111-115; Zhanbekov K., Akhmetov A., Vundo A. 2019: 44-53).

Жалпы, әдебиеттерді жан-жақты талдау трансшекаралық аумақта орналасқан уран кәсіпшілігі объектілері шегінде облыстағы топырақтың радионуклидтік ластануын зерттеу бойынша негізгі жүргізілу аймақтарын көрсетеді. Зерттеу нысаны – Сырдария өзені түбіндегі шөгінділердегі табиғи радионуклидтердің құрамы топырақпен салыстырғанда жоғары, салдарынан «Қазгидромет» РМК мониторинг жүргізу аймағынан тыс өзеннің төменгі ағысында осындай жұмыстардың айқын қажеттілігі туындады (Kadyrzhanov K. et al. 2005: 197-205; Kazymbet P. et al. 2022: 2310-2317).



1-сурет – Қызылорда облысының уран өндірісі аймақтары

Мұнай-газ саласынан топырақтың ластануы

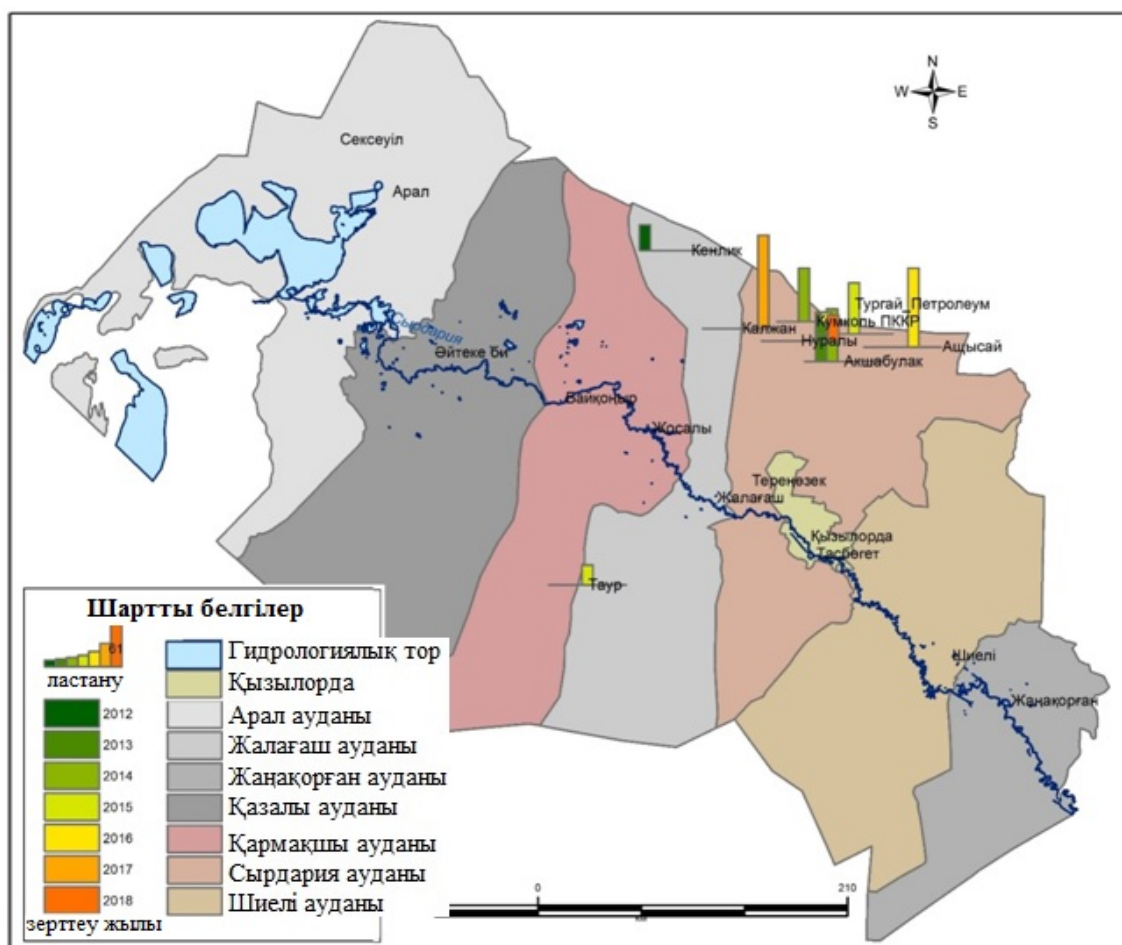
Мұнай-газ өнеркәсібі топырақтың ластануының негізгі көздерінің бірі болып табылады (Dahl C., Kuralbayeva K. 2001: 429-440; Almaganbetov N., Grigoruk V. 2008; Abdibattayeva M. et al. 2019: 24-38). Әлемдік мұнай қорының 60%-ы климаты ыстық аймақтарда екені белгілі және бұл мұнаймен ластанған аумақтарды қалпына келтірудің тиісті технологияларын әзірлеуді және қолдануды талап етеді (Akhmetov L.I. et al. 2022: 549). Қызылорда облысында мұнай мен газ өндіру негізінен өңірдің солтүстік бөлігінде, Ұлытау облысының Сыр еліне ұзақ мерзімді пайдалануға берілген жерлері аймағында орналасқан (Dahl C., Kuralbayeva K. 2001: 429-440;

Issanova G., Saparov A., Ustemirova A. 2014: 429 және т.б.). Қызылорда облысында 160 миллион тонна мұнай мен 19 миллиард текше метр газ бар 17 кен орны барланған. Зерттеу аймағындағы «Ақшабұлақ», «Құмкөл», «Жаңаталап», «Ақтас» кен орындарында өсімдік пен топырақ жамылғысына мұнай және мұнай өнімдерімен ластанудың әсері анықталды (Шорабаев Е.Ж., Туякбаева А.У., Мухамедова Н.С. 2013: 220-223; Нарманова Р.А., Аппазов Н.О., Керейтбаева Н.С. 2016: 425-429; Akhmetov L.I. et al. 2022: 549 және т.б.), аталған объектілердегі ластану деңгейі 1-кестеде көрсетілген.

Кестеде көрсетілген мұнай және мұнай өнімдерімен топырақтың ластануы тіркелген кен орындары, ластану мөлшері мен зерттеу жүргізілген жылдар 2-суретте көрсетілген.

1-кесте – Топырақ жамылғысының мұнаймен ластануы

Кен орны, өндіруші (сілтеме)	Ластану мөлшері (зерттеу кезеңі)	Ластану деңгейі (Бузмаков С.А. 2013: 128-132)
Құмкөл, «ПетроҚазақстан» АҚ (Нарманова Р.А., Аппазов Н.О., Керейтбаева Н.С. 2016: 425-429)	12 г/кг (2016)	3
Таур, «КазПетролГрупп» ЖШС (Пирманова Ж.М. и др. 2015: 1983-1983)	26 г/кг (2015)	5
Кеңлік, «Саутс Oil» ЖШС (Туякбаева А.У. и др. 2012: 128-134)	33,8 г/кг (2012)	5
Нұралы (Кужамбердиева С.Ж. и др. 2018: 82-87)	33,8 г/кг (2018)	5
Ақшабұлақ (Шорабаев Е.Ж., Туякбаева А.У., Мухамедова Н.С. 2013: 220-223)	64,6 г/кг (2013)	5
Құмкөл, «Торғай Петролеум» АҚ (Пирманова Ж.М. и др. 2015: 1983-1983)	67 г/кг (2015)	5
Ақшабұлақ, «ЖШС Тимур Соппану» (Идрисова Д.Т. и др. 2014: 1668-1671)	68,7 г/кг (2014)	5
Ақшабұлақ (Идрисова Д.Т. и др. 2014: 1421-1421)	70 г/кг (2014)	5
Құмкөл (Фунтикова Т.В. и др. 2014: 114-116)	70±7 г/кг (2014)	5
Ащысай, «КОР» АҚ (Нарманова Р.А., Аппазов Н.О., Керейтбаева Н.С. 2016: 425-429)	103 г/кг (2016)	6
Қалжан, «Саутс Oil» ЖШС (Ермуханова Н.Б., Керимбекова З.М., Танжарыков П.А. 2018: 250-256)	103-122 г/кг (2017)	6



2-сурет – Қызылорда облысындағы мұнай кен орындары топырағының ластануы

Қызылорда облысының мұнайлы аймақтарында мыңдаған гектар аумақта мұнай және радиоактивті материалдармен ластанған топырақтың үлкен телімдері, өнеркәсіптік ағынды сулармен тұздандудың жоғары деңгейі және қорғасын, кобальт, никель, ванадий және т.б. уытты ауыр металдардың жиналуына әкелетін топырақ ландшафтының технологиялық трансформациясы анықталған (Askarova D.A., Glebov V.V. 2018: 178-179; Krasilnikov P. et al. 2018: 17). Қызылорда облысындағы топырақтың ластануының негізгі көзі – қоршаған ортаны ауыр металдармен және мұнай өнімдерімен ластайтын мұнай өндіруші компаниялардың қызметі болып табылады (Almaganbetov N., Grigoruk V. 2008: 12).

Топыраққа мұнай төгілген жағдайда алғашқы болып көміртегінің жеңіл фракциялары күн сәулесі мен желдің әсерінен ұшып кетеді, ауыр фракциялар уақыт өте келе топырақтың төменгі қабаттарына жылыстап жылжиды. Ең соңында мұнай немесе мұнай өнімдерінің жоғары минералды компоненттері топырақ бетінде күн сәулесін өткізбейтін қабат түзеді.

Қалалардағы топырақтың ластануы

Қызылорда қаласы және облыс аумағындағы аудан орталықтарының топырақ жамылғысы техногендік ластанудың келесі түрлеріне бейім: тау-кен өндірісі, жылу энергетикалық станциясы және автокөліктердің уытты түтіні. Мұнан бөлек, облыс территориясында орналасқан «Байқоңыр» ғарыш айлағы мен Арал теңізінің кепкен табанынан көтерілген тұз елді мекендердің экожүйесіне өз әсерін тигізеді.

Жалпы, елімізде қалалық жерлердің топырақ жамылғысының ластануын бағамдайтын нақты стандарт немесе ереже қалыптаспаған. Бұл мәселеге көз жеткізу үшін электронды деректер қорында сақталған еркін қол жетімді ғылыми әдебиеттерге шолу жүргізіп көрдік. Мәселен, бір жағдайда авторлар қалалардағы тазалықтың шамасын бағамдайтын 5 деңгейлі

шкаланы басшылыққа алады, екінші зерттеуде химиялық ластанудың жиынтық көрсеткішіне (Zc) негізделген рейтинг әдісі қолданылған, ол іс жүзінде ауыр металдардың жиынтық ластануы бойынша топырақ жамылғысының ластану деңгейімен бірдей (Ревич Б.А., Сает Ю.Е., Смирнова Р.С. 1990: 8-15). Zc мәндері ШРК немесе Кларк санынан жоғары шоғырлануы бар барлық элементтер үшін есептелген (Salim Y. et al. 2023: 31-38).

Ашық көздерден алынған Қазақстан Республикасында топырақтың ластануын саралауды айқындауға қабылданған тәсілдердің жиынтық кестесін жасау кезінде көрсеткіштердің белгілі бір мәндерін түсіндірудің кейбір дәлсіздіктері анықталды (2-кесте).

2-кесте – Санитарлық-химиялық көрсеткіштер бойынша топырақты бағалау (Тіршілік ету ортасының қауіпсіздігіне арналған гигиеналық нормативтерді бекіту туралы бұйрық, 2021 негізінде құрастырылған)

Химиялық заттардың рұқсат етілген шекті шамасының арту жиілігі	Қауіптілік дәрежесі / ластану дәрежесі
<1	қауіпсіз / таза
1-10	қауіпті / қатты ластанған
10-25	аса қауіпті
>25	экологиялық апат

«Казгидромет» РМК тарапынан еліміздің 22 ірі қаласының топырақ жамылғысында 5 ауыр металдың (Pb, Cd, Cu, Zn және Cr) шоғырлануын үздіксіз бақылау жүргізіледі (3-сурет), нәтижесінде Қызылорда облысының (3-кесте), оның ішінде Қызылорда қаласының топырақ жамылғысында ауыр металдар шоғырлану деңгейі бойынша – 2-ші класс – «қауіпті» шамасына сәйкестігі анықталды (Ramazanova E., Lee S.H., Lee W. 2021: 141535).

3-кесте – Қызылорда облысындағы елді мекендердің топырақ жамылғысында ауыр металдардың шоғырлану мәндері, мг/кг (минималды-максималды шама), орташа±стандартты ауытқу («Казгидромет» РМК 2015-2023 жж. бюллетендері негізінде)

Елді мекен, бақылау кезеңі	Cr	Pb	Zn	Cd	Cu
Қызылорда қ., 2015, 2017-2023	(0,07-2,52) 0,8±0,7	(3,2-97,06) 30,6±26,6	(2,3-45,8) 12,9±9,9	(0,08-2,05) 0,2±0,3	(0,3-23,7) 3,2±4,2
Байқоңыр қ., 2018-2023	(0,01-3,4) 0,6±0,9	(5,5-50,46) 18,8±11,3	(0,33-10,9) 4,3±2,7	(0,01-0,2) 0,1±0,1	(0,1-2,33) 0,8±0,6

Кестенің жалғасы

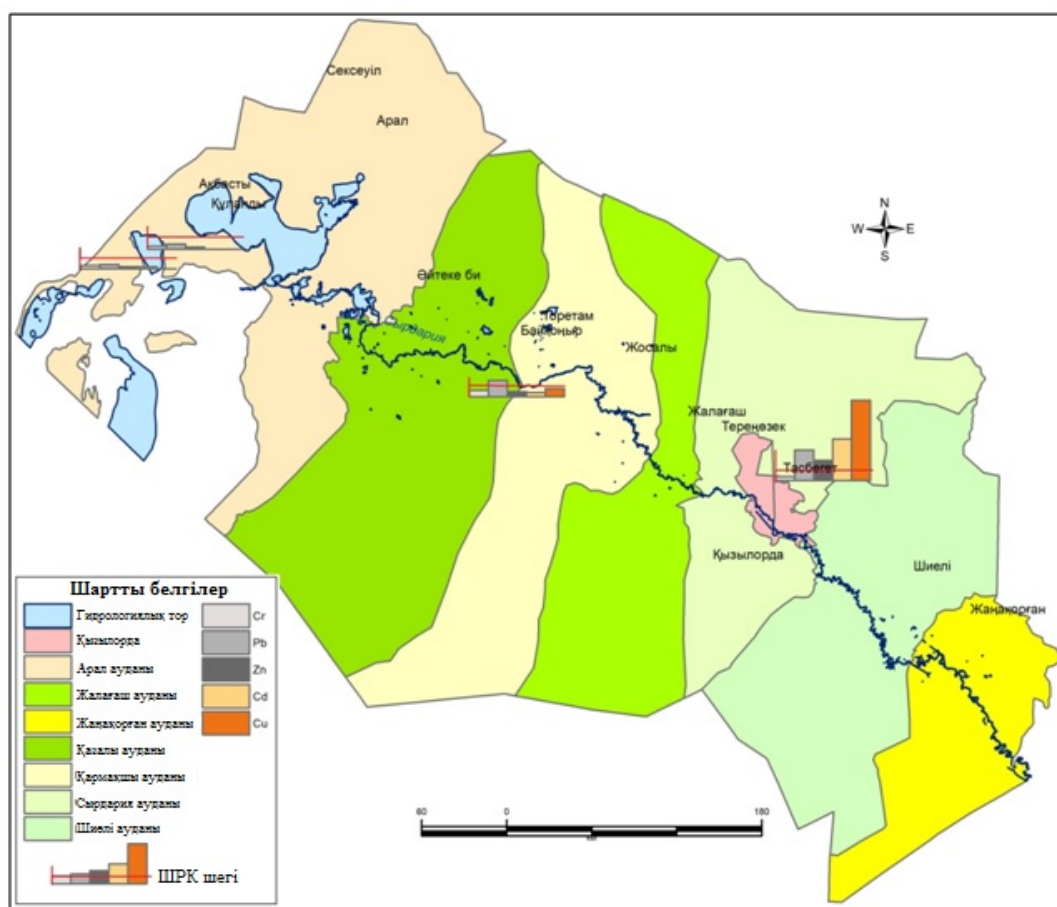
Елді мекен, бақылау кезеңі	Cr	Pb	Zn	Cd	Cu
Ақбасты е/м., 2019-2023	(0,02-1,7) 0,3±0,5	(2,2-16,6) 4,7±3,1	(0,4-3,88) 2,0±0,9	(0,004-0,08) 0,05±0,02	(0,1-0,61) 0,2±0,1
Құланды е/м., 2019-2023	(0,03-2) 0,4±0,6	(2,1-13,25) 4,9±2,8	(0,87-5,32) 2,3±1,2	(0,004-0,1) 0,05±0,03	(0,1-0,84) 0,3±0,2
Қазақстан	6	32	23	0,5	3

Ескерту. **қою қара түспен** ерекшеленген шама – ШРК мөлшерінен жоғары мәндер; Қазақстан – ауыр металдардың еліміздің топырақ жамылғысында таралуының қабылданған ШРК мөлшері.

Облыс орталығында мониторингтік 5 ауыр металдың төртеуі бойынша ШРК мөлшерінен 2-7 есеге дейін асып кету фактілері тіркелген. Байқоңыр қаласында орналасқан бақылау объектілерінде қорғасын мөлшерінің шамадан 1,6 есе көбеюі анықталған. Басқа елдімекендерде ауыр металдардың тіркелген мөлшері қалыпты төмен. Облыс аумағында хромның топырақта

таралу көрсеткіші шекті мөлшерден едәуір төмендігі байқалды.

Ауыр металдардың зерттеу аумағының топырақ жамылғысында шоғырлануына назар аударатын болсақ (сурет 3), облыс орталығында қорғасын (3 ШРК), мырыш (2 ШРК), кадмий (4,1 ШРК) және мыстың (7,9 ШРК) мөлшері алаңдатарлық.



3-сурет – Топырақтағы химиялық заттардың ШРК асып кету жиілігі бойынша Қызылорда қаласы мен аудан орталықтарындағы қауіптілік дәрежесі
(«Казгидромет» РМК 2015-2023 жж. бюллетендері негізінде құрастырылған)

Жаңақорған ауданы Төменарық станциясынан бастап, Сырдария өзенінің төменгі ағысы және аңғары басталады. Жазық жер өзендерінің аңғарының басты ерекшелігі – кең алқапты қамтитын жайылма түзіп ағуында. Жайылманың топырағы құнарлы болады, бау-бақшаға өте таптырмас дәрумендер мен минералды заттарға бай. Алайда, жайылманың тағы бір ерекшелігі – өзен ағысымен келген пайдалы болсын, пайдасыз болсын барлық ерітінділердің осы тұста кідіріп, топырақ пен өсімдік бойында жиналып қалуында. Осы арқылы, дарияның етегінде орналасқан Қазалы, Арал елді мекендерінің топырағында аласа таулы Жаңақорған, Түркістан аймағының ауыр металдары кездесіп жатады.

Зымыран жанармайының қалдықтарымен топырақтың ластануы

Қазақстанның орталық бөлігіндегі шиеленісті экологиялық жағдай «Байқоңыр» кешеніндегі қызметпен байланысты, онда экологиялық қызметтер заңнамалық базаның кемшіліктеріне байланысты дәрменсіз. Топырақтың ластануы кешен аумағында, сондай-ақ ғарыштық зымыран тасығыштардың ұшырылуы кезінде ғарыштық зымырандардың бөлінген бөліктері құлаған жерлерде орын алады. Ғарыштық зымырандар бөліктерінің құлау аймағы еліміздің Ұлытау, Қарағанды, Ақмола, Павлодар және Шығыс Қазақстан облыстарында орналасқан едәуір аумақтарды алып жатыр. Сарапшылардың бағалауы

бойынша, зымыран отынының жану өнімдерімен және зымырандардың бөлінген бөліктерімен ластанған жердің жалпы ауданы шамамен 9,6 миллион гектарды құрайды.

«Байқоңыр» кешені оған іргелес аумақтардағы топырақ жамылғысына теріс әсер етеді. Бұл отын мен өндіріс қалдықтарының төгілуі кезінде топырақтың ластануы нәтижесінде пайда болады. Топырақтың ең көп ластануы зымырандар ұшырылған кезде төтенше жағдайларда болады (Almaganbetov N., Grigoruk V. 2008).

Асимметриялық диметилгидразин (1,1 – диметилгидразин, АДМГ, кодты атауы «гептил») – зымыран жанармайы, Байқоңыр ғарыш айлағы жағдайында қоршаған ортаға еніп, топырақтың төменгі қабаттарына жылыстап-жылжиды (кесте 4). Зымыран тасығыштың (ЗТ) бірінші сатысы, штаттық жағдайда, сәтті ұшырылғаннан кейін құлайды, бұл ретте әртүрлі деректер бойынша бактарда 2 тоннаға дейін жанбаған АДМГ қалады (Kenessov B. et al. 2012: 78-85; Efremov S. et al. 2021: 101962) немесе 0,6-дан 4 тоннаға дейін жанбаған АДМГ және шамамен 4 тонна N_2O_4 – дианот тетраоксиді қалады (Carlsen L., Kenesova O.A., Bатыrbekova S.E. 2007: 1108-1116). Төтенше жағдайда, ЗТ апатының салдарынан жанармай бактарында 200-ден (Kenessov B. et al. 2012: 78-85) 600 тоннаға дейін жанармай компоненттері болуы мүмкін (Koroleva T.V. et al. 2021: 115711).

4-кесте – Зымыран отынының қалдықтарынан топырақтың ластануы

Аумағы	Топырақ түрі	Ластану деңгейі	Ластану көзі, жыл
Орталық Қазақстанның Ұлытау ауданы (У-25)	шөлейттің ашық қарақоңыр ауыр құмбалшықты	¹ елеусіз	«Союз» ЗТ құлау аймағындағы Т-1 керосині, 2018
Алтай және Сауыр-Тарбағатай, Шығыс Қазақстан (У-30)	таулы қоңыр орташа құмбалшық	¹ елеусіз	«Союз» ЗТ құлау аймағындағы Т-1 керосині, 2018
Байқоңыр ғарыш айлағының айналасы	шөлдің сұр-құба	² 520±20 мг/кг ³ 608±15 мг/кг	«Протон-М» ЗТ апат орнындағы АДМГ, 2013
Қызылорда облысы Қармақшы ауданы	шөлдің сортаң тақыр	⁴ 228 ШРК*	РС-20 «Днепр» ЗТ апат орнындағы АДМГ, 2006

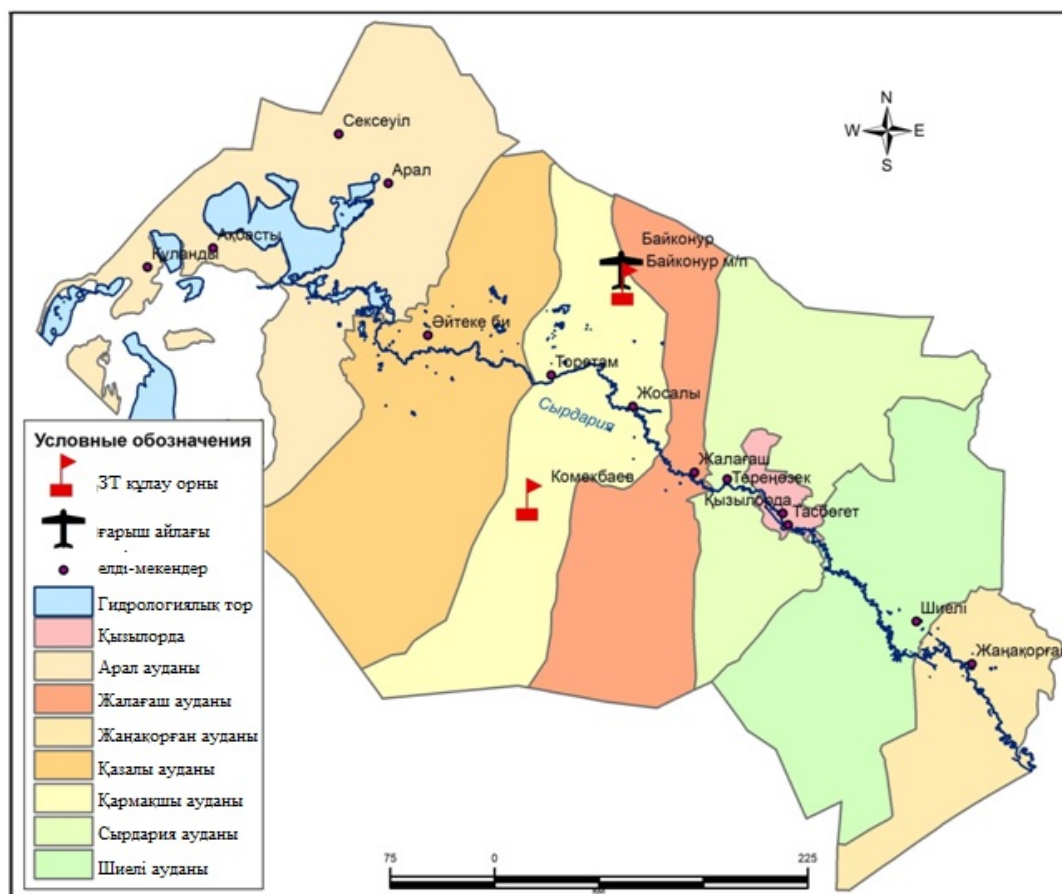
Ескерту. ¹Bekeshev Y. et al., 2023; ²Kosyakov D.S. et al. 2019: 335-344; ³Zhubatov Z.K. et al. 2016: 491-499; ⁴Бисариева Ш.С. и др. 2012: 108-116; АДМГ – Асимметриялық диметилгидразин; ЗТ – зымыран-тасымалдаушы; * – АДМГ топырақтағы ШРК – 0,1 мг/кг.

Жалпы, 4-кесте бойынша зымыран отынының құрамдас бөлігі АДМГ, яғни гептилдің топырақтағы шекті рұқсат етілген концентрациясының ұсынылған мөлшері – 0,1 мг/кг екендігін

ескере отырып, өте жоғары деп айтуға болады (Шкаева И.Е. и др. 2010: 267-271). Төмендегі 4-суретте «Байқоңыр» ғарыш айлағынан ұшырылатын «Союз», «Протон-М», «Днепр» зы-

мыран тасығыштары штаттық және апаттық құлау орындарымен берілген. Негізі, «Байқоңыр» ғарыш айлағынан ұшырылған зымыран-тасығыштарының екінші және үшінші блоктары жанармай бактары болып табылады және олар

штаттық жағдайда зымыранның ұшу траекториясы бойынша еліміздің Ұлытау облысы территориясында «Ұлытау» объектісіне, Шығыс Қазақстан облысының «Алтай» және «Сауыр-Тарбағатай» объектілері аумағына құлауы тиіс.



4-сурет – Зымыран отынының құрамдас бөлігімен топырақтың ластануы

Сондай-ақ, топырақ құрылымындағы 1,1-диметилгидразиннің құрамын бағалау әдістерін ескеру қажет, өйткені зымыран отынының компоненттерін анықтауда қолданылған әр түрлі

әдістері (ҚФМЭ немесе еріткішпен экстракциялау) зымыран тасығышы апатының бір жағдайын талдаудың өзінде мүлдем әртүрлі нәтижелер береді (5-кесте).

5-кесте – Анықтау әдістемесіне байланысты топырақтағы АДМГ шоғырлануының динамикасы

Аумағы	Топырақ түрі	Анықтау әдістемесі	АДМГ шоғырлануының өзгерісі, мг/кг	
			1 тәуліктен кейін	1 жылдан кейін
Байқоңыр ғарыш айлағының маңайы	шөлдiң сұр-кұба	¹ қатты фазалы микроэкстракция	520±20	13,47
		² еріткішпен экстракциялау	608±15	15,6

Аумағы	Топырақ түрі	Анықтау әдістемесі	АДМГ шоғырлануының өзгерісі, мг/кг	
			1 тәуліктен кейін	1 жылдан кейін
солтүстік шөлдер аймағы, Батыс Қазақстан	шөлдің құба жеңіл құмбалшықты	³ далалық үлгілік тәжірибе	434	68,6

Ескерту. ¹Kosyakov D.S. et al. 2019: 335-344; ²Zhubatov Z.K. et al. 2016: 491-499; ³Касимов Н.С., Кречетов П.П., Королева Т.В. 2006: 668-670.

Ластанған топырақты еріткішпен экстракциялау нәтижесінде төтенше жағдайдан бір тәулік өткен соң және бір жылдан кейін (5-кесте), қатты фазалы микроэкстракциямен өңдеуден кейінгі шамадан едәуір асатын мөндер алынды. Бұл ҚФМЭ сезімталдығының жоғары шегіне және енгізілетін ақпаратты калибрлеу қажеттілігіне байланысты болуы мүмкін. Қалай болғанда да, топырақтағы зымыран отынының құрамдас бөліктерін анықтаудың балама әдістерін дамыту осы зерттеу бағытындағы ғылыми тәсілдерді жетілдіруге мүмкіндік береді.

Қорытынды

1. Топырақ – жер бетіндегі кез-келген тіршілік иесінің өмір сүруіне қажетті қалпына келетін 3 ресурстың (ауа, су, топырақ) бірі болып табылады және ыждағаттылықпен күтім жасалған жағдайда әлі мыңдаған жылдар бойы пайдалануға жарамды. Дегенмен, топырақтың жай-күйіне жете мән бермей, оны ластау соңғы 200 жылда белең алып келеді. Негізі, топырақтың ластануы 2 топқа бөлінеді: табиғи және антропогендік, соның ішінде адам әрекеті салдарынан топырақтың техногендік ластануы қоршаған ортаға әкелетін орасан зор залалы бойынша көш бастап тұр;

2. Қызылорда облысының топырақ ресурстары техногендік ластанудың 4 түрінен ерекше зардап шегуде: радионуклидтік ластану, мұнай және газ өндіру/өңдеу саласының қызметінен ластану, қалалардағы топырақтың ластануы, зымыран тасығыштар отынының құрам бөліктерінен ластану;

3. Топырақ жамылғысының радионуклидтік ластануы ядролық сынақтар жүргізудің, уран және мұнай-газ кен орындарын барлау мен өндірудің, радиоактивті қалдықтардың жинақталуының салдары болып табылады. Қызылорда облысының аумағында радионуклидтік ластану уран кен орындарын барлау, өндіру, тасымалдау,

өңдеу барысында байқалады. Уран рудасы облыстың оңтүстік-шығысында Жаңақорған ауданының территориясында орналасқан Сырдария провинциясының Солтүстік Қорасан, Иіркөл, Оңтүстік Қарамұрын кеніштерінен өндіріледі;

4. Мұнай-газ кен орындарын барлау, өндіру, тасымалдау, өңдеу барысында мұнай және мұнай өнімдері қоршаған ортаның компоненттері – су, ауа және топыраққа таралып, үлкен залал келтіреді. Мұнай-газ кен орындары облыстың солтүстік бөлігінде Ұлытау облысымен шекаралас аймақта орналасқан;

5. Қалалардағы топырақтың ластануына әкелетін факторлар – ауыр металдар, жылу электр орталықтары, автомобиль жанармайының түтіндері және т.б. Қазақстандағы ірі 22 қаланың экологиялық жай-күйін күнделікті мониторинг жасап, сараптап отыратын басты ұйым – «Казгидромет» РМҚ, мекеменің шығарған көпжылдық бюллетендерін сараптап, талдау барысында Қызылорда қаласының топырақ жамылғысының ластану деңгейі – 2-ші класс – «қауіпті» шамасына сәйкес келетіндігі анықталды. Бұл жерде жіті назар аударатын жайт – Сырдария өзенінің жай-күйі, себебі, өзен бойымен жоғарыда орналасқан Жаңақорған, Шиелі аудандары полиметалл (Шалқия), уран (Қорасан), цемент (Гезуба) өндірісі дамыған аймақтар болып табылады. Аталған өндіріс орындарынан дария суына келіп қосылған сарқынды сулар құрамындағы ауыр металдар, радионуклидтер өзен ағысымен төменге жылыстап-жылжып, жайылмалардың құнарлы топырағына іркіліп қалады. Нәтижесінде ірі өндіріс орны жоқ төменде орналасқан елді мекендердің топырағынан ауыр металдар табылып отыр. Бұл – өте алаңдатарлық жағдай.

6. Зымыран отынының құрамдас бөліктерімен топырақтың ластануы тіпті зымыран тасығышты ұшырудың штаттық режимінде де байқалады, апаттық жағдай орын алған кезде қоршаған ортаға, әсіресе топырақ жамылғысына төгілетін зымыран отынының мөлшері

бірнеше еселеп артып кетеді. Евразия құрлығында ең алғаш құрылып, осы күнге дейін қызмет етіп келе жатқан, «Байқоңыр» ғарыш айлағынан ұшырылатын зымырандар жанармайы компоненттерінің табиғи тепе-теңдікті бұзуы отандық, ресейлік ғалымдардан бөлек Европа құрлығы зерттеушілерінің де қызығушылығын тудырады;

7. Топырақты ластаудың аталған түрлерінің ықтимал себептерінің бірі – елімізде және мемлекетаралық деңгейде қабылданған антропогендік араласуды реттеу саласындағы нормативтік-құқықтық базаның әлсіздігі болып саналады. Бұл тұрғыда әліптің бір ұшы – инвесторларға қолайлы климат қалыптастыру мақсатымен жасалып отырған мәжбүрлі қадам.

Әдебиеттер

- Abdibattayeva M. et al. (2019). Soil degradation due to pollution by oil and oil products and the development of a way to prevent them // *Eurasian Journal of Ecology*. – Т. 59. – №. 2. – С. 24-38.
- Akhmetov L.I. et al. (2022). Recent Advances in creating biopreparations to fight oil spills in soil ecosystems in sharply continental climate of Republic of Kazakhstan // *Processes*. – Т. 10. – №. 3. – С. 549. <https://doi.org/10.3390/pr10030549>
- Almaganbetov N., Grigoruk V. (2008). Degradation of Soil in Kazakhstan: Problems and Challenges. In: Simeonov, L., Sargsyan, V. (eds) *Soil Chemical Pollution, Risk Assessment, Remediation and Security*. NATO Science for Peace and Security Series. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8257-3_27
- Askarova D.A., Glebov V.V. (2018). Level of industrial pollution by heavy metals of soils of the Republic of Kazakhstan and the Caspian region // *Современные подходы и методы в защите растений: Материалы Всероссийской НПК с международным участием*. – С. 178-179.
- Bakytzhanova B.N. et al. (2016). Geoecology of Kazakhstan: zoning, environmental status and measures for environment protection // *European Journal of Natural History*. – №. 4. – С. 17-21.
- Barber D.S. et al. (2003). Radio-Ecological Situation in River Basins of Central Asia Syrdarya and Amudarya According to the Results of the Project “Navruz”. In: Birsen, N., Kadyrzhanov, K.K. (eds) *Environmental Protection Against Radioactive Pollution*. NATO Science Series, vol 33. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0975-1_5
- Baubekova A. et al. (2021). Evaluation of environmental contamination by toxic trace elements in Kazakhstan based on reviews of available scientific data. *Environ Sci Pollut Res* **28**, 43315–43328 <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14979-z>
- Bekeshev Y. et al. (2023). Influence of Hydrocarbon Rocket Fuel Kerosene T-1 on the Physical and Geochemical Properties of Different Soil Types. *Water Air Soil Pollut* **234**, 473. <https://doi.org/10.1007/s11270-023-06472-9>
- Carlsen L., Kenesova O.A., Batyrbekova S.E. (2007). A preliminary assessment of the potential environmental and human health impact of unsymmetrical dimethylhydrazine as a result of space activities // *Chemosphere*. – Т. 67. – №. 6. – С. 1108-1116. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.11.046>
- Chen L. et al. (2022). A global meta-analysis of heavy metal (loid) s pollution in soils near copper mines: Evaluation of pollution level and probabilistic health risks // *Science of the Total Environment*. V. 835. P. 155441. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155441>
- Dahl C., Kuralbayeva K. (2001). Energy and the environment in Kazakhstan // *Energy Policy*. – Т. 29. – №. 6. – С. 429-440. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00137-3](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00137-3)
- Efremov S. et al. (2021). Remediation of soil contaminated by toxic rocket fuel components using modified carbon–mineral adsorbing material produced from shungite rock modified with Mn⁴⁺ and Fe³⁺ // *Environmental Technology & Innovation*. – Т. 24. – С. 101962. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101962>
- Issanova G., Saparov A., Ustemirova A. (2014). Soil degradation and desertification processes within Kazakhstan // *ECOLOGY OF URBAN AREAS 2014*. – С. 429.
- Junusbekov M.M. et al. (2023). Ecological assessment of soil contamination by heavy metals affected in the past by the lead–zinc mining and processing complex in Kentau, Kazakhstan. *Environ. Monit. Assess*. V. 195 P. 586. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11189-7>
- Kadyrzhanov K. et al. (2005). Radionuclide contamination in the Syrdarya river basin of Kazakhstan; Results of the Navruz Project. *J Radioanal Nucl Chem* **263**, 197–205. <https://doi.org/10.1007/s10967-005-0037-x>
- Kazymbet P. et al. (2022). Assessment of the Radiation situation in the territory of settlements located near the Syrdarya Uranium Ore Province // *Journal of Pharmaceutical Negative Results*. – С. 2310-2317. <https://doi.org/10.47750/pnr.2022.13.S09.275>
- Kenessov B. et al. (2012). Transformation products of 1, 1-dimethylhydrazine and their distribution in soils of fall places of rocket carriers in Central Kazakhstan // *Science of the total environment*. – Т. 427. – С. 78-85. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.04.017>
- Koroleva T.V. et al. (2021). Ecological consequences of space rocket accidents in Kazakhstan between 1999 and 2018 // *Environmental Pollution*. – Т. 268. – С. 115711. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115711>
- Kosyakov D.S. et al. (2019). Effects of oxidant and catalyst on the transformation products of rocket fuel 1, 1-dimethylhydrazine in water and soil // *Chemosphere*. – Т. 228. – С. 335-344. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.04.141>
- Kowalska J.B. et al. (2018). Pollution indices as useful tools for the comprehensive evaluation of the degree of soil contamination – A review. *Environ Geochem Health* **40**, 2395–2420. <https://doi.org/10.1007/s10653-018-0106-z>

- Krasilnikov P. et al. (2018). Regional status of soil pollution: Eurasia // TION. – С. 17.
- Ma L. et al. (2019). Spatial and Vertical Variations and Heavy Metal Enrichments in Irrigated Soils of the Syr Darya River Watershed, Aral Sea Basin, Kazakhstan. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 16, 4398. <https://doi.org/10.3390/ijerph16224398>
- Ramazanov E., Lee S.H., Lee W. (2021). Stochastic risk assessment of urban soils contaminated by heavy metals in Kazakhstan // *Science of The Total Environment*. – Т. 750. – С. 141535. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141535>
- Salim Y. et al. (2023). Soil Pollution with Heavy Metals in the Turkestan Region // *Journal of Ecological Engineering*. V. 24. No. 2. P. 31-38. <https://doi.org/10.12911/22998993/156801>
- Saparov A. (2014). Soil Resources of the Republic of Kazakhstan: Current Status, Problems and Solutions. In: Mueller, L., Saparov, A., Lischeid, G. (eds) *Novel Measurement and Assessment Tools for Monitoring and Management of Land and Water Resources in Agricultural Landscapes of Central Asia*. Environmental Science and Engineering). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-01017-5_2
- Suska-Malawska M. et al. (2022). Spatial and In-Depth Distribution of Soil Salinity and Heavy Metals (Pb, Zn, Cd, Ni, Cu) in Arable Irrigated Soils in Southern Kazakhstan // *Agronomy*. – Т. 12. – №. 5. – С. 1207. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051207>
- Woszczyk M., Spychaliski W., Boluspaeva L. (2018). Trace metal (Cd, Cu, Pb, Zn) fractionation in urban-industrial soils of Ust-Kamenogorsk (Oskemen), Kazakhstan—implications for the assessment of environmental quality // *Environ. Monit. Assess.* V. 190. P. 362. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6733-0>
- Zhailaubai Z. et al. (2018). Resistance of solonchaks soils to rocket and space activity impact in central Kazakhstan // *Book of Abstracts*. – IT.
- Zhanbekov K., Akhmetov A., Vundo A. (2019). Twelve-year monitoring results of radioactive pollution in the Kazakh part of the Syrdarya river basin // *Environment and Natural Resources Journal*; 17(1). – PP. 44-53. <https://doi.org/10.32526/enrj.17.1.2019.05>
- Zhubatov Z.K. et al. (2016). Fast Determination of 1-Methyl-1H-1,2,4-triazole in Soils Contaminated by Rocket Fuel Using Solvent Extraction, Isotope Dilution and GC–MS. *Chromatographia* 79, 491–499. <https://doi.org/10.1007/s10337-016-3054-8>
- Бисариева Ш.С. и др. (2012). Экологическая оценка последствий аварийного падения РКН РС-20» Днепр» в Кызылординской области // *Гидрометеорология и экология*. – №. 2 (65). – С. 108-116.
- Бузмаков С.А. (2013). Восстановление земель при различных уровнях загрязнения нефтью // *Записки горного института*. – Т. 203. – С. 128-132.
- Вестник Казгидромета. (2015-2023). Экологический информационный бюллетень Республики Казахстан за 2015-2023 гг. РГП «Казгидромет». МЭ РК.
- Габлин В.А. (2014). Радиационная оценка объектов литомониторинга на урбанизированных территориях // *Теория и методы*. Дисс... доктора г.-м.н.
- Ермуханова Н.Б., Керимбекова З.М., Танжарыков П.А. (2018). Оценка почвенного покрова на территории нефтяного месторождения Калжан, в период пробной эксплуатации скважин // *Integration of the Scientific Community to the Global Challenges of Our Time*. – С. 250-256.
- Жанбеков Х.Н., Мукатаева Ж.С., Байсейтова Ж.Н. (2007). Экологические проблемы в низовьях реки Сырдарьи // *Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан*. – Т. 2. – С. 111-115.
- Идрисова Д.Т. и др. (2014). Изучение влияния органоминеральных удобрений на очистку почв с разной степенью нефтезагрязнения в лабораторных условиях // *Современные проблемы науки и образования*. – №. 6. – С. 1421-1421.
- Идрисова Д.Т. и др. (2014). Исследование процессов биоремедиации почв с разной степенью нефтезагрязнения Кызылординской области в полевых условиях // *Фундаментальные исследования*. – №. 12-8. – С. 1668-1671.
- Кайруллова М.А., Кашкинбаев Е.Т. (2023). Оценка миграции урана по пищевой цепи в уранодобывающих регионах // *Научный аспект*. Самара: «Аспект». № 9. Т. 8. С. 995-1008. ББК 1 Н 34.
- Касимов Н.С., Кречетов П.П., Королева Т.В. (2006). Экспериментальное изучение поведения ракетного топлива в почвах // *Доклады академии наук*. – Федеральное государственное бюджетное учреждение» Российская академия наук». – Т. 408. – №. 5. – С. 668-670.
- Кужамбердиева С.Ж. и др. (2018). Рекультивация нефтезагрязненных земель с использованием органоминеральных удобрений в аридной зоне Республики Казахстан // *Международный научный сельскохозяйственный журнал*. – №. 1-4. – С. 82-87.
- Нарманова Р.А., Аппазов Н.О., Керейтбаева Н.С. (2016). Загрязнение углеводородами нефти почвы в зоне влияния предприятий нефтяной отрасли // *Научный альманах*. – №. 4-3. – С. 425-429.
- Пирманова Ж.М. и др. (2015). Изучение состава нефти в загрязненных образцах почвы Южно-Тургайского прогиба // *Современные проблемы науки и образования*. – №. 1-1. – С. 1983-1983.
- Ревич Б.А., Сагит Ю.Е., Смирнова Р.С. (1990). Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве // М.: ИМГРЭ. – С. 8-15.
- Тіршілік ету ортасының қауіпсіздігіне арналған гигиеналық нормативтерді бекіту туралы бұйрық // ҚР ДСМ 21.04.2021, № ҚР ДСМ -32 бұйрығы. ҚР ЭМ 2021 жылғы 22 сәуірде № 22595 болып тіркелді
- Туякбаева А.У. и др. (2012). Изучение влияния органоминеральных удобрений на нефтезагрязненную почву месторождения «Кенлык» Кызылординской области в лабораторных условиях // *Вестник КазНУ. Серия биологическая*. – Т. 55. – №. 3. – С. 128-134.
- Фунтикова Т.В. и др. (2014). Выделение и характеристика микроорганизмов-нефтедеструкторов, перспективных для биоремедиации почв, загрязненных преимущественно твердыми н-алканами // *Актуальная биотехнология*. – №. 3. – С. 114-116.

Хахимов Н. и др. (2005). Источники загрязнения реки Сырдарьи естественными и искусственными радионуклидами // Радиозэкологический мониторинг биосреды и радиационная безопасность Таджикистана. Сборник научных статей. – С. 37-41.

Шкаева И.Е. и др. (2010). Обоснование гигиенического стандарта безопасности (ПДК) несимметричного диметилгидразина в почве // Мир науки, культуры, образования. – №. 5. – С. 267-271.

Шорабаев Е.Ж., Туякбаева А.У., Мухамедова Н.С. (2013). Изучение влияния органо-минеральных удобрений на самоочищающейся способности нефтезагрязненных почв // Вестник КазНУ. Серия биологическая. – Т. 59. – №. 3/1. – С. 220-223.

References

Abdibattayeva M. et al. (2019). Soil degradation due to pollution by oil and oil products and the development of a way to prevent them // Eurasian Journal of Ecology. – Т. 59. – №. 2. – С. 24-38.

Akhmetov L.I. et al. (2022). Recent Advances in creating biopreparations to fight oil spills in soil ecosystems in sharply continental climate of Republic of Kazakhstan // Processes. – Т. 10. – №. 3. – С. 549. <https://doi.org/10.3390/pr10030549>

Almaganbetov N., Grigoruk V. (2008). Degradation of Soil in Kazakhstan: Problems and Challenges. In: Simeonov, L., Sargsyan, V. (eds) Soil Chemical Pollution, Risk Assessment, Remediation and Security. NATO Science for Peace and Security Series. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8257-3_27

Askarova D.A., Glebov V.V. (2018). Level of industrial pollution by heavy metals of soils of the Republic of Kazakhstan and the Caspian region // Sovremennye podhody i metody v zashhite rastenij: Materialy Vserossijskoj NPK s mezhdunarodnym uchastiem. – S. 178-179.

Bakytzhanova B.N. et al. (2016). Geoecology of Kazakhstan: zoning, environmental status and measures for environment protection // European Journal of Natural History. – №. 4. – С. 17-21.

Barber D.S. et al. (2003). Radio-Ecological Situation in River Basins of Central Asia Syrdarya and Amudarya According to the Results of the Project “Navruz”. In: Birsen, N., Kadyrzhanov, K.K. (eds) Environmental Protection Against Radioactive Pollution. NATO Science Series, vol 33. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0975-1_5

Baubekova A. et al. (2021). Evaluation of environmental contamination by toxic trace elements in Kazakhstan based on reviews of available scientific data. Environ Sci Pollut Res 28, 43315–43328 <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14979-z>

Bekeshev Y. et al. (2023). Influence of Hydrocarbon Rocket Fuel Kerosene T-1 on the Physical and Geochemical Properties of Different Soil Types. Water Air Soil Pollut 234, 473. <https://doi.org/10.1007/s11270-023-06472-9>

Bisarieva Sh.S. i dr. (2012). Jekologicheskaja ocenka posledstvij avariynogo padenija RKN RS-20 “Dnepr” v Kyzylordinskoj oblasti (Environmental assessment of the consequences of the emergency fall of the RCN RS-20 “Dnepr” in the Kyzylorda region) // Gidrometeorologija i jekologija. – №. 2 (65). – С. 108-116.

Buzmakov S.A. (2013). Vosstanovlenie zemel’ pri razlichnyh urovnjah zagraznenija neft’ju (Land restoration at various levels of oil pollution) // Zapiski gornogo instituta. – Т. 203. – С. 128-132.

Carlsen L., Kenesova O.A., Bатыrbekова S.E. (2007). A preliminary assessment of the potential environmental and human health impact of unsymmetrical dimethylhydrazine as a result of space activities // Chemosphere. – Т. 67. – №. 6. – С. 1108-1116. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.11.046>

Chen L. et al. (2022). A global meta-analysis of heavy metal (loid) s pollution in soils near copper mines: Evaluation of pollution level and probabilistic health risks // Science of the Total Environment. V. 835. P. 155441. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155441>

Dahl C., Kuralbayeva K. (2001). Energy and the environment in Kazakhstan // Energy Policy. – Т. 29. – №. 6. – С. 429-440. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00137-3](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00137-3)

Efremov S. et al. (2021). Remediation of soil contaminated by toxic rocket fuel components using modified carbon–mineral adsorbing material produced from shungite rock modified with Mn⁴⁺ and Fe³⁺ // Environmental Technology & Innovation. – Т. 24. – S. 101962. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101962>

Ermuhanova N.B., Kerimbekova Z.M., Tanzharykov P.A. (2018). Ocenka pochvennogo pokrova na territorii neftjanogo mestorozhdenija Kalzhan, v period probnoj jekspluatcii skvazhin (Assessment of the soil cover on the territory of the Kalzhan oil field, during the trial operation of wells) // Integration of the Scientific Community to the Global Challenges of Our Time. – С. 250-256.

Funtikova T.V. i dr. (2014). Vydelenie i harakteristika mikroorganizmov-neftedestruktorov, perspektivnyh dlja bioremediacii pochv, zagraznennyh preimushhestvenno tverdymi n-alkanami (Isolation and characterization of petro-destructor microorganisms promising for bioremediation of soils contaminated mainly with solid n-alkanes) // Aktual’naja biotekhnologija. – №. 3. – С. 114-116.

Gablin V.A. (2014). Radiacionnaja ocenka ob’ektov litomonitoringa na urbanizirovannyh territorijah (Radiation assessment of lithomonitoring facilities in urbanized areas) // Teorija i metody. Diss... doktora g.-m.n.

Hakimov N. i dr. (2005). Istochniki zagraznenija reki Syrdar’i estestvennymi i iskusstvennymi radionuklidami (Sources of pollution of the Syrdarya River by natural and artificial radionuclides) // Radiojekologicheskij monitoring biosredy i radiacionnaja bezopasnost’ Tadjikistana. Sbornik nauchnyh statej. – С. 37-41.

Idrisova D.T. i dr. (2014). Issledovanie processov bioremediacii pochv s raznoj stepen’ju neftezagraznenija Kyzylordinskoj oblasti v polevyh uslovijah (Investigation of the processes of bioremediation of soils with varying degrees of oil pollution in the Kyzylorda region in the field) // Fundamental’nye issledovanija. – №. 12-8. – С. 1668-1671.

Idrisova D.T. i dr. (2014). Izuchenie vlijanija organomineral'nyh udobrenij na ochistku pochv s raznoj stepen'ju neftezagryaznenija v laboratornyh usloviyah (To study the effect of organomineral fertilizers on the purification of soils with varying degrees of oil pollution in laboratory conditions) // *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. – №. 6. – S. 1421-1421.

Issanova G., Saparov A., Ustemirova A. (2014). Soil degradation and desertification processes within Kazakhstan // *ECOLOGY OF URBAN AREAS 2014*. – S. 429.

Junusbekov M.M. et al. (2023). Ecological assessment of soil contamination by heavy metals affected in the past by the lead-zinc mining and processing complex in Kentau, Kazakhstan. *Environ. Monit. Assess.* V. 195 P. 586. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11189-7>

Kadyrzhanov K. et al. (2005). Radionuclide contamination in the Syrdarya river basin of Kazakhstan; Results of the Navruz Project. *J Radioanal Nucl Chem* 263, 197–205. <https://doi.org/10.1007/s10967-005-0037-x>

Kajrullova M.A., Kashkinbaev E.T. (2023). Ocenka migracii urana po pishhevoj cepi v uranodobyvajushhih regionah (Assessment of uranium migration along the food chain in uranium mining regions) // *Nauchnyj aspekt*. Samara: «Aspekt». № 9. T. 8. S. 995-1008. BBK 1 N 34.

Kasimov N.S., Krechetov P.P., Koroleva T.V. (2006). Jeksperimental'noe izuchenie povedenija raketnogo topliva v pochvah (Experimental study of the behavior of rocket fuel in soils) // *Doklady akademii nauk. – Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe uchrezhdenie "Rossijskaja akademija nauk"*. – T. 408. – №. 5. – S. 668-670.

Kazymbet P. et al. (2022). Assessment of the Radiation situation in the territory of settlements located near the Syrdarya Uranium Ore Province // *Journal of Pharmaceutical Negative Results*. – S. 2310-2317. <https://doi.org/10.47750/pnr.2022.13.S09.275>

Kenessov B. et al. (2012). Transformation products of 1, 1-dimethylhydrazine and their distribution in soils of fall places of rocket carriers in Central Kazakhstan // *Science of the total environment*. – T. 427. – S. 78-85. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.04.017>

Koroleva T.V. et al. (2021). Ecological consequences of space rocket accidents in Kazakhstan between 1999 and 2018 // *Environmental Pollution*. – T. 268. – S. 115711. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115711>

Kosyakov D.S. et al. (2019). Effects of oxidant and catalyst on the transformation products of rocket fuel 1, 1-dimethylhydrazine in water and soil // *Chemosphere*. – T. 228. – S. 335-344. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.04.141>

Kowalska J.B. et al. (2018). Pollution indices as useful tools for the comprehensive evaluation of the degree of soil contamination – A review. *Environ Geochem Health* 40, 2395–2420. <https://doi.org/10.1007/s10653-018-0106-z>

Krasilnikov P. et al. (2018). Regional status of soil pollution: Eurasia // *TION*. – S. 17.

Kuzhamberdieva S.Zh. i dr. (2018). Rekul'tivacija neftezagryaznennyh zemel' s ispol'zovaniem organomineral'nyh udobrenij v aridnoj zone Respubliki Kazahstan (Reclamation of oil-contaminated lands using organic fertilizers in the arid zone of the Republic of Kazakhstan) // *Mezhdunarodnyj nauchnyj sel'skhozajstvennyj zhurnal*. – №. 1-4. – S. 82-87.

Ma L. et al. (2019). Spatial and Vertical Variations and Heavy Metal Enrichments in Irrigated Soils of the Syr Darya River Watershed, Aral Sea Basin, Kazakhstan. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 16, 4398. <https://doi.org/10.3390/ijerph16224398>

Narmanova R.A., Appazov N.O., Kerejbaeva N.S. (2016). Zagryaznenie uglevodorodami nefi pochvy v zone vlijanija predpriyatij nefjanoy otrasli (Oil hydrocarbon pollution of the soil in the zone of influence of oil industry enterprises) // *Nauchnyj al'manah*. – №. 4-3. – S. 425-429.

Pirmanova Zh.M. i dr. (2015). Izuchenie sostava nefi v zagryaznennyh obrazcah pochvy Juzhno-Turgajskogo progiba (Study of the composition of oil in contaminated soil samples of the South Turgai trough) // *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. – №. 1-1. – S. 1983-1983.

Ramazanov E., Lee S.H., Lee W. (2021). Stochastic risk assessment of urban soils contaminated by heavy metals in Kazakhstan // *Science of The Total Environment*. – T. 750. – S. 141535. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141535>

Revich B.A., Saet Ju.E., Smirnova R.S. (1990). Metodicheskie rekomendacii po ocenke stepeni zagryaznenija atmosfernogo vozduha naselennyh punktov metallami po ih sodержaniyu v snezhnom pokrove i pochve (Methodological recommendations for assessing the degree of atmospheric air pollution of populated areas by metals based on their content in snow cover and soil) // *M.: IMGRJe*. – S. 8-15.

Salim Y. et al. (2023). Soil Pollution with Heavy Metals in the Turkestan Region // *Journal of Ecological Engineering*. V. 24. No. 2. P. 31-38. <https://doi.org/10.12911/22998993/156801>

Saparov A. (2014). Soil Resources of the Republic of Kazakhstan: Current Status, Problems and Solutions. In: Mueller, L., Saparov, A., Lischeid, G. (eds) *Novel Measurement and Assessment Tools for Monitoring and Management of Land and Water Resources in Agricultural Landscapes of Central Asia*. Environmental Science and Engineering). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-01017-5_2

Shkaeva I.E. i dr. (2010). Obosnovanie gigenicheskogo standarta bezopasnosti (PDK) nesimmetrichnogo dimetilgidrazina v pochve (Justification of the hygienic safety standard (MPC) of asymmetric dimethylhydrazine in soil) // *Mir nauki, kul'tury, obrazovanija*. – №. 5. – S. 267-271.

Shorabaev E.Zh., Tujakbaeva A.U., Muhamedova N.S. (2013). Izuchenie vlijanija organo-mineral'nyh udobrenij na samoochishhajushhejsja sposobnosti neftezagryaznennyh pochv (Study of the effect of organo-mineral fertilizers on the self-cleaning ability of oil-contaminated soils) // *Vestnik KazNU. Serija biologicheskaja*. – T. 59. – №. 3/1. – S. 220-223.

Suska-Malawska M. et al. (2022). Spatial and In-Depth Distribution of Soil Salinity and Heavy Metals (Pb, Zn, Cd, Ni, Cu) in Arable Irrigated Soils in Southern Kazakhstan // *Agronomy*. – T. 12. – №. 5. – S. 1207. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051207>

Tirshilik etu ortasynyng qauipsizdigine arnalghan gigenalyq normativterdi bekitu turaly bujryq (Order on approval of hygienic standards for Habitat safety) // *QR DSM 21.04.2021, № QR DSM -32 bujrygy. QR AM 2021 zhylghy 22 sauirde № 22595 bolyp tirkeldi*

Tujakbaeva A.U. i dr. (2012). Izuchenie vlijaniya organomineral'nyh udobrenij na neftezagrjaznennuju pochvu mestorozhdenija «Kenlyk» Kyzylordinskoj oblasti v laboratornyh uslovijah (Study of the effect of organomineral fertilizers on the oil-contaminated soil of the Kenlyk deposit of the Kyzylorda region in laboratory conditions) // Vestnik KazNU. Serija biologicheskaja. – T. 55. – № 3. – S. 128-134.

Vestnik Kazgidrometa. (2015-2023). Jekologicheskij informacionnyj bjulleten' Respubliki Kazahstan za 2015-2023 gg. (Environmental Information Bulletin of the Republic of Kazakhstan for 2015-2023) RGP «Kazgidromet». MJe RK.

Woszczyk M., Spychalski W., Boluspaeva L. (2018). Trace metal (Cd, Cu, Pb, Zn) fractionation in urban-industrial soils of Ust-Kamenogorsk (Oskemen), Kazakhstan—implications for the assessment of environmental quality // Environ. Monit. Assess. V. 190. P. 362. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6733-0>

Zhailaubai Z. et al. (2018). Resistance of solonchaks soils to rocket and space activity impact in central Kazakhstan // Book of Abstracts. – IT.

Zhanbekov H.N., Mukataeva Zh.S., Bajseitova Zh.N. (2007). Jekologicheskie problemy v nizov'jah reki Syrdar'i (Environmental problems in the lower reaches of the Syrdarya River) // Doklady Nacional'noj akademii nauk Respubliki Kazahstan. – T. 2. – S. 111-115.

Zhanbekov K., Akhmetov A., Vundo A. (2019). Twelve-year monitoring results of radioactive pollution in the Kazakh part of the Syrdarya river basin // Environment and Natural Resources Journal; 17(1). – RR. 44-53. <https://doi.org/10.32526/enrj.17.1.2019.05>

Zhubatov Z.K. et al. (2016). Fast Determination of 1-Methyl-1H-1,2,4-triazole in Soils Contaminated by Rocket Fuel Using Solvent Extraction, Isotope Dilution and GC–MS. Chromatographia 79, 491–499. <https://doi.org/10.1007/s10337-016-3054-8>

Авторлар туралы мәлімет:

Сиханова Нургуль Сагиндыковна – PhD, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті «Электр энергетикасы, техносфералық қауіпсіздік және экология» БББ қауымдастырылған профессоры м.а., (Қызылорда, Қазақстан, e-mail: sihanova.nurgul@mail.ru)

Шынбергенев Ерлан Алимжавович – PhD, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті «Су шаруашылығы және жерге орналастыру» БББ аға оқытушысы (Қызылорда, Қазақстан, e-mail: shynbergebov.erlan@mail.ru)

Нургабылова Агила Шараповна – т.ғ.м., Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті «Электр энергетикасы, техносфералық қауіпсіздік және экология» БББ лаборанты (Қызылорда, Қазақстан, e-mail: ekchoo@mail.ru)

Информация об авторах:

Сиханова Нургуль Сагиндыковна – PhD, и. о. ассоциированного профессора ОП электроэнергетики, техносферной безопасности и экологии Кызылординского университета имени Коркыт Ата (Кызылорда, Казахстан, e-mail: sihanova.nurgul@mail.ru)

Шынбергенев Ерлан Алимжавович – PhD, старший преподаватель ОП водного хозяйства и землеустройства Кызылординского университета имени Коркыт Ата (Кызылорда, Казахстан, e-mail: shynbergebov.erlan@mail.ru)

Нургабылова Агила Шараповна – магистр наук, лаборант ОП электроэнергетики, техносферной безопасности и экологии Кызылординского университета имени Коркыт Ата (Кызылорда, Казахстан, e-mail: ekchoo@mail.ru)

About the authors:

Sihanova Nurgul Sagindykovna – PhD, Acting Associate Professor of the EP Electric Power Engineering, Technosphere Safety and Ecology of the Kyzylorda University named after Korkyt Ata (Kyzylorda, Kazakhstan, e-mail: sihanova.nurgul@mail.ru)

Shynbergenov Erlan Alimzhavovich – PhD, Senior Lecturer of the EP Water Management and Land Management of the Kyzylorda University named after Korkyt Ata (Kyzylorda, Kazakhstan, e-mail: shynbergebov.erlan@mail.ru)

Nurgabylova Agila Sharapovna – Master of Science, Laboratory Assistant of the EP Electric Power Engineering, Technosphere Safety and Ecology of the Kyzylorda University named after Korkyt Ata (Kyzylorda, Kazakhstan, e-mail: ekchoo@mail.ru)

Жіберілді: 03 сәуір 2024 жыл
Қабылданды: 09 маусым 2025 жыл

M.S. Turdanova^{1*}, **K.K. Muzdybayeva¹**,
M. Dogan²

¹ Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

² Istanbul University, Istanbul, Turkey

*e-mail: turdanovams@gmail.com

ANALYSIS OF THE POTENTIAL FOR DEVELOPING “SMALL SMART CITIES” IN KAZAKHSTAN: THE CASE OF THE SHU, AYAGOZ AND SHALKAR CITIES

This study investigates the potential for developing “small smart cities” in Kazakhstan, using Shu, Ayagoz, and Shalkar as case studies. The research addresses the need for balanced territorial development through digital transformation, emphasizing the importance of extending smart city concepts beyond major urban centers. Employing a mixed-methods approach, the study integrates the Smart City Readiness Index (SCRI), stakeholder insight analysis, and governance assessment to evaluate these cities’ preparedness for smart transformation. The findings reveal substantial disparities in readiness across the three cities. Shu demonstrates the highest level of readiness (43%) across key dimensions, including digital infrastructure, economic potential, and stakeholder engagement. Ayagoz and Shalkar, though strategically located as transport hubs, lag due to weak institutional capacity, limited digital infrastructure, and insufficient stakeholder participation. All cities show notably low performance in environmental sustainability and public-private partnership development. Stakeholder analysis further highlights Shu’s relative strength in intersectoral coordination, public engagement, and trust-building mechanisms. Meanwhile, Ayagoz and Shalkar face challenges in mobilizing local academia, international partners, and civil society. Governance assessments underline the need for improved local administrative capacity, consistent funding, legal clarity, and digital governance practices in smaller municipalities. The study concludes that while small cities like Shu have foundational advantages for implementing smart city initiatives, significant institutional, infrastructural, and participatory challenges remain in Ayagoz and Shalkar. The authors recommend targeted policy interventions, enhanced stakeholder collaboration, and pilot projects tailored to local contexts. The research contributes to the discourse on equitable digital urbanization and offers practical insights for policymakers aiming to foster inclusive and sustainable smart city development in secondary urban centers across Kazakhstan.

Key words: small smart cities, Kazakhstan, digital infrastructure, governance, stakeholder engagement, sustainable urban development.

М.С.Турданова^{1*}, К.К. Мұздыбаева¹, М. Доган²

¹Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

²Стамбул университеті, Стамбул, Түркия

*email: turdanovams@gmail.com

Қазақстандағы «шағын ақылды қалаларды» дамыту әлеуетін талдау: Шу, Аягөз және Шалқар қалаларының мысалында

Бұл зерттеу Қазақстандағы «шағын ақылды қалаларды» дамыту әлеуетін Шу, Аягөз және Шалқар қалаларының мысалында қарастырады. Зерттеудің мақсаты – цифрлық трансформация арқылы аумақтық теңгерімді дамуды қамтамасыз ету қажеттілігіне жауап беру және ақылды қала тұжырымдамасын ірі мегаполистерден тыс өңірлік шағын қалаларға енгізудің маңыздылығын айқындау. Зерттеу аясында аралас әдіснамалық тәсіл қолданылып, оған «Ақылды қалаға дайындық индексі» (SCRI), мүдделі тараптар талдауы және басқару жүйесіне қатысты бағалау әдістері енгізілді. Нәтижелер зерттелген үш қаланың дайындық деңгейінде айтарлықтай айырмашылықтар бар екенін көрсетті. Шу қаласы цифрлық инфрақұрылым, экономикалық әлеует және мүдделі тараптардың қатысуы сияқты негізгі өлшемдер бойынша ең жоғары дайындық деңгейін (43%) көрсетті. Аягөз бен Шалқар қалалары көліктік-логистикалық жағынан стратегиялық орналасуына қарамастан, институционалдық әлеуеттің әлсіздігі, цифрлық инфрақұрылымның жеткіліксіздігі және мүдделі тараптардың төмен белсенділігі себепті артта қалып отыр. Барлық қалаларда экологиялық тұрақтылық пен мемлекеттік-жекеменшік әріптестікті дамыту көрсеткіштері өте төмен. Мүдделі тараптармен жүргізілген бағалау Шу қаласының сектораралық үйлестіру,

тысу және сенім қалыптастыру тұрғысынан салыстырмалы артықшылықтарға ие екенін көрсетті. Ал Аягөз бен Шалқарда жергілікті академиялық орта, халықаралық серіктестер мен азаматтық қоғамды жұмылдыруда елеулі қиындықтар байқалады. Басқару мәселелері бойынша зерттеу нәтижелері шағын қалаларда әкімшілік ресурстарды нығайту, қаржыландыру тұрақтылығын қамтамасыз ету, заңнамалық базаны нақтылау және цифрлық басқару тетіктерін жетілдіру қажеттігін көрсетеді. Қорытындылай келе, Шу секілді қалаларда ақылды қала бастамаларын іске асыру үшін іргелі алғышарттар болса, Аягөз бен Шалқарда институционалдық, инфрақұрылымдық және қатысушылық сипаттағы елеулі кедергілер сақталып отыр. Авторлар нақты аймақтық жағдайларға бейімделген пилоттық жобаларды іске асыруды, саясатты мақсатты түрде үйлестіруді және мүдделі тараптармен өзара әрекеттестікті күшейтуді ұсынады. Бұл зерттеу Қазақстандағы теңгерімді цифрлық урбанизацияны ілгерілетуге және шағын қалалардағы тұрақты ақылды даму мәселесіне қатысты саясаткерлерге нақты ұсыныстар ұсынуға бағытталған.

Түйін сөздер: шағын ақылды қалалар, Қазақстан, цифрлық инфрақұрылым, басқару, мүдделі тараптар, тұрақты қалалық даму.

М.С. Турданова^{1*}, К.К. Муздыбаева¹, М. Доган²

¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан

²Университет Стамбул, Стамбул, Турция

*e-mail: turdanovams@gmail.com

Анализ потенциала развития «малых умных городов» в Казахстане: на примере городов Шу, Аягөз и Шалкар

Данное исследование посвящено оценке потенциала развития «малых умных городов» в Казахстане на примере городов Шу, Аягөз и Шалкар. Работа отвечает на необходимость обеспечения сбалансированного территориального развития посредством цифровой трансформации, подчёркивая важность распространения концепции умных городов за пределы крупных мегаполисов. Методологически исследование основано на смешанном подходе, включающем индекс готовности к созданию умного города (Smart City Readiness Index – SCRI), анализ вовлечённости заинтересованных сторон и оценку механизмов управления. Результаты показывают существенные различия в уровне готовности трёх городов. Город Шу продемонстрировал наивысшую степень готовности (43%) по ключевым направлениям: цифровая инфраструктура, экономический потенциал и участие заинтересованных сторон. В то время как Аягөз и Шалкар, несмотря на стратегическое транспортное положение, отстают из-за слабых институциональных возможностей, ограниченной цифровой инфраструктуры и недостаточного вовлечения местных акторов. Во всех трёх городах отмечается особенно низкий уровень развития экологической устойчивости и механизмов государственно-частного партнёрства. Анализ заинтересованных сторон выявил сравнительные преимущества Шу в межсекторном взаимодействии, общественном участии и механизмах формирования доверия. Напротив, Аягөз и Шалкар сталкиваются с трудностями в мобилизации академических институтов, международных партнёров и гражданского общества. Оценка управленческих аспектов подчёркивает необходимость укрепления административного потенциала на местном уровне, обеспечения устойчивого финансирования, совершенствования нормативно-правовой базы и цифрового управления в малых муниципалитетах. В заключение отмечается, что несмотря на наличие базовых условий в Шу, реализация умных городских инициатив в Аягөзе и Шалкаре требует преодоления значительных институциональных, инфраструктурных и координационных барьеров. Авторы предлагают внедрение пилотных проектов с учётом местной специфики, развитие межсекторального сотрудничества и целенаправленные политические меры. Исследование вносит вклад в научный дискурс по вопросам справедливой цифровой урбанизации и предоставляет практические рекомендации для развития устойчивых умных городов в региональных центрах Казахстана.

Ключевые слова: малые умные города, Казахстан, цифровая инфраструктура, управление, заинтересованные стороны, устойчивое городское развитие.

Introduction

In recent years, the concept of Smart Cities has gained significant global attention as a forward-looking approach to urban development, aiming to enhance the quality of life for citizens through digital innovation, efficient governance, and sustainable infrastructure. While much of the focus has been on large metropolitan centers, the development of “small smart cities” has emerged as a critical pathway for balanced regional growth, especially in countries like Kazakhstan with vast territories and diverse urban profiles.

Recent studies have begun to explore the readiness and potential of various Kazakhstani cities to embark on smart city transformations. A 2024 cluster analysis identified Almaty and Astana as leading candidates for smart city development, with cities like Aktobe also showing distinctive features that could support such initiatives. However, the analysis also highlighted deep regional inequalities that could impede the successful implementation of smart city projects in other areas (Urdabayev et al., 2024).

In smaller cities, such as Shu, assessments have revealed challenges in urban system planning, with residents expressing dissatisfaction across multiple dimensions, including environmental, social, and economic aspects. Nonetheless, the city’s strategic location as a transport hub and its cultural significance present opportunities for targeted smart city interventions that address local needs and leverage existing assets (Satterthwaite, 2021).

The national government’s commitment to smart city development is further evidenced by the establishment of the Reference Standard of Smart Cities in 2019, aiming to standardize approaches across various urban centers (Abdrassilova & Aukhadiyeva). Moreover, initiatives like the Smart Astana project and the development of digital infrastructure in cities such as Aqkol demonstrate the feasibility of implementing smart solutions even in smaller urban settings (Ismagulov & Chukubayev, 2024).

The global discourse on smart cities emphasizes the importance of stakeholder engagement, especially in SMCs. Ruohomaa et al. (2019) argue that successful smart city development in smaller municipalities hinges on the active participation of local stakeholders, including citizens, businesses, and academic institutions. This collaborative approach ensures that smart city initiatives are contextually relevant and address the specific needs of the community.

Kazakhstan’s national strategic vision emphasizes digital transformation, inclusive governance, and improved public services across all regions. However, the readiness and capacity of small cities to adopt Smart City principles remain underexplored. This study focuses on three representative small cities (Shu, Ayagoz, and Shalkar) to assess their potential for smart city development. These cities vary in geographic location, administrative structure, and socio-economic conditions, offering valuable insights into the challenges and opportunities facing smaller urban centers.

The objective of this research is to conduct a comparative analysis based on key dimensions such as digital infrastructure, institutional readiness, stakeholder engagement, and governance frameworks. By evaluating these dimensions through survey data and contextual analysis, the study aims to identify strengths, gaps, and strategic recommendations for fostering sustainable smart city initiatives at the small-city level in Kazakhstan.

Literature review

The concept of smart cities has gained significant traction globally, offering innovative solutions to urban challenges through the integration of information and communication technologies. In Kazakhstan, while major cities like Almaty and Astana have been at the forefront of adopting smart city initiatives, there is a growing interest in exploring the potential for developing small smart cities across the country.

Smart City Potential in Kazakhstan: A recent study by Nurbatsin et al. (2023) employed cluster analysis to evaluate the potential of Kazakhstani cities for smart city development. The analysis considered indicators such as human capital, infrastructure, education, information technology, and production. The findings revealed that Almaty and Astana possess the highest potential, while cities like Aktobe exhibit distinctive features that could either facilitate or hinder their smart city development. The study also highlighted significant regional disparities, suggesting that some cities may require more substantial investments to initiate smart city projects.

Urban Planning and Sustainability in Smaller Cities: Sustainable development in small towns is closely tied to socio-economic stability, effective use of local resources, and diversification of economic activities (Усенов et al., 2024). Kazakhstan’s shift to a new phase of development requires balanced territorial planning and infrastructure enhancement

(Nyussupova et al., 2022). Cities, as hubs of human and material resource reproduction, are crucial to this transition. Kogabayev and Banerjee (2024) conducted a systematic review of smart governance in Kazakhstan, highlighting the role of digital infrastructure, citizen participation, transparency, and data protection. They advocate for a collaborative governance model aligned with global standards, particularly relevant for Small Cities implementing smart city strategies. In the case of Shu city, Sakhatbekovna et al. (2024) assessed urban planning based on residents' perceptions across six dimensions. The study found low sustainability in most areas, with relative strength only in cultural and religious aspects. The authors stress the importance of inclusive policymaking to improve planning outcomes in smaller cities.

Integration of IoT and AI in Smart Cities: Innovative development drives industrial, economic, and social progress in cities, yet a comprehensive analysis of influencing factors remains limited (Турданова et al., 2024). The integration of Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI) is essential for advancing smart cities. Ishaq and Farooq (2023) reviewed IoT applications in urban settings, highlighting key challenges such as data privacy, security, interoperability, and standardization—issues particularly relevant for smaller cities with limited capacity. Similarly, Wang et al. (2021) emphasized the potential of IoT and AI in enhancing urban efficiency, citing global examples like Singapore and Copenhagen, while noting adoption barriers in developing countries.

Smart Cities and Sustainable Development Goals (SDGs): Aligning smart city initiatives with the SDGs is essential for balanced urban development. Smart cities, driven by digital technologies and data governance, can support economic, environmental, and social sustainability (Mehmood et al., 2024). A systematic literature review by Sharifi et al. (2024) identified both benefits and trade-offs in this alignment, noting risks like privacy issues and rising social inequality. Martin et al. (2024), in a review of over 200 studies, found smart cities can advance multiple SDGs, but warned that digitalization may deepen the digital divide, particularly in smaller or rural areas (SDG 10). In Kazakhstan, efforts like the “Digital Kazakhstan” program aim to foster sustainability through digital transformation. However, researchers stress the need for stronger integration of the SDG framework into local smart city strategies, especially in resource-constrained small cities (Sakhatbekovna et al., 2024).

Governance Challenges in Developing Countries: Governance is key to the success of smart city initiatives, yet developing countries like Kazakhstan face major challenges, especially in smaller cities with limited institutional and infrastructural capacity. A common issue is the lack of policy coherence and institutional strength. Historically, Kazakhstan's urban development was driven by industrial centers rather than strategic governance (Mishchenko & Mishchenko, 2023). Fragmented governance structures, as seen in many developing countries, result in poor coordination and unclear accountability (Tan & Taeihagh, 2020). Although national frameworks like Digital Kazakhstan and the 2019 Reference Standard for Smart Cities exist, regional implementation is inconsistent. Local governments often lack technical expertise and financial autonomy, particularly in small cities like Shu, Ayagoz, and Shalkar.

Budget constraints further hinder smart infrastructure investments, which are often deprioritized in favor of essential services like housing and water (Sargiotis, 2024). Socio-economic inequalities compound these issues, with limited internet access and digital literacy in smaller cities widening the digital divide (Martin et al., 2022; Omweri, 2024). Smart governance must go beyond top-down planning to include community participation. However, low civic engagement and public trust remain barriers. In Shu, for instance, citizens reported dissatisfaction with governance transparency, underlining the need for inclusive, community-driven approaches (Sakhatbekovna et al., 2024).

In the context of Kazakhstan, academic research on Smart Cities has largely concentrated on major urban centers such as Nur-Sultan and Almaty (Berdibekova et al., 2022; Mussabayeva et al., 2023). However, there is a noticeable gap in the literature concerning the applicability and potential of smart city frameworks in small and medium-sized cities. Government initiatives such as the “Digital Kazakhstan” program provide a national policy framework for digitalization, but local-level implementation varies significantly due to disparities in infrastructure, administrative readiness, and stakeholder coordination.

This study builds on the existing body of literature by addressing this gap, examining the Smart City Readiness of Shu, Ayagoz, and Shalkar. Through a multi-dimensional analysis involving digital, institutional, socio-economic, environmental, and governance indicators, it contributes to a more nuanced understanding of how small cities in

Kazakhstan can participate in the digital transformation agenda. Furthermore, it aligns with international discussions on equitable urban development and localized innovation pathways for smart urbanism.

Methodology

3.1. Brief Overview of the Study Areas (Shu, Ayagoz and Shalkar small cities)

These three cities have populations of less than 50,000 but serve as regionally important transit hubs. The introduction of smart technologies can

enhance their efficiency and improve the quality of life for residents. They have the potential to serve as effective pilot areas for testing the “small smart cities” concept.

These three cities are located in different regions of Kazakhstan, are small in size, have a transit role, and face infrastructure limitations. The railway direction and transport infrastructure are the main economic pillars in all three cities. This commonality makes them pilot areas for implementing “smart transport” and “smart infrastructure” technologies. The population ranges from 35,000 to 47,000, fully meeting the criteria of small cities.

Table 1 – Key Railway Small Cities in Kazakhstan: Roles and Challenges (compiled by the authors)

City	Role / Direction	Location	Population	Economy	Issues
Shu	Railway logistics, agro	Zhambyl Region, South Kazakhstan	About 40–45 thousand	Agriculture and transport hub. One of the important railway junctions in Kazakhstan.	Deterioration of urban infrastructure, low level of digital technology adoption.
Ayagoz	Railway, military	Abai Region (formerly East Kazakhstan Region), East Kazakhstan	About 37–40 thousand	Railway hub, military-social services, small trade, and agriculture.	Economic mono-structure, migration, and weak digital infrastructure.
Shalkar	Railway, transit services	Aktobe Region, West Kazakhstan	About 45–47 thousand	Based on railway transport, the logistics and service sectors dominate.	Infrastructure deterioration, youth migration to large cities, and a lack of digital services.

Their economies are all undiversified, which, while making them flexible for implementing Smart City solutions, may lead to challenges in financing and staff shortages. By introducing Smart solutions, it is possible to optimize transport and logistics, improve public safety and environmental monitoring, and enhance the quality of public services.

All of them face infrastructure deterioration, low levels of digital technology usage, and demographic pressure. These issues are not only obstacles to introducing smart solutions but also priority areas to address. For example, Shu city should integrate digital agriculture and transport logistics. Ayagoz city needs to improve military and civil security management systems. For Shalkar city, automating public services and optimizing transport routes are important.

Materials and methods

This study employs a mixed-methods research design to analyze the potential for developing small

smart cities in Kazakhstan. The approach combines quantitative spatial and statistical analysis with qualitative policy review and stakeholder insights, ensuring a comprehensive assessment of both measurable indicators and contextual governance factors. The methodology comprises three interrelated components: Smart City Readiness Index, Stakeholder Insights and Governance Challenges.

Smart City Readiness Index (SCRI) is an index that quantitatively assesses a city’s readiness to implement smart technologies based on several criteria. Typically, 5 to 7 key categories are used (see Table 2).

Stakeholder insights refer to the perspectives, expectations, and feedback of all parties affected by or involved in the smart city development process. These insights are critical for ensuring that implemented solutions are inclusive, accepted, and effective. According to this method, the evaluation criteria used in our research are presented in Table 3. Effective governance is essential for translating smart city visions into reality. However, small and

mid-sized cities often face specific governance-related obstacles. The evaluation criteria of this method used in our research are presented in Table 4. Each evaluation criterion is assessed using a 1–5

point scale (1 – Very Low; 2 – Low; 3 – Medium; 4 – Good; 5 – High). The average score of the results is used as the quantitative indicator of the evaluation.

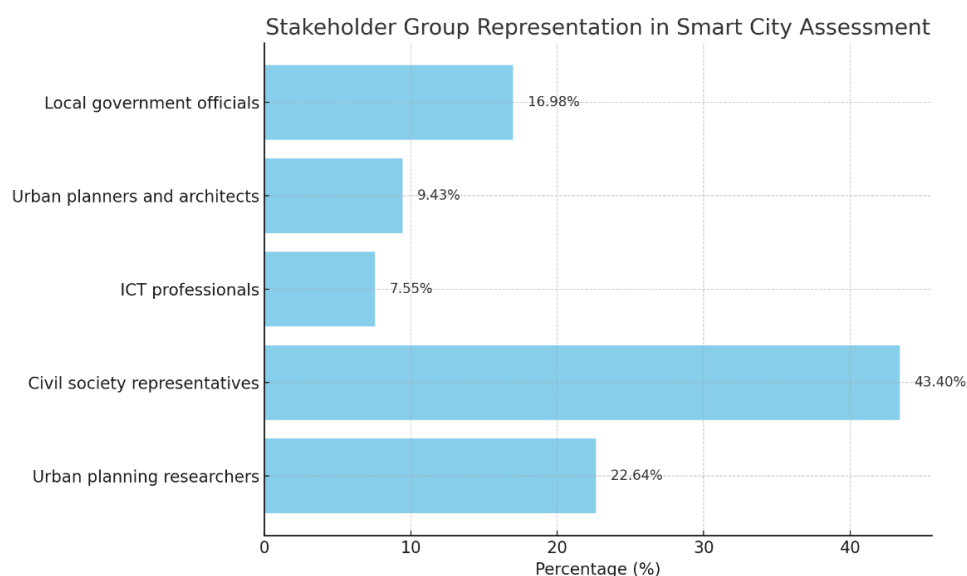


Figure 1 – Stakeholder Profile and Sample (compiled by the authors)

The main idea of this study emerged from the need to analyze the state of innovative development in small cities of Kazakhstan. Data collection was conducted over one week from May 18 to May 25, 2025. To gather relevant information for the chosen research direction, responses were obtained from 53 participants (including 9 Local Government Officials, 5 Urban planners and architects, 4 ICT professionals, 22 Civil society representatives and 12 Urban planning researchers) through a closed-end question survey (Figure 1). In addition, we reviewed several documents, including general reports and periodic reports prepared in recent years, for incorporation into the study.

Figure 1 illustrates the distribution of various stakeholder groups involved in the Smart City assessment process. A total of five stakeholder categories were considered, each contributing a different proportion to the overall composition. The analysis provides insight into the degree of inclusivity, balance, and interdisciplinary collaboration in the planning and evaluation of Smart City initiatives.

Civil Society Representatives (43.40%) form the largest share of the stakeholder mix. This suggests a strong commitment to community engagement and participatory governance. Public involvement

is crucial for ensuring that Smart City solutions are people-centered and address local needs.

Urban Planning Researchers (22.64%) are the second most represented group. Their inclusion implies a focus on evidence-based policy-making and sustainable urban development. It shows the integration of academic insights into practical planning.

Local Government Officials account for 16.98%, indicating a moderate presence. As policymakers and implementers, their involvement is essential, but they are not the dominant force in this dataset. This may reflect a collaborative or decentralized governance approach.

Urban Planners and Architects (9.43%) and ICT Professionals (7.55%) have the lowest representation. These technical experts play a vital role in designing infrastructure and implementing digital technologies. Their limited presence could signal a need for stronger integration of technical knowledge into Smart City projects.

Results and discussion

By integrating these methodologies, the research aims to provide a comprehensive analysis of the potential for developing small smart cities in Kazakh-

stan, offering actionable insights for policymakers, urban planners, and stakeholders involved in urban development.

1. Smart City Readiness Index

The Smart City Readiness Index, based on seven dimensions (Digital Infrastructure, Physical Infrastructure, Institutional Readiness, Economic Potential, Social Inclusion and Education,

Environmental Sustainability and Public/Private Partnership), revealed notable disparities among the case study cities. Table 2 presents the results of the evaluation of three small cities in Kazakhstan, Shu, Ayagoz, and Shalkar, based on the Smart City Readiness Index (SCRI). It includes the findings and facts identified based on the assessment of the survey participants.

Table 2 – Evaluation of SCRI for Three Small Cities: Shu, Ayagoz, and Shalkar (compiled by the authors)

№	Category / City	Shu	Ayagoz	Shalkar
1	Digital Infrastructure (Internet connectivity level, 4G/5G, Wi-Fi, IoT systems, digital platforms)	2	1	2
2	Physical Infrastructure (Transport system, energy, water, sewage, level of city infrastructure modernization)	2	2	2
3	Institutional Readiness (Digital transition of city management bodies, Smart City strategy, regulatory framework)	2	2	2
4	Economic Potential (Local economy, presence of digital business, startups, investment attractiveness)	3	2	2
5	Social Inclusion and Education (Digital literacy, IT education, accessibility of digital services for residents)	3	2	2
6	Environmental Sustainability (Waste management, energy saving, green transport, air quality monitoring)	1	1	1
7	Public/Private Partnership (Business community involvement in Smart projects, presence of PPP projects)	2	1	1
Total Score (max. 35)		15	11	12
Readiness Level (%)		43%	31%	34%

As far as Overall Readiness is concerned, Shu scores the highest overall with 15 points (43%), indicating relatively better preparedness for Smart City development. Shalkar follows with 12 points (34%), showing moderate readiness. Ayagoz ranks lowest with 11 points (31%), suggesting the greatest need for improvement (Table 2). Next, we will conduct a detailed analysis of each indicator presented in Table 2.

Digital Infrastructure: Shu and Shalkar score 2, showing moderate internet connectivity and digital platforms. Ayagoz scores 1, indicating limited digital infrastructure and low IoT integration.

Physical Infrastructure: All cities score 2, reflecting a moderate and similar level of urban infrastructure modernization.

Institutional Readiness: Each city scores 2, suggesting early efforts in digital governance, though frameworks remain underdeveloped.

Economic Potential: Shu leads with 3, indicating a stronger digital economy and investment appeal. Ayagoz and Shalkar score 2, reflecting moderate economic activity.

Social Inclusion and Education: Shu scores 3, showing better digital literacy and service access. Ayagoz and Shalkar score 2, indicating basic levels with room for improvement.

Environmental Sustainability: All cities score 1, revealing significant challenges in waste, energy, and air quality management.

Public/Private Partnerships (PPP): Shu scores 2, showing some business engagement in smart projects. Ayagoz and Shalkar score 1, indicating limited PPP development.

In conclusion, Shu demonstrates the highest overall readiness, particularly in economic potential, social inclusion, and PPP, which are crucial for smart city progress. Ayagoz lags in digital in-

frastructure and PPP, suggesting a need for focused investment and strategic partnerships. Shalkar performs slightly better than Ayagoz but shares similar weaknesses, especially in environmental sustainability and institutional readiness.

2. Stakeholder Insights

The following is a list of key evaluation criteria (indicators) for scientific research or project assessment under the Stakeholder Insights dimension. These criteria enable the evaluation of the role, perspectives, level of participation, and influ-

ence of various stakeholders in the implementation of Smart City initiatives. Table 3 presents the assessment results based on the responses of survey participants.

In general, Shu demonstrates the highest Stakeholder Insights with a score of 22/40 (55%), reflecting relatively stronger coordination, engagement, and support mechanisms. Ayagoz and Shalkar are at the same level with 14/40 (35%), indicating limited stakeholder participation and insufficient collaborative structures (Table 3).

Table 3 – Evaluation of Stakeholder Insights for Three Small Cities: Shu, Ayagoz, and Shalkar (compiled by the authors)

№	Indicators / City	Shu	Ayagoz	Shalkar
1	Mechanisms for interaction among stakeholders (Effective collaboration through councils, working groups, forums)	3	2	2
2	Level of public awareness and participation (Public awareness of Smart City initiatives and involvement in decision-making through online platforms and public hearings)	3	2	2
3	Level of investment, technological, or logistical involvement of business sectors in projects	3	2	2
4	Participation of universities and research institutions in providing scientific justification for Smart City projects	2	1	1
5	Involvement and support from international organizations (UNDP, ADB, ITU, etc.) in Smart City projects	2	1	1
6	Level of trust in the project's sustainability and transparency (based on quality communication, outcomes, and open data)	3	2	2
7	Availability of feedback channels that consider stakeholders' suggestions and opinions	3	2	2
8	Level of stakeholder agreement and interest in achieving shared goals related to Smart City projects	3	2	2
Total Score (max. 40)		22	14	14
Stakeholder Insights Level (%)		55%	35%	35%

Strengths of Shu: Shu leads across all indicators, especially in stakeholder interaction, public engagement, business involvement, transparency, and feedback mechanisms (all scoring 3). This reflects a moderately developed and inclusive governance environment with active participation from key sectors.

Common Weaknesses: All three cities show low academic (Indicator 4) and international (Indicator 5) involvement, with Shu scoring 2, and Ayagoz and Shalkar scoring 1. This highlights a significant gap in research-driven planning and global collaboration.

Challenges of Ayagoz and Shalkar: Both cities score 2 in six out of eight indicators, indicating limited stakeholder engagement, weak public participation, and underdeveloped feedback and business involvement structures. Their identical scores suggest similarly low levels of readiness.

Opportunities for Improvement: Shu should enhance ties with academia and international organizations. Ayagoz and Shalkar need to build stakeholder platforms, raise public awareness, and involve the private sector. All cities would benefit from better communication, feedback systems, and a unified strategic vision.

In summary, Shu is best positioned for Smart City initiatives thanks to stronger stakeholder collaboration. Ayagoz and Shalkar need focused efforts to improve engagement, particularly in research and international ties. All three cities should prioritize trust, communication, and inclusivity for sustainable Smart City development.

3. Governance Challenges

Identifying evaluation criteria related to Governance Challenges in the implementation of Smart City initiatives allows for a comprehensive assess-

ment of the key factors that influence the successful execution of such projects. Below, we will analyze the key evaluation indicators in this area based on the perspectives of survey respondents regarding the situation in the study region.

Overall, Shu demonstrates the highest governance readiness with a total score of 24/40 (60%), indicating relatively stronger institutional, financial,

and administrative capacity to implement Smart City initiatives. Ayagoz and Shalkar both scored 16/40 (40%), reflecting moderate governance readiness but significant limitations across all indicators (Table 4). Based on the assessments of the survey respondents, the strengths and weaknesses in the governance mechanisms of the selected small cities can be identified through the following descriptions.

Table 4 – Evaluation of Governance Challenges for Three Small Cities: Shu, Ayagoz, and Shalkar (compiled by the authors)

№	Indicators / City	Shu	Ayagoz	Shalkar
1	Institutional Alignment (Level of clear distribution of roles and responsibilities between central and local government bodies.)	3	2	2
2	Capacity of Local Government Authorities (Availability of human, technical, and organizational resources necessary for managing and implementing Smart City projects.)	3	2	2
3	Effectiveness of Financing Mechanisms (Availability and accessibility of sustainable funding sources for Smart City projects.)	3	2	2
4	Public-Private Partnership (PPP) Mechanism (Existence of legal and practical mechanisms for involving the private sector in projects.)	3	2	2
5	Digital Governance Practices (Level of implementation of open data, e-government, and smart governance tools.)	3	2	2
6	Monitoring and Accountability System (Availability of systems for monitoring project implementation, evaluating results, and reporting.)	3	2	2
7	Legislative Environment (Existence of a clear legal framework related to Smart City development, digital infrastructure, data security, etc.)	3	2	2
8	Political and Governance Stability (Availability of long-term continuity and political support for ongoing Smart City projects.)	3	2	2
Total Score (max. 40)		24	16	16
Governance Readiness Level (%)		60%	40%	40%

Key Strengths: Shu stands out with consistent scores (3 in all categories), indicating balanced institutional support and stability across governance dimensions. Ayagoz and Shalkar share identical scores (2 across all indicators), suggesting uniform governance gaps in leadership, resource allocation, and legal infrastructure.

Common Weaknesses: Both Ayagoz and Shalkar require significant improvements in enhancing intergovernmental coordination, strengthening local administrative and financial capacity, developing public-private partnership (PPP) frameworks, and expanding digital governance and transparency tools.

In brief, Shu is better positioned institutionally to launch and manage Smart City projects due to its stronger governance framework. Ayagoz and Shalkar lag and require targeted capacity-building measures, legal framework upgrades, and stron-

ger political support to enhance their readiness for Smart City transformation.

The findings of this study underscore the uneven readiness of small cities in Kazakhstan to embrace smart city initiatives. Among the three case studies, Shu demonstrates relatively higher preparedness due to stronger digital infrastructure, stakeholder engagement, and institutional support. This suggests that even within the category of small cities, localized strengths, such as transportation significance or historical development, can create favorable conditions for digital transformation. However, Ayagoz and Shalkar illustrate the structural and institutional barriers that many peripheral cities face. Their weak digital ecosystems, limited civic participation, and underdeveloped governance frameworks highlight the critical need for targeted policy support.

Another important observation is the lack of environmental sustainability and public-private

partnership mechanisms across all cities. This reflects a broader national challenge in integrating green technologies and inclusive economic collaboration into urban development plans. Moreover, the limited engagement of universities and international organizations suggests an untapped resource base for research, innovation, and capacity building.

Thus, the study emphasizes the necessity of a context-sensitive approach to smart city development, prioritizing local needs, existing capacities, and inclusive governance. Enhancing digital literacy, strengthening local institutions, and piloting scalable smart solutions in better-prepared cities like Shu could serve as strategic entry points for expanding the smart city model nationwide.

Conclusion

This study was aimed at assessing the potential for implementing the Smart City concept in small cities of Kazakhstan, using the cases of Shu, Ayagoz, and Shalkar to identify their respective levels of readiness and key challenges. Considering that digital urbanization trends in Kazakhstan have predominantly focused on major cities, this research is valuable in highlighting the untapped potential of smaller urban centers.

The findings derived from a mixed-methods approach demonstrate that Shu is significantly more prepared for Smart City transformation compared to the other two cities. Shu outperforms Ayagoz and Shalkar in terms of digital infrastructure, economic potential, and stakeholder engagement. It also exhibits relatively strong governance and institutional stability. Conversely, Ayagoz and Shalkar face notable issues, including institutional weakness, inadequate digital infrastructure, and low stakeholder participation.

All three cities recorded their lowest scores in environmental sustainability and public-private partnership (PPP) development—both of which are critical pillars of the Smart City model. Addition-

ally, the participation of universities and research institutions, as well as international collaboration, remains limited across all cities. This restricts the adoption of evidence-based and sustainable solutions.

To address these challenges, it is essential to enhance the capacity of local government bodies, implement digital governance practices, ensure stable financing mechanisms, and clarify the legal and regulatory framework. The experience of Shu suggests that effective coordination among stakeholders—citizens, businesses, local authorities, and academia—plays a pivotal role in the success of Smart City initiatives. Ayagoz and Shalkar require targeted efforts to strengthen these aspects.

The research concludes that digital transformation in Kazakhstan should not be confined to major cities but must be systematically extended to small and medium-sized urban centers. Accordingly, the study recommends the development of pilot projects tailored to regional specificities, the establishment of broad-based stakeholder partnerships, and the adoption of targeted policy interventions.

By aligning the Smart City concept with balanced territorial development, this study contributes both scientifically and practically to identifying viable pathways for achieving social, economic, and environmental sustainability in Kazakhstan's small cities.

Conflict of Interest Statement

The authors declare no potential conflicts of interest regarding the research, authorship, or publication of this article.

Acknowledgments

The author(s) received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article. We are grateful to our institutions. Also, many thanks to the anonymous reviewers for their helpful comments and guidance.

References

- Abdrassilova, G., & Aukhadiyeva, L. PRIORITY DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF REGIONAL ARCHITECTURE IN KAZAKHSTAN IN THE 21ST CENTURY.
- Berdibekova, A., Sadykova, G., Alpeissova, S., Parimbekova, L., & Zhanabayeva, Z. (2022). Prospects for the formation of a smart destination as a determining factor in the modernization of urban infrastructure and a means of sustainable urban tourism development in Kazakhstan. *Journal of Environmental Management & Tourism*, 13(8), 2222-2229.

- Ishaq, K., & Farooq, S. S. (2023). Exploring iot in smart cities: Practices, challenges and way forward. *arXiv preprint arXiv:2309.12344*.
- Ismagulov, N., & Chukubayev, Y. (2024). Sustainable Urban Development in Kazakhstan Through Innovative Approaches to Resource Management. *International Journal of Sustainable Development & Planning*, 19(12).
- Kogabayev, T., & Banerjee, S. (2024). Smart Governance in Kazakhstan: A Systematic Review and Analysis of Development, Challenges, and Future Directions. *Smart Cities and Regional Development (SCRD) Preprints*, 1(1).
- Martin, A., Balvanera, P., Raymond, C. M., Gómez-Baggethun, E., Eser, U., Gould, R. K., Guibrunet, L., Harmáčková, Z. V., Horcea-Milcu, A. I., & Koessler, A.-K. (2024). Sustainability-aligned values: exploring the concept, evidence, and practice. *Ecology and Society*, 29(4).
- Martin, J., Cantero, D., González, M., Cabrera, A., Larrañaga, M., Maltezos, E., Lioupis, P., Kosyvas, D., Karagiannidis, L., & Ouzounoglou, E. (2022). Embedded vision intelligence for the safety of smart cities. *Journal of imaging*, 8(12), 326.
- Mehmood, R., Yigitcanlar, T., & Corchado, J. M. (2024). Smart Technologies for Sustainable Urban and Regional Development. In (Vol. 16, pp. 1171): MDPI.
- Mishchenko, I., & Mishchenko, V. (2023). DIFFERENTIATED APPROACH TO FUNCTIONING AND DEVELOPMENT OF SINGLE-INDUSTRY TOWNS IN KAZAKHSTAN. *Journal of Economic Research & Business Administration*, 145(3).
- Mussabayeva, A., Mutaliyeva, L., & Yuzbasioglu, N. (2023). The effectiveness of technology use based on “Smart city” concept. *ECONOMIC Series of the Bulletin of the LN Gumilyov ENU*(1), 360-370.
- Nurbatsin, A., Kireyeva, A., Gamidullaeva, L., & Abdykadyr, T. (2023). Spatial analysis and technological influences on smart city development in Kazakhstan. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 8(2), 3012.
- Nyussupova, G., Kenespayeva, L., Tazhiyeva, D., & Kadylbekov, M. (2022). Sustainable urban development assessment: Large cities in Kazakhstan. *Urbani izziv*, 33(1).
- Omweri, F. (2024). A Systematic Literature Review of E-Government Implementation in Developing Countries: Examining Urban-Rural Disparities, Institutional Capacity, and Socio-Cultural Factors in the Context of Local Governance and Progress towards SDG 16.6. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 8(8), 1173-1199.
- Ruohomaa, H., Salminen, V., & Kunttu, I. (2019). Towards a smart city concept in small cities.
- Sakhatbekovna, T. M., Kamanaevna, M. K., Akbar, I., Zhaksybekkyzy, T. A., & Kazbekkyzy, M. Z. (2024). Sustainability of the Urban System Planning in Shu City, Kazakhstan: An Evaluation through Residents' Perception. *Chinese Journal of Urban and Environmental Studies*, 12(03), 2450013.
- Sargiotis, D. (2024). Smart Infrastructure for Sustainable Energy Consumption: Leveraging AI and Big Data. *Available at SSRN* 4789747.
- Satterthwaite, D. (2021). Sustainable cities or cities that contribute to sustainable development? In *The Earthscan reader in sustainable cities* (pp. 80-106). Routledge.
- Sharifi, A., Allam, Z., Bibri, S. E., & Khavarian-Garmsir, A. R. (2024). Smart cities and sustainable development goals (SDGs): A systematic literature review of co-benefits and trade-offs. *Cities*, 146, 104659.
- Tan, S. Y., & Taeihagh, A. (2020). Smart city governance in developing countries: A systematic literature review. *Sustainability*, 12(3), 899.
- Urdabayev, M., Kireyeva, A., Vasa, L., Digel, I., Nurgaliyeva, K., & Nurbatsin, A. (2024). Discovering smart cities' potential in Kazakhstan: A cluster analysis. *Plos one*, 19(3), e0296765.
- Wang, K., Zhao, Y., Gangadhari, R. K., & Li, Z. (2021). Analyzing the adoption challenges of the Internet of things (Iot) and artificial intelligence (ai) for smart cities in china. *Sustainability*, 13(19), 10983.
- Турданова, М., Муздыбаева, К., Искакова, Р., & Акбар, И. (2024). Монокалалардың инновациялық дамуына әсер етуші факторларды талдау: Жамбыл облысы, Шу қаласы мысалында. *Вестник КазНУ. Серия географическая*, 73(2).
- Усенов, Н., Салимжанов, Н., Лайсханов, Ш., Исаков, Е., & Килыбаев, Т. (2024). Assessment of opportunities for socio-economic sustainable development of small towns in Jambyl oblast. *Вестник КазНУ. Серия географическая*, 73(2), 98-110.

Авторлар туралы мәлімет:

Турданова Малика Сахатбековна – докторант, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті (Алматы, Қазақстан, e-mail: turdanovams@gmail.com);

Мүздыбаева Қарлығаш Қаманаевна – география ғылымдарының кандидаты, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті (Алматы, Қазақстан, e-mail: muzdybayeva.k@gmail.com);

Месут Доған – профессор, философия докторы, Стамбул университеті, Әдебиет факультеті (Стамбул, Түркия, e-mail: esutan@istanbul.edu.tr);

Information about the authors:

Turdanova Malika Sakhatbekovna – doctoral student, Kazakh National Pedagogical University named after Abay (Almaty, Kazakhstan, e-mail: turdanovams@gmail.com);

Muzdybaeva Karlygash Kamanaevna – candidate of geographical sciences, Kazakh National Pedagogical University named after Abay (Almaty, Kazakhstan, e-mail: muzdybayeva.k@gmail.com);

Mesut Dogan – professor, Doctor of Philosophy, Adebiiyet Faculty, Istanbul University (Istanbul, Turkey, e-mail: eatasoy@uludag.edu.tr).

Информация об авторах:

Турданова Малика Сахатбековна – докторант, Казахский национальный педагогический университет имени Абая (Алматы, Казахстан, e-mail: turdanovams@gmail.com);

Муздыбаева Карлыгаи Каманбаевна – кандидат географических наук, Казахский национальный педагогический университет имени Абая (Алматы, Казахстан, e-mail: muzdybayeva.k@gmail.com);

Месут Доган – профессор, доктор философии, Адебиет Факультет, Университет Стамбул (Стамбул, Турция, e-mail: eatasoy@uludag.edu.tr).

Received: April 12, 2025

Accepted: May 30, 2025

R. Zh. Kelinbayeva* , **B.K. Sarsenova** , **Ch.B. Zhumagulov** ,
Z.A. Tolekov , **S.K. Kassymgaliyev** 

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: zhar80@mail.ru

THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN IN THE INTERNATIONAL LABOUR MIGRATION SYSTEM

In this paper the theoretical and methodological aspects of migration processes research, focusing specifically on “labour migration” are examined, theories of migration of population and workforce by domestic and foreign scholars are analyzed. Historical periods of the development of labour migration in Kazakhstan and the main trends of external labour migration in the modern era are discussed. The characteristics, motives, distinctive features, types, and indicators of labour migration are highlighted. Special attention is given to identifying the primary reasons and factors of external labour migration. The directions of migration in Kazakhstan and the main sectors attracting foreign labour are analyzed. External labour migration in Kazakhstan is presented as a result of socio-economic development and implemented migration policies. As a result of the study, it is concluded that Kazakhstan is a recipient country within the post-Soviet space; with its labour market being supplemented by foreign labour and low-skilled labour immigrants primarily from Central Asian countries. A notable feature of the flow of labour migration from Central Asian republics to Kazakhstan is a high proportion of illegally employed among them. At the same time, one of the significant trends in external labour migration is the decrease in the emigration of compatriots alongside a substantial outflow of skilled professionals, in other words “brain drain.” It is noted that despite the existence of numerous scientific studies on migration, the aspects of labour migration in the Republic of Kazakhstan remains insufficiently presented.

Key words: population migration, labour migration, labour market, Republic of Kazakhstan, foreign labour force.

Р.Ж. Келинбаева*, Б.К. Сарсенова, Ч.Б. Жумагулов,
З.А. Толеков, С.К. Касымғалиев

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

*e-mail: zhar80@mail.ru

Қазақстан Республикасы халықаралық еңбек көші-қон жүйесінде

Бұл жұмыста көші-қон үдерістерін, атап айтқанда «еңбек көші-қонын» зерттеудің теориялық-әдіснамалық аспектілері қарастырылады. Отандық және шетелдік ғалымдардың халық пен еңбек көші-қоны теориялары талданады. Қазақстандағы еңбек көші-қонының тарихи кезеңдері және қазіргі кезеңдегі сыртқы еңбек көші-қонының негізгі үрдістері зерттеледі. Еңбек көші-қонының ерекшеліктері, көші-қонға түрткі болған мәселелері, айрықша қасиеттері, түрлері мен белгілері ашып көрсетіледі. Сыртқы еңбек көші-қонының негізгі себептері мен факторларын анықтауға ерекше көңіл бөлінген. Қазақстандағы көші-қон бағыттары мен шетелдік жұмыс күшін тартудың негізгі салалары талданады. Қазақстандағы сыртқы еңбек көші-қоны – әлеуметтік-экономикалық дамудың және жүзеге асырылып жатқан көші-қон саясатының нәтижесі ретінде ұсынылған. Зерттеу нәтижесінде Қазақстан посткеңестік кеңістіктегі донор ел емес, реципиент ел екені анықталды; Қазақстанның еңбек нарығы шетелдік жұмыс күшімен және негізінен Орталық Азия елдерінен келген біліктілігі төмен еңбек иммигранттарымен толығып отырады. Орталық Азия республикаларынан Қазақстанға еңбек мигранттары ағынының ерекшелігі – олардың көпшілігінің заңсыз жұмыс істеуі. Сонымен қатар, сыртқы еңбек көші-қонының негізгі үрдістерінің бірі – білікті кадрлардың айтарлықтай кетуі аясында отандастардың эмиграциясы көлемінің азаюы, яғни «ақыл-ойдың сытылуы» үдерісі. Еңбек көші-қоны мәселелеріне арналған ғылыми еңбектердің көптігіне қарамастан, Қазақстан Республикасындағы еңбек көші-қоны аспектілерінің зерттелуі жеткіліксіз екендігі атап өтіледі.

Түйін сөздер: халықтың көші-қоны, еңбек көші-қоны, еңбек нарығы, Қазақстан Республикасы, шетелдік жұмыс күші.

Р.Ж. Келинбаева*, Б.К. Сарсенова, Ч.Б. Жумагулов,
З.А. Толеков, С.К. Касымғалиев

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан
*e-mail: zhar80@mail.ru

Республика Казахстан в системе международной трудовой миграции

В работе рассматриваются теоретико-методологические аспекты исследования миграционных процессов, в частности, «трудовой миграции», проанализированы теории миграции населения и рабочей силы отечественных и зарубежных ученых. Рассматриваются исторические периоды развития трудовой миграции в Казахстане, а также основные тенденции внешней трудовой миграции на современном этапе. Раскрываются особенности, мотивы, отличительные свойства, виды и признаки трудовой миграции. Особое внимание уделяется определению основных причин и факторов внешней трудовой миграции. Проводится анализ их направлений в Казахстане и основных сфер привлечения иностранной рабочей силы. Внешняя трудовая миграция в Казахстане представлена как результат социально-экономического развития и проводимой миграционной политики. В результате исследования выявлено, что Казахстан является страной-реципиентом на постсоветском пространстве; рынок труда Казахстана пополняется иностранной рабочей силой и трудовыми иммигрантами с низкой квалификацией, в основном из стран Центральной Азии. Характерной особенностью потока трудовых иммигрантов из республик Центральной Азии в Казахстан является высокая доля среди них нелегально занятых. Вместе с тем, одной из основных тенденций внешней трудовой миграции является сокращение объема эмиграции соотечественников на фоне существенного оттока квалифицированных кадров, иначе говоря «утечки умов». Отмечается, что несмотря на наличие значительного количества научных трудов, посвященных изучению миграции, проработанность аспектов трудовой миграции в Республике Казахстан представлена недостаточно.

Ключевые слова: миграция населения, трудовая миграция, рынок труда, Республика Казахстан, иностранная рабочая сила.

Introduction

As of 2024, according to the data of the United Nations, there are more than 284.5 million migrants worldwide. Among these, according to the estimates of the International Labour Organization (ILO), 255.7 million are of working age (15 years and older), with over 167.7 million being labour migrants which is over 30 million higher than in 2013. (ILO global estimates on international migrants in the labour force). According to the World Bank data, the volume of remittances sent by migrants to low- and middle-level income countries reached \$669 billion in 2023. (<https://data.worldbank.org/>).

The migration flow happening in the world is driven by differentiation of socio-economic development of countries.

Migration is driven by two factors: “pull” – higher salary and level of working conditions as well as “push” – socio-economic problems in their home countries. In the developed countries foreign labour resources have become a common occurrence, while emigration has turned into one of the main ways to improve welfare level for the citizens of developing countries.

International migration, regardless of its type, brings significant changes in the lives of both re-

ceiving and sending countries. Developed countries strive to use migration as a key factor in advancing national human capital, the economy, and the social sphere. Thanks to the specialists who arrived, the spheres of high-tech, science and medicine are developing; those who arrived for the educational purposes are sources of financial income for educational institutions, and low-skilled immigrants are in demand in the sphere of small and medium-sized businesses, reducing labour costs.

At the same time, increasing the scale of international labour force migration caused a series of serious problems, including an increase of interethnic tensions, growth of crime among migrants, and shadow income, as well as aggravation of the situation with drug trafficking and other offenses. These processes negatively affect the development of society, triggering larger-scale destructive processes such as interethnic conflicts, a rise in political tensions, and so on. (<https://lk.msu.ru/>).

For effective societal governance and the implementation of efficient socio-economic policies, it is essential to be able to orientate in the scale of migration flows and the composition of migrants, as well as to identify the factors driving migration and determine its consequences. Migration is characterized by an immediate response to political and so-

cio-economic changes in society. At the same time, migration impacts the change of the structure and size of the population, demographic processes, ethnic composition, as well as the lifestyle and standard of living of the population.

The active participation of the Republic of Kazakhstan in the system of international relations, increased investments in the country's economy, the active growth of domestic business, the rise in the average wage level, significant interest from entrepreneurs in inexpensive labour, and many other factors are driving the continued growth in the number of incoming labour force to the republic. Labour migration, which was previously characterized by a change in permanent residence for work purposes, is now represented by a growing share of labour force arriving for temporary and seasonal work. At the same time, the geographical scope of this type of migration is expanding. Today, the Republic of Kazakhstan is simultaneously one of the major centers of labour migrant inflow, as well as a supplier of labour force to other countries' markets.

Materials and methodic

The study of labour migration included several successive stages and the application of specific methods.

A review of domestic and foreign literature on the research topic was conducted, including scientific literature, academic journals, statistical reports, internet resources, and databases dedicated to labour migration, which allowed for the systematization of the results of previous studies and academic works to identify key aspects of labour migration in the Republic of Kazakhstan.

Primary statistical material collection, data grouping, and subsequent analysis of statistical information, which was carried out using methods such as generalized indicators, tabular and graphical methods, took place. To calculate indicators of population's migration flow, identify their patterns, integrate characteristics and summarize data the methods of direct accounting, calculation based on registration data, assessment of migration balance and etc.

For the analysis and formation of the statistical database, official data were used from the Bureau of National Statistics of the Republic of Kazakhstan, the information-analytical system "Taldau," the Ministry of Labour and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan, the Migration Service Committee of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Kazakhstan, data from

the World Bank Group on post-Soviet countries and Kazakhstan, the International Labour Organization, the International Organization for Migration and others. Data collection was conducted both across Kazakhstan as a whole and by regions and cities of the republic, and for comparative analysis of international trends, data from the countries of Eurasian space were used, which allowed for a more accurate understanding of the phenomenon of labour migration in the country.

Given the lack of detailed data on labour migration, caused by widespread illegal migration, the limited data from certain countries, the mobility of migrants, and etc., the indicators of the volume of international personal remittances, which are indexes for labour migration volumes, were used. Strong and weak sides of the current labour migration system were identified with the help of SWOT analysis.

Thus, the combination of analysis of literary and statistical methods made it possible to obtain a comprehensive understanding of the development of labour migration on the territory of the Republic of Kazakhstan. The results of the study and the conclusions drawn can serve as a basis for developing migration policy and strategies for managing migration processes, as well as for improving mechanisms for regulating and supporting labour migrants in the country.

Literature review

Migration is one of the pressing issues of the global community, that plays an important role in the matters of globalization of regions, and its study always attracts the interest of researchers from various fields.

The numerous theories of labour migration from Western scholars that were developed over the past century and a half indicate a sustained interest in its study and the growing importance of the role of migration in the life of society. The economic-stimulating aspect of international labour migration was highlighted as early as the mid-20th century in the works of several scholars, who, in their theoretical concepts, considered the role of migration as a factor in the development of receiving and sending countries.

The theory of human capital (J. Becker, H. Clarke) considers the development of human resources as a type of investment. According to this theory, education and science are the driving forces of a development of a country, while migration impacts an individual's personality and psycho-emotional state. In the New economic theory of migra-

tion (O. Stark, E. Taylor), the purpose of migration is not only income generation but also the reduction of risks associated with underdeveloped labour markets in the migrant's home country. The theory of labour market segmentation and dual labour markets (M. Piore, A. Port) examines the dual segmentation of labour markets in industrial and post-industrial countries: citizens work in high-paying sectors, while foreign labour occupies low-paying sectors. In the neoclassical theory (J. Harris, M. Todaro), labour force migration is explained by economic disparities between countries and differences in wage levels. (Piore, 1979), (Elmesov, 2021), (Sergazin et al., 2023).

The "pull-push" theory (E. Lee) explores the forces that push migrants away from the country and the forces that attract them to developed countries. Factors influencing migration include the economic development of a country, the quality of life of the population, the availability of opportunities for talent development, and other aspects. (Everett, Lee, 1966).

The theory of social capital (D. Massey, L. Goldring) emphasizes return migrants and their influence on the local labour market. "Social capital" refers to various governmental, public, and commercial institutions that can act as "intermediaries" between migrants. These institutions may include employers or organizations that fulfill work orders. (Douglas et al., 1993).

Within the sociological approach to studying labour migration, the "migration networks" theory by D. Massey is highlighted. In this theory the influence of established close social relationships (kinship, clan, and others) on the migration motivation of economically active population is explained.

An extension of the migration networks theory is the theory of cumulative causations. The existence of stable network connections contributes to the self-perpetuation of migration processes, which leads to the inertia of migration flows and the possibility for society to resist restrictive migration policies.

In the concept of a new international economic order (W. Bohning, J. Bhagwati), the development of a "comprehensive and fair compensation mechanism" for countries, where workforce emigrates from, is considered. The authors focus on the qualitative characteristics of labour migrants and the negative consequences of mass emigration of highly skilled labour from developing countries.

The theory of migration systems offers an interdisciplinary approach to migration processes as a constant connection between donor countries and

recipient countries. The founders of this concept are considered to be Michael Cretu, Helen Zlotnick and others, who actively developed the theory in the 1990s (Zlotnik, 1992).

All theories demonstrate a certain continuity—authors build on the experience of previous scholars, most of whom focus on push-and-pull factors as well as Ravenstein's laws (Ravenstein E, 1985). Migration theory responds to general scientific trends such as the mathematical modeling of the 1960s, globalization, the gender approach, and others.

Significant contributions to the development of theoretical and methodological approaches to studying population and labour migration in the context of a market economy have been made by Russian and Soviet authors such as T. I. Zaslavskaya, V. A. Iontsev, V. I. Perevedentsev, L. L. Rybakovsky, and A. V. Topilin. In the works of O. D. Vorobyeva, G. I. Glushchenko, Z. A. Zayonchkovskaya, T. D. Ivanova, S. V. Ryazantsev, A. G. Vishnevsky, E. M. Andreeva, O. A. Kozlova, and others the socio-demographic and economic aspects of preparing and implementing state socio-economic policy, state regulation of migration, and its legal framework are analysed. In the works of A. V. Dmitriev, A. I. Kuzmin, N. P. Neklyudova, V. A. Ponomarev, K. O. Romodanovsky, and P. Yu. Strovskiy specific aspects of the problems associated with regulating external labour migration are addressed (Bobilev, 2009, 10, p.73). The management of labour resources, the preservation and accumulation of human capital, and the development and utilization of labour potential are explored in the works of N. A. Belkina, R. I. Kapelyushnikov, A. G. Korovkin, N. M. Rimashchevskaya, I. V. Soboleva, and A. Kh. Makhmutov. (Yakshibayeva et al., 2016). Researcher E. Yu. Sadvovskaya's studies focus on trends in illegal migration in Kazakhstan and Central Asia.

The founders of migration and demographic science within modern domestic political science include M. B. Tatimov, N. V. Alekseenko, and A. B. Galiyeva. Among representatives of domestic science, migration issues are addressed in the works of prominent Kazakhstani scholars and researchers such as R. B. Absattarov, E. M. Ishmukhamedov, K. E. Narmatov, N. V. Romanova, T. S. Sadykova, I. S. Sarsenbayev, and K. L. Syroezhkin.

Among researchers of modern migration processes in Kazakhstan, F. G. Alzhanova, G. N. Nyusupova, A. A. Kenzhegalieva, B. Sagintayev, T. Sletneva, and others can also be highlighted. Their works cover various aspects of migration in Kazakhstan, including internal and external migration, regional economic development, demographic

processes, and the socio-economic consequences of migration flows. These studies explain the demographic, social, economic, and cultural aspects of migration, as well as the impact of these processes on society (Alzhanova, 2023), (Nyussupova, 2007), (Nyussupova et al., 2023) (Duisen G.M., 2024).

Overall, the issue of labour migration requires the joint efforts of political scientists, economists, sociologists, demographers, and others, necessitating an interdisciplinary approach to the study of migration processes in general (Elmesov R., 2021). At the same time, despite the large number of studies in the field of external labour migration, several issues require in-depth and complex examination of this process, as well as scientific explanation and justification of approaches to optimizing state governance from the perspective of the country's modern socio-economic development.

Results and discussions

Labour migration refers to the movement of people within a country or between countries for the purpose of employment. According to the modern definition by the United Nations, a labour migrant is “a person who will engage, is engaging, or has engaged in payed activity in a state of which they are not a citizen” (<https://www.un.org/ru/documents>). Today, it is known that the majority of migration processes worldwide are driven by labour migration. This is because the movement of the working population between countries is motivated by the search for higher wages and the desire to improve their socio-economic status. Unlike other types of migration, labour migration maintains a continuous connection between the migrant and their homeland.

Thus, in modern relations, migration processes are a critically important issue for human life. This concept requires special attention in both domestic and international studies, as well as a clear definition of its place and role in international political and social matters. The issue of migrants is so significant that it can transform society as a whole, and therefore, it must be taken into account in state governance, regulation, and societal development.

Mass migration of population in the second half of the 20th century is a significant phenomena in the life of the global community. International (external) migration manifests itself in various forms: labour, family, tourism, and others. Labour migration has become an integral part of the process of internationalization of global economic life. Each country strives to effectively utilize labour resources not only within its national economy but also in the global economy. The international labour market is formed based on the migration of the workforce.

International labour migration is one of the complex elements of international economic relations, primarily because this process involves people, as opposed to the exchange of goods or movement of capital.

Most scholars distinguish two different types of labour migration: economic and non-economic. Non-economic reasons include political, national, religious, family-related, and other factors. This encompasses the unification and dissolution of states, natural disasters, wars, ecological causes, and personal circumstances. Economic reasons are related to the varying levels of economic development of countries. Labour force moves from countries with lower living standards to those with higher ones. In this case, migration is often driven by differences in wage conditions (Figure 1) (Bauer, 2022).

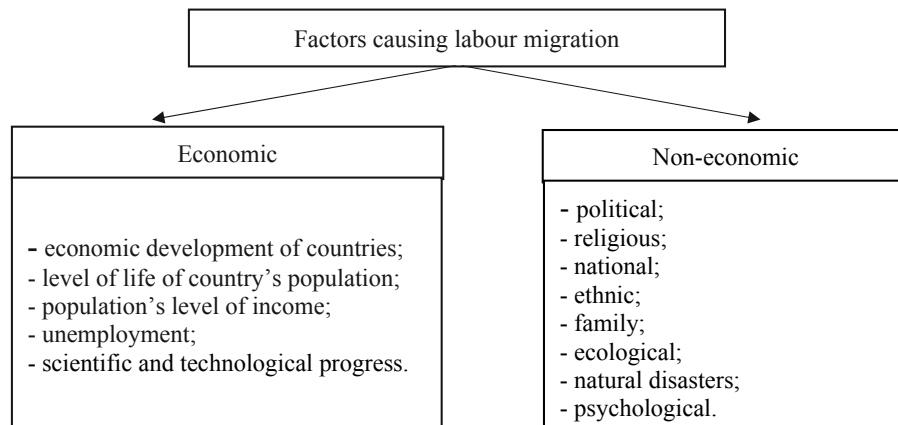


Figure 1 – Factors causing labour migration (Bauer M, 2022).

A key economic factor affecting migration of labour resources is unemployment in certain less developed countries. The inequality in the global economic structure which is expressed in better living and work standards in countries with high economic potential on one hand, and high unemployment and low income in home country on the other, trigger migration flows of population. At the same time influence of multinational corporations on the migration is great through the integration of labour capital, relocation of workforce and capital into regions with surplus labour for increasing the effectiveness of the economy.

In the last decades, process of globalization and the tightly connected to it “information revolution” have strongly influenced the formation of migration flows. As a result, potential workers are increasingly interested in moving abroad. In turn, employers not only have the opportunity to gain additional profits from employing foreign workers but in practice are also compelled to adhere to the strict logic of competition. A distinctive feature of the current stage of international labour migration is the diversification of its qualitative composition. The majority of foreign workers represent hired agricultural and industrial labour, primarily performing low-skilled labour. A specific set of professions characteristic of migrants has formed in leading developed Western countries. These are typically jobs involving heavy physical labour, monotonous tasks, health hazards, and roles that do not require specialized education (e.g., loaders, cleaners, assembly line workers, etc.). Such niche is taken by work migrants even despite unemployment this professions are not in demand by the local population (Zabirova, 2003). Kazakhstan, being a member of the international community, is actively involved in these global migration processes.

The history of labour migration in Kazakhstan reflects the dynamic changes in the country’s economy, politics, and society over several decades. It encompasses the periods of the Soviet Union, the attainment of independence, and the modern era characterized by globalization and economic integration.

Collectivization and Industrialization: In the 1920s–1930s, Kazakhstan became a key region for Soviet industrialization. During this time, large-scale resettlement of populations from other regions of the Soviet Union occurred for work on industrial projects and in agriculture due to the projects of collectivization and creation of state farms (sovkhozes) and collective farms (kolkhozes). There were also

instances of forced relocation of ethnic groups (Germans, Chechens, Ingush, and others) to Kazakhstan. The construction of major infrastructure projects and factories was often carried out using forced labour from GULAG prisoners, further contributing to the migration of labour to the region.

Post-War Period (1950–1980s). In 1954, a large-scale campaign to develop virgin lands began, within which hundreds of thousands of people from the European part of the USSR to Kazakhstan were brought to advance agriculture. This was one of the largest migration campaigns, in which volunteers, Komsomol members, and other citizens took part. During this period, Kazakhstan became one of the USSR’s industrial hubs, attracting workers to metallurgical plants in Temirtau and Karaganda and to the development of mineral deposits. The mass migration of labour led to significant alterations of Kazakhstan’s demographic structure, increasing the population of Russians, Ukrainians, Belarusians, and other ethnic groups.

- **Return of Ethnic Kazakhs (1990–1991):** During this period, the was launched, aimed at Repatriation of ethnic Kazakhs (1990-1991) from Uzbekistan, Mongolia, China, and other countries, which was facilitated by “Nurly Kosh” state program for integrating into Kazakh society.

- **Independence Period (from 1991).** Was characterized by significant economic challenges and decrease of social protection in the country as a result of the collapse of centralized planning system. It lead to an increase of unemployment, mass migration in search of employment abroad.

- **Stabilization and Economic Growth (2000–2010s):** In the early 2000s, Kazakhstan experienced economic growth driven by the development of the oil and gas sector. This attracted foreign specialists and workers for work in the oil and gas industry.

- **Modern Period (2010–Present):** Since the 2010s, Kazakhstan has actively worked on improving the system of regulation of labour migration and its legal framework. New laws and agreements have been adopted to protect the rights of labour migrants, facilitate their integration, and improve their working and living conditions (Zayonchkovskaya T, 2007). Kazakhstan’s accession to the Eurasian Economic Union (EAEU) in 2015 has also facilitated increase of migration flows and labour market integration, simplifying migration for workers from member countries. Kazakhstan works with aim to attract highly skilled specialists, creating conditions for their work activity which is reflected in the Concept of migration policy for 2023-2027 (Concepts

of migration policy of the Republic of Kazakhstan, 2022).

In recent years, it can be noted that Kazakhstan has become increasingly active in attracting foreign labour. This trend is supported by data from the World Bank on remittance flows to and from Kazakhstan between 2010 and 2023, as illustrated in

Figure 2. The volume of remittance from the republic consistently exceeded the value of remittances into the republic by an average factor of 10. However, data show a slight decline in the value of remittances from Kazakhstan starting in 2015, accompanied by a simultaneous increase in the value of remittance into the country.

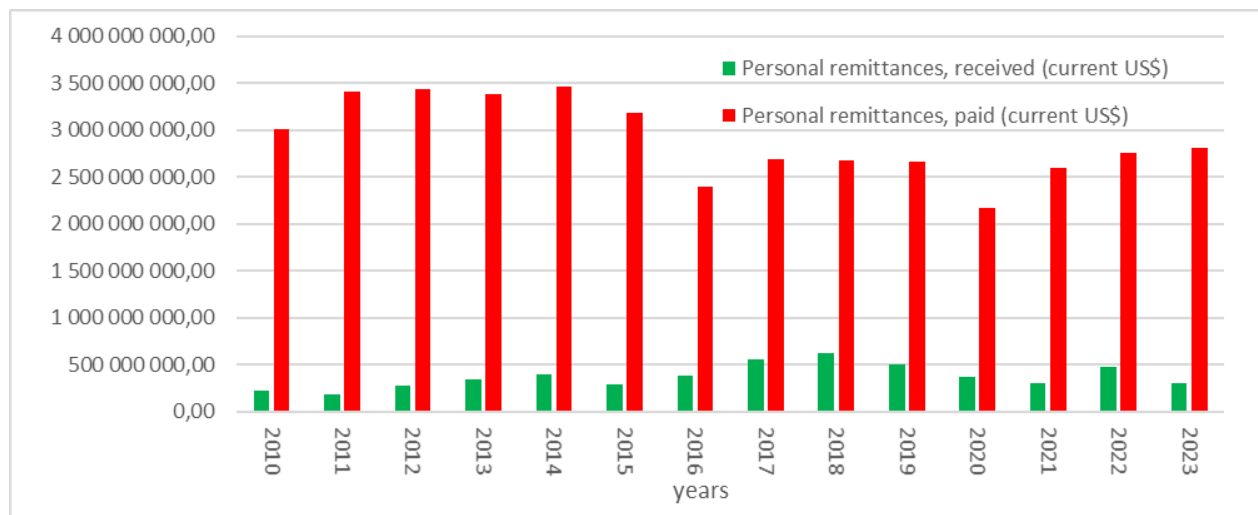


Figure 2 – Volumes of remittances from and to Kazakhstan for 2010-2023 гг. (USD)

Note: compiled by authors based on the source (<https://data.worldbank.org/>).

A comparative analysis of remittance inflows and outflows in 2023 among CIS countries also confirms Kazakhstan's role as a recipient country for labour immigrants (Figure 3). As shown in Figure 3, in 2023, Ukraine (\$14,967 million) and Uzbekistan (\$14,169 million) ranked as the top countries in terms of remittance inflows. Tajikistan held the third position (\$4,634 million), followed by Georgia (\$4,201 million). Kazakhstan ranked last in terms of remittance inflows in 2023, with \$304 million.

The picture is entirely different when it comes to remittance outflows: here Kazakhstan is ranked second, surpassed only by the Russian Federation. The data on the chart clearly show a significant excess of remittance outflows (\$2,809 million) from Kazakhstan over inflows (\$304 million) to the country. Kazakhstan stands as the only country in the CIS

space with significant excess of outflow remittance. Thus, Russia and Kazakhstan are main recipients of labour immigrants within the Post-Soviet region, simultaneously remaining donor countries. However, in proportional comparison to Russia, Kazakhstan is relatively more of a foreign labour force recipient country than a donor country.

When analyzing remittance flows, it is essential to consider their share in the GDP of recipient countries, i.e., their impact on national economies (Figure 4). The data in the chart indicate that in some post-Soviet countries, remittances in 2023 accounted for a significant portion of their GDP: in Tajikistan – 38.4%, in Kyrgyzstan – 20.4%, in Uzbekistan – 13.9%, and in Georgia – 13.7%. Notably, the contribution of remittances to Tajikistan's economy exceeds the revenue from the export of domestic goods to global markets (Rahmonov, 2022).

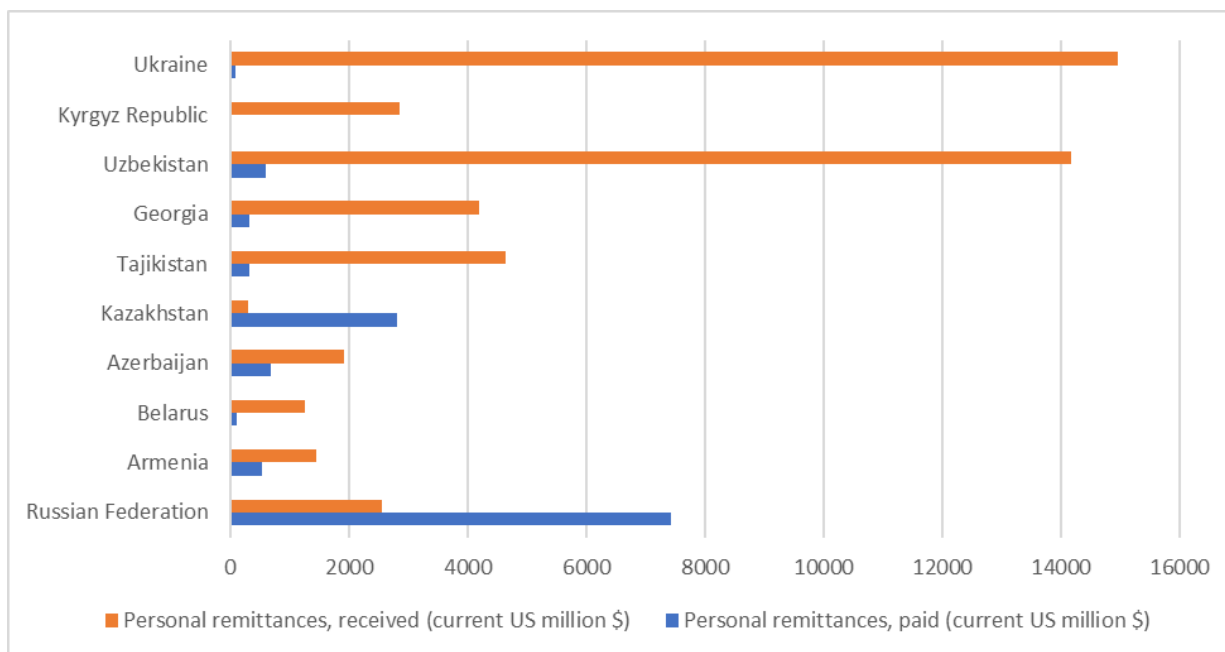


Figure 3 – Volumes of remittances from and to Kazakhstan for 2010-2023 rr (USD)

Note: compiled by authors based on the source (www.gov.kz/memleket/entities)

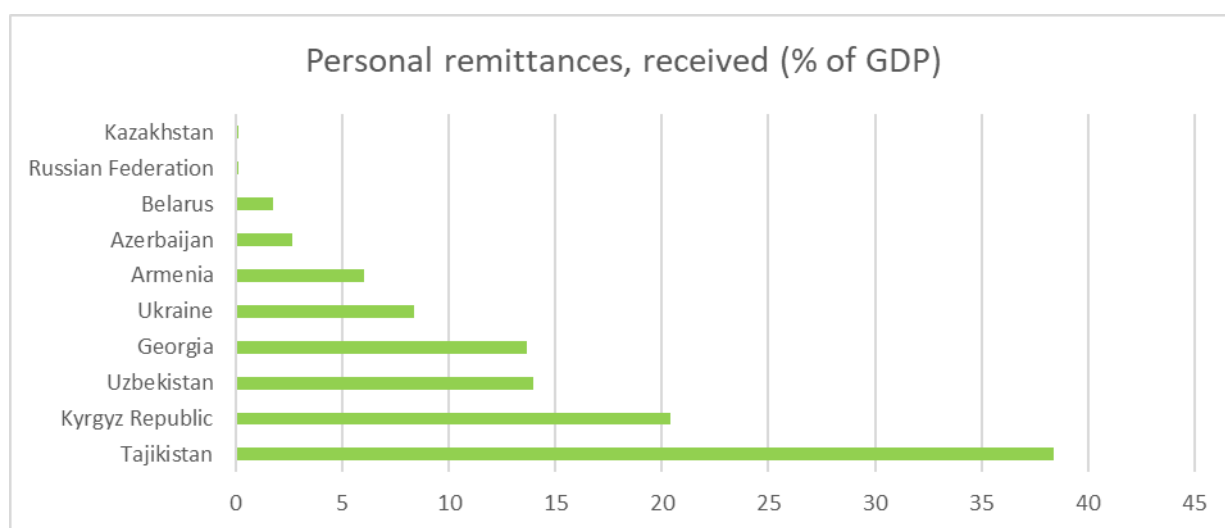


Figure 4 – Inflow of remittances as a share of GDP among countries in the post-Soviet space in 2023, million USD

Note: compiled by authors based on the source (<https://data.worldbank.org/>)

Remittances take a significant place and play a positive role in the formation of national economy of these countries. Most other them are also primarily donors on both global and regional scale. In Kazakhstan, however, the share of remittances in GDP was only 0.1% – the lowest figure not only among Central Asian countries but across the entire post-Soviet space. Kazakhstan changed the direction and

position in the system of international migration of the global labour market from an exporter (primarily to Russia) to an importer of labour (mainly from Tajikistan, Uzbekistan, and Kyrgyzstan). This is evidenced by the fact that remittances from Kazakhstan began to significantly exceed remittances sent into the country from abroad. Among neighbouring countries, a similar trend is observed in Rus-

sia, which has traditionally been a labour importer. Thus, during the 2000s, a regional (or Central Asian) migration subsystem began to form within the Eurasian migration system. Within this subsystem, Kazakhstan acts as a recipient country, while other countries in the region function as donor countries of labour force. This situation has arisen thanks to the rapid economic growth in Kazakhstan, which nowadays is a regional economic leader and a center of economic attraction in the region (Rakhmetova et al., 2024).

As of start of 2024, according to data from the Ministry of Labour and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan, 12,882 foreign citizens are working on the territory of Kazakhstan as per set quota. Of these, 65% hold work permits across various categories, ranging from executives to skilled workers and specialists.

In 2022, approximately 400,000 foreign citizens arrived in Kazakhstan for work, of which the largest amount are migrants from Uzbekistan (200,000 people), Kyrgyzstan (40,000), and Tajikistan (35,000).

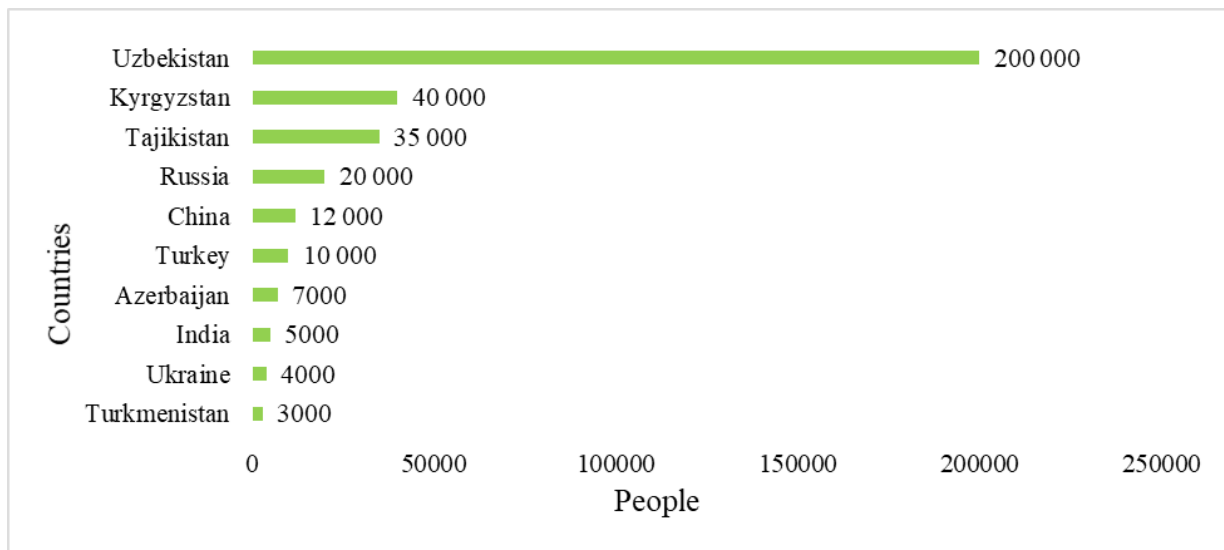


Figure 5 – Number of labour immigrants arriving to Kazakhstan by country of arrival, 2022
([http: www.gov.kz/memleket/entities](http://www.gov.kz/memleket/entities))

Unfortunately, in both Kazakhstan's and UN (DESA) statistics there is no official data on the profile, experience and reasons for stay of labour migrants which complicates the understanding of the labour migration phenomenon in the country.

The regional distribution of labour migrants in Kazakhstan is shaped by several factors. Economic factors, such as the development of the oil and gas, mining, and agricultural industries, create a high demand for labour, attracting immigrants. Unity and similarity of linguistic, historical and cultural environment, alongside the geographic proximity of Central Asian countries and Kazakhstan, ease the process of migration. Additionally, stability in geopolitical aspect, developed system of social support and legal protection of labour migrants make Kazakhstan more attractive to workers from neighboring countries.

Kazakhstan's southern regions border with Uzbekistan and Kyrgyzstan, while the northern and western regions border Russia, which influences the flows and distribution of labour migrants across the territory of the republic.

In 2023, the highest number of international labour migrants settled in the following regions: Almaty city (27%), Mangystau Region (23%), Astana city (15%), Almaty Region (13%), and Karaganda Region (5%). The main cities attracting labour migrants include Almaty, Shymkent, Aktau, Atyrau, Ust-Kamenogorsk, Semey, and others. The attraction of migrants to work in these cities mainly depends on the region's economic characteristics and the availability of jobs in various sectors.

External labour migration raises several challenges in the Republic of Kazakhstan, including the illegal presence of migrants in the country. This

creates difficulties in the sphere of border control, security, and maintaining public order. In the international community, illegal labour migration is seen as one of the primary threats to national and global security, alongside terrorism, transnational organized crime, and the illegal trafficking of drugs and weapons.

The reasons for the increase in illegal labour migration from Central Asian countries to Kazakhstan lie in the disparity of economic development of Kazakhstan and other republics of the region. Kazakhstan's labour market attracts migrants from Uzbekistan, Tajikistan, Kyrgyzstan, Turkmenistan, and China. Information on the number of illegal migrants from Central Asian countries in Kazakhstan is currently fragmented. According to approximate estimates, more than 700,000 foreigners arrive in the republic annually, of which 600,000 are migrants from CIS countries, the number of illegal migrants increases each year.

It is difficult to determine the exact number of illegal labour migrants (guest workers) in Kazakhstan

due to the informal nature of their stay and activities. According to various estimates, the number of illegal labour migrants in Kazakhstan ranges from 200,000 to 1 million people. These figures are based on research by non-governmental organizations, international agencies, and sociological studies. Since the accounting of illegal migrants is challenging, official data may be understated. In 2023, the Ministry of Internal Affairs of Kazakhstan reported that around 30,000 illegal migrants were identified and deported.

To protect the domestic labour market, the Ministry of Labour and Social Protection of the population of the Republic of Kazakhstan annually establishes and distributes quotas for attracting foreign workers to Kazakhstan based on employers' needs. For example, in 2016, their share was 0.41% of the total workforce, and in 2022, it decreased to 0.31%, or 28,300 people. The peak number of foreign workers under the quota was recorded in 2015 and 2016 (37,900 and 36,700 people, respectively).

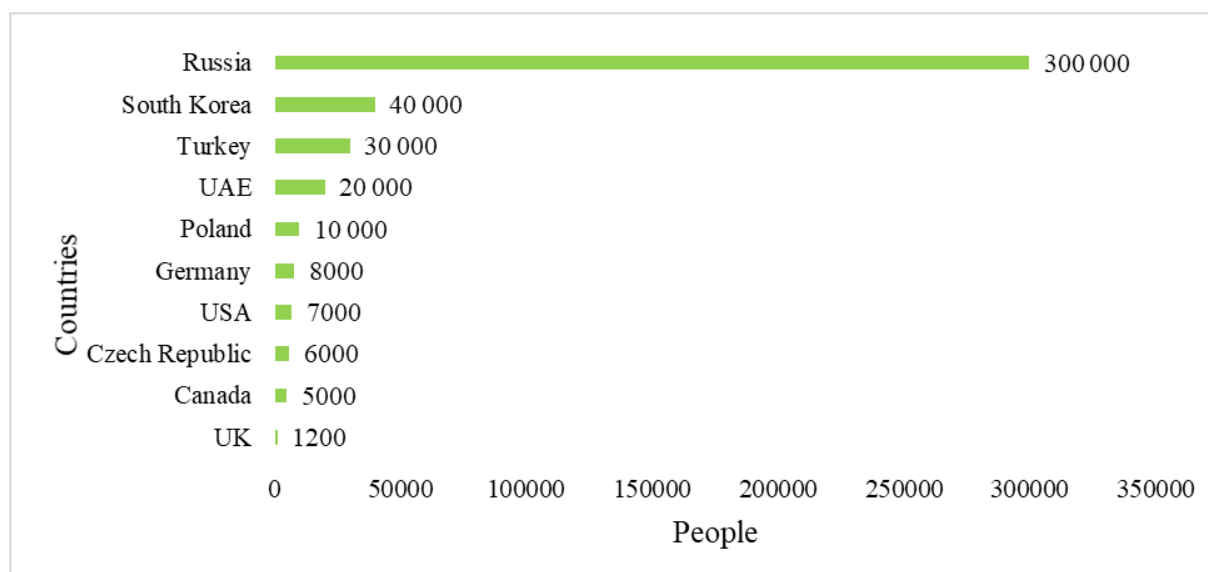


Figure 6 – The number of labour emigrants by country, 2022
(www.gov.kz/memleket/entities)

According to the Migration Committee, in 2022, about 450,000 citizens of Kazakhstan went abroad in search of work. The majority of them headed to Russia (about 300,000), 40,000 to South Korea, 30,000 to Turkey, 20,000 to the United Arab Emirates, and others (Figure 6) (www.gov.kz/memleket/entities).

According to government data, in 2023, 194,000 Kazakh citizens were engaged in labour migration. Of these, 84% worked in Russia, and only 9.3% were in European countries. The choice of Kazakhs in favor of the Russian labour market is due to several factors: higher incomes and broader market opportunities; similar cultural traditions and a common

language, which ease the adaptation of migrants in the host country; geographical proximity and the availability of transportation between the countries; historical ties, which make migration socially acceptable. Additionally, the migration legislation of the Eurasian Economic Union (EAEU) and the European Economic Union, which provides visa-free entry and simplified border crossing procedures for EAEU residents, is an advantage for choosing EAEU countries. However, the salary offered by Russian employers is significantly lower than in European countries.

External labour migration presents Kazakhstan with complex challenges and problems, among which is the “brain drain” – the loss of highly qualified specialists due to migration. This issue significantly impacts Kazakhstan’s economic development by slowing down innovations and reducing produc-

tivity. For example, in 2022, about 130,000 people left Kazakhstan. Around 30% of them (39,000 people) were specialists with university or secondary specialized education, holding professions such as:

IT specialists: 8,700 people (about 22% of the total number of highly qualified expatriates).

Engineering and technical workers: 7,800 people (20%).

Medical workers: 4,200 people (10.8%).

Scientists and researchers: 3,500 people (8.9%).

Teachers: 2,900 people (7.4%).

Below is the SWOT analysis of labour migration, which helps to assess various aspects of migration processes, identify strengths and weaknesses, opportunities, and threats associated with this phenomenon. This is an important tool for developing effective migration strategies and making informed decisions (Table 2).

Table 2 – SWOT Analysis of External Labour Migration

Strengths	Weaknesses
- Improvement of qualification and professional skills; - Development of international business connections and opportunities for exchange of new knowledges and technologies; - Mastery of foreign languages; - Increase in financial flows, support of financial system; - Cultural exchange, improvement of mutual understanding and social harmony of different ethnic groups of migrants; - The possibility of starting a business based on the acquired knowledge after returning to the country.	- Decrease of highly skilled labour resources leads to an aging workforce and weakening of the professional potential of the country; - Inefficient spending on education and professional training; - Risk of a lack of mentors for the next generation; - The “brain drain” phenomenon; - Aging populations in sending countries and growing populations in receiving countries, which may put pressure on social services and infrastructure; - Language and cultural barriers, as well as discrimination from local residents.
Opportunities	Threats
- Economic development. Labour migration helps develop industries facing labour force shortages, such as healthcare, construction, and information technologies; - Cultural exchange. Migration fosters better understanding of different cultures and strengthening of international ties; - Development of the global labour market. Labour migration stimulates the growth of the global labour market, easing international trade and economic integration; - International connections. Migrant flows can strengthen Kazakhstan’s international connections with other countries, creating opportunities for knowledge and experience exchange; - Increased tax revenues. Migrants working in Kazakhstan can boost tax revenue to the state budget.	- Nationalism and xenophobia. Increase of labour migrants may contribute to nationalist and xenophobic sentiments and consequently restrictions of migration policies; - Economic competition. Migrant flows may create competition in the labour market, raising unemployment levels among the local population; - Economic instability. Uncontrolled migrant flows may lead to economic instability in receiving countries due to labour market shifts and public spending; - Security. Uncontrolled migrant flow may increase crime rates, human trafficking, and breaches of public safety; - Terrorist threats. Uncontrolled labour migration heightens the risk of terrorism, illegal weapons and drug trafficking.

Conclusion

The results of the conducted research allowed for a better understanding of the complexity and multifaceted nature of labour migration processes

in Kazakhstan and highlighted the following main trends in its development. Kazakhstan, as a donor country in the international labour market, is simultaneously a recipient country in the space of Central Asia and the CIS countries. Labour migration closes

the deficit of workers in the republic and contributes to the development of sectors of the economy (construction, agriculture, and industry), and also promote the growth of domestic consumption. Migrants help to fill labour force shortages and also contribute to the growth of domestic consumption. The outflow of qualified personnel from the country is compensated by the influx of migrants, but mainly of lower qualifications, which creates an imbalance in the labour market.

Labour migration raises the need to address issues of migrant integration, preventing discrimination, adapting them to Kazakhstani society, and ensuring equal rights and working conditions. It is important to develop an effective migration policy that takes into account the needs of the national economy and ensures security and fairness in the labour market. This includes creating jobs for local residents as well as monitoring the working conditions of migrants.

Kazakhstan is also an important transit point for migrants heading to Russia and other CIS countries.

This creates additional opportunities for economic cooperation and strengthening ties with neighboring states.

The collection and organization of statistical data on labour migration is complicated by many factors, including the diversity of migration forms, the lack of unified international standards, the prevalence of illegal migration, difficulties in determining the status of migrants, and insufficient coordination between government bodies. All of this makes it difficult to create an accurate and reliable picture of labour migration, which significantly complicates the development of effective migration policies and the forecasting of trends of labour migration.

Thus, labour migration in Kazakhstan has both positive aspects and certain challenges. To effectively manage migration flows, it is necessary to create a balanced policy that will contribute to improving economic indicators, solving demographic problems, and ensuring fair conditions for all labour market participants.

References

- Al'zhanova F.G. (2023). Demograficheskie processy, migraciya, urbanizaciya v Kazahstane: faktory, struktura, dinamika, kartirovanie i prognoz / Kollektivnaya monografiya. Almaty: Institut jekonomiki KN MNVO RK, 75 s. [Demographic processes, migration, urbanization in Kazakhstan: factor, structure, dynamics, mapping and prognosis]
- Baujer M.Sh. (2022). Halykaralyk jekonomika: Oku qyraly. – S.Sejfullin atyndary Qazaq agrotehnikalyk universiteti baspasy, 66-68 bb. [Bauer M.Sh. International economy: A textbook. – publishing house of S. Seifullin Kazakh Agricultural University, (2022) pp. 66-68]
- Concepts of migration policy of the Republic of Kazakhstan. (2022). On approval of the Concept of migration policy of the RK for 2023-2027 [Electronic resource]/ Resolution of the Government of the RK dd Nov, 30 2022, No. 961. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2200000961>
- Douglas Massey, Joaquin Arango, Graeme Hugo. (1993). Theories of International Migration: A Review and Appraisal September, Population and Development Review 19(3):431, DOI: 10.2307/2938462
- Duisen G.M., Kelinbayeva R. (2024) Demographic and migration processes of large cities of Kazakhstan: main trends and dynamic Journal of Geography and Environmental Management №4 (75) 2024 p 4-15 <https://doi.org/10.26577/JGEM.2024.v75.i4.1>
- Elemesov R.E., Ondash A.O. (2021). Halykaralyk jekonomika. Oku qyraly. Almaty DOI: 10.2307/2938462: Qazaq universiteti, B. 299-314. [Elemesov RE, Ondash AO. International economy / Educational tool]
- Everett S. Lee A. (1966). Theory of Migration. Demography, Vol. 3, No. 1, pp. 47-57
- ILO Global Estimates on International Migrant Workers /International migrants in the labour force Fourth edition. (2024). [Electronic resource] <https://www.ilo.org/publications/major-publications/ilo-global-estimates-international-migrants-labour-force>
- MSU website. (2024). [Electronic resource] <https://lk.msu.ru/course/view?id=898>
- Nyussupova G.N. (2007). Narodnaya geografiya: uchebnik. – imeni KazNU. al'-Farabi. – Almaty: Kazakhskiy universitet. – 142 s [Geography of population: textbook]
- Nyussupova G, Aidarkhanova G., Kelinbayeva R., Kenespayeva L. Gender features of the Kazakhstan labour market in the context of sustainable development /Hungarian Geographical Bulletin 72 (2023) (1) 59–74 DOI: 10.15201/hungeobull.72.1.4
- Piore M. (1979). Birds of passage. Migrant labour and industrial societies. New York: Cambridge University Press..
- Rakhmetova A.M., Syzdykbekov U.S. (2024). Sovremennyye tendentsii trudovoy migratsii v Kazahstane /Memlekettik audit – gosudarstvennyy audit № 3 (64) [Modern trends in labour migration in Kazakhstan]. DOI: <https://doi.org/10.55871/2072-9847-2024-64-3-52-63>
- Rakhmonov A.Kh. (2022). Rol' denezhnykh perevodov tadjikskikh trudovykh migrantov iz Kazahstana v Respubliku Tadjikistan. Territoriya nauki, № 2. S.28-31 [The role of remittances of Tajik labour migrants from Kazakhstan to the Republic of Tajikistan] https://www.isras.ru/index.php?page_id=1198&id=12936
- Ravenstein E.G. (1885). The Laws of Migration. Journal of the Statistical Society of London, Vol. 48, No. 210, pp. 167–235

Sergazın E.F., Nwrpeisova D.Ĝ., Korıgova L.B. (2023). Älemdegi köşi-qon procesteriniñ évolýucıyası: Batis ğalımdarınıñ zerttewleri. L.N. Gwmilev atındaĝı Ewraziya ulttıq wñiversitetiniñ XABARŞISI. № 1(142)/ B. 166-170. [The Evolution of Migration Processes in the World: Studies by Western Scholars]

The official site of the Migration Committee of the Ministry of Labour and Social Protection of the Republic of Kazakhstan. (2024). [Electronic resource] Permit regime: <https://www.gov.kz/memleket/entities/kqon?lang=kk> review date: 01.03-28.05.2024.

World Bank Open Data. (2024). [Electronic resource] <https://data.worldbank.org/>

Yakshibaeva G.V., Nazarova U.A. (2016). The essence of labour migration as an economic category and its significance for the social and economic development of the region. [Sushchnost' trudovoy migratsii kak ekonomicheskoy kategorii i yeye znachenie dlya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regiona] <https://cyberleninka.ru/article/n/sushnost-trudovoy-migratsii-kak-ekonomicheskoy-kategorii-i-ee-znachenie-dlya-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-regiona>

Zabirova A.T. (2003). Theory and concept of migration processes in foreign social science // Eurasian society. No. 2. [Teoriya i kontseptsiya migratsionnykh protsessov v zarubezhnom obshchestvoznaniı]

Zayonchkovskaya ZH. (2007). Metodologiya i metody izucheniya migratsionnykh protsessov. – M.: Tsentr migratsionnykh issledovaniy, 370s [Methodology and methods of studying migration processes]

Zlotnic, Hania. (1992). Empirical identification of international migration systems. In Mary Kritz, Lin Lean Lim, and Hania Zlotnik (eds), International Migration Systems: A Global Approach. Oxford: Clarendon Press, pp.19-40

Авторлар туралы мәлімет:

Келинбаева Роза Жармухаметовна – PhD, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың география және табиғатты пайдалану факультеті география, жерге орналастыру және кадастр кафедрасының аға оқытушысы (Алматы, Қазақстан, e-mail: zhar80@mail.ru)

Сарсенова Баянсулу Қутлұмуратовна – 8D05202 – География 1-курс докторанты, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ (Алматы, Қазақстан, e-mail: bayansulusarsenova@gmail.com)

Жумагулов Чингиз Бауржанович – 8D04103 – Мемлекеттік және жергілікті басқару 3-курс докторанты, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ (Алматы, Қазақстан, e-mail: c.zhumagulov@gmail.com)

Толеков Зангар Алимович – 8D05202 – География 2-курс докторанты, География, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ (Алматы, Қазақстан, e-mail: tolekov.zangar04@gmail.com)

Касымғалиев Сымбат Қуатович – 8D07304 – Жерге орналастыру 3-курс докторанты әл-Фараби атындағы ҚазҰУ (Алматы, Қазақстан, e-mail: Symbat_1997.kz@mail.ru)

Information about authors:

Kelinbayeva Roza – PhD, Senior Lecturer of the Department of Geography, Land Management and Cadastre, Faculty of Geography and Environmental Management al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan e-mail: zhar80@mail.ru)

Sarsenova Bayansulu – Doctoral student 8D05202 – Geography al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: bayansulusarsenova@gmail.com)

Zhumagulov Chingiz – Doctoral student 8D04103 – Public and Local Administration al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: c.zhumagulov@gmail.com)

Tolekov Zangar – Doctoral student 8D05202 – Geography al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: tolekov.zangar04@gmail.com)

Kassymgaliev Symbat – Doctoral student 8D07304- Land Management al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: Symbat_1997.kz@mail.ru)

Сведения об авторах:

Келинбаева Роза Жармухаметовна – PhD, старший преподаватель кафедры географии, землеустройства и кадастра факультета географии и природопользования КазНУ им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: zhar80@mail.ru);

Сарсенова Баянсулу Қутлұмуратовна – докторант 1 курса 8D05202 – География КазНУ им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: bayansulusarsenova@gmail.com);

Жумагулов Чингиз Бауржанович – докторант 3 курса 8D04103 – Государственное и местное управление КазНУ им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: c.zhumagulov@gmail.com);

Толеков Зангар Алимович – докторант 2 курса 8D05202 – География КазНУ им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: tolekov.zangar04@gmail.com);

Касымғалиев Сымбат Қуатович – докторант 3 курса 8D07304 – Землеустройство КазНУ им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: Symbat_1997.kz@mail.ru).

Received: January 24, 2025

Accepted: April 27, 2025

G.N. Nyussupova , Z.K. Kaliaskarova* , Zh.N. Zhumadil ,
G.K. Kairanbayeva , A.M. Zhakypbek , B.T. Kozhakhmetov 

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: zaure.kaliaskarova@edu.kaznu.kz

MIGRATION TRENDS IN KAZAKHSTAN RELATED TO GEOPOLITICAL SITUATIONS

Modern migration goes beyond natural movement, national demographic policy and is linked to national security. Firstly, in the context of globalization, the world is in a state of constant migration. The degree of influence of migration on the socio-economic, political and demographic situation in various countries has increased, never before has the migration factor played such an important role in the aspect of ensuring national security and on this basis the conflict of interests of states, including allies and integration partners. At the same time, the Republic of Kazakhstan is actively involved in modern international migration, which is a search for effective means of managing migration for the benefit of society and the State. An important factor in the formation of channels of illegal migration of foreign citizens in transit through Kazakhstan is the unstable socio-political and domestic economic situation in neighboring countries, the war in Russia and Ukraine, events in Afghanistan and the Middle East, as well as the consequences of periodic armed conflicts in the Central Asian region. The West Kazakhstan border region of Kazakhstan is a region with active population migration and is considered as a key region of the republic. Thus, the relevance of making a forecast and action plan for future flows was determined by an in-depth study of migration trends from this aspect and identification of cause-and-effect relationships.

Key words: migration, internal migration, international migration, geopolitical situation, illegal migration.

Г.Н. Нүсіпова, З.К. Калиаскарова*, Ж.Н. Жумаділ,
Г.К. Кайранбаева, А.М. Жақыпбек, Б.Т. Кожаметов

Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

*e-mail: zaure.kaliaskarova@edu.kaznu.kz

Қазақстандағы геосаяси жағдаймен байланысты миграциялық тенденциялар

Қазіргі заманғы миграция табиғи орын ауыстырудан, ұлттық демографиялық саясаттан тыс шығып, ұлттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету мәселесімен тікелей байланысты болып отыр. Біріншіден, жаһандану жағдайында әлем үнемі миграция жағдайында болып отыр. Миграцияның әртүрлі елдердің әлеуметтік-экономикалық, саяси және демографиялық жағдайына әсер ету деңгейі артты, миграциялық фактор ешқашан ұлттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету тұрғысынан мұндай маңызды рөл атқармаған, ал бұл өз кезегінде мемлекеттер арасындағы, оның ішінде интеграция серіктестері мен одақтастары арасындағы қызығушылықтар қақтығысын тудырады. Осы орайда Қазақстан Республикасы қазіргі заманғы халықаралық миграциялық процестерге белсене қатысып, қоғам мен мемлекет мүддесі үшін миграцияны басқарудың тиімді құралдарын іздестіруде. Қазақстанға транзиттік жолмен келетін шетелдіктердің заңсыз миграция арналарын қалыптастырудағы маңызды факторлардың бірі – көршілес елдердегі саяси-әлеуметтік және экономикалық жағдайдың тұрақсыздығы, Ресей мен Украинадағы соғыс, Ауғанстан мен Таяу Шығыстағы оқиғалар, сондай-ақ Орталық Азия аймағындағы кезекті қарулы қақтығыстардың салдары болып табылады. Қазақстанның батыс шекаралық аймағы – миграция қарқынды жүретін өңір болып табылады және республика үшін негізгі аймақ ретінде қарастырылуда. Осылайша, болашақ миграциялық ағындар туралы болжам жасап, әрекет ету жоспарын әзірлеудің өзектілігі, осы тұрғыдан миграциялық тенденцияларды терең зерттеп, себеп-салдарлық байланыстарды анықтауға негізделген.

Түйін сөздер: миграция, ішкі миграция, халықаралық миграция, геосаяси жағдай, заңсыз миграция.

Г.Н. Нюсупова, З.К. Калиаскарова*, Ж.Н. Жумадил,
Г.К. Кайранбаева, А.М. Жакыпбек, Б.Т. Кожаметов

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

*e-mail: zaure.kaliaskarova@edu.kaznu.kz

Миграционные тенденции в Казахстане, связанные с геополитической ситуацией

Современная миграция выходит за рамки естественного перемещения, национальной демографической политики и связана с обеспечением национальной безопасности. Во-первых, в условиях глобализации мир находится в состоянии постоянной миграции. Степень влияния миграции на социально-экономическую, политическую и демографическую ситуацию в различных странах возросла, никогда еще миграционный фактор не играл столь важной роли в аспекте обеспечения национальной безопасности и на этой основе конфликт интересов государств, в том числе союзников и партнеров по интеграции. При этом Республика Казахстан активно участвует в современных международных миграционных, что поиск эффективных средств управления миграцией на благо общества и государства. Важным фактором формирования каналов нелегальной миграции иностранных граждан транзитом через Казахстан является нестабильная общественно-политическая и внутриэкономическая ситуация в странах-соседах война в России и на Украине, события в Афганистане и на Ближнем Востоке, а также последствия периодических вооруженных конфликтов в Центральноазиатском регионе. Западно-Казахстанский приграничный регион Казахстана является регионом с активной миграцией населения и рассмотрен как ключевой регион республики. Таким образом, актуальность составления прогноза и плана действий будущих потоков определялась глубоким изучением миграционных тенденций с этого аспекта и определением причинно-следственных связей.

Ключевые слова: миграция, внутренняя миграция, международная миграция, геополитическая ситуация, нелегальная миграция.

Introduction

The problem of migration has existed since the emergence of mankind. Even the ancient Greek classics Plato and Aristotle paid attention to the migration of inhabitants of other countries and their living conditions within the framework of ancient Greek politics (Aristotle, 1983, Plato, 1978). The medieval era and the New Age also contain philosophical and political reflections on the Great Migration of Peoples and migration processes in the works of N. Machiavelli, S. Montesquieu and I. Kant (N. Machiavelli, 1982, C.L. Montesquieu, 1955, I. Kant, 1966).

The formation of the foundations of migration theory begins in the XIX century – its founder is Ernst Georg Ravenstein, who in 1885 formulated eleven ‘laws of migration’. He believed that migration, being one of the manifestations of globalization as a process regulated by political institutions, is closely linked to world politics and the system of international relations. At the same time, national-state and regional migration policy is aimed at protecting relevant interests with the help of political and managerial instruments (Ravenstein, E. G. (1889).

A significant contribution to the study of migration theory was made by American sociologist Everett S. Lee. In his 1966 article ‘Migration Theory’, he

reinterpreted Ravenstein’s works, emphasizing the factors of attraction and repulsion. He identified two groups of positive and negative factors affecting the migrant at the points of departure and arrival (e.g., the desire to live near relatives, difficulties encountered in the process of migration, political instability in the country) (K. Marx, (1960).

In his 2002 scholarly article ‘The State of Emigration and the Contemporary Geopolitical Imagination’, British researcher C.R. Nagel argues that understanding the dynamics of the relationship between immigrants and the host society must begin with an awareness of contemporary geopolitical conditions. He illustrates his thought with the example of the situation of Arab Americans after the events of 11 September and calls for a rethinking of the concept of assimilation as a ‘politics of unity’ (R. Nagel, 2002).

For a century and a half, migration has been an important topic of scientific research around the world, which has contributed to the emergence of many theories. The constant interest in the study of this phenomenon indicates the increasing role of migration in the life of society. There is a certain continuity in scientific works – the authors draw on the experience of their predecessors: many of them are based on Ravenstein’s laws, E. S. Lee’s theory of attraction and repulsion and his approaches. As it developed, Western migration theory absorbed ele-

ments of the mathematical modelling of the 1960s, globalization processes, gender aspects and other scientific trends. The development of the Western school of migration influences the formation of local schools in Africa, South-East Asia, Russia and other regions. Every year the mobility of the world's population is increasing and the volume of migration is growing, which creates prerequisites for further study and the emergence of new theories of migration.

Materials and methods of research

The research methodology and methods include general scientific methods and approaches, primarily historical, systemic, political-legal, as well as situational and statistical analyses.

The historical approach includes basic concepts that serve as a basis for creating the process of historical cognition. The historical approach brings together studies that examine the history of migration processes in different countries and allows making predictions about the recurrence of historical events that may arise in the context of contemporary migration phenomena.

The systemic approach was applied to the process of comprehending socio-political activity as a complex phenomenon with a scientific and empirical component, including the analysis of such categories as 'migration policy', 'migration security', 'national security'. The systemic approach considers migration as a series of social changes – institutional, demographic, ethnic, psychological, cultural, economic, political interactions.

The use of the political and legal approach showed high efficiency of the research. This approach made it possible to define the conceptual, legal and normative foundations of national security in today's complex conditions.

The method of situational statistical analysis was used to assess the volume and structure of migration trends both on the scale of Kazakhstan and at the global level, as well as their impact on socio-economic and political situation (Zh.Tilekova, D.Aldabergenov, 2024).

The method of situational statistical analysis was used to assess the volume and structure of migration trends both on the scale of Kazakhstan and at the global level, as well as their impact on the socio-economic and political situation in the country.

An important method of migration research is models, which allow analyzing and forecasting migration indicators by mathematically describing their dependence on various factors and outcomes.

In recent years, migration research has also focused on qualitative sociological methods, which are used to analyse the process of migration decision-making, integration of migrants, inter-ethnic relations in the host community and a wide range of cause-and-effect relationships in migration processes.

Methods of studying migration trends are presented in the form of a set of special techniques used in the study of various factors and indicators of population migration, as well as its social mechanism. Statistical methods are directly based on the registration of any conditions of movement in the places of departure and arrival of migrants by determining the number of arrivals and departures from a settlement for a certain period of time, taking into account the characteristics of the composition of migrants and the direction of migration flow.

As part of the consideration of theoretical and methodological approaches to the study of migration processes, we are mostly interested in the crossing of state borders, i.e. international migration (Duisen, G., & Kelinbayeva, R. 2024).

The first period of migration in the Republic of Kazakhstan covers the years 1991-2000. With the acquisition of state independence by the Republic of Kazakhstan in 1991, the beginning of transformation processes in the former USSR and the expansion of opportunities for certain ethnic groups to return to their historical homeland, Kazakhstan, as well as many other CIS countries, developed a trend of negative migration balance, which is reflected in Figure 1 (Statistical Yearbook of Kazakhstan, 1999).

The second stage of Kazakhstani migration covers the years 2001-2010 and is presented in Figure 2. This period coincided with the country's economic growth, socio-political reconstruction and adoption of reforms. During this time, the population reached 16.4 million people. The birth rate increased, the death rate decreased significantly and the population growth was 1.5 million due to the return of ethnic Kazakhs (about 1 million people). Kazakh migration peaked between 2002 and 2006. During these 5 years, 384,106 people returned to their historical homeland. Dividing this figure by five, an average of 76,821 people returned per year.

The third decade of migration in the country covers the years 2011-2020. By 2009 Kazakhstan was in a state of economic crisis, but during the following three years the number of arrivals in the country exceeded the number of departures. In 2012, the situation changed and since then the country's migration balance became negative (i.e. the number of emigrants exceeded the number of

immigrants). According to official data, more than 366,000 people left Kazakhstan for permanent residence abroad during these 10 years. As shown in Figure 3, the number of emigrants started to grow from 2013. Since then, there has been a steady an-

nual increase in this indicator. At the same time, the flow of immigrants began to decline. However, this indicator has been steadily decreasing compared to previous years. The negative value of the migration gap has been steadily increasing since 2014.

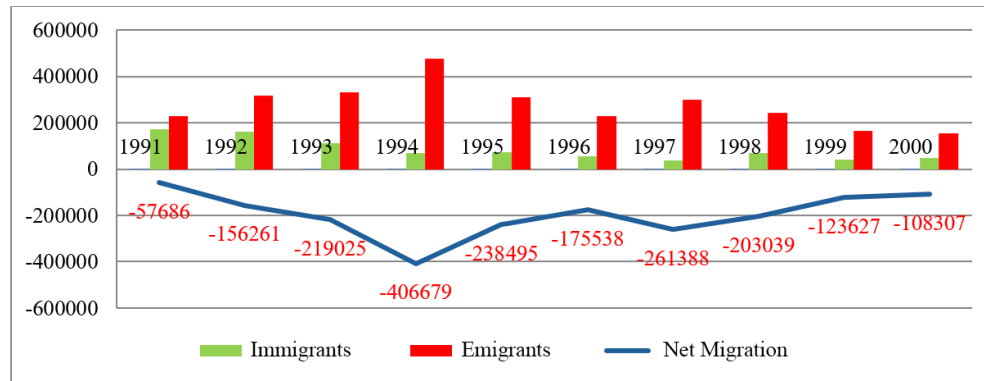


Figure 1 – External migration of the Republic of Kazakhstan in 1991-2000, thousand people

*Note. Compiled by the authors based on data from the Bureau of National Statistics.

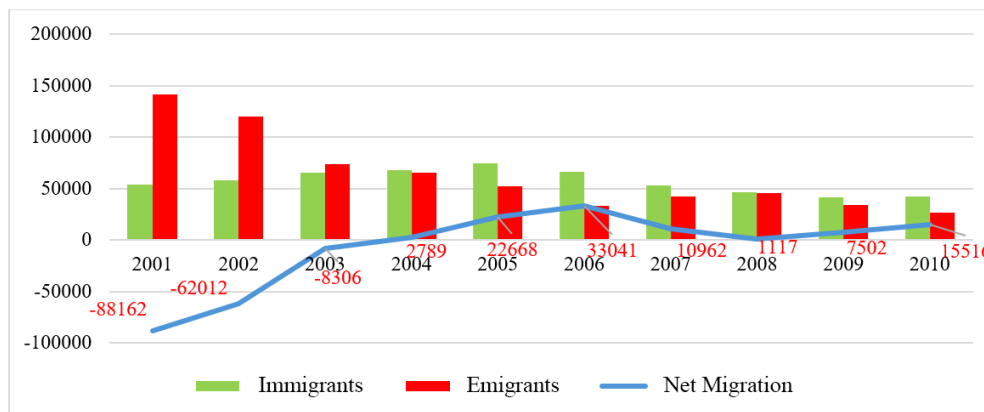


Figure 2 – External migration of the Republic of Kazakhstan in 2001-2010, thousand people

Note. Compiled by the authors based on data from the Bureau of National Statistics.

The years 2021-2023, being the beginning of the fourth decade of migration, are marked by significant changes. In January-December 2021, 10.9 thousand people arrived in the country, which is 4.1 per cent less than in the previous year. At the same time, the number of those who left increased by 10.6 per cent to 32,209. The main migration exchange of the country is with the CIS countries. As can be seen in Figure 4, immigration rates to Kazakhstan, according to official statistics, remain quite low. Kazakhstan is becoming less and less attractive for foreigners. The number of migrants arriving in the republic is the lowest since at least 1999 – 10,982

people. Even in 2020, when quarantine measures significantly limited migration processes, this figure was higher (about 11,500 people).

2022 changed the vector of Kazakhstan's external migration. For the first time in the last decade a different trend was observed. In one year, the number of emigrants decreased by 8 thousand people – from 32,209 to 24,147 citizens. In addition, the number of arrivals considering Kazakhstan as a country of permanent residence increased. Compared to the same period in 2021, the number of arrivals to Kazakhstan increased by 57.8 per cent, while the number of departures from Kazakhstan decreased by 25.1 per cent.

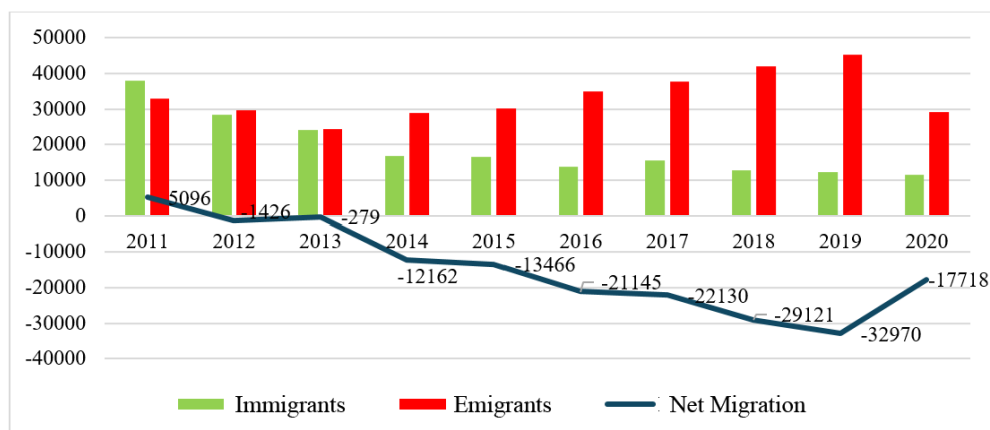


Figure 3 – External migration of the Republic of Kazakhstan in 2011-2020, thousand people (<https://stat.gov.kz/>)
Note. Compiled by the authors based on data from the Bureau of National Statistics.

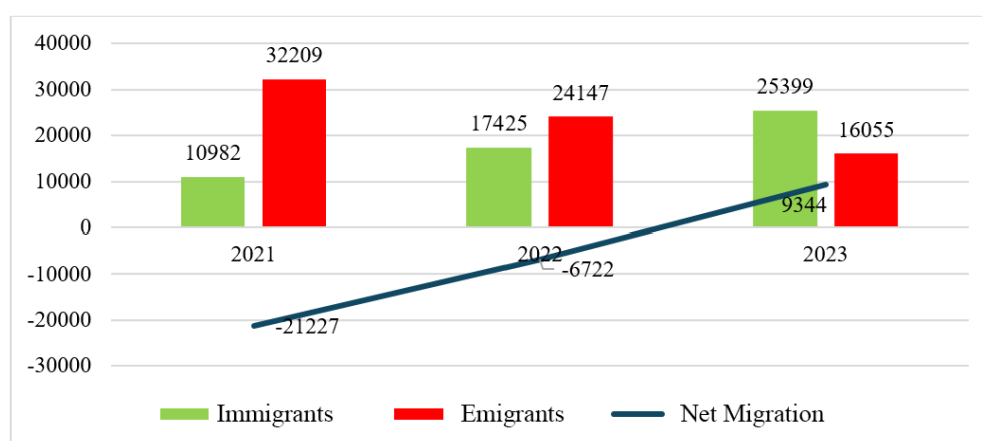


Figure 4 – External migration of the Republic of Kazakhstan in 2021-2023, thousand people (<https://stat.gov.kz/>)
Note. Compiled by the authors based on data from the Bureau of National Statistics.

In 2023, 25.4 thousand people arrived in Kazakhstan for permanent residence, which is 46.8 % more than in 2022. At the same time, the number of departures decreased by 1.5 times. Thus, only 16,055 people left the country. As can be seen in Figure 5, the migration balance became positive for the first time in the last 10 years and totalled +9,344.

Thus, external migration flows from the time of our country's independence in 1991 to the present can be summarized as shown in Table 4:

In the first years of independence, the collapse of the Soviet Union, the possibility of returning to the historical homeland, and the difficult economic situation in Kazakhstan caused an outflow of

population. Since 2000, the number of emigrants has gradually decreased, although there was an increase from 2006 to 2010, then from 2011 to 2013 this trend was repeated. However, since 2014 there has been a gradual increase in out-migration. Since 2010, the number of arrivals to Kazakhstan has been gradually decreasing, and this trend continued until 2022. The negative migration balance has been gradually decreasing since 2000, and in the period from 2004 to 2011 there was a tendency towards its positive dynamics. However, since 2012, there has been a sharp decline in inflows and an increase in outflows, which led to an increase in the negative balance. Only in 2023 migration showed a positive balance over the last decade.

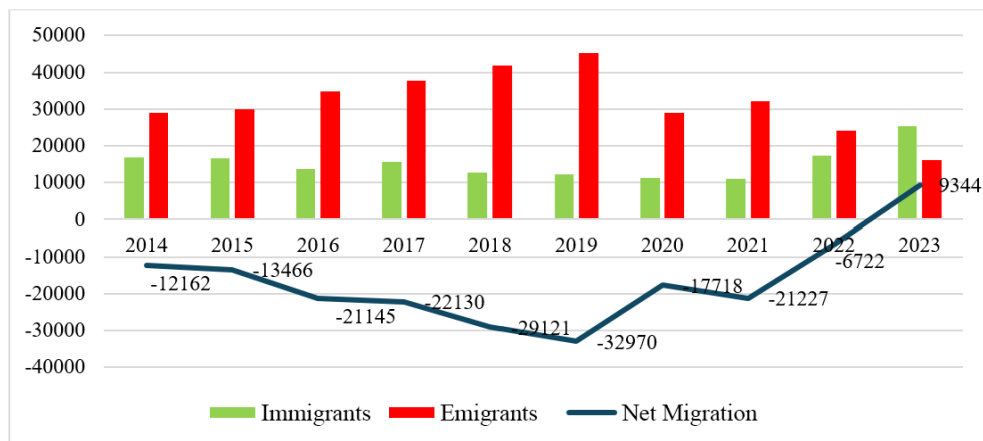


Figure 5 – External migration of the Republic of Kazakhstan in 2014-2023, thousand people (<https://stat.gov.kz/>)

Note. Compiled by the authors based on of data from the Bureau of National Statistics

Table 1 – Trends by periods of external migration in 1991-2023:

Periods	Years	Trends
1	1991-2000	Negative migration balance related to ethnic migration
2	2001-2010	Positive migration balance associated with stabilisation of the economic situation
3	2011-2020	Negative migration balance related to economic crisis
4	2021-2023	Due to geopolitical conditions, the number of immigrants started to increase

*Note. Compiled by the authors.

Migration processes of the population of the West Kazakhstan region are characterized by both general republican features of development and regional specificity. From 2000 to 2022, 1640.3 thousand people arrived in WKR (15% of all immigrants who arrived in the country), 1616.1 thousand people left (12% of all emigrants of the republic), and the migration balance was 24.2 thousand people, while the migration balance of the republic was 34 thousand people. Only Mangistau oblast maintains a positive balance of total migration, and WKR – on the contrary – negative. In other oblasts the migration balance is decreasing and becoming negative.

lic), and the migration balance was 24.2 thousand people, while the migration balance of the republic was 34 thousand people. Only Mangistau oblast maintains a positive balance of total migration, and WKR – on the contrary – negative. In other oblasts the migration balance is decreasing and becoming negative.

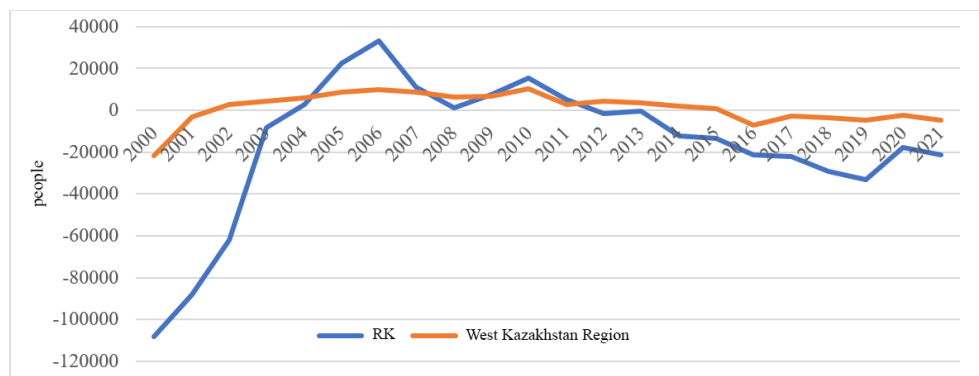


Figure 6 – Migration balance for all flows in the Republic of Kazakhstan and the WAC for 2000-2021(<https://stat.gov.kz/>)

Note. Compiled by the authors based on data from the Bureau of National Statistics.

The share of external migrants in the regions of the WAC does not exceed 5%, the main share of emigrants are urban residents, mainly from regional centers (Uralsk, Aktobe, Atyrau and Aktau). There is active migration in the border areas of oblasts (in WKO and Aktobe oblast bordering Russia). More than 90% of external migrants go to Russia, from non-CIS countries to Germany and the USA.

The main share of migration flows of the population of the WAC falls on internal migration. From 2000 to 2022, the flow of internal migrants in the WAC increased by 28.9%, totaling 2.9 million or 90% of the total flow of migrants in the region. Internal migration is characterized by negative balance in most administrative districts of the WAC, except for regional centers (Aktau, Uralsk, Aktobe and Atyrau) and districts close to the regional center. (Baiterek in West Kazakhstan Oblast, Munailinskiy in Mangistau Oblast). This trend indicates socio-economic problems in the society, which can become a serious threat to sustainable economic and social development of the region (Alzhanova F., (2023).

Research results and discussion

Political trends have a significant impact on migration, which forces the state to make adjustments to the entire system of social and economic policies aimed at the adaptation of migrants to ensure the integrity of society and, consequently, the development of the state itself. The issue of migration also significantly affects the system of national security.

In the framework of this study, the migration situation is considered in the political science dimension – from the national and political points of view.

Kazakhstanis have started to move to Russia less frequently. As can be seen in Figure 6, in 2023, 11.7 thousand Kazakhs left for permanent residence in the neighboring country. This migration rate is the lowest for the last 24 years. The decrease occurred in all 20 regions of the country. A year earlier, 19.4 thousand citizens chose the Russian Federation. As of the end of December 2023, more than 80 thousand of the 400 thousand Russians who arrived in the country in 2022 remained in Kazakhstan [6].

The situation between Kazakhstan and Uzbekistan is presented in Figure 7. During the decade, it can be observed that the number of arrivals decreased from 2013 to 2020 and started to grow again from 2021, while the number of departures decreases every year. These indicators show that the country is a comfortable place to live and work for Uzbek citizens.

The situation between Kazakhstan and Kyrgyzstan. Russia and Kazakhstan remain the main destination countries for labor migrants from Kyrgyzstan. According to data from open sources, in 2023, 1.2 million people were registered in the Russian Federation, and about 30 thousand people were registered in Turkey and Kazakhstan. As can be seen in Figure 8, the number of arrivals to our country from Kyrgyzstan has been increasing over the last 5 years after the above mentioned events. There are many attractive factors influencing this choice.

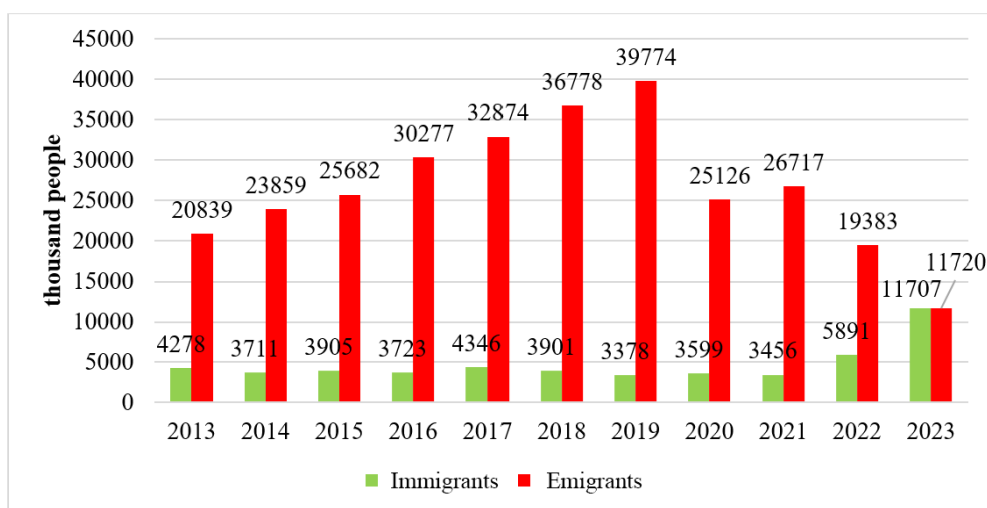


Figure 7 – Migration between the Republic of Kazakhstan and the Russian Federation in 2013-2023 (<https://stat.gov.kz/>)

Note. Compiled by the authors based on data from the Bureau of National Statistics.

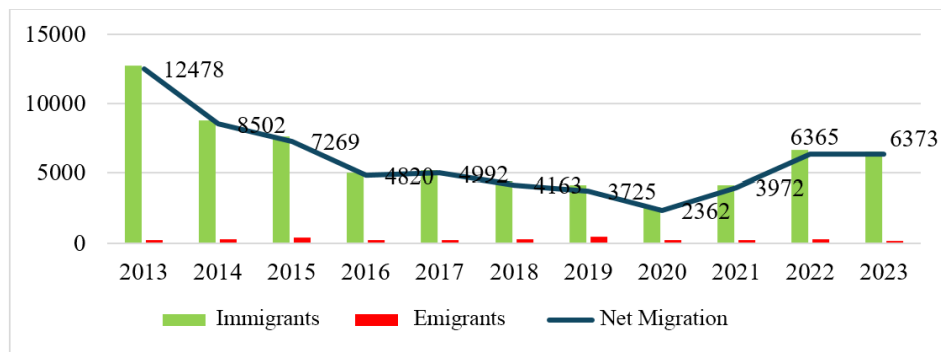


Figure 8 – Migration between the Republic of Kazakhstan and the Republic of Uzbekistan in 2013-2023 (<https://stat.gov.kz/>)

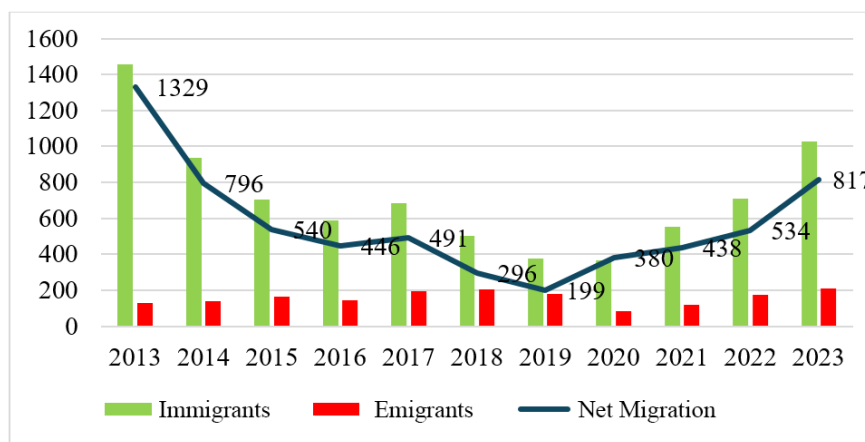


Figure 9 – Migration between the Republic of Kazakhstan and the Kyrgyz Republic in 2013-2023, thousand people (<https://stat.gov.kz/>)

The situation between Kazakhstan and Turkmenistan. Migration from Turkmenistan has weakened significantly since 2013, but in 2019 it increased sharply and reached the level of six years ago. As can be seen in Figure 9, 830 migrants arrived in Kazakhstan from Turkmenistan in 2019 (statistics do not include students). This figure increased by 140.2 per cent compared to 2018. In addition, over the ten years, significant rates of departures were observed only in 2019 – 44 people. 2020 was a record year in terms of arrivals. In 2021, migration temporarily decreased due to quarantine measures around the world. Since 2022, the number of arrivals has increased every year.

The situation between Kazakhstan and China. Since 2017, the number of Chinese citizens who permanently resettle in the Republic of Kazakhstan has been steadily decreasing. Mainly ethnic Kazakhs immigrate from the PRC, whom Kazakhstan actively invites to return to their historical homeland. As can be seen in Figure 10, migration from

China to Kazakhstan does not show an even growth or decline. In 2013, more than 2,000 people were registered, but already in 2014 this figure decreased fourfold. High values were observed from 2015 to 2017, but in 2018 they declined again. Despite the steady growth over the last three years, the number of arrivals and departures remains insignificant. That is, migration from the Land of the Rising Sun alternates between growth and decline roughly every three years.

Mostly ethnic Kazakhs come to the country for permanent residence. In recent years, the number of blood compatriots returning home from neighboring countries has been decreasing. Experts attribute this situation to Beijing's pressure on Muslims in Xinjiang and changes in Kazakhstan's legislation. As of 1 October 2023, 16,408 ethnic Kazakhs arrived in their historical homeland and received the status of «kandas». In total, 1 million 123.5 thousand ethnic Kazakhs have returned to the republic since 1991. (<https://www.gov.kz/memleket/entities/lspm/press>).

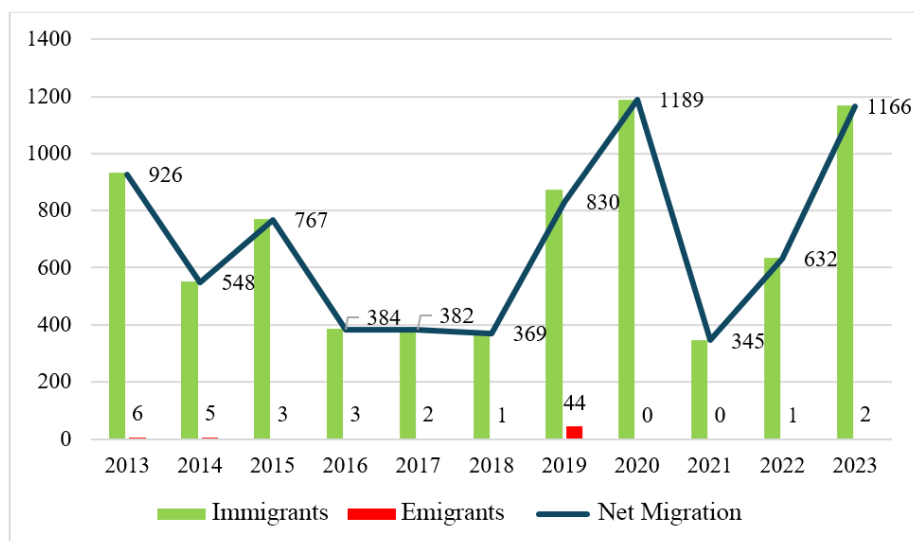


Figure 10 – Migration between the Republic of Kazakhstan and Turkmenistan in 2013-2023, thousand people (<https://stat.gov.kz/>)

The migration situation in the Republic of Kazakhstan is characterized by pronounced regional specificity, reflecting both the general trends of migration processes in the country and the local characteristics of individual territories. In general, mi-

gration in Kazakhstan is conditioned by a complex of economic, social and political factors, as well as by the influence of external migration flows from neighboring countries such as China, Russia and CIS countries.

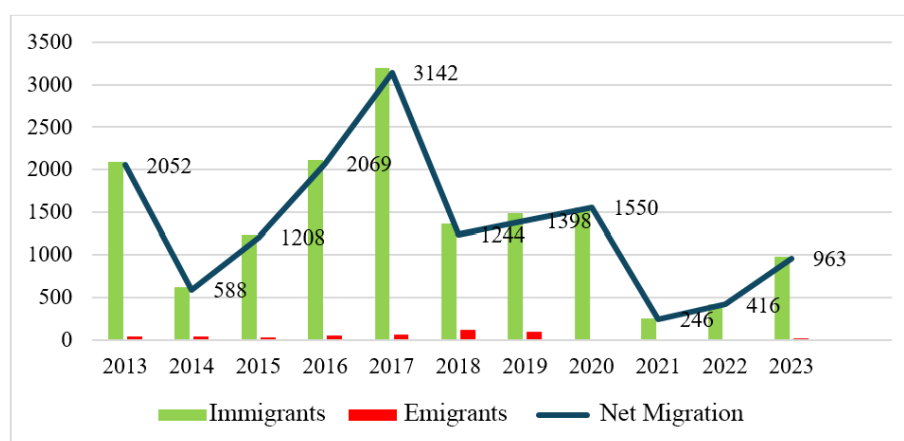


Figure 11 – Migration between the Republic of Kazakhstan and the People's Republic of China in 2013-2023, thousand people (<https://stat.gov.kz/>)

Special attention should be paid to the West Kazakhstan region, which is a border territory with the Russian Federation, which significantly affects the nature and intensity of migration processes. Unlike a number of other regions where migration indicators remain relatively stable or positive, the West Kazakhstan region is facing a steady migration loss. This situation

is largely due to the discontinuation of quotas for «kandas», tightening of rules for labor migrants, as well as the peculiarities of the border position, which forms intensive migration ties with Russia. These factors have a significant impact on the migration balance of the region and require separate attention in the context of analyzing migration processes in Kazakhstan.

Aktobe Oblast had a negative balance of external migration until 2022. The reason, in our opinion, is the inflow of Russians and slowed down outflow to the Russian Federation. The national composition of migrants is represented by Kazakhs, Russians, Ukrainians, Tatars and Germans. Russians, Uzbeks, Tatars, Germans, Ukrainians and Kazakhs also predominate in external emigration. The main share of external emigrants is in the CIS countries – 96 per

cent, with almost 95 per cent emigrating to Russia. Among the remaining 5 per cent, the majority choose Germany (69 per cent). The vast majority of emigrants are urban residents or 89 per cent of the total number of external emigrants. Among the rural population, residents of the districts bordering Russia: Kargala, Alga and Martuk districts are active in migration. In the external migration of the population, the most migratory active population is female.

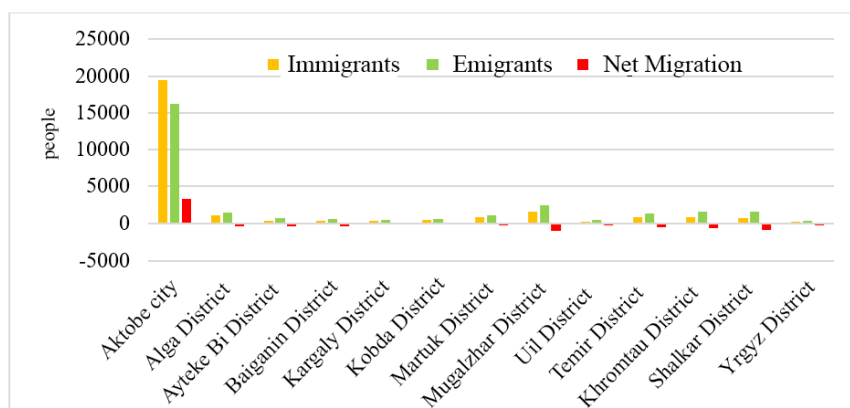


Figure 12 – Population migration in Aktobe region (<https://stat.gov.kz/>)

Note. Compiled by the authors on the basis of data from the Bureau of National Statistics.

In Atyrau Oblast, migration indicators are relatively stable. From 2004 to 2017 a positive balance was maintained, except for 2011. Starting from 2018 up to the present, there is an annual migration loss of population. One of the reasons is the release of workers at the Tengiz field, 60% of whose employees are residents of other regions. External migration accounts for less than 3% of the total migration

flow in Atyrau Oblast. The main flow of external migrants is from CIS countries (85% of arrivals and 80% of departures in 2021). In gender aspect women and men are approximately equal in number. Twice as many men enter from non-CIS countries and twice as many women leave for non-CIS countries. The gender imbalance in the structure of migrants is related to the deficit of female professions.

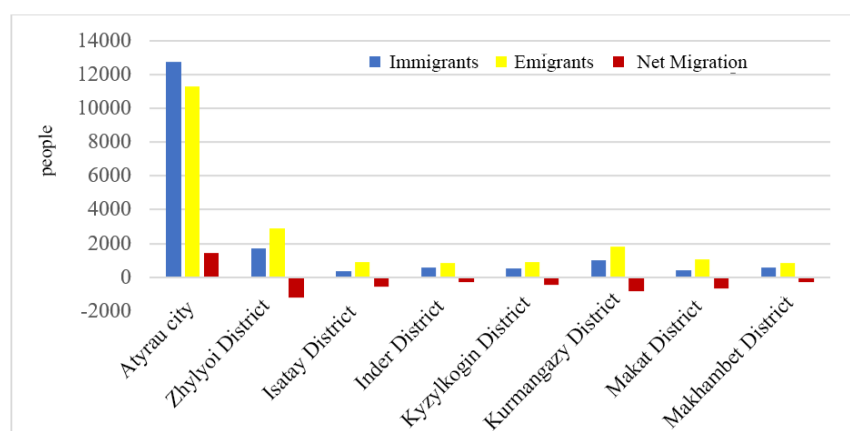


Figure 13 – Population migration in Atyrau region (<https://stat.gov.kz/>)

Note. Compiled by the authors on the basis of data from the Bureau of National Statistics.

In the West Kazakhstan region, there is a persistent negative migration balance. Among the factors contributing to this trend are the cessation of quotas for *kandas* (ethnic Kazakh migrants from abroad), as well as the tightening of regulations governing the stay of labor migrants in the country (The Law of the Republic of Kazakhstan No. 153-V ZRK of December 10, 2013). Ethnic migrants have the freedom to settle in any region of the country of their choosing. However, they are eligible for quotas only in the areas designated by the government. The quota provides a one-time payment of 35 minimum calculation indicators (MCI) per family member, as well as various benefits for enrolling in educational institutions. In 2019, the Minister of Labor and Social Protection of the Republic of Kazakhstan issued an order designating five regions for the settlement of *kandas*: Akmola, East Kazakhstan, Kostanay, Pavlodar, and North Kazakhstan regions. The ethnic composition of migrants in the West Kazakhstan region includes Kazakhs, Russians, Ukrainians, and Tatars. Female migrants exhibit the highest levels of migration activity. The majority of external emigrants come from countries of the Commonwealth of Independent States (CIS) (98%), with 96% emigrating to the Russian Federation. The remaining 2% of emigrants move to Germany, the United States, and Turkey. Among those arriving in the West Kazakhstan region, more than 90% are migrants from Russia, with a small number of immigrants from Uzbekistan, Ukraine, and Turkmenistan. The majority of emigrants are urban residents. In 2021, the number of emigrants from the city of Uralsk was 752, accounting for 77% of all external emigrants. Among the administrative districts, the highest proportion of emigrants are from those bordering Russia: Burlinsky (13%) and Bayterek (7%) districts. Immigrants primarily settle in Uralsk (68%), with additional arrivals in the Burlinsky (11%) and Bayterek (15%) districts.

Mangistau Region is one of the key migration recipients in Kazakhstan. Over the past 21 years, the region has seen an influx of 454,000 people and a net outflow of 349,000 individuals. The primary factors attracting population are economic and ethnic in nature. The region ranks fourth in the country in terms of Gross Regional Product (GRP) per capita and is considered one of the wealthiest regions in Kazakhstan. At the same time, the region is ethnically homogeneous, with approximately 92% of the population being Kazakh, which also influences the intensity of migration flows. Among those arriving

in the region across all migration streams, more than 90% are Kazakhs. In external migration, around 80% of immigrants are Kazakhs, making the region one of the main repatriation centers for ethnic migrants in Western Kazakhstan. In 2023, Mangistau accounted for 14.8% of all *kandas* (ethnic Kazakh repatriates) entering the country. The current dynamics and structure of external migration are largely influenced by a decrease in the number of Kazakh repatriates. Thanks to the demographic contribution of *kandas*, the region has managed to reduce the level of negative migration balance. Overall, external migration makes up more than 5% of the total migration flow. In 2021, 2% of all migrants from the region left the country, while 3% arrived from other countries. The majority of external immigrants in 2021 came from CIS countries, with 71% from Uzbekistan and 13% from Turkmenistan. Immigrants from Iran accounted for 2.4% of arrivals from non-CIS countries. The majority of external emigrants from the region move to Russia (92%), while among non-CIS countries, the United States, Germany, and Canada are the most common destinations. In 2021, 95% of emigrants came from the city of Aktau, with the remaining proportion migrating from the Munaily district.

Considering migration policies and theoretical approaches to understanding migration trends, it can be noted that migration has become one of the most pressing political and socio-economic issues faced by modern states in the context of post-industrial society and rapid globalization.

As seen in Table 2, migration has a dual impact, affecting both sending and receiving countries. Let's analyze the aforementioned consequences in more detail, with specific examples.

Overall, migration processes in the western regions of Kazakhstan reflect the complex interplay of economic conditions, geographical location, and migration policy. The border proximity to Russia significantly influences the structure and dynamics of migration flows, particularly in the West Kazakhstan and Aktobe regions. At the same time, the economic attractiveness and ethnic composition of the population impact migration trends in the Mangistau and Atyrau regions.

Considering the dual impact of migration on both sending and receiving countries, migration processes remain one of the key socio-economic and political challenges in contemporary Kazakhstan, requiring constant monitoring and adaptation of state policy.

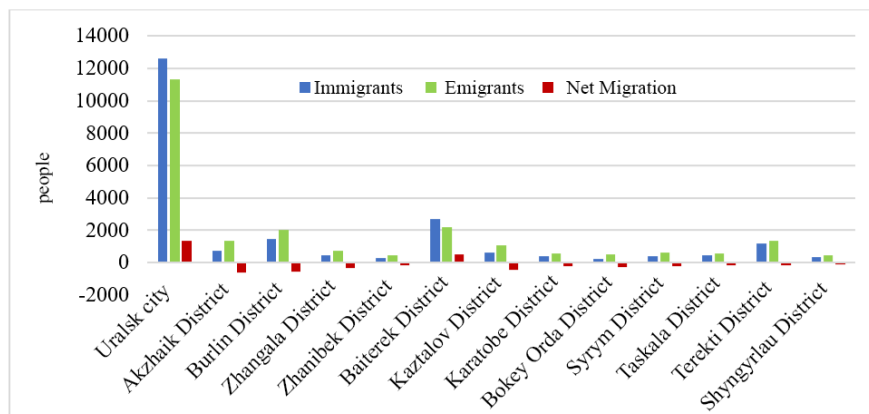


Figure 14 – Population Migration in the West Kazakhstan Region (<https://stat.gov.kz/>)

Note: Compiled by the authors based on data from the Bureau of National Statistics.

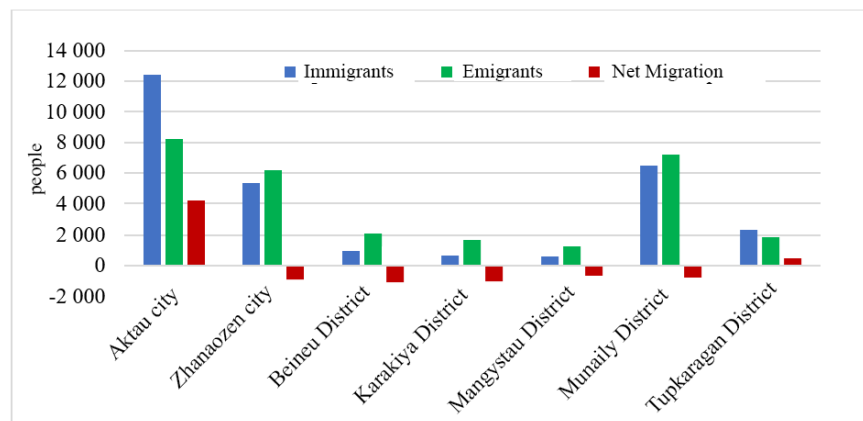


Figure 15 – Population Migration in Mangistau Region (<https://stat.gov.kz/>)

Note: Compiled by the authors based on data from the Bureau of National Statistics.

Although global events, including armed conflicts, may not directly concern you at first glance, they can instantly affect your financial situation. An example of this is the situation between Russia and Ukraine. The world seems to have split into two opposing camps, the consequences of which included not only human losses and migration but also sanctions imposed on the Russian Federation by several Western countries. Following the sanctions, the ruble's exchange rate dropped, and then the tenge also depreciated against the dollar. Given the country's geopolitical position, the government took a series of measures to prevent an economic crisis.

As shown in Figure 11, in February 2022, the base rate was immediately raised by 3.25 percentage points. From December of that year to August 2023, the rate remained at the same level. In February 2024, it was reduced for the fifth time.

When the central bank lowers the base rate, the interest rates on commercial bank operations also decrease. This applies to consumer and mortgage loans as well. In other words, obtaining a loan becomes easier, and the mortgage rate becomes more favorable for buyers. However, with a low base rate, depositors in banks earn less income from their savings due to the reduction in interest payments.

Table 2 – Positive and Negative Economic, Social, and Political Consequences of Migration

Positive Consequences	Negative Consequences
• Filling the shortage of both unskilled and highly skilled labor (especially in Kazakhstan); • Alleviating labor market pressures in the country of origin, which contributes to maintaining social stability; • Remittances from migrants account for 30% to 50% of the GDP of the sending country (e.g., 30% in Kyrgyzstan and 50% in Tajikistan); • Reduction in poverty levels due to remittances; • Highly skilled labor migrants contribute to improving service quality and implementing modern management systems; • The labor of unskilled migrants is considered cheaper, making it accessible to the entire population. • The development of migrant networks (social connections among migrants), which facilitates the adaptation process for new migrants; • Adoption of new social and cultural norms and values. • Assimilation of new social and cultural norms and values.	• Shadow migration (leading to the exploitation of migrant labor); • Additional strain on the infrastructure of the receiving country; • Pressure on the social sector; • Increase in migrant phobia; • Xenophobic sentiments; • Emigration of skilled human capital; • Disruption of traditional values in the lives of the population of the sending country (family breakdown, gaps in child upbringing, rural degradation, changes in family roles); • Negative demographic consequences (due to the predominance of youth and feminization of migration, the aging of the population in the sending country is expected); • Increase in criminal activity among migrants; • Rising migration-related sentiments among the population; • The issue of non-return migration (loss of working-age and reproductive population in some sending countries).

Note: Compiled by the authors.

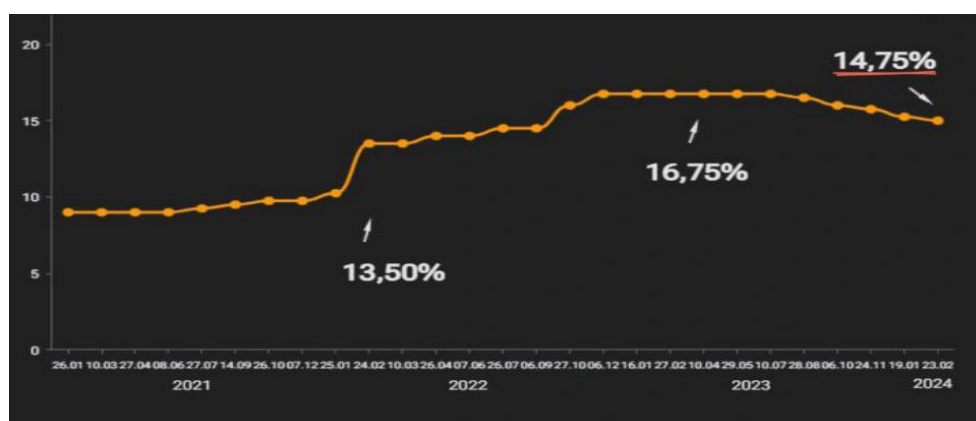


Figure 16 – Base Rate in Kazakhstan (Data from the National Bank of the Republic of Kazakhstan) (<https://nationalbank.kz>)

On the other hand, when the central bank raises the base rate, loans, including mortgages, become more expensive, which benefits banks and sellers. At the same time, savings in interest-bearing accounts will yield higher returns due to the increased rate. Since the cost of borrowing is low and the benefit from savings is minimal, consumers are theoretically motivated to spend rather than save.

Conclusion

Modern migration is characterized by economic and demographic asymmetry, population mobility in border areas, and the growing activity

of migration flows not only from poor countries to developed ones. This situation forces receiving countries to adopt policies that limit the entry of immigrants. In this context, Kazakhstan should consider implementing the experience of the United States, New Zealand, and Canada by introducing a points-based system for granting work permits to potential immigrants — aimed at attracting highly skilled professionals while limiting the influx of unemployed or low-skilled workers.

Thus, the migration situation in the West Kazakhstan region serves as an indicator of broader migration trends in Kazakhstan, linked to geo-

political changes. Controlling migration flows in this region requires a comprehensive approach that takes into account not only internal socio-economic factors but also the influence of international political and economic processes, particularly Russian-Kazakh relations and the policies of the CIS countries.

Overall, the analysis of migration processes in border regions, such as the West Kazakhstan region, is important for developing an effective national migration policy that can adapt to the challenges of contemporary geopolitics and ensure the country's sustainable development.

Regarding the repatriation policy for ethnic Kazakhs and other individuals, it is necessary to adapt the Swedish model of multiculturalism to the current realities of the migration process, based on respect for the cultures of minority groups and providing immigrants with equal rights as the native popula-

tion. In this context, public organizations should be actively involved to facilitate the quick adaptation of repatriates and other foreign citizens.

Reforming migration policy will allow Kazakhstan to focus its efforts on attracting in-demand specialists from among migrants and creating favorable conditions for immigrants by actively engaging civil society institutions.

Funding

This research has been funded by the Committee of Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. BR21882122 "Sustainable Development of Natural-Industrial and Socio-Economic Systems of the West Kazakhstan Region in the Context of Green Growth: A Comprehensive Analysis, Concept, Forecast Estimates and Scenarios").

References

- Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan, National Bureau of Statistics. (n.d.). Retrieved from <https://stat.gov.kz/>
- Alzhanova, F. G. (Ed.). (2023). Demographic processes, migration, and urbanization in Kazakhstan: Factors, structure, dynamics, mapping, and forecast (465 p.). Almaty: Institute of Economics, KZ Ministry of Education and Science.
- Aristotle. (1983). Works: Volume 4 (pp. 475). Moscow: Mysl.
- Duisen, G. M., & Kelinbayeva, R. Z. (2024). Demographic and migration processes of large cities of Kazakhstan: Main trends and dynamics. *Journal of Geography and Environmental Management*, 75(4), 4–15. <https://doi.org/10.26577/JGEM.2024.v75.i4.1>
- Kant, I. (1966). Works in 6 volumes: Volume 4 (p. 264). Moscow: Mysl.
- Law of the Republic of Kazakhstan No. 153-V ZRK of December 10, 2013. Retrieved from <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1300000153#z0> (accessed April 8, 2024).
- Machiavelli, N. (1982). Selected works (p. 305). Moscow: Khudozhestvennaya literatura.
- Marx, K. (1960). Capital (Vol. 23). Moscow: Gospolitizdat. (M. Marx & F. Engels, Collected works, 2nd ed.)
- Ministry of Labor and Social Protection of Population of the Republic of Kazakhstan. (n.d.). Retrieved from <https://www.gov.kz/memleket/entities/lspm/press>
- Montesquieu, C. L. de. (1955). Selected works (M. I. Baskin, Ed.). Moscow: Goslitizdat.
- Nagel, R. (2002). Geopolitics by another name: Immigration and assimilation policy. *Political Geography*, 21(8), 971–987. [https://doi.org/10.1016/S0962-6298\(02\)00087-2](https://doi.org/10.1016/S0962-6298(02)00087-2)
- National Bank of Kazakhstan. (n.d.). Analytical channel with up-to-date financial and social data. On maintaining the base rate at 165.pdf
- Plato. (1978). Works in 3 volumes: Volume 3 (pp. 336). Moscow: Mysl.
- Ravenstein, E. G. (1889). Laws of migration. *Journal of the Royal Statistical Society*, 52(2), 241–305.
- Statistical Yearbook of Kazakhstan. (1999). Agency of the Republic of Kazakhstan for Statistics (p. 9). Almaty.
- Tilekova, Zh. T., & Aldabergenov, D. K. (2024). Methodological aspects of studying the impact of migration on the territorial organization of the population in the Republic of Kazakhstan. *Journal of Geography and Environmental Management*, 75(4), 32–46. <https://doi.org/10.26577/JGEM.2024.v75.i4.3>

Information about authors:

Gulnara Nyussupova – Doctor of Geographical Sciences, Professor, Department of Geography, Land Management and Cadastre, Faculty of Geography and Environmental Management, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: gulnara.nyussupova@kaznu.kz).

Zaure Kaliaskarova – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Geography, Land Management and Cadastre, Faculty of Geography and Environmental Management, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: zaure.kaliaskarova@kaznu.kz).

Zhuldyz N. Zhumadil – Master of Science, Consolidated Construction Mining Company LLP (Almaty, Kazakhstan, e-mail: zhumadilzhuldyz28@gmail.com).

Gaukhar Kairanbayeva – PhD, Senior Lecturer, Department of Cartography and Geoinformatics, Faculty of Geography and Environmental Management, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: kairanbayeva.gaukhar@gmail.com).

Abzal Zhakypbek – Senior Lecturer, Department of Geography, Land Management and Cadastre, Faculty of Geography and Environmental Management, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: bzikasd@gmail.com).

Bazaraly Kozhakhmetov – Senior Lecturer, Department of Geography, Land Management and Cadastre, Faculty of Geography and Environmental Management, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: bake_t@mail.ru).

Сведения об авторах:

Нюсупова Гүлнара Нұрмұхамедовна – д. г. н., профессор кафедры географии, землеустройства и кадастра факультета географии и природопользования КазНУ им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: gulnara.nyusupova@kaznu.kz);

Калиаскарова Зауре Карымсаковна – к. г. н., доцент кафедры географии, землеустройства и кадастра факультета географии и природопользования КазНУ им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: zaure.kaliaskarova@kaznu.kz);

Ж.Н. Жұмадил – магистр, ТОО «Консолидированная Строительная Горнорудная Компания» (Алматы, Казахстан, e-mail: zhumadilzhuldyz28@gmail.com);

Г.К. Қайранбаева – PhD, старший преподаватель кафедры картографии и геоинформатики факультета географии и природопользования КазНУ им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: kairanbayeva.gaukhar@gmail.com);

Жақыпбек Абзал Мауленович – старший преподаватель кафедры географии, землеустройства и кадастра факультета географии и природопользования КазНУ им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: bzikasd@gmail.com);

Қожасметов Базаралы Токтарович – старший преподаватель кафедры географии, землеустройства и кадастра факультета географии и природопользования КазНУ им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: bake_t@mail.ru).

Авторлар туралы мәлімет:

Нүсіпова Гүлнара Нұрмұхамедқызы – д.г.д., әл-Фараби атындағы ҚазҰУ География және табиғатты пайдалану факультетінің география, жерге орналастыру және кадастр кафедрасының профессоры (Алматы, Қазақстан, e-mail: gulnara.nyusupova@kaznu.kz);

Қалиасқарова Зауре Қарымсақызы – к.г.к., әл-Фараби атындағы ҚазҰУ География және табиғатты пайдалану факультетінің география, жерге орналастыру және кадастр кафедрасының доценті (Алматы, Қазақстан, e-mail: zaure.kaliaskarova@kaznu.kz);

Жұмадил Жұлдыз – магистр, «Консолидированная Строительная Горнорудная Компания» ЖШС (Алматы, Қазақстан, e-mail: zhumadilzhuldyz28@gmail.com);

Қайранбаева Гаухар Қуатовна – PhD, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ География және табиғатты пайдалану факультетінің картография және геоинформатика кафедрасының аға оқытушысы (Алматы, Қазақстан, e-mail: kairanbayeva.gaukhar@gmail.com);

Жақыпбек Абзал Мәуленұлы – магистр, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ География және табиғатты пайдалану факультетінің география, жерге орналастыру және кадастр кафедрасының аға оқытушысы (Алматы, Қазақстан, e-mail: bzikasd@gmail.com);

Қожасметов Базаралы Токтарұлы – докторант, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ География және табиғатты пайдалану факультетінің география, жерге орналастыру және кадастр кафедрасының аға оқытушысы (Алматы, Қазақстан, e-mail: bake_t@mail.ru).

Received: May 30, 2024

Accepted: May 27, 2025

2-бөлім
**КАРТОГРАФИЯ ЖӘНЕ
ГЕОИНФОРМАТИКА**

Section 2
**CARTOGRAPHY AND
GEOINFORMATICS**

Раздел 2
**КАРТОГРАФИЯ
И ГЕОИНФОРМАТИКА**

Т.К. Чекаева , И.Г. Мальганова* 

Казанский (Приволжский федеральный университет), Казань, Российская Федерация

*e-mail: irinamalganova@gmail.com

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ И ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

В условиях динамичных социально-экономических преобразований и значительных региональных диспропорций Республика Казахстан сталкивается с необходимостью более глубокого и пространственно-ориентированного понимания своих социально-демографических процессов. Целью данного научного исследования является изучение потенциала и практического применения геоинформационных систем (ГИС) для картографирования, анализа и визуализации ключевых социально-демографических показателей в Казахстане. Основная идея работы заключается в демонстрации того, как пространственный анализ может выявить скрытые закономерности и помочь в разработке более адресных и эффективных стратегий устойчивого развития. Научная значимость исследования определяется его вкладом в методологию междисциплинарного анализа, объединяющего географические, демографические и статистические подходы, а практическая – в разработке инструментария для обоснованного государственного и регионального управления. Методология исследования включает сбор и систематизацию статистических данных (переписи населения, административные данные), их геокодирование, создание единой геоинформационной базы данных, а также применение методов пространственного анализа, таких как тематическое картографирование, кластерный анализ, буферный анализ и анализ доступности. Основные результаты показывают, что ГИС-картографирование позволяет наглядно выявить региональные диспропорции в плотности населения, урбанизации, миграционных потоках, возрастно-половой структуре и доступе к социальным услугам. Анализ демонстрирует, как пространственная привязка данных делает их более осмысленными для принятия решений. Ценность проведенного исследования заключается в разработке комплексного подхода к пространственному анализу демографических данных, который до сих пор фрагментарно применялся в Казахстане, и в создании основы для более эффективного планирования социальной инфраструктуры. Практическое значение итогов работы заключается в возможности их использования для оптимизации распределения ресурсов, целевого финансирования региональных программ и повышения эффективности реализации государственной политики в области демографии и социального развития.

Ключевые слова: ГИС, демография, Казахстан, пространственный анализ, устойчивое развитие.

T.K. Chekayeva, I.G. Malganova*

Kazan (Volga Region Federal University), Kazan, Russian Federation

*e-mail: irinamalganova@gmail.com

Spatial analysis and geoinformation mapping of socio-demographic processes of the Kazakhstan Republic

Amidst dynamic socio-economic transformations and significant regional disparities, the Republic of Kazakhstan faces the imperative for a deeper and spatially-oriented understanding of its socio-demographic processes. The purpose of this scientific research is to explore the potential and practical application of geoinformation systems (GIS) for mapping, analyzing, and visualizing key socio-demographic indicators in Kazakhstan. The core idea of this work is to demonstrate how spatial analysis can reveal hidden patterns and aid in the development of more targeted and effective sustainable development strategies. The scientific significance of the study is defined by its contribution to the methodology of interdisciplinary analysis, integrating geographic, demographic, and statistical approaches, while its practical significance lies in the development of tools for informed governmental and regional management. The research methodology involves the collection and systematization of statistical data (population censuses, administrative data), their geocoding, the creation of a unified geoinformation database, and the application of spatial analysis methods such as thematic mapping, cluster analysis, buffer analysis, and accessibility analysis. The main results indicate that GIS mapping clearly identifies regional disparities in population density, urbanization, migration flows, age-sex structure, and access to social services. The analysis demonstrates how spatially linking data makes it more meaningful for decision-making. The value of the conducted research lies in developing a comprehensive approach to the spatial analysis of demographic data, which has been applied

fragmentarily in Kazakhstan until now, and in creating a foundation for more effective social infrastructure planning. The practical significance of the work's outcomes lies in their potential use for optimizing resource allocation, targeted funding of regional programs, and enhancing the efficiency of public policy implementation in demography and social development.

Key words: GIS, demography, Kazakhstan, spatial analysis, sustainable development.

Т.К. Чекаева, И.Г. Мальганова*

Қазан (Еділ өңірі федералды университеті), Қазан, Ресей Федерациясы

*e-mail: irinamalganova@gmail.com

Қазақстан Республикасының әлеуметтік-демографиялық процестерінің кеңістікті талдау және геоақпараттық картасы

Динамикалық әлеуметтік-экономикалық өзгерістер және айтарлықтай өңірлік теңсіздіктер жағдайында Қазақстан Республикасы өзінің әлеуметтік-демографиялық процестерін тереңірек және кеңістіктік бағытталған түсіну қажеттілігімен бетпе-бет келеді. Бұл ғылыми зерттеудің мақсаты Қазақстандағы негізгі әлеуметтік-демографиялық көрсеткіштерді картографиялау, талдау және визуализациялау үшін геоақпараттық жүйелердің (ГАЖ) әлеуетін және практикалық қолданысын зерттеу болып табылады. Жұмыстың негізгі идеясы кеңістіктік талдаудың жасырын заңдылықтарды қалай анықтай алатынын және тұрақты дамудың анағұрлым мекен-жайлы және тиімді стратегияларын әзірлеуге қалай көмектесетінін көрсетуде. Зерттеудің ғылыми маңыздылығы оның географиялық, демографиялық және статистикалық тәсілдерді біріктіретін пәнаралық талдау әдістемесіне қосқан үлесімен, ал практикалық маңыздылығы – негізделген мемлекеттік және өңірлік басқару үшін құралдарды әзірлеумен анықталады. Зерттеу әдістемесі статистикалық деректерді (халық санағы, әкімшілік деректер) жинау және жүйелеуді, оларды геокодтауды, бірыңғай геоақпараттық деректер базасын құруды, сондай-ақ тақырыптық картографиялау, кластерлік талдау, буферлік талдау және қолжетімділік талдауы сияқты кеңістіктік талдау әдістерін қолдануды қамтиды. Негізгі нәтижелер ГАЖ-картографиялау халық тығыздығындағы, урбанизациядағы, көші-қон ағындарындағы, жас-жыныс құрылымындағы және әлеуметтік қызметтерге қол жеткізудегі өңірлік теңсіздіктерді анық көрсетуге мүмкіндік беретінін көрсетеді. Талдау деректердің кеңістіктік байланысы шешім қабылдау үшін оларды қалай мағыналы ететінін көрсетеді. Жүргізілген зерттеудің құндылығы Қазақстанда осы уақытқа дейін брыштап қолданылған демографиялық деректерді кеңістіктік талдауға кешенді көзқарас әзірлеуде және әлеуметтік инфрақұрылымды анағұрлым тиімді жоспарлау үшін негіз құруда жатыр. Жұмыс нәтижелерінің практикалық маңызы ресурстарды бөлуді оңтайландыру, өңірлік бағдарламаларды мақсатты қаржыландыру және демографиялық және әлеуметтік даму саласындағы мемлекеттік саясатты іске асырудың тиімділігін арттыру мүмкіндігінде.

Түйін сөздер: ГАЖ, демография, Қазақстан, кеңістіктік талдау, тұрақты даму.

Введение

В современном мире, где динамичные социально-экономические преобразования и глобализация формируют новые реалии, понимание и управление социально-демографическими процессами становится краеугольным камнем устойчивого развития любого государства. Республика Казахстан, обладая обширной территорией, разнообразным ландшафтом и уникальной демографической историей, сталкивается с комплексом вызовов, связанных с неравномерным расселением населения, внутренними и внешними миграционными потоками, а также региональными диспропорциями в развитии и доступе к социальным услугам. (А.И. Трейвиш, 2009). Традиционные статистические методы, хотя и предоставляют ценные агрегированные данные, часто не позволяют в полной мере раскрыть пространственную специфику этих процессов и

выявить скрытые закономерности, критически важные для принятия адресных и эффективных управленческих решений.

Актуальность выбранной темы обусловлена возрастающей потребностью в комплексных инструментах, способных преобразовать разрозненные демографические и социальные данные в наглядную, пространственно-ориентированную информацию. Геоинформационные системы (ГИС) выступают в качестве такого инструментария, предлагая беспрецедентные возможности для сбора, хранения, анализа, визуализации и управления пространственными данными. Применение ГИС в контексте социально-демографических исследований позволяет не только идентифицировать проблемы, но и прогнозировать их развитие, а также моделировать сценарии для разработки оптимальных стратегий. Отсутствие системных и широкомасштабных исследований по геоинформационному картографированию

социально-демографических процессов в Казахстане, сфокусированных на детальном пространственном анализе, подтверждает признание проблемы и обуславливает необходимость данной работы.

Цель исследования – разработать и продемонстрировать комплексный подход к геоинформационному картографированию социально-демографических процессов в Республике Казахстан, способный обеспечить органы государственного управления и планирования более точным и наглядным инструментарием для принятия обоснованных решений.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи: 1. Выявить ключевые социально-демографические индикаторы, требующие пространственного анализа для понимания региональных особенностей Казахстана. 2. Осуществить сбор, систематизацию и интеграцию разнородных статистических и геопространственных данных, необходимых для картографирования. 3. Разработать методологию применения ГИС-технологий и методов пространственного анализа для выявления скрытых закономерностей и диспропорций в социально-демографических процессах. 4. Проанализировать полученные картографические и аналитические результаты с целью выработки рекомендаций для стратегического планирования и реализации государственной политики.

В исследовании используются методы геоинформационного моделирования, пространственной статистики, сравнительного географического анализа, а также методы визуализации данных. Применяемый подход носит междисциплинарный характер, интегрируя демографию, географию, статистику и информационные технологии.

Гипотеза исследования состоит в том, что системное применение геоинформационного картографирования и пространственного анализа социально-демографических данных в Республике Казахстан позволит значительно повысить точность и эффективность планирования социальной инфраструктуры, оптимизировать распределение ресурсов и обеспечить более адресное воздействие государственной политики на развитие регионов.

Ценность данной работы заключается в создании методологической основы для глубокого пространственного понимания сложных социально-демографических реалий Казахстана, что является значимым вкладом в развитие прикладной демографии, региональной экономики и го-

сударственного управления, особенно в контексте цифровизации и данных.

Объект и методы исследования

Объектом данного исследования являются социально-демографические процессы, происходящие на территории Республики Казахстан. Предметом исследования является применение геоинформационных систем и методов пространственного анализа для картографирования, оценки и выявления закономерностей в развитии этих процессов.

Географические данные, включая цифровые карты административно-территориального деления и сети дорог РК. Создание геоинформационной базы данных (ГИБД): разработка структуры ГИБД, включающей данные о численности населения, его структуре (по возрасту, полу, этническому составу), уровне образования, уровне доходов, миграционных потоках, рождаемости и смертности по административным единицам РК. В ГИБД интегрированы данные из различных источников, привязаны к единой системе координат. (Anselin, 1988), (Goodchild, 2010).

Тематическое картографирование: создание серии тематических карт для визуализации пространственного распределения социально-демографических показателей.

Процесс исследования был разбит на следующие последовательные этапы:

Сбор: Агрегация статистических и геопространственных данных из различных государственных источников.

Очистка и стандартизация: Удаление пропусков, исправление ошибок, приведение форматов данных к единому стандарту (например, даты в формате YYYY-MM-DD).

Геокодирование: Привязка негеопространственных данных (например, статистических показателей по административным единицам) к соответствующим географическим объектам на карте.

Трансформация проекций: Приведение всех геопространственных слоев к единой картографической проекции (например, WGS 84 или UTM зоны, соответствующей Казахстану) для обеспечения корректного пространственного анализа. (Lawson, A.B., 2018), (Lee, R.D., 2003).

На основе подготовленных данных была создана структурированная геоинформационная база данных (с использованием PostgreSQL с расширением PostGIS или ESRI File Geodatabase) (O'Sullivan, D., Unwin, D.J., 2010), которая позволила эффективно хранить, управлять и связывать

разнородные пространственные и атрибутивные данные. Были установлены первичные и внешние ключи для обеспечения целостности данных.

Тематическое картографирование: Создание различных тематических для визуализации пространственного распределения таких показателей, как плотность населения, коэффициенты рождаемости и смертности, миграционный прирост/убыль, уровень безработицы, средняя заработная плата по регионам и районам.

Кластерный анализ (Hot Spot Analysis): Использование статистических методов (например, Getis-Ord Gi* статистики) для выявления географических кластеров с аномально высокими (hot spots) или низкими (cold spots) значениями социально-демографических показателей, что позволяет идентифицировать проблемные или благополучные зоны. (Bloom, D.E., Canning, D., & Sevilla, 2003).

Оверлейный анализ (Overlay Analysis): Наложение различных слоев данных (например, плотность населения на карты инфраструктуры или природные ресурсы) для выявления про-

странственных корреляций и взаимосвязей между различными явлениями.

Сравнительный анализ: Проведение сравнения социально-демографических показателей различных административных единиц и их динамики за определенные временные периоды.

Для визуализации результатов были созданы высококачественные картографические материалы, аналитические отчеты для наглядного представления результатов исследования.

Интерпретация выявленных пространственных закономерностей и аномалий, формулирование выводов о причинах и следствиях наблюдаемых социально-демографических процессов. (J.R. Weeks, 2015), (D.W.S. Wong, J. Lee, 2005). В качестве программного обеспечения использовались ArcGIS Pro и QGIS.

Результаты и их обсуждение

После подготовки всех данных и векторных слоев, были получены следующие комплексные карты:

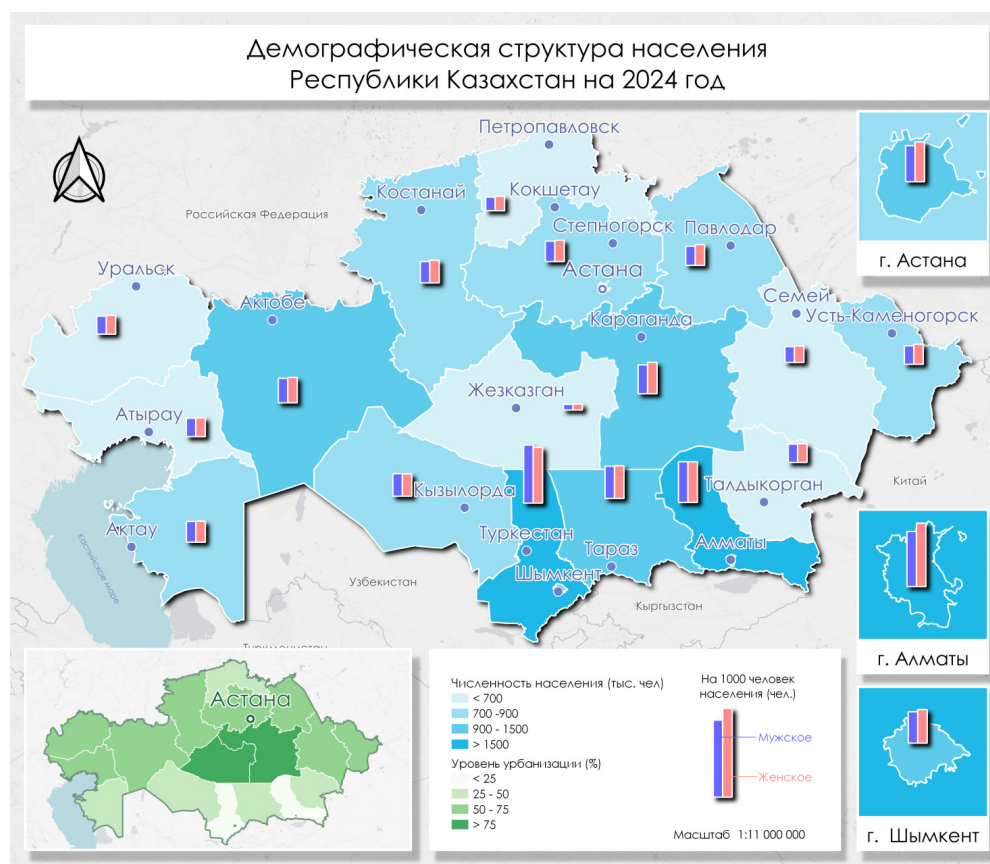


Рисунок 1 – Демографическая карта структуры населения Республики Казахстан на 2024 год
Примечание – составлено автором в QGIS 3.36.2 на основе источника (Агентство..., 2024)

Данная карта отображает численность населения, которая распределена неравномерно, с наибольшей концентрацией в южных и юго-восточных регионах, в то время как северные и западные области имеют более низкую плотность населения. (Ахметова, 2015). Астана и Алматы традиционно являются крупнейшими экономическими центрами страны, подобное происходит и во всех крупнейших странах

мира. Стоит отметить, что возрастная группа примерно 24 лет, имеет небольшой провал в численности населения, это связано по большей части с пиковым периодом кризиса распада СССР. (Агентство Республики Казахстан по статистике, 2000). Динамика численности населения показывает тенденцию к росту, что указывает на положительный демографический тренд.

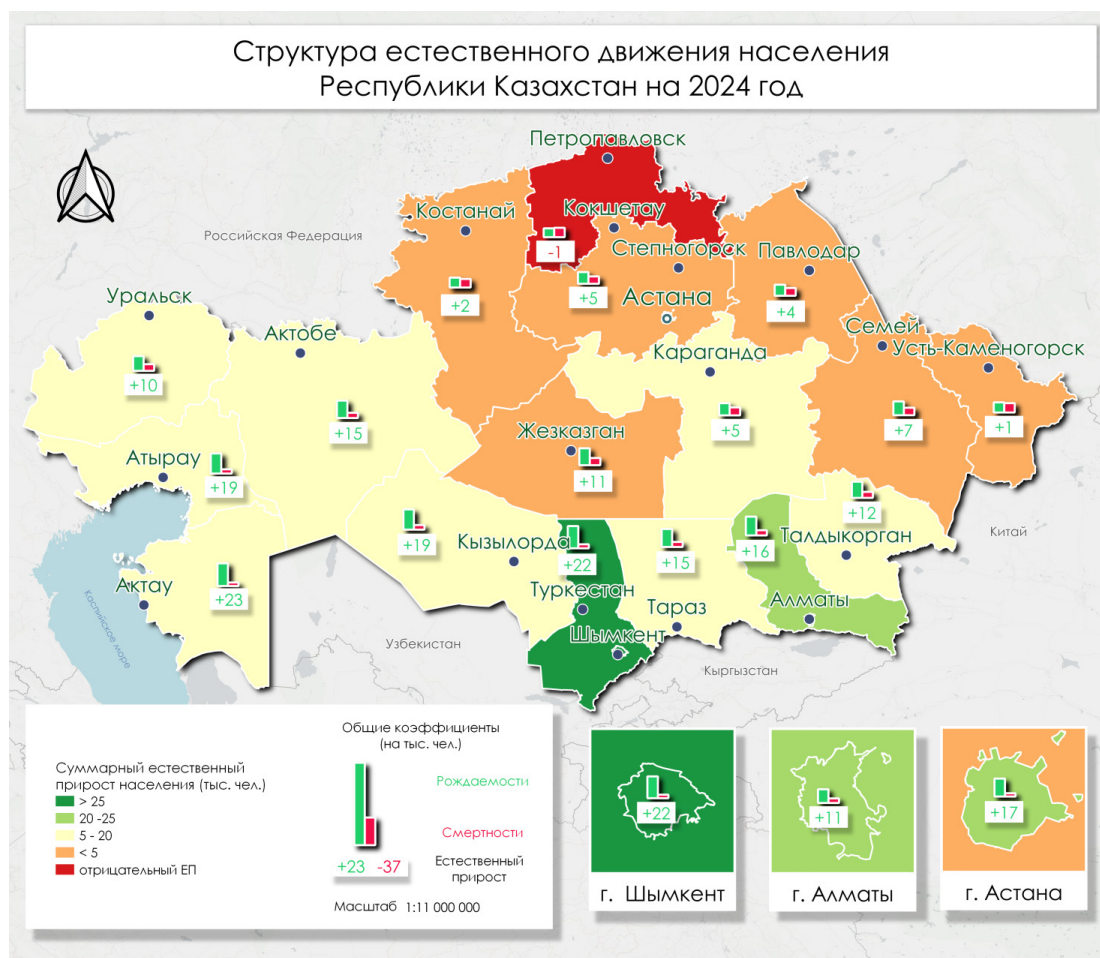


Рисунок 2 – Демографическая карта структуры естественного движения населения Республики Казахстан на 2024 год

Примечание – составлено автором в QGIS 3.36.2 на основе источника (Агентство..., 2024)

Наиболее высокие значения отмечены в южных областях, что обусловлено молодым возрастным составом населения и культурными особенностями региона. Южные регионы, ха-

рактеризуются положительным естественным приростом. Северные регионы имеют либо минимальный естественный прирост, либо даже отрицательный, что говорит о демографическом

старении населения и возможном снижении численности в будущем, за исключением северных регионов, является город Астана, столица. (Ismailova, R.R., Akhmedov, A.K., 2018). В

долгосрочной перспективе подобные тенденции могут привести к замедлению роста населения, что потребует корректировки социальной и демографической политики государства.

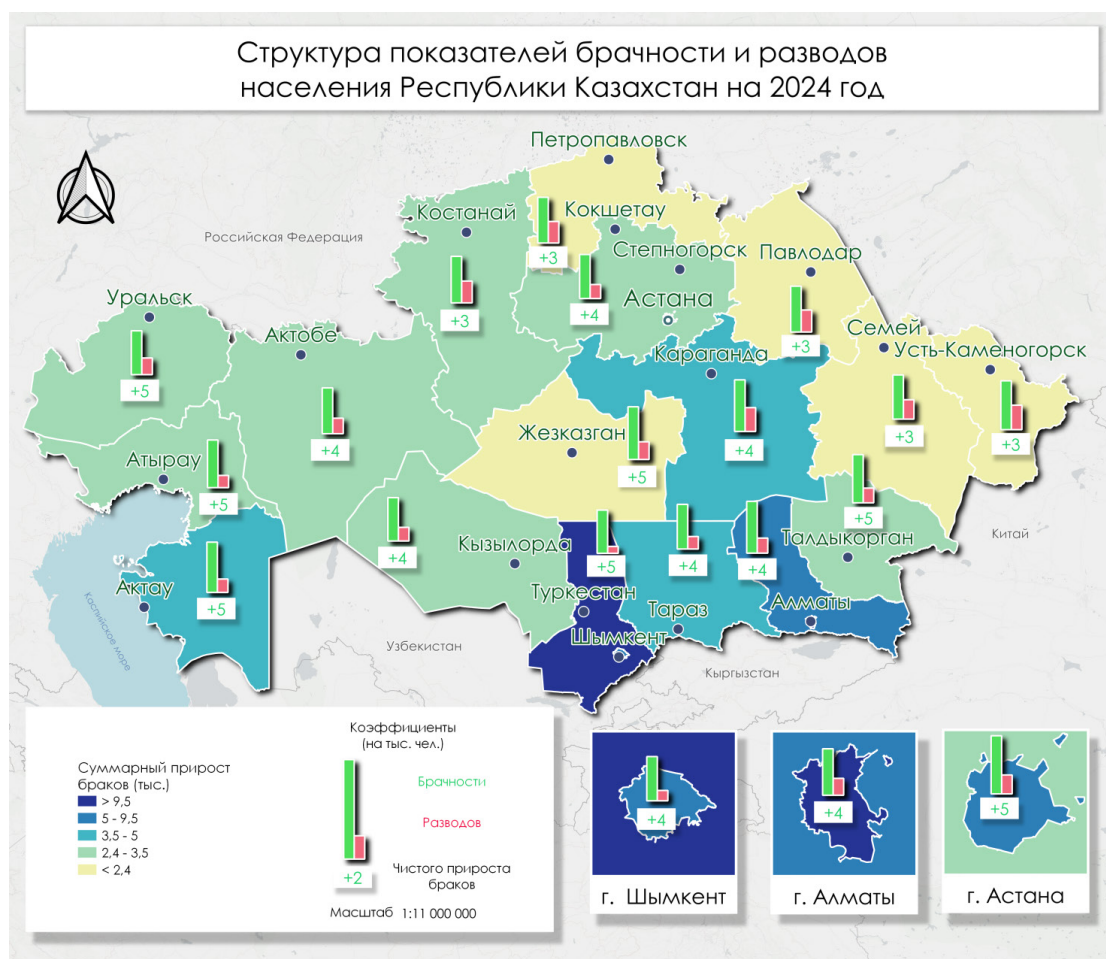


Рисунок 3 – Демографическая карта показателей брачности и разводов Республики Казахстан на 2024 год

Примечание – составлено автором в QGIS 3.36.2 на основе источника (Агентство..., 2024)

Наиболее высокий уровень заключения браков наблюдается в южных регионах. В северных и западных регионах коэффициент брачности ниже. Это может быть связано с урбанизацией, изменением взглядов на институт семьи и социальными проблемами. В южных регионах показатель разводов ниже, что может объясняться

более традиционными взглядами на семью. Казахстан продолжает следовать мировой тенденции увеличения количества разводов, особенно в урбанизированных регионах. Для улучшения демографической ситуации могут потребоваться меры по укреплению института семьи, особенно в крупных городах и северных регионах.



Рисунок 4 – Демографическая карта структуры миграционных процессов Республики Казахстан на 2024 год

Примечание – составлено автором в QGIS 3.36.2 на основе источника (Агентство..., 2024)

Казахстан продолжает сталкиваться с проблемой оттока населения из северных регионов, что может привести к дальнейшему изменению этнодемографического баланса. (Rey, S.J., Anselin, 2007). Рост городов (Астана, Алматы, Актау) говорит о продолжающейся ур-

банизации и экономической концентрации в крупных центрах. Для стабилизации миграционной ситуации может потребоваться развитие инфраструктуры, экономических возможностей и улучшение качества жизни в регионах с высокой эмиграцией.

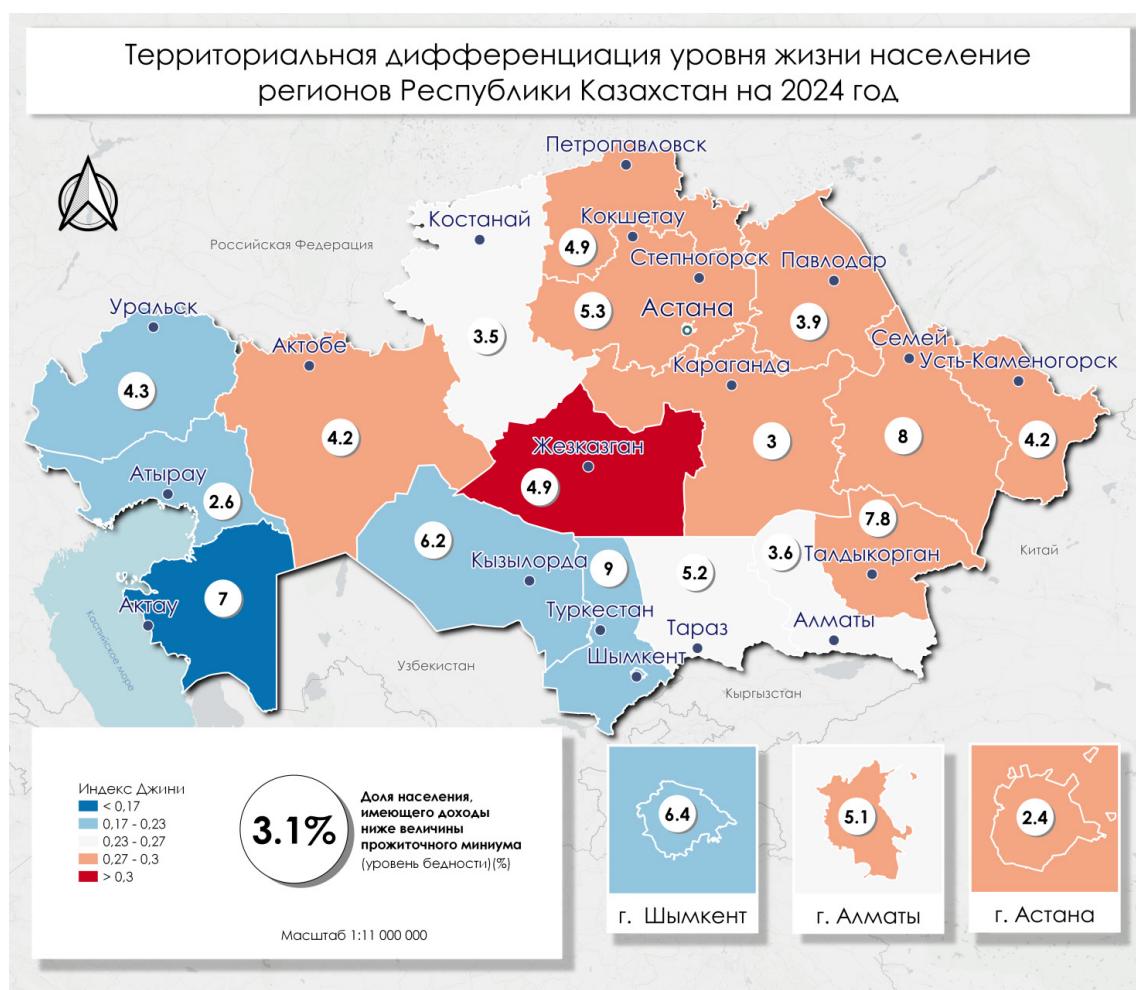


Рисунок 5 – Социальная карта дифференциации уровня жизни населения регионов Республики Казахстан на 2024 год

Примечание – составлено автором в QGIS 3.36.2 на основе источника (Агентство..., 2024)

В регионах с высоким уровнем бедности часто наблюдается высокая доля населения, чьи доходы не достигают стоимости продовольственной корзины. Это указывает на проблему продовольственной безопасности и низкий уровень потребления среди бедных слоев населения. Динамика изменения этих показателей за

последние годы демонстрирует снижение уровня бедности в целом по стране, но сохраняющиеся диспропорции между богатыми и бедными регионами. Это требует реализации дополнительных социальных программ, направленных на поддержку населения в наиболее уязвимых областях.

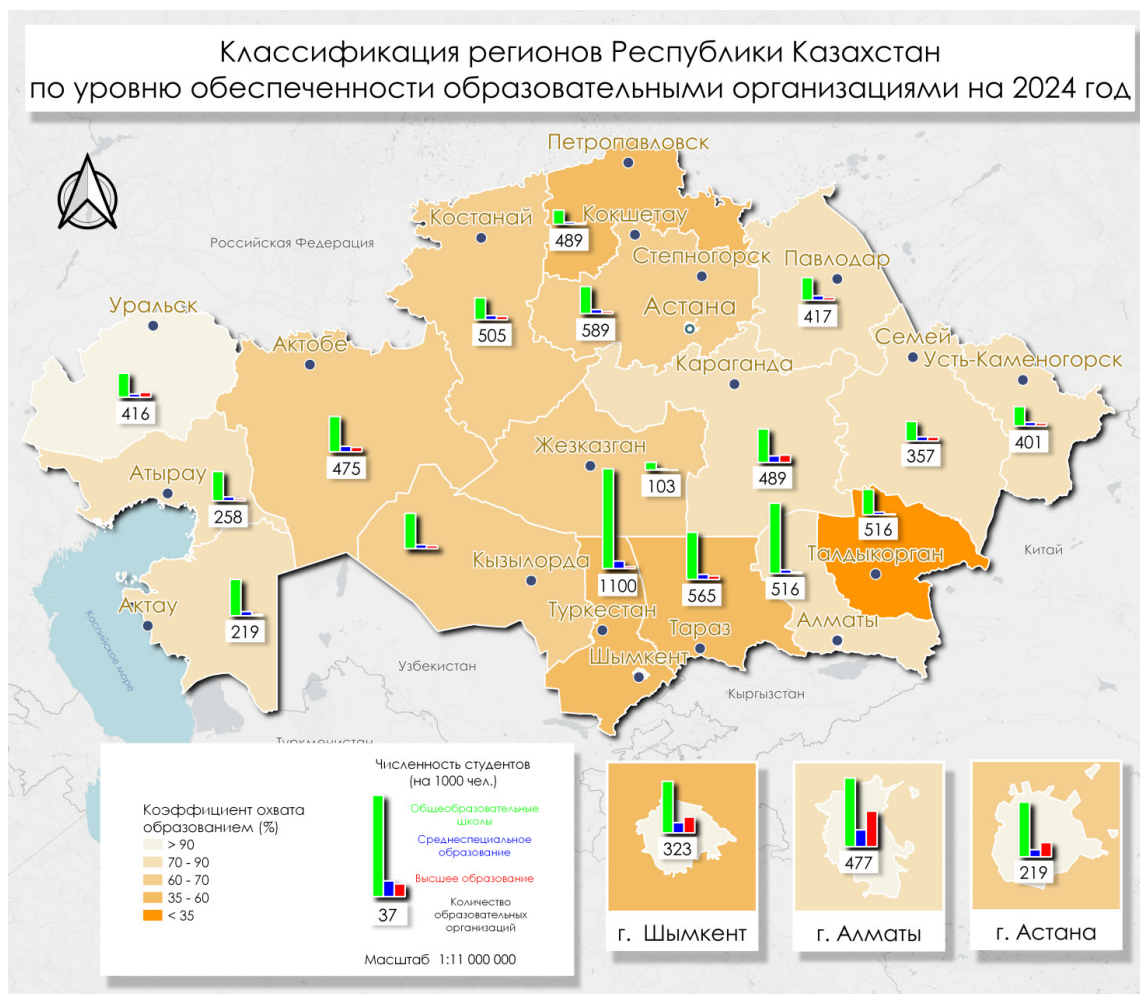


Рисунок 6 – Социальная карта классификации регионов Республики Казахстан по уровню обеспеченности образовательными организациями на 2024 год
Примечание – составлено автором в QGIS 3.36.2 на основе источника (Агентство..., 2024)

В крупных городах (г. Астана, г. Алматы, г.Шымкент) наблюдается высокий процент студентов вузов, что логично, учитывая наличие крупных университетов. В сельских регионах преобладают учащиеся общеобразовательных школ и колледжей. График динамики изменения численности учащихся и образовательных

организаций указывает на снижение количества школ в последние годы, в то время как число студентов вузов и колледжей остается стабильным или растет. В целом, карта подчеркивает необходимость повышения доступности образования в южных регионах, где доля населения с низким уровнем образования остается высокой.

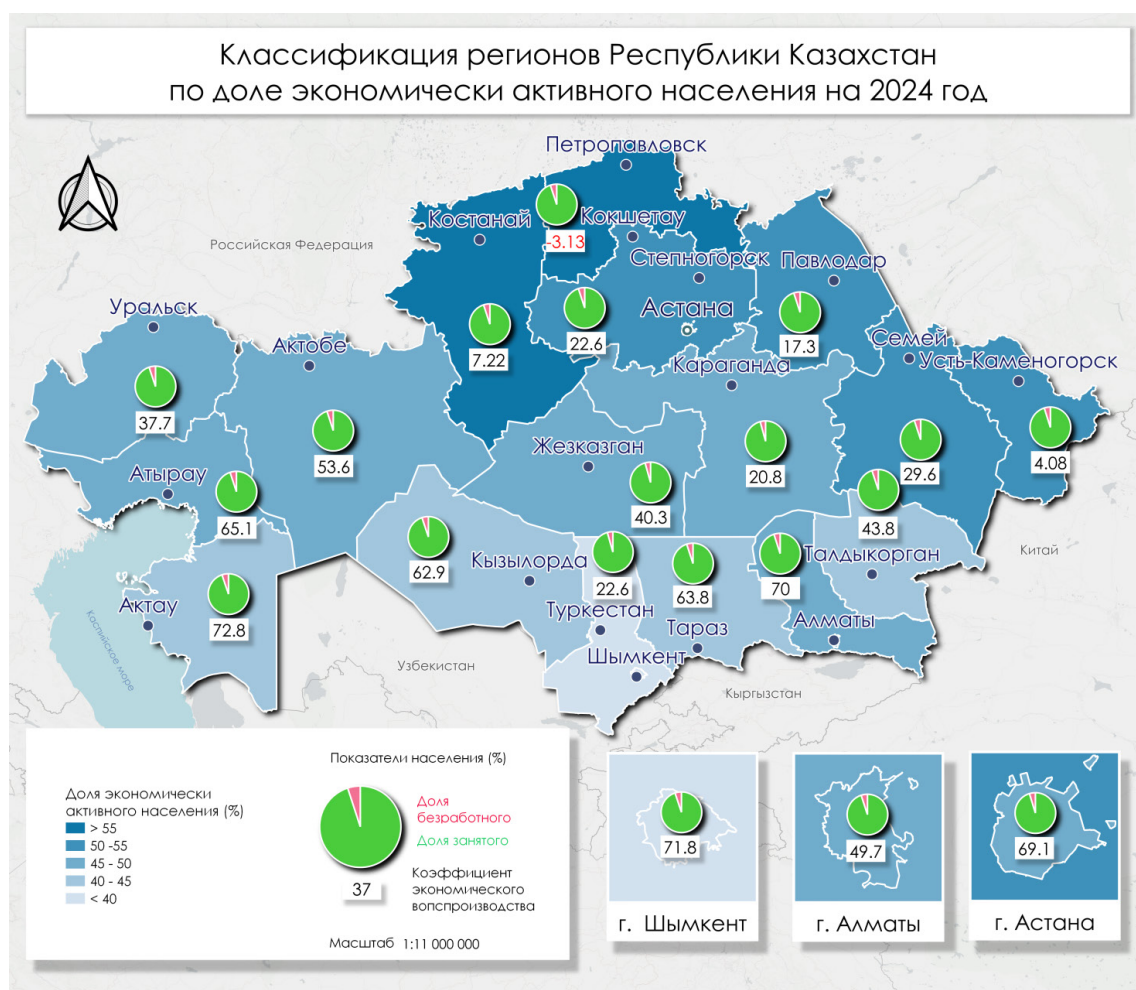


Рисунок 7 – Социальная карта классификации регионов Республики Казахстан по доле экономически активного населения на 2024 год

Примечание – составлено автором в QGIS 3.36.2 на основе источника (Агентство..., 2024)

Необходимы меры по стимулированию занятости в северных и восточных регионах, включая программы поддержки малого бизнеса и развитие промышленного производства. Западные регионы сохраняют высокий уровень экономической активности, но требуют модернизации инфраструктуры для поддержания устойчивого роста. Южные регионы отличаются высокой долей трудоспособного населения, что требует расширения рабочих мест и развития сферы услуг. Важно улучшать уровень занятости в центральных и северных районах, где наблюдается относительно высокая безработица. Эта карта помогает выявить региональные различия в трудовой сфере и определить направления для улучшения экономической политики.

Проведенные исследования подтверждают эффективность геоинформационного картографирования как инструмента для анализа и моделирования социально-демографических процессов в РК. Однако, следует отметить ряд вызовов, связанных с применением ГИК в данной области:

Качество и доступность данных: Для полноценного анализа необходимы данные высокого качества, в том числе данные о социально-демографических показателях на уровне населенных пунктов, что часто ограничено в силу конфиденциальности или отсутствия открытого доступа. Решение этой проблемы требует улучшения взаимодействия между статистическими органами, исследователями и органами местного самоуправления.

Разработка специализированных ГИС-инструментов: Для решения задач, связанных с демографическим анализом (например, моделирование миграции, пространственная доступность социальных услуг, оценка риска социальных конфликтов) необходима разработка специализированных ГИС-инструментов, учитывающих особенности данных и специфику исследуемых процессов.

Интеграция с другими видами данных: ГИС необходимо дополнять данными из других источников, включая данные дистанционного зондирования Земли для оценки использования земель, данные о транспортной инфраструктуре, а также результаты социологических опросов.

Внедрение результатов исследований в практику: Результаты геоинформационных исследований должны активно внедряться в практику планирования регионального развития, разработки социальной политики и принятия управленческих решений. Для этого необходимо повышать квалификацию специалистов, работающих в области ГИС, а также проводить информационные кампании, направленные на повышение осведомленности о возможностях ГИС.

Заключение

Геоинформационное картографирование является перспективным инструментом для комплексного анализа и управления социально-демографическими процессами в Республике Казахстан. Применение ГИС-технологий позволяет визуализировать, анализировать и моделировать пространственные данные, выявлять закономерности и тенденции, прогнозировать

изменения и разрабатывать обоснованные решения для решения социально-экономических проблем. Эффективное использование ГИК требует совершенствования нормативно-правовой базы, развития инфраструктуры пространственных данных, подготовки квалифицированных специалистов и активного внедрения ГИС-технологий в практику управления территориями.

Выводы

1. Геоинформационное картографирование является эффективным инструментом для анализа пространственной дифференциации и динамики социально-демографических процессов в Республике Казахстан.

2. Пространственный анализ позволяет выявить ключевые факторы, влияющие на демографические изменения и миграционные потоки.

3. Разработка прогнозных моделей демографического развития позволяет обосновать решения в области региональной политики и социальной поддержки населения.

4. Для повышения эффективности использования ГИС необходимо решить проблемы, связанные с доступностью и качеством данных, разработкой специализированных ГИС-инструментов и внедрением результатов исследований в практику управления территориями.

5. Дальнейшие исследования должны быть направлены на интеграцию данных из различных источников, разработку новых методик пространственного анализа и создание интерактивных ГИС-приложений для визуализации и анализа социально-демографических процессов.

Литература

- Агентство Республики Казахстан по статистике. (2000). Итоги Национальной переписи населения Республики Казахстан 1999 года. Алматы.
- Агентство Республики Казахстан по статистике. (2010). Итоги Национальной переписи населения Республики Казахстан 2009 года. Астана.
- Ахметова, Г.Т. (2015). Демографические процессы в Казахстане: тенденции и перспективы. Вестник КазНУ. Серия География, 4(43), 17-23.
- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Bloom, D.E., Canning, D., & Sevilla, J. (2003). *The Demographic Dividend: A New Perspective on the Economic Consequences of Population Change*. Santa Monica, CA: RAND Corporation.
- Goodchild, M.F. (2010). *GIScience. Computers, Environment and Urban Systems*, 34(3), 185-191.
- Ismailova, R.R., & Akhmedov, A.K. (2018). Regional features of demographic development in Kazakhstan. *Regional Research of Russia*, 8(4), 392-401.
- Комитет по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан. (URL). Официальный сайт. Retrieved from [https://stat.gov.kz/].
- Lawson, A.B. (2018). *Disease mapping with WinBUGS and MLwiN*. CRC press.

Lee, R.D. (2003). The demographic transition: three centuries of fundamental change. *Journal of Economic Perspectives*, 17(4), 167-190.

O'Sullivan, D., & Unwin, D.J. (2010). *Geographic information analysis*. John Wiley & Sons.

Rey, S.J., & Anselin, L. (2007). Recent advances in spatial econometrics. *Advances in spatial econometrics*, 1-25.

Трейвиш, А.И. (2009). Город, район, страна, мир. Региональное развитие России в глобальной перспективе. М.: Новый хронограф.

Weeks, J.R. (2015). *Population: An introduction to concepts and issues*. Cengage Learning.

Wong, D.W.S., & Lee, J. (2005). *Statistical analysis of geographic information with ArcView GIS and ArcGIS*. John Wiley & Sons.

References

Agency of the Republic of Kazakhstan on Statistics. (2000). *Results of the 1999 National Population Census of the Republic of Kazakhstan*. Almaty.

Agency of the Republic of Kazakhstan on Statistics. (2010). *Results of the 2009 National Population Census of the Republic of Kazakhstan*. Astana.

Akhmetova, G.T. (2015). Demographic processes in Kazakhstan: trends and prospects. *Bulletin of KazNU. Geography Series*, 4(43), 17-23.

Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Bloom, D.E., Canning, D., & Sevilla, J. (2003). *The Demographic Dividend: A New Perspective on the Economic Consequences of Population Change*. Santa Monica, CA: RAND Corporation.

Goodchild, M.F. (2010). GIScience. *Computers, Environment and Urban Systems*, 34(3), 185-191.

Ismailova, R.R., & Akhmedov, A.K. (2018). Regional features of demographic development in Kazakhstan. *Regional Research of Russia*, 8(4), 392-401.

Committee on Statistics of the Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan. (n.d.). *Official website*. Retrieved from [Insert the current link to the Committee on Statistics website].

Lawson, A.B. (2018). *Disease Mapping with WinBUGS and MLwiN*. CRC Press.

Lee, R.D. (2003). The demographic transition: three centuries of fundamental change. *Journal of Economic Perspectives*, 17(4), 167-190.

O'Sullivan, D., & Unwin, D.J. (2010). *Geographic Information Analysis*. John Wiley & Sons.

Rey, S.J., & Anselin, L. (2007). Recent advances in spatial econometrics. In *Advances in Spatial Econometrics* (pp. 1-25).

Treivish, A.I. (2009). *City, Region, Country, World: Regional Development of Russia in a Global Perspective*. Moscow: Novy Khronograf. [In Russian]

Weeks, J.R. (2015). *Population: An Introduction to Concepts and Issues*. Cengage Learning.

Wong, D.W.S., & Lee, J. (2005). *Statistical Analysis of Geographic Information with ArcView GIS and ArcGIS*. John Wiley & Sons.

Сведения об авторах:

Чекаева Тамила Кабдуллаевна – студентка 4 курса направления подготовки «Картография и геоинформатика» кафедры географии и картографии Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) федерального университета (Казань, Российская Федерация; e-mail: chekayeva.tamila@bk.ru)

Мальганова Ирина Григорьевна – к. г. н., доцент кафедры географии и картографии Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) федерального университета. (Казань, Российская Федерация, e-mail: irinamalganova@gmail.com)

Information about authors:

Chekayeva Tamila Kabdullaevna – 4th year student of «Cartography and Geoinformatics», Geography and Cartography Department, Institute of Geology and Oil and Gas Technologies (Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russian Federation; e-mail: chekayeva.tamila@bk.ru)

Malganova Irina Grigorievna – PhD, Associate Professor, Geography and Cartography Department, Institute of Geology and Oil and Gas Technologies (Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russian Federation, e-mail: irinamalganova@gmail.com)

Авторлар туралы мәлімет:

Чекаева Тамила Кабдуллаевна – Қазан (Волга бойы) федералды университетінің Геология және мұнай-газ технологиялары институтының География және картография кафедрасының «Картография және геоинформатика» білім беру бағдарламасы бойынша 4-курс студенті, (Қазан, Ресей Федерациясы, e-mail: chekayeva.tamila@bk.ru)

Мальганова Ирина Григорьевна – г.г.к., Қазан (Волга бойы) федералды университетінің Геология және мұнай-газ технологиялары институтының география және картография кафедрасының доценті. (Қазан, Ресей Федерациясы, e-mail: irinamalganova@gmail.com)

Поступила: 28 апреля 2025 года

Принята: 27 мая 2025 года

Н.Т. Шогелова^{1*}, С.А. Сартин², Ж.З. Толеубекова³

¹ Международная образовательная корпорация, Алматы, Казахстан

² Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева, Петропавловск, Казахстан

³ Казахский агротехнический исследовательский университет
имени С. Сейфуллина, Астана, Казахстан

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

АНАЛИЗ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ДАННЫХ КВАРТАЛОВ ЛЕСНИЧЕСТВА ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЛЕСНИЧЕСТВА «ДАЛЬНЕЕ»

В условиях изменения климата и роста антропогенной нагрузки особое значение приобретает мониторинг состояния лесных экосистем. Настоящее исследование направлено на оценку динамики растительного покрова лесничества «Дальнее», входящего в состав Государственного лесного природного резервата «Семей орманы» (Абайская область, Казахстан), за период 1991–2022 гг. Для анализа использовались спутниковые изображения Landsat 5, 7 и 8, на основе которых рассчитывался нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI). Полученные данные были интерпретированы с использованием авторской дискретной шкалы, адаптированной к структуре хвойных насаждений региона. Результаты показали значительное снижение NDVI в 1991–2010 гг., связанное с крупными лесными пожарами (в том числе в 1997 г.), и постепенное восстановление растительности в 2010–2018 гг. Однако в 2020–2022 гг. зафиксировано локальное снижение NDVI, что может быть следствием незаконных вырубок. В совокупности выявленные тенденции подчеркивают эффективность использования NDVI для дистанционного мониторинга деградации и восстановления лесов. Работа подчеркивает необходимость усиления природоохранных мер и регулярного спутникового контроля для обеспечения устойчивого управления лесными ресурсами в постпожарный и постантропогенный период.

Ключевые слова: вегетационный индекс, лесничество Дальнее, лесное хозяйство, лес, дискретная шкала.

N. Shogelova^{1*}, S. Sartin², Zh. Toleubekova³

¹International Educational Corporation, Kazakhstan, Almaty,

²North Kazakhstan University named after Manash Kozybayev, Petropavlovsk, Kazakhstan

³ S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan

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

Analysis of vegetation data from the quarters of the “Dalnee” forestry district

In the context of climate change and increasing anthropogenic pressure, monitoring the condition of forest ecosystems is becoming particularly important. This study aims to assess the dynamics of the vegetation cover in the “Dalnee” forestry, which is part of the State Forest Nature Reserve “Semey Ormany” (Abai Region, Kazakhstan), over the period from 1991 to 2022. For the analysis, Landsat 5, 7, and 8 satellite images were used, based on which the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was calculated. The obtained data were interpreted using a custom discrete scale adapted to the structure of coniferous stands in the region. The results showed a significant decline in NDVI during 1991–2010, associated with major forest fires (including in 1997), and a gradual recovery of vegetation from 2010 to 2018. However, in 2020–2022, a localized decrease in NDVI was recorded, which may be a result of illegal logging. Overall, the identified trends highlight the effectiveness of using NDVI for remote monitoring of forest degradation and recovery. The study emphasizes the need to strengthen conservation measures and ensure regular satellite monitoring to support sustainable forest resource management in the post-fire and post-anthropogenic period.

Key words: vegetation index, Dalnee forestry, forest management, forest, discrete scale.

Н.Т. Шогелова¹, С.А. Сартин², Ж.З. Тoleyбекова³

¹Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, Қазақстан

²М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Петропавл, Қазақстан

³С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

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

«Дальнее» орман шаруашылығының өсімдік деректерін талдау

Климаттың өзгеруі мен антропогендік жүктеменің артуы жағдайында орман экожүйелерінің жай-күйін бақылау ерекше маңызға ие болуда. Осы зерттеу «Семей орманы» мемлекеттік орман табиғи резерватына (Абай облысы, Қазақстан) қарасты «Дальнее» орманшылығының өсімдік жамылғысының 1991–2022 жылдар аралығындағы динамикасын бағалауға бағытталған. Талдау үшін Landsat 5, 7 және 8 спутниктік суреттері қолданылып, олардың негізінде NDVI (нормаланған айырмалық вегетациялық индекс) есептелді. Алынған деректер аймақтағы қылқанжапырақты ормандардың құрылымына бейімделген авторлық дискреттік шкала арқылы интерпретацияланды. Зерттеу нәтижелері 1991–2010 жылдары NDVI көрсеткішінің айтарлықтай төмендегенін көрсетті, бұл кезеңде ірі орман өрттері (соның ішінде 1997 жылы) тіркелген. 2010–2018 жылдары өсімдіктер жамылғысының біртіндеп қалпына келгені байқалды. Алайда 2020–2022 жылдары NDVI көрсеткішінің жергілікті төмендеуі тіркеліп, бұл заңсыз ағаш кесулердің салдары болуы мүмкін. Жалпы алғанда, анықталған үрдістер орманның тозуы мен қалпына келуін қашықтықтан бақылау үшін NDVI қолданудың тиімділігін дәлелдейді. Бұл жұмыс орман ресурстарын өрттен кейінгі және антропогендік әсерден кейінгі кезеңдерде тұрақты басқаруды қамтамасыз ету мақсатында табиғатты қорғау шараларын күшейту мен тұрақты спутниктік бақылаудың қажеттілігін айқындайды.

Түйін сөздер: вегетациялық индекс, Дальнее орманшылығы, орман шаруашылығы, орман, дискреттік шкала.

Введение

Во всем мире леса являются важнейшим природным ресурсом, и разумное управление ими имеет решающее значение для здоровья и благополучия человека и экосистем. Усилия по управлению лесами зависят от надежных данных о состоянии и тенденциях развития лесных ресурсов. Когда такие данные получают из хорошо налаженных систем мониторинга природных ресурсов, это позволяет принимающим решения лицам опираться на научные основы при принятии своих решений. Национальные инвентаризации лесов являются краеугольным камнем, но для их реализации требуются потенциал и навыки. Эффективность может быть достигнута за счет включения вспомогательной информации, полученной с помощью дистанционного зондирования, в наземную инвентаризацию лесов.

Согласно данным FAO (The Food and Agriculture Organization) ежегодно от лесных пожаров страдают порядка 98 млн га лесной площади – это примерно 4 % от глобальной лесной территории (FAO, 2024:184).

Изменение климата, усиление пожаров и антропогенное воздействие могут изменить динамику и продуктивность лесов (Kasischke et al

2010, Bradshaw and Warkentin 2015). Дистанционное зондирование является ценным инструментом для изучения состава и продуктивности лесного массива (Shogelova et al 2023) и труднодоступного регионов, и во многих исследованиях для определения продуктивности в масштабах ландшафта использовались спутниковые измерения нормализованного разностного индекса растительности (NDVI). Временные ряды используются для расчета тенденций изменения NDVI во времени, при этом снижение NDVI интерпретируется как «ухудшение», а повышение NDVI – как «озеленение» (Shogelova et al 2021). В некоторых исследованиях сообщалось о различных региональных тенденциях, при этом наблюдались значительные пространственные и интенсивные различия между наборами данных (например, GIMMS и Landsat) и методиками (Alcaraz-Segura et al 2010, Zhumadina et al 2022, Sagynbayeva et al 2023).

Предыдущие исследования, сравнивающие тенденции изменения NDVI в разных наборах данных, показали противоречивые результаты (Alcaraz-Segura et al 2010). Одним из источников расхождений в анализе NDVI является разрешение набора данных, которое варьируется от разрешения 8 км для Глобального мониторинга и моделирования запасов исследований (GIMMS)

усовершенствованного радиометра очень высокого разрешения (AVHRR) до 30 м для данных Landsat. В последних работах особое внимание уделяется более тонкому разрешению таких наборов данных, как Landsat, для более точной диагностики факторов, вызывающих изменение NDVI (Ju and Masek 2016, Sulla-Menashe et al 2018).

Второй вопрос связан с интерпретацией NDVI как таковой. Многие исследования связывают NDVI с полевыми измерениями биофизических свойств растительности и обнаруживают положительные корреляции с растительным покровом, индексом площади листьев (LAI), биомассой, состоянием растительности и концентрацией хлорофилла (Carlson and Ripley 1997, Yang et al 2017). Биофизические свойства не являются полностью независимыми, что затрудняет попытки интерпретации последних тенденций NDVI с точки зрения изменений фактических экологических или биофизических свойств. Кроме того, взаимосвязь между биофизическими свойствами и NDVI может не сохраняться на протяжении всей истории жизни леса. Например, NDVI линейно увеличивается с ростом LAI для древостоев с низким LAI, а затем насыщается при высоком LAI (Carlson 1990, Turner 1999). Эти неоднозначности подчеркивают необходимость проведения систематических полевых наблюдений для более точной интерпретации наблюдаемых изменений в индексах растительности, полученных с помощью дистанционного зондирования. вегетационных индексов.

Лесничество «Дальнее» входит в состав Государственного лесного природного резервата «Семей орманы», учреждённого в 2003 году для сохранения и восстановления уникальных ландшафтных боров Прииртышья. С 2023 года территория резервата административно относится к Абайской области. Резерват выполняет важные функции по охране природы и обладает высокой экологической, научной, культурной и рекреационной ценностью. Основу лесного комплекса составляют такие породы, как сосна, пихта, ель, кедр и лиственница. Площадь лесничества «Дальнее» составляет около 22 604 га, оно расположено в Бородулихинском районе, к северу от города Семей.

Для исследования динамики индекса вегетационного покрова (NDVI) были отобраны кварталы на основе информации о пожароопасных участках, полученной по данным спутникового

мониторинга. В качестве источников использовались изображения Landsat, снятые в период максимальной активности растительности – в июне и июле. В исследование вошли снимки следующих лет: 1991 год – Landsat 5 (датчик TM), 2010 год – Landsat 7 (датчик ETM+), 2018 и 2022 годы – Landsat 8 (датчик OLI).

Такой набор снимков позволил рассмотреть следующие аспекты:

- Оценить динамику роста растительности на выбранных кварталах;
- Сравнить изменения площади лесных участков;
- Изучить воздействие пожаров на состояние растительности;
- Выявить потенциальные проблемные зоны, требующие внимания в рамках лесоустройства.

Методы

Изображения, использованные в этом исследовании, были получены из архива Геологической службы США (USGS). Доступ к нему возможен как для простого просмотра каталога, так и для непосредственного получения архивных снимков. На рисунке 1 наглядно демонстрируется изменение лесного покрова с 1991 по 2022 год.

После скрининга выбрано только четыре наиболее подходящих изображения, основанных на отсутствии облаков и относительно одного сезона и соответствующего временного интервала, полученных в 1991, 2010, 2018, 2022 годах.

Сбор спутниковых данных Landsat для изучаемой территории был преобразован в стопку слоев временных рядов изображений NDVI. Впервые, NDVI был рассчитан для каждой отдельной сцены Landsat на основе хорошо известного соотношения высокого поглощения в красном диапазоне и высокого коэффициента отражения входящей солнечной радиации в ближней ИК части электромагнитного спектра в качестве индикатора «зеленой» растительности и продуктивности растительности.

В этом исследовании использовался NDVI, поскольку он является надежным экологическим индикатором. Благодаря своим спектральным характеристикам, а также довольно долгой истории, NDVI стал наиболее часто используемым инструментом для оценки лесной и нелесной растительности во всем мире (Adole 2016).

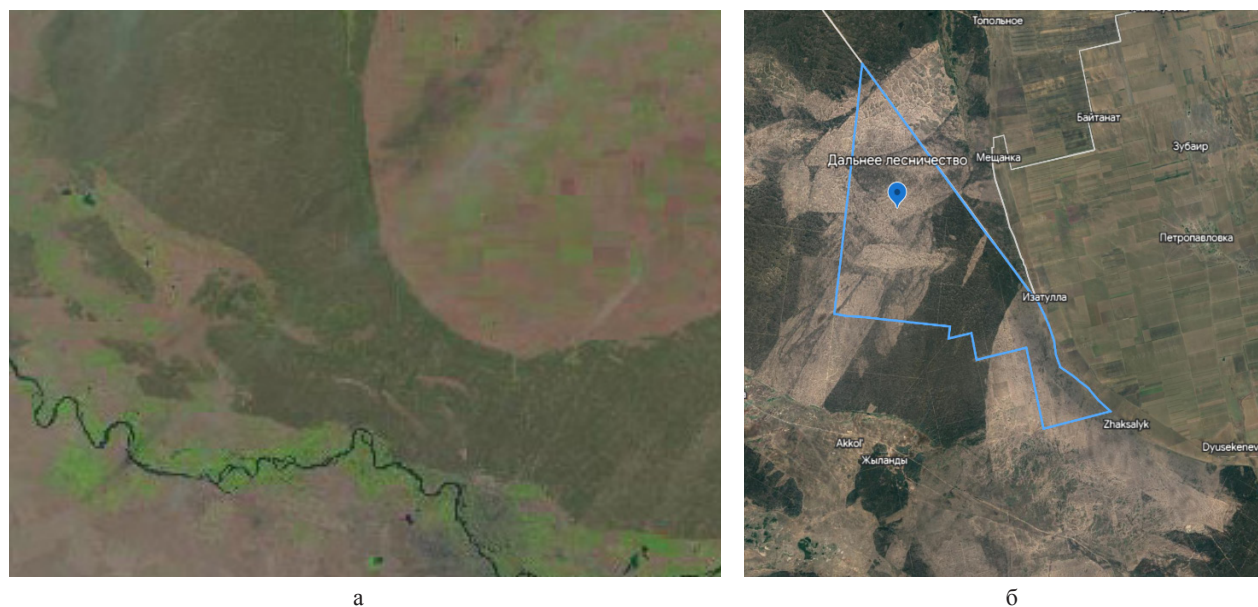


Рисунок 1 – Снимки полученные из базы USGS
а – снимок 1991 года, б – снимок 2022 года

Обработка спутниковых изображений проводилась с использованием специализированной программы ArcGis. Индекс может принимать значения от -1 до 1 . Для растительности индекс NDVI принимает положительные значения, обычно от $0,01$ до 1 . Для интерпретации полученных значений разработана дискретная шкала (табл.1). Предложенная шкала была разработана авторами на основе анализа данных NDVI для сосновых лесов исследуемого региона. Её диапазоны соотносятся с общепринятой интерпретацией NDVI: значения около нуля или немного выше (до $\sim 0,1$) соответствуют от-

крытому грунту или сильно разреженной растительности, показатели порядка $0,2-0,4$ характерны для растительного покрова низкой и средней плотности, а высокие значения (более $0,5$) наблюдаются у наиболее густых насаждений. В нашем случае верхние границы шкалы достигают $\sim 0,6$, что согласуется с тем, что хвойные леса обычно демонстрируют несколько более низкий максимальный NDVI по сравнению с широколиственными (для сравнения, NDVI чистых широколиственных лесов может достигать $\sim 0,84$, тогда как у смешанных хвойно-широколиственных – около $0,79$).

Таблица 1 – Дискретная шкала NDVI

№	Цвет на снимке	Тип объекта	Значение NDVI
		$0 - 0,075270057$	Открытая почва с редкой растительностью
		$0,075270057 - 0,1$	Насаждения, поврежденные пожаром
		$0,1 - 0,15$	Разряженная растительность
		$0,15 - 0,2$	Средневозрастной лес (возраст от 70 до 90 лет)
		$0,2 - 0,3$	Спелый лес (возраст от 100 до 110 лет)
		$0,3 - 0,4$	Спелый лес (возраст от 110 до 120 лет)
		$0,4 - 0,5$	Спелый лес (возраст от 120 до 130 лет)
		$0,5 - 0,6$	Спелый лес (возраст от 130 до 180 лет)

Градация NDVI в интервале 0 – 0,075270057 (Открытая почва с редкой растительностью) часть территории леса, на которой деревья повреждены или уничтожены пожаром. Данный участок отмечен на рисунках красным цветом.

Градация NDVI в интервале 0,075270057 – 0,1 (Насаждения, поврежденные пожаром) характерна для участков наиболее пострадавших от пожара, так как почвенно-растительный покров практически отсутствует. Данный участок отмечен на рисунках фиолетовым цветом.

Градация NDVI в интервале 0,1 – 0,15 (Разряженная растительность) на рисунках присвоен кирпичный цвет и соответствует участкам с растительностью поврежденных пожаром.

Градация NDVI в интервале 0,15 – 0,2 (Средневозрастной лес) на рисунках присвоен голубой цвет и соответствует участкам с лесными насаждениями возрастом от 70 до 90 лет.

Градация NDVI в интервале 0,2 – 0,3 (Спелый лес) на рисунках присвоен желтый цвет и соответствует участкам с лесными насаждениями возрастом от 100 до 110 лет.

Градация NDVI в интервале 0,3 – 0,4 (Спелый лес) на рисунках присвоен салатовый цвет и соответствует участкам с лесными насаждениями возрастом от 110 до 120 лет.

Градация NDVI в интервале 0,4 – 0,5 (Спелый лес) на рисунках присвоен светло зеленый цвет и соответствует участкам с лесными насаждениями возрастом от 120 до 130 лет.

Градация NDVI в интервале 0,5 – 0,6 (Спелый лес) на рисунках присвоен светло зеленый цвет и соответствует участкам с лесными насаждениями возрастом от 130 до 180 лет.

Значения NDVI в период с 1991 по 2022 года на рассматриваемой территории остаются ниже типичных значений для лесной растительности. Следует учитывать, что преобладающие в лесничестве хвойные породы характеризуются умеренно более низкими максимальными значениями NDVI в сравнении с широколиственными лесами (из-за меньшей отражательной способности хвои в ближнем ИК-диапазоне), что частично объясняет относительно невысокие показатели NDVI по сравнению с другими лесными экосистемами. Это может указывать на наличие факторов, которые ограничивают рост и развитие растительности на этой конкретной территории. Возможные причины низких значений NDVI могут включать изменения в климатических условиях, недостаток воды, почвенную деградацию, воздействие паразитов или болезней растений, а также антропогенные факторы, такие как лесоп-

заготовка или незаконные вырубки. Низкие значения NDVI могут указывать на ухудшение состояния растительности и экосистемы в целом. Это может иметь негативные последствия для биоразнообразия, баланса экосистемы, удержания почвы и прочих экологических функций, связанных с лесной растительностью.

До образования ГЛПР «Семей орманы», территория лесничества «Дальнее» Жанасемейского филиала находилась в лесорастительном регионе ленточного бора Прииртышья. Сосновый бор на этой территории представлял собой печальный пример сильно пострадавшего лесного фонда. Лес покрывал 41% общей площади, включая сосну, которая занимала 22%. Некоторые лесные участки имели недостаток в эксплуатационных деревьях, тогда как в других было недостаточно молодых деревьев.

На представленном рисунке 2 показаны результаты обработки индекса NDVI для 1991 года. Анализ спутниковых изображений этого года позволил определить, что на территории Дальнего лесничества преобладал средневозрастной лес. Однако было также обнаружено наличие лесных гарей на кварталах с номерами 23, 30, 65, 160, 184, 185, 187, 188 и 189. Особый интерес вызывает градация значений индекса NDVI в кварталах 184, 185, 187, 188 и 189, которая свидетельствует о наличии крупного пожара, площадь которого распространилась на 5 кварталов. Это обстоятельство является важным для дальнейшего анализа и оценки состояния лесного покрова в данном районе. Такие наблюдения представляют ценность для научных исследований, поскольку позволяют изучать и анализировать влияние пожаров на экосистемы и развивать стратегии управления лесными ресурсами, направленные на предотвращение и снижение пожароопасности в будущем.

По результатам анализа спутниковых изображений 2010 года выявлена значительная площадь, покрытая гарью, которая визуально составляет примерно 1/3 от общей площади лесничества. Это является последствием пожара, произошедшего в 1997 году, в результате которого было уничтожено около 18 тысяч гектаров лесной территории. Согласно предоставленной информации, в 2003 году на участках, где ранее наблюдалась гарь, произошел пожар. Площадь этого пожара составила 500 гектаров. Несмотря на прошедшее время с момента пожара, процесс восстановления леса протекает медленно, что можно увидеть по обработке спутникового снимка.

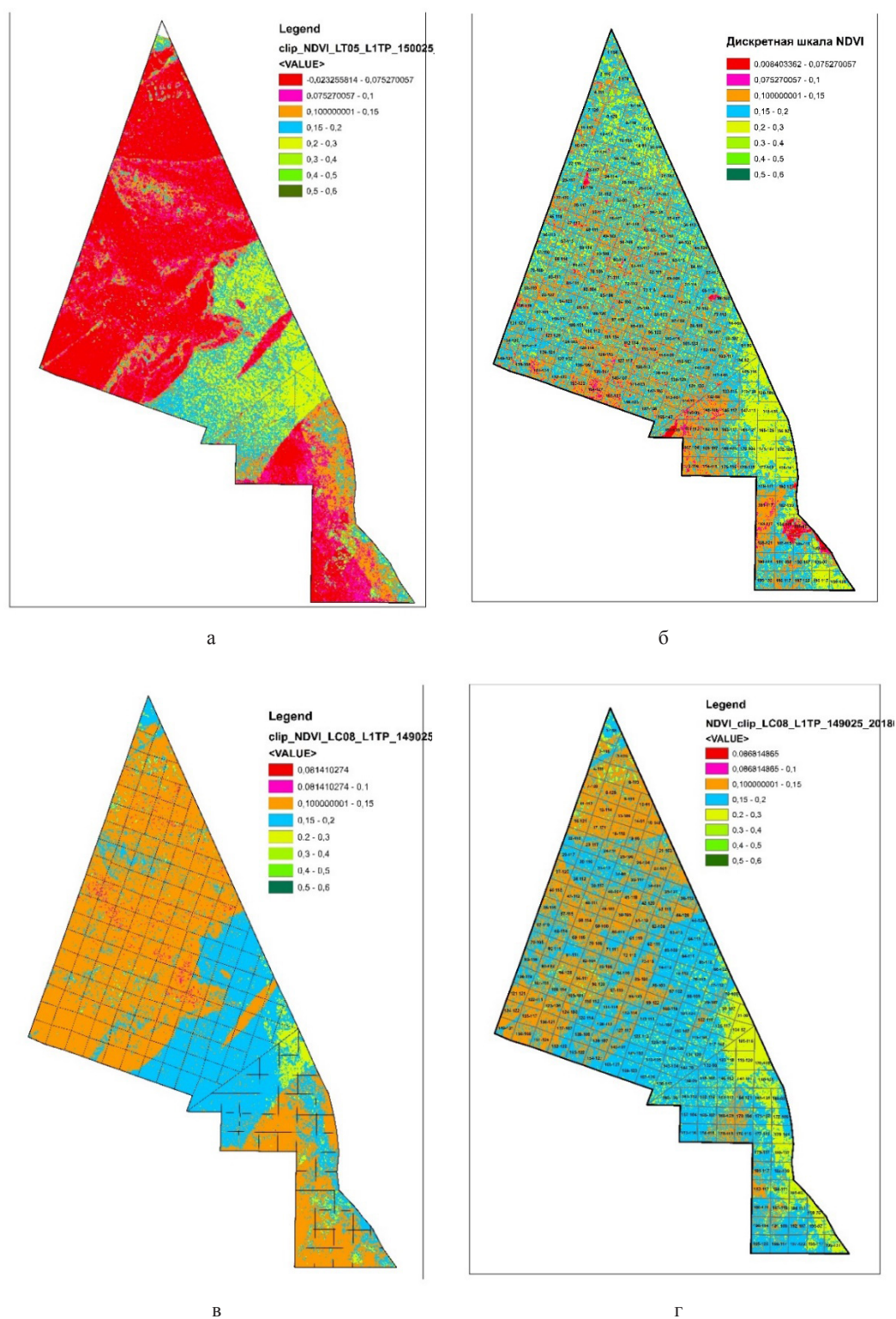


Рисунок 2 – Временные изменения пространственного значения NDVI на территории лесничества «Дальнее»
а – 1991 год, б – 2010 год, в – 2018 год, г – 2022 год

Из анализа снимка 2018 года видно, что участки, покрытые гарью, начали наблюдать некоторое восстановление. На снимке отчетливо видно, что эти участки перешли в следующую градацию по индексу NDVI, что указывает на начало процесса восстановления растительности. В целом, на всей территории снимка преобладает средневозрастной лес, возрастом до 90 лет. Это свидетельствует о том, что восстановительные процессы после пожара 1997 года протекают, хотя и медленно, и позволяют восстановить лесной покров.

Анализ снимков за 2020 и 2022 годы позволяет сделать вывод о положительной динамике в зоне, не затронутой пожарами. На этих участках

наблюдается увеличение плотности леса с возрастом более 90 лет. Однако, незаконная рубка деревьев оказывает негативное влияние. На снимке 2022 года заметно, что участки в лесной полосе показывают отрицательную динамику с индексом NDVI от 0,15 до 0,2. Это свидетельствует о снижении плотности растительности и возможных повреждениях в результате незаконной рубки.

Подобные наблюдения подчеркивают важность введения контрольных мер и профилактики незаконной вырубki, с целью сохранения и восстановления здорового лесного покрова, а также поддержания положительной динамики в зоне, которая не подверглась воздействию пожаров.

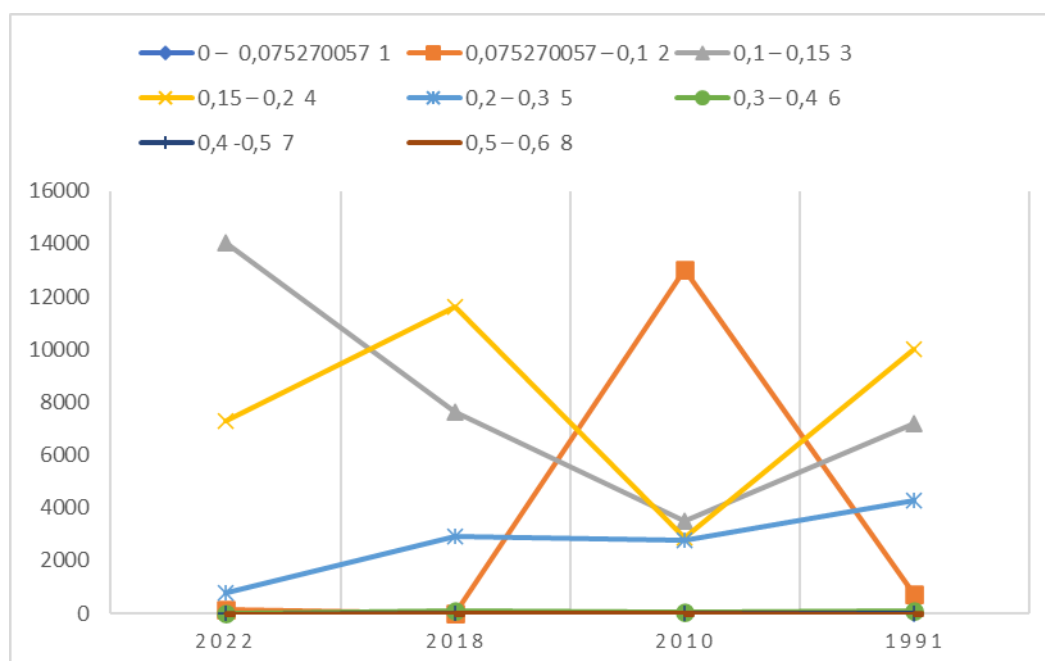


Рисунок 3 – Изменения площади значений NDVI по годам в га, нумерация соответствует таб. 1

График, основанный на данных о нижних, верхних и средних значениях изменения индексов NDVI с 1991 по 2022 год (рис. 3, 4), иллюстрирует динамику вегетационных показателей на территории лесничества «Дальнее». Верхняя кривая на этом графике отражает изменение NDVI на наиболее плотных и не поврежденных участках леса, средняя – среднее значение NDVI по территории, а нижняя – динамику NDVI на наиболее деградированных участках (гарях, вырубках).

В результате анализа наиболее высоких и низких значений линейных трендов NDVI выявлены области с наиболее интенсивными изменениями ландшафтов. В результате визуальной верификации трансформации ландшафтов с помощью спутниковых изображений сверхвысокого пространственного разрешения выявила, что изменения, в основном, обусловлены антропогенным влиянием.

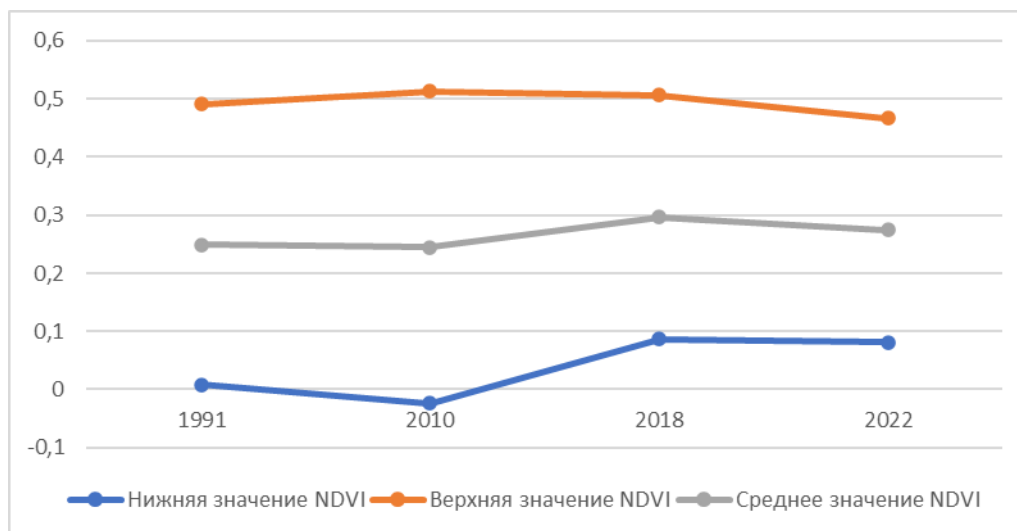


Рисунок 4 – Изменения нижних, верхних и средних значений индексов NDVI с 1991 по 2022 год

На основе анализа снимков и вегетационного индекса (NDVI) можно сделать следующие выводы:

1. Анализ снимков и NDVI позволяет наблюдать изменения в состоянии растительности на рассматриваемой территории. Анализ среднего значения индекса NDVI показывает, что в период с 2010 по 2018 годы началось повышение этого значения. Это указывает на увеличение плотности и здоровья растительности на рассматриваемой территории в течение этого временного периода. Вероятно, этому способствовало постепенное естественное восстановление леса на ранее выгоревших территориях, а также проведение лесовосстановительных мероприятий.

2. Анализ показывает, что в период с 1991 по 2010 годы участки гари на рассматриваемой территории увеличились. Это указывает на увеличение площади, где растительность была повреждена или уничтожена в результате пожаров. В частности, крупный пожар 1997 года охватил около пяти лесных кварталов (порядка 500–600 га), значительно увеличив общую площадь гарей. По оценкам, суммарная выгоревшая площадь к 2010 году достигла примерно 1000 га.

3. В период с 2010 по 2018 года наблюдается хорошая динамика восстановления растительности и уменьшения участков с индексом NDVI равным нулю. Это указывает на положительное изменение состояния растительности на рассматриваемой территории в течение этого временного периода. Восстановление растительности может быть результатом естественных процессов

восстановления после пожаров или других повреждающих событий, а также воздействия мер по регенерации и охране растительности. Уменьшение участков с индексом NDVI равным нулю свидетельствует о возрастании плотности растительности на этих участках, где ранее отсутствовала или была повреждена растительность. Эти положительные изменения могут иметь благоприятное влияние на экосистему и биоразнообразие, обеспечивая более здоровую и устойчивую среду обитания для растений и животных.

4. В период с 2020 по 2022 года произошло снижение верхнего значения индекса NDVI. Это снижение может указывать на влияние незаконных вырубок на рассматриваемой территории. Незаконные рубки представляют собой незаконную практику вырубки леса без соответствующих разрешений или контроля. Такие действия могут привести к существенному сокращению площади лесного покрова и разрушению экосистемы. Это может иметь негативное влияние на биоразнообразие, удержание почвы, водоразделы и другие экологические функции леса. Снижение верхнего значения NDVI свидетельствует о снижении плотности и здоровья растительности на территории, что может быть связано с незаконными рубками. Для противодействия незаконным рубкам и сохранения лесных ресурсов необходимо принимать соответствующие меры, включая усиление контроля и наказания за незаконные действия, проведение образовательных программ и поощрение устойчивого использования лесных ресурсов.

Результаты и выводы

Проведён анализ вегетационных данных на территории лесничества «Дальнее» ГЛПР «Семей орманы» с использованием индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) на основе спутниковых снимков. Полученные результаты позволяют проследить изменения в состоянии растительности за период с 1991 по 2022 год. Анализ среднего значения NDVI показывает, что в 2010–2018 годах наблюдалось его устойчивое повышение, что свидетельствует об увеличении плотности и улучшении состояния растительного покрова. Это, вероятно, связано как с естественным восстановлением после пожаров, так и с мероприятиями по лесовосстановлению.

В то же время в период с 1991 по 2010 годы площадь участков с признаками гарей увеличи-

валась, что указывает на разрушительное воздействие пожаров. Особенно значительным был ущерб после пожара 1997 года. В 2020–2022 годах отмечено снижение верхнего значения NDVI, что может быть связано с незаконной вырубкой леса. К 2022 году на отдельных участках индекс NDVI снизился до $\sim 0,15-0,2$, что свидетельствует о потере древостоя. По ориентировочным оценкам, в 1991–2022 годах площадь незаконных рубок составила несколько десятков гектаров.

Результаты подтверждают значимость спутникового мониторинга для своевременного выявления деградации лесных участков и принятия мер по их восстановлению. Долгосрочное использование индекса NDVI представляет собой эффективный инструмент для устойчивого управления и охраны лесных экосистем.

Литература

- FAO. 2024. The State of the World's Forests 2024 – Forest-sector innovations towards a more sustainable future. Rome, FAO.; p. 214. <https://doi.org/10.4060/cd1211en>
- Kasischke E. S. et al 2010 Alaska's changing fire regime–implications for the vulnerability of its boreal forests *Can. J. For. Res.* 40 1313–24
- Bradshaw C. J. and Warkentin I. G. 2015 Global estimates of boreal forest carbon stocks and flux *Glob. Planet. Change* 128 24–30
- Shogelova, N., & Sartin, S. . (2023). Earth remote sensing application for forest fire size, burn state and fire recovery. *Engineering Journal of Satbayev University*, 145(3), 31–39. <https://doi.org/10.51301/ejsu.2023.i3.05>
- Shogelova N., Sartin S. (2021). Remote sensing in urban forestry: recent applications and future directions on the example of world experience. *Journal of Geography and Environmental Management*, 63(4), 4–14. <https://doi.org/10.26577/JGEM.2021.v63.i4.01>
- Alcaraz-Segura D., Chuvieco E., Epstein H.E., Kasischke E.S. and Trishchenko A. 2010 Debating the greening vs. browning of the North American boreal forest: differences between satellite datasets *Glob. Change Biol.* 16 760–70
- Zhumadina, S., Chlachula, J., Zhaglovskaya-Faurat, A., Czerniawska, J., Satybaldieva, G., Nurbayeva, N., ... Boribay, E. (2022). Environmental dynamics of the ribbon-like pine forests in the parklands of North Kazakhstan. *Forests*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/f13010002>
- Sagynbayeva, A., Mambetov, B., Kalachev, A., Boranbay, Z., Borissenko, Y., Baigazakova, Z., & Turlybekov, K. (2023). Assessing Pine Forest Restoration Post-Fire Using NDVI and GIS Technologies. *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*, 18(6), 1459–1467. <https://doi.org/10.18280/ijdne.180620>
- Ju J. and Masek J G 2016 The vegetation greenness trend in Canada and US Alaska from 1984–2012 Landsat data *Remote Sens. Environ.* 176 1–16
- Sulla-Menashe D, Woodcock C E and Friedl M A 2018 Canadian boreal forest greening and browning trends: an analysis of biogeographic patterns and the relative roles of disturbance versus climate drivers *Environ. Res. Lett.* 13 014007
- Carlson T.N. and Ripley D.A. 1997 On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index *Remote Sens. Environ.* 62 241–52
- Yang H, Yang X, Heskell M, Sun S and Tang J 2017 Seasonal variations of leaf and canopy properties tracked by ground-based NDVI imagery in a temperate forest *Sci. Rep.* 7 1267
- Carlson T.N., Perry E.M. and Schmugge T.J. 1990 Remote estimation of soil moisture availability and fractional vegetation cover for agricultural fields *Agric. For. Meteorol.* 52 45–69
- Turner D.P., Cohen W.B., Kennedy R.E., Fassnacht K.S. and Briggs J.M. 1999 Relationships between leaf area index and landsat TM spectral vegetation indices across three temperate zone sites *Remote Sens. Environ.* 70 52–68
- Adole, T., Dash, J. & Atkinson, P.M. (2016) A systematic review of vegetation phenology in Africa. *Ecological Informatics*, 34, 117–128. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2016.05.004>

Reference

- FAO. 2024. The State of the World's Forests 2024 – Forest-sector innovations towards a more sustainable future. Rome, FAO.; p. 214. <https://doi.org/10.4060/cd1211en>

- Kasischke E. S. et al 2010 Alaska's changing fire regime—implications for the vulnerability of its boreal forests Can. J. For. Res. 40 1313–24
- Bradshaw C. J. and Warkentin I. G. 2015 Global estimates of boreal forest carbon stocks and flux Glob. Planet. Change 128 24–30
- Shogelova, N., & Sartin, S. (2023). Earth remote sensing application for forest fire size, burn state and fire recovery. Engineering Journal of Satbayev University, 145(3), 31–39. <https://doi.org/10.51301/ejsu.2023.i3.05>
- Shogelova N., Sartin S. (2021). Remote sensing in urban forestry: recent applications and future directions on the example of world experience. Journal of Geography and Environmental Management, 63(4), 4–14. <https://doi.org/10.26577/JGEM.2021.v63.i4.01>
- Alcaraz-Segura D., Chuvieco E., Epstein H.E., Kasischke E.S. and Trishchenko A. 2010 Debating the greening vs. browning of the North American boreal forest: differences between satellite datasets Glob. Change Biol. 16 760–70
- Zhumadina, S., Chlachula, J., Zhaglovskaya-Faurat, A., Czerniawska, J., Satybaldieva, G., Nurbayeva, N., ... Boribay, E. (2022). Environmental dynamics of the ribbon-like pine forests in the parklands of North Kazakhstan. Forests, 13(1). <https://doi.org/10.3390/f13010002>
- Sagynbayeva, A., Mambetov, B., Kalachev, A., Boranbay, Z., Borissenko, Y., Baigazakova, Z., & Turlybekov, K. (2023). Assessing Pine Forest Restoration Post-Fire Using NDVI and GIS Technologies. International Journal of Design and Nature and Ecodynamics, 18(6), 1459–1467. <https://doi.org/10.18280/ij dne.180620>
- Ju J. and Masek J G 2016 The vegetation greenness trend in Canada and US Alaska from 1984–2012 Landsat data Remote Sens. Environ. 176 1–16
- Sulla-Menashe D, Woodcock C E and Friedl M A 2018 Canadian boreal forest greening and browning trends: an analysis of biogeographic patterns and the relative roles of disturbance versus climate drivers Environ. Res. Lett. 13 014007
- Carlson T.N. and Ripley D.A. 1997 On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index Remote Sens. Environ. 62 241–52
- Yang H, Yang X, Heskell M, Sun S and Tang J 2017 Seasonal variations of leaf and canopy properties tracked by ground-based NDVI imagery in a temperate forest Sci. Rep. 7 1267
- Carlson T.N., Perry E.M. and Schmugge T.J. 1990 Remote estimation of soil moisture availability and fractional vegetation cover for agricultural fields Agric. For. Meteorol. 52 45–69
- Turner D.P., Cohen W.B., Kennedy R.E., Fassnacht K.S. and Briggs J.M. 1999 Relationships between leaf area index and landsat TM spectral vegetation indices across three temperate zone sites Remote Sens. Environ. 70 52–68
- Adole, T., Dash, J. & Atkinson, P.M. (2016) A systematic review of vegetation phenology in Africa. Ecological Informatics, 34, 117– 128. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2016.05.004>

Сведения об авторах:

Шогелова Назым Тулегеновна (корреспондентный автор) – магистр технических наук, докторант ФСТИМ, Международная образовательная корпорация (Алматы Казахстан, эл. почта: nazym-shogelova@mail.ru).

Сартин Сергей Александрович – доктор или кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Физика», Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева (Петропавловск, Казахстан, эл. почта: sartin78@mail.ru).

Толубекова Жанат Зекеновна – кандидат технических наук, доцент кафедры землеустройства и геодезии, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина (Астана, Казахстан, эл. почта: zh.toleubekova@kazatu.edu.kz).

Information about authors:

Shogelova Nazym (Corresponding author) – Master of Technical Sciences, doctoral student of FSTIM, International Educational Corporation (Almaty, Kazakhstan, e-mail: nazym-shogelova@mail.ru).

Sartin Sergey – physico-mathematical sciences, associate professor of the department of «Physics», North-Kazakhstan University named after M. Kozymbayev (Petropavlovsk, Kazakhstan, e-mail: sartin78@mail.ru)

Toleubekova Zhanat – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Land Management and Geodesy, Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seyfullin (Astana, Kazakhstan, e-mail: zh.toleubekova@kazatu.edu.kz)

Авторлар туралы мәліметтер:

Шогелова Назым Төлегенқызы – магистр, Халықаралық білім беру корпорациясының Құрылыс, технология және инновациялық менеджмент факультетінің (КТЖИМ) докторанты (Алматы, Қазақстан, e-mail: nazym-shogelova@mail.ru)

Сартин Сергей Александрович – физика-математика ғылымдарының кандидаты, М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университетінің «Физика» кафедрасының доценті (Петропавл, Қазақстан, e-mail: sartin78@mail.ru)

Толубекова Жанат Зекенқызы – техника ғылымдарының кандидаты, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Жерге орналастыру және геодезия кафедрасының доценті (Астана, Қазақстан, e-mail: zh.toleubekova@kazatu.edu.kz)

Поступила впервые: 09 декабря, 2023 года

Повторна загружена: 24 марта, 2025 года

Принята: 14 июля, 2025 года

**Е.Х. Какимжанов, К.Т. Қырғызбай*, Л.М. Павличенко,
А.С. Бейсембинова, Е.С. Сарыбаев, Н.Е. Хамит**

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

*e-mail: kyrgyzbay.kudaibergen@gmail.com

АҚТӨБЕ ОБЛЫСЫ ТОПЫРАҒЫНЫҢ АУЫР МЕТАЛДАРМЕН ЛАСТАНУЫН ГАЗ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫНЫҢ НЕГІЗІНДЕ БАҒАЛАУ

Бұл зерттеуде картографиялық әдістерді қолдану арқылы Ақтөбе облысының аумағында топырақтың ауыр металдармен ластану деңгейі зерттелді. Зерттеу барысында топырақтағы хром (Cr), никель (Ni), мышьяк (As), молибден (Mo), кобальт (Co), мырыш (Zn), қорғасын (Pb), мыс (Cu), кадмий (Cd) және бор (B) элементтерінің кеңістіктік таралу ерекшеліктері талданды. Геоакпараттық жүйе (ГАЗ) негізінде алынған мәліметтер негізінде ақпараттық-бағалау карталары жасалды.

Зерттеудің негізгі мақсаты – аймақтағы өнеркәсіптік кәсіпорындардың топырақтың ауыр металдармен ластануына ықпалын бағалау. Осы мақсатта Дөң тау-кен байыту комбинаты, Мұғаджар ауданының тау-кен кәсіпорындары, Ақтөбе феррокорытпа зауыты, сондай-ақ облыстың мұнай-газ кен орындарына жақын аймақтарда топырақ үлгілері алынып, зертханалық талдау жүргізілді. Алынған мәліметтер кері өлшенген қашықтық (Inverse Distance Weighted – IDW) интерполяция әдісі арқылы өңделді.

Зерттеу нәтижелері аймақта ауыр металдардың жоғары концентрацияланған аумақтарын анықтауға мүмкіндік берді. Мұнай-газ өндірісі және тау-кен байыту комбинаттарының әсері байқалатын аймақтарда қорғасын (Pb), кадмий (Cd) және мырыш (Zn) элементтерінің концентрациясы жоғары екендігі анықталды. Сонымен қатар, жекелеген элементтердің кеңістіктік таралу заңдылықтарын сипаттайтын кешенді картографиялық модель әзірленді.

Алынған нәтижелер stat.gov.kz сайтындағы ресми статистикалық деректермен салыстырылып, өнеркәсіптік ластану аймақтарының ерекшеліктері талданды. Зерттеу барысында өндірістік кәсіпорындарға жақын аудандардағы ауыр металдар концентрациясының ресми мәліметтермен сәйкессіздігі байқалды, бұл аймақтық мониторинг жүйесін жетілдіру қажеттігін көрсетеді.

Түйін сөздер: ГАЗ технологиялары, геокеңістіктік талдау, топырақтың ауыр металдармен ластануы, интерполяция, спектрометрия.

Y. Kh, Kakimzhanov, K.T. Kyrgyzbay*, L.M. Pavlichenko,
A.S. Beyseminova, E.S. Sarybayev, N.Y. Khamit
Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
*e-mail: kyrgyzbay.kudaibergen@gmail.com

Assessment of soil pollution in Aktobe region by heavy metals based on GIS technologies

In this study, the level of soil contamination with heavy metals in the Aktobe region was studied using cartographic methods. The study analyzed the spatial distribution of chromium (Cr), nickel (Ni), arsenic (As), molybdenum (Mo), cobalt (Co), zinc (Zn), lead (Pb), copper (Cu), cadmium (Cd) and boron (B) in the soil. Based on the data obtained on the basis of the geographic information system (GIS), information and assessment maps have been developed.

The main purpose of the study is to assess the impact of industrial enterprises in the region on soil pollution with heavy metals. For this purpose, soil samples were taken and laboratory analysis was carried out in areas close to the Don Mining and Processing Plant, mining enterprises of the Mogajar district, Aktobe Ferroalloy Plant, as well as oil and gas fields in the region. The data obtained was processed using the Inverse Distance Weighted (IDW) interpolation method.

The results of the study revealed highly concentrated areas of heavy metals in the region. It has been established that in regions where the influence of oil and gas producing and mining plants is observed, there are high concentrations of the elements lead (Pb), cadmium (Cd) and zinc (Zn). In addition, a comprehensive cartographic model has been developed that describes the patterns of spatial distribution of individual elements.

The results obtained stat.gov.kz They were compared with official statistical data, and the features of industrial pollution zones were analyzed. During the study, there was a discrepancy between the concentrations of heavy metals in areas close to production facilities and official data, which indicates the need to improve the regional monitoring system.

Key words: GIS technologies, geospatial analysis, soil contamination with heavy metals, interpolation, spectrometry.

Е.Х. Какимжанов, Қ.Т. Қырғызбай*, А.М. Павличенко,
А.С. Бейсембинова, Е.С. Сарыбаев, Н.Е. Хамит

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан
*e-mail: kyrgyzbay.kudaibergen@gmail.com

Оценка загрязнения почв Актюбинской области тяжелыми металлами на основе ГИС-технологий

В данном исследовании изучен уровень загрязнения почв тяжелыми металлами на территории Актюбинской области с использованием картографических методов. В ходе исследования были проанализированы особенности пространственного распределения элементов хрома (Cr), никеля (Ni), мышьяка (As), молибдена (Mo), кобальта (Co), цинка (Zn), свинца (Pb), меди (Cu), кадмия (Cd) и бора (B) в почве. На основе данных, полученных на основе геоинформационной системы (ГИС), разработаны информационно-оценочные карты.

Основная цель исследования – оценить влияние промышленных предприятий региона на загрязнение почвы тяжелыми металлами. С этой целью были взяты образцы почв и проведен лабораторный анализ в районах, близких к Донскому горно-обогатительному комбинату, горным предприятиям Могаджарского района, Актюбинскому ферросплавному заводу, а также нефтегазовым месторождениям области. Полученные данные обрабатывались методом интерполяции обратного измеренного расстояния (Inverse Distance Weighted – IDW).

Результаты исследования позволили выявить высококонцентрированные области тяжелых металлов в регионе. Установлено, что в регионах, где наблюдается влияние нефтегазодобывающих и горно-обогатительных комбинатов, высокие концентрации элементов свинца (Pb), кадмия (Cd) и цинка (Zn). Кроме того, разработана комплексная картографическая модель, описывающая закономерности пространственного распределения отдельных элементов.

Полученные результаты stat.gov.kz сравнивались с официальными статистическими данными, анализировались особенности зон промышленного загрязнения. В ходе исследования наблюдалось несоответствие концентраций тяжелых металлов в районах, близких к производственным предприятиям, официальным данным, что свидетельствует о необходимости совершенствования региональной системы мониторинга.

Ключевые слова: ГИС-технологии, геопространственный анализ, загрязнение почвы тяжелыми металлами, интерполяция, спектрометрия.

Кіріспе

Қазақстанның батыс өңірлеріндегі, әсіресе Ақтөбе облысындағы қарқынды өнеркәсіптік қызмет қоршаған ортаға айтарлықтай әсер етуде. Бұл өңір мұнай, түсті және полиметалл кендерін өндірудің маңызды орталығы болып табылады. Өнеркәсіптің жедел дамуы нәтижесінде соңғы бірнеше онжылдықта экологиялық жағдай күрделеніп, оның ішінде топырақтың ауыр металдармен және көмірсутектермен ластануы өзекті мәселеге айналды.

Өңірдегі негізгі экологиялық жүктеме мұнай-газ және тау-кен өндіру салаларымен байланысты. Ақтөбе облысында көмірсутек шикізатының ірі кен орындары, соның ішінде Жаңажол, Кеңияқ және Кеңияқ-Оңтүстік кен орындары шоғырланған. Сонымен қатар, Мұғаджар аудан

ындағы тау-кен байыту комбинаттары және Дөң тау-кен байыту комбинаты түсті және полиметалл кендерін өндіру және өңдеу жұмыстарын жүргізуде. Бұл кәсіпорындар қоршаған ортаға айтарлықтай антропогендік жүктеме түсіріп, ауыр металдардың топыраққа жиналуына ықпал етеді (Korabayev et al., 2024: 5).

Аталған өнеркәсіптік кешендердің қызметі топырақ қабаттарында қорғасын (Pb), кадмий (Cd), мырыш (Zn), мыс (Cu), никель (Ni) және мышьяк (As) сияқты ауыр металдардың жиналуына себепші болады (Mirzaee et al., 2016; Wang et al., 2021; Zhou et al., 2021; Song et al., 2022). Бұл элементтердің табиғи ыдырауы баяу жүретіндіктен, олар қоршаған ортада ұзақ уақыт сақталып, экожүйелердің тепе-теңдігін бұзады. Өндірістік ластаушы заттар топыраққа негізінен атмосфералық жауын-шашын арқылы, сондай-

-ақ өндіріс қалдықтары мен ағынды сулардың жерге сіңуі нәтижесінде түседі (Gao et al., 2018; Costa-Böddeker et al., Zhou et al., 2020). Топыраққа енген ауыр металдар әртүрлі физикалық, химиялық және биологиялық процестердің әсерінен көші-қонға ұшырап, өсімдіктер мен су көздеріне өтуі мүмкін. Бұл құбылыс экожүйелерге және халықтың денсаулығына кері әсер етеді.

Әсіресе жоғары уыттылығы бар мышьяк пен кадмий тірі организмдер үшін үлкен қауіп төндіреді. Бұл элементтер топырақта жиналып, өсімдіктер мен жануарлардың ағзасына еніп, олардың репродуктивті қабілетін төмендетіп, биологиялық процестердің бұзылуына алып келеді (Moghimi Dehkordi et al., 2024; Pelta and Ben-Dor, 2019; Khosravi et al., Song et al., 2022). Сонымен қатар, ауыр металдар микроағзалардың ферментативті белсенділігін тежеп, органикалық заттардың ыдырау процесін баяулатады. Бұл құбылыс топырақтың құнарлылығын төмендетіп, агроөнеркәсіптік салаларға да кері әсерін тигізеді.

Топырақтың ластану механизмдерінің бірі – ауыр металдар мен көмірсутектердің топырақ бөлшектерінің бетіне адсорбциялануы. Бұл процесс олардың топырақ арқылы қозғалысын тежеп, ұзақ уақыт бойы топырақтың жоғарғы қабаттарында сақталуына ықпал етеді. Сонымен қатар, көмірсутектер мен ауыр металдар органикалық заттармен тұрақты кешендер түзіп, олардың табиғи ыдырауын баяулатады (Yaseen, 2021; Wang et al., 2021; Tan et al., 2021; Song et al., 2022). Мұнай-газ өндірісі аймақтарында бұл процесс ластанушы заттардың топырақ қабаттарында жинақталуына және кейіннен жер асты суларына таралуына себеп болады.

Ақтөбе облысындағы өнеркәсіптік қызметтің нәтижесінде жер асты суларының ауыр металдармен ластану қаупі жоғарылап, халықтың тұрмыстық қажеттіліктеріне және ауыл шаруашылығына пайдаланылатын су ресурстарына тікелей әсер етуде (Khosravi et al., Song et al., 2022). ҚР Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігінің Ұлттық статистика бюросының деректері бойынша, 2023 жылы Ақтөбе облысында қалалық жерлердегі ағынды суларды тазарту деңгейі 92,8%-ды құраса, ауылдық жерлерде бұл көрсеткіш 0%-ға тең болған (stat.gov.kz). Бұл деректер өңірдің экологиялық инфрақұрылымындағы теңсіздікті көрсетіп, өнеркәсіптік

ластанудың ауылдық жерлердегі қоршаған ортаға және халық денсаулығына ықпалын зерттеудің өзектілігін дәлелдейді.

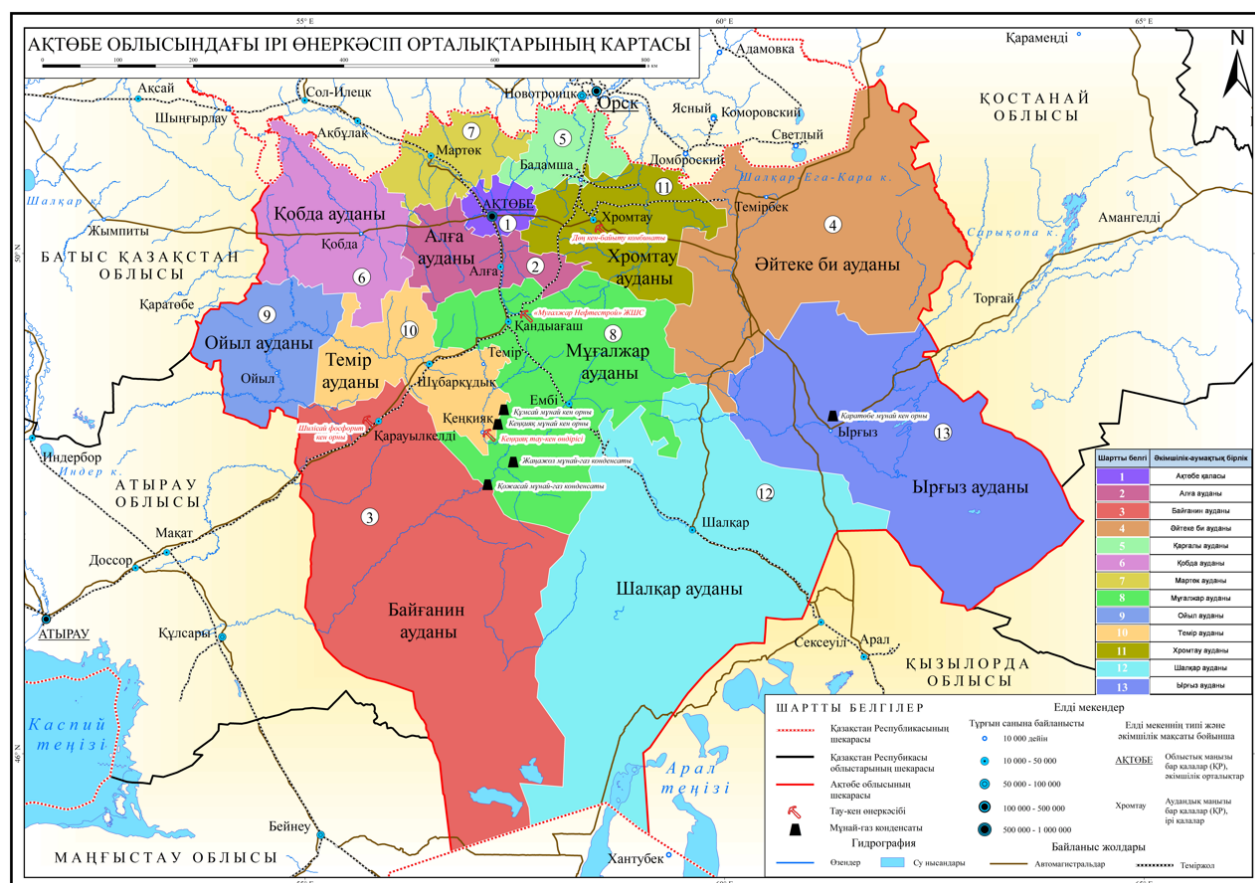
Осы зерттеудің мақсаты – Ақтөбе облысының өнеркәсіптік аймақтарындағы топырақтың ауыр металдармен ластануын бағалау және оның кеңістіктік таралу заңдылықтарын анықтау (Meng et al., 2023; Шайхудинов және басқалары, 2020; Бойко және басқалары, 2023). Бұл мақсатты іске асыру үшін далалық және зертханалық зерттеулер жүргізіліп, ГАЖ технологияларын қолдану арқылы ластанудың картографиялық бағалауы жүзеге асырылды. Сонымен қатар, алынған нәтижелер ресми статистикалық деректермен салыстырылып, өнеркәсіптік әсердің экологиялық жағдайға ықпал ету деңгейі талданды.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Ақтөбе облысы ландшафттық әртүрлілігімен ерекшеленеді және дала, шөлейт, сондай-ақ шөлді экожүйелерді қамтиды. Өңір Қазақстан экономикасында маңызды рөл атқарып, мұнай, газ және кен ресурстарына бай аймақтардың бірі болып табылады (Комитет по экологии Республики Казахстан, 2022). Географиялық орналасуы бойынша Ақтөбе облысы солтүстігінде Ресей Федерациясымен, шығысында Қостанай және Ұлытау облыстарымен, оңтүстік-шығысында Қызылорда облысымен, оңтүстігінде Өзбекстан Республикасымен, батысында Батыс Қазақстан, Атырау және Маңғыстау облыстарымен шектеседі (1-сурет).

Климаттық жағдайы континенталды сипатқа ие: жаз айларында (маусым-тамыз) температура +25°C-тан +40°C-қа дейін жетсе, қысқы кезеңде (қаңтар) орташа температура -5°C-тан -20°C-қа дейін төмендейді. Жылдық жауын-шашын мөлшері 150-ден 300 мм-ге дейін өзгереді, бұл аймақтың басым бөлігін құрғақ және жартылай құрғақ өңірлер қатарына жатқызуға негіз болады (Қазгидромет, 2025).

Облыстың физика-географиялық ерекшеліктерінің бірі – Мұғалжар таулары, олар Орал тауларының оңтүстік жалғасы болып табылады және олардың ең биік нүктесі Үлкен Бөктібай тауы (657 м) болып саналады. Өңірдегі тау-кен өнеркәсібінің дамуы осы геоморфологиялық құрылымдармен тікелей байланысты (Атлас Казахстана, 2018).



1-сурет – Ақтөбе облысындағы өнеркәсіп орталықтарының орналасуы

Зерттеу нысандары ретінде Ақтөбе облысының ірі өнеркәсіптік кәсіпорындары мен өндіріс ошақтары таңдалды (1-сурет), атап айтқанда:

- 1) Тау-кен байыту комбинаттары:
 - Дөң тау-кен байыту комбинаты (Хромтау ауданы);
 - «Мұғалжар Нефтестрой» ЖШС (Мұғалжар ауданы);
 - Кеңқияқ тау-кен өндірісі (Темір ауданы);
 - Шилісай фосфорит кен орны (Байғанин ауданы);
- 2) Мұнай-газ кен орындары:
 - Жаңажол (Темір ауданы);
 - Кеңқияқ-Оңтүстік (Темір ауданы);
 - Кеңқияқ-Солтүстік (Темір ауданы);
 - Қожасай (Байғанин ауданы);
 - Қаратөбе (Ырғыз ауданы);
 - Құмсай (Мұғалжар ауданы).

Бұл кәсіпорындар мен кен орындары өнеркәсіптік ластанудың негізгі көздері ретінде қарастырылып, топырақтың ауыр металдармен ластану деңгейін бағалау үшін зерттелді.

Зерттеу барысында топырақ үлгілері санитарлық-қорғау аймақтарының (СҚА) әртүрлі нүктелерінен алынып, олардың ауыр металдармен ластану деңгейі зерттелді. Далалық сынамалар Ақтөбе қаласы маңындағы өнеркәсіптік аймақтардан, сондай-ақ Дөң тау-кен байыту комбинаты (2-сурет), Мұғалжар тау-кен өндірісі және мұнай-газ кен орындары орналасқан аймақтардан жиналды.

Ауыр металдардың (Cr, Ni, As, Mo, Co, Zn, Pb, Cu, Cd, V) концентрациясын анықтау үшін спектрофотометрия әдісі қолданылды. Бұл әдіс төмен концентрациядағы элементтердің құрамын дәл анықтауға мүмкіндік береді және топырақ ластануын зерттеуде кеңінен қолданылады (Enuneku et al., 2021; Bhardwaj et al., 2017; Likuku et al., 2013; Massadeh et al., 2024).

Зерттеу барысында алынған мәліметтер ГАЗ ортасына енгізіліп, кеңістіктік талдау және картаға түсіру үшін қолданылды. Топырақтағы ауыр металдардың таралуын визуализациялау

және ластану аймақтарын анықтау үшін бірнеше интерполяция әдістері пайдаланылды:

IDW (Inverse Distance Weighted) – Кері өлшенген қашықтық әдісі: Бұл әдіс белгілі бір нүктенің мәнін оның айналасындағы өлшенген нүктелердің мәндеріне негізделі отырып бағалайды. IDW әдісінің негізгі ерекшелігі – қашықтық ұлғайған сайын нүктенің мәніне әсерінің азаюы. Бұл әдіс геостатистикалық тәсілдерге қарағанда қарапайым және жылдам есептеу мүмкіндігін береді (George et al., 2008; Shepard, 1968; Berndt and Haberlandt, 2018). Ресми түрде IDW әдісі тандалған s_i орындарындағы бақыланатын y мәндерін ескере отырып, S_0 орнында белгісіз y (S_0) мәнін бағалау үшін қолданылады:

$$\hat{y}(S_0) = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{d_{oi}^{-\alpha}}{\sum_{i=1}^n d_{oi}^{-\alpha}} y(S_i)}$$

Тендеуде көрсеткіш α дәрежесі бар S_0 мен S_i арасындағы қашықтыққа (d_{oi}) кері, ал бөлгіш барлық i орындар үшін барлық кері қашықтық салмақтарының қосындысы болып, осылайша іріктелмеген нүкте үшін барлық i қосындысы бірлікке тең болады (George et al., 2008; Shepard, 1968).

Кригинг әдісі. Кригинг кеңістіктік өзгергіштікті есепке ала отырып, белгісіз нүктелердің мәндерін болжауға мүмкіндік береді. Бұл әдіс IDW-ге қарағанда анағұрлым күрделі, өйткені ол кеңістіктік автокорреляцияны ескереді және болжамның дәлдігін арттырады (Oliver and Webster, 1990; Terpanosyan et al., 2017; Wang et al., 2008).

Сплайн интерполяциясы. Бұл әдіс топырақтағы ауыр металдардың таралуын тегіс бетке келтіру үшін қолданылады. Сплайн әдісі шектес нүктелер арасындағы өзгерістерді тегістеп, ластану карталарын жоғары дәлдікпен визуализациялауға мүмкіндік береді (Léandre et al., 2022).

Геостатистикалық әдістер. Зиянды заттардың концентрациясы жоғары «ыстық нүктелерді» (hotspots) анықтау үшін геостатистикалық талдау қолданылды. Бұл әдіс ластанудың кеңістіктік заңдылықтарын анықтауға және экологиялық мониторинг үшін мақсатты бақылау стратегиясын әзірлеуге көмектеседі.

ArcGIS 10.6 бағдарламалық жасақтамасы кеңістіктік талдау жүргізу және ластану карталарын құрастыру үшін пайдаланылды. Бұл бағ-

дарлама алынған деректерді өңдеп, кеңістіктік интерполяция әдістерін қолдану арқылы топырақ ластануының карталарын жасауға мүмкіндік береді (Léandre et al., 2022; Kuznetsov et al., 2007; Kuznetsov and Fedorov, 2015).

Зерттеу нәтижелері ҚР Ұлттық статистика бюросының (stat.gov.kz) экологиялық көрсеткіштерімен салыстырылды. Ақтөбе облысының экологиялық жағдайына байланысты негізгі статистикалық деректер:

Ағынды суларды тазарту деңгейі: 2023 жылы қалалық жерлерде 92,8%, ауылдық жерлерде 0% (stat.gov.kz). Бұл деректер ауылдық аймақтардағы өндірістік ластанудың бақылаусыз таралу қаупін көрсетеді.

Өнеркәсіптік шығарындылар: 2022 жылы Ақтөбе облысында атмосфераға таралған зиянды заттардың жалпы көлемі 120,3 мың тоннаға жеткен.

Топырақтың ауыр металдармен ластану деңгейі: Ресми деректер бойынша кейбір аудандарда қорғасын мен кадмий концентрациясы рұқсат етілген шекті мөлшерден 3-5 есе асып түскен.

Зерттеу барысында алынған мәліметтер экологиялық мониторингті жақсарту қажеттігін көрсетеді. Сонымен қатар, ГАЖ технологияларын қолдану арқылы кеңістіктік талдау жүргізу ластанудың нақты ошақтарын анықтауға мүмкіндік берді (Kakimzhanov et al., 2024; Kakimzhanov et al., 2025).

Зерттеу әдістері Ақтөбе облысының өнеркәсіптік ластануының кеңістіктік құрылымын бағалауға мүмкіндік берді. ГАЖ технологияларын қолдану, оның ішінде IDW, кригинг және сплайн әдістері арқылы алынған мәліметтер экологиялық жағдайды объективті түрде бағалап, ауыр металдардың таралу заңдылықтарын анықтауға ықпал етті.

Зерттеу нәтижелері және талқылау

Зерттеу барысында топырақ сынамалары ГОСТ 17.4.4.02-2017 «Табиғатты қорғау. Топырақ. Химиялық, бактериологиялық, гельминтологиялық талдау үшін сынамаларды іріктеу және дайындау әдістері» талаптарына сәйкес алынды (https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=33190761). Далалық зерттеу жұмыстарында Spectra Geospatial SP85 GNSS қабылдағышы қолданылып, сынама алу нүктелерінің координаттары дәл белгіленді (2-сурет).



2-сурет – Дөң КБК және Ақтөбе ферроқорытпа зауыты санитарлық-қорғау аймақтарының аумағындағы топырақты далалық зерттеу (Kakimzhanov et al., 2024; Kakimzhanov et al., 2025)

Зерттеу объектілері ретінде Ақтөбе облысының он екі ауданы және Ақтөбе қаласы аумағындағы тау-кен байыту комбинаттары мен мұнай-газ кен орындары таңдалды.

Барлығы 27 сынама алынып, олардың ауыр металдармен ластану деңгейі зерттелді.

Хромтау ауданы. Дөң КБК және тау-кен өндірісі аймағынан алынған топырақ сынамалары ауыр металдардың жоғары концентрациясын көрсетті. Үлгілер 100 м, 250 м, 500 м, 1000 м және 5000 м қашықтықта, сондай-ақ Хромтау қаласының Кеншілер аллеясы мен Орталық саябақ аумағынан алынды (3-сурет).

Номер образца	Наименование образца	Показатели элементов в почве, в мг/кг													
		Никель	Молибден	Кобальт	Хром	Мышьяк	Подвижный цинк	Подвижная медь	Подвижный кадмий	Подвижный свинец	Подвижный бор	Валовый цинк	Валовая медь	Валовый кадмий	Валовый свинец
1	Разрез №1 (0-8 см)	19	124	7	1550	16	0,9	0,7	0,5	0,9	0,22	91,2	22,8	1,2	5,6
6	100 м на юго-восток от Разреза №1	739	5	56	2434	12	0,6	0,4	1,5	1,1	0	87,2	28,4	0,8	7,2
7	250 м на юго-восток от Разреза №1	2225	0	134	3307	9	0,5	0,2	0,9	1,4	0,14	146	26,4	3,6	6
8	500 м на юго-восток от Разреза №1	487	11	0	2849	13	0,5	0,1	1,1	1,5	0,01	72,4	21,2	3,2	3,6
9	Подножия отвала	1971	10	176	1416	6	1,4	1	0,1	0,7	0,07	60,8	18,8	3,6	2,4
10	100 м на северо-запад от отвала	1718	13	165	1479	0	1,1	0,7	0,6	0,7	0,13	68,8	15,2	1,2	3,6
11	250 м на северо-запад от отвала	1738	12	132	1171	0	0,3	0,6	0,6	0,6	0,11	64	17,2	2,4	2
12	500 м на северо-запад от отвала	52	8	17	180	0	1,7	0,5	0,8	1,1	0,15	65,2	17,6	2	5,6
13	1000 м на северо-запад от отвала	321	6	66	2205	11	0,6	0,3	0,8	0,7	0,08	74,4	16,4	2,4	3,6
15	Центральный парк города Хромтау	71	0	0	485	14	7,3	0,4	1,3	1,8	0,22	72,8	20,4	4,8	9,2
16	Аллея горняков, город Хромтау	563	10	51	3708	11	1,2	0,5	0,9	1,7	0,1	87,6	26,8	2	4,8
17	Граница города Хромтау	537	13	0	7335	10	5	0,6	1,1	1,3	0,38	99,2	21,6	3,6	5,6
18	5000 м на северо-запад от территории	714	4	0	2524	12	0,2	0,5	0,9	0,6	0,17	66,4	18,4	1,6	5,2

3-сурет – Дөң КБК СҚА аумағындағы топырақ үлгілерін зертханалық зерттеу нәтижелері, Хромтау қаласы (Kakimzhanov et al., 2024; Kakimzhanov et al., 2025)

Зерттеу нәтижелері бойынша:

1. Никель (ШРК – 85 мг/кг) №7, 9, 10, 11 үлгілерінде нормадан 2-3 есе асып түскен.

2. Молибден (ШРК – 0,07 мг/кг) №1, 10, 16 үлгілерінде салыстырмалы түрде жоғары.

3. Кобальт (ШРК – 50 мг/кг) №7, 9, 10, 11 үлгілерінде аса жоғары.

4. Хром (ШРК – 100 мг/кг) барлық үлгілерде нормадан жоғары, №17 үлгіде ең жоғары (7335 мг/кг).

5. Мышьяк (ШРК – 2 мг/кг) №1, 6, 8, 13, 15, 18 үлгілерінде салыстырмалы түрде жоғары.

6. Жалпы мырыш, жалпы мыс, жалпы кадмий барлық үлгілерде нормадан асады.

Ақтөбе қаласы. Ақтөбе ферроқорытпа зауыты және қаланың өнеркәсіптік аймағының шекарасында жүргізілген зерттеулер барысында СҚА аумағы және қала орталығындағы саябақтарда (4-сурет) топырақ құрамындағы ауыр металдардың шекті нормадан жоғары екендігі анықталды.

1. Никель (ШРК – 85 мг/кг) №23, 26 үлгілерінде нормадан жоғары.

2. Молибден, хром, мышьяк №34 үлгісінен басқа барлық сынамаларда шекті мөлшерден асады.

3. Жалпы мырыш, жалпы мыс, жалпы кадмий барлық үлгілерде жоғары.

Номер образца	Наименования образца	Показатели элементов в почве, в мг/кг												
		Никель	Молибден	Хром	Мышьяк	Подвижной цинк	Подвижная медь	Подвижной кадмий	Подвижной свинец	Подвижной бор	Валовый цинк	Валовая медь	Валовый кадмий	Валовый свинец
23	Разрез-3	114	12	25165	4	1.4	0.6	0.3	0.3	0.06	55.6	22	0.4	4.4
26	100 м на запад от С33	110	17	16863	11	5.1	1.4	1.6	1.2	0.28	94.4	21.6	3.2	7.2
27	250 м на запад от С33	49	19	14197	14	6.6	1.1	1.6	1.3	0.21	150.8	21.2	5.2	7.2
28	500 м на запад от С33	68	20	2851	9	3.2	0.6	0.9	0.5	0.21	94.4	23.6	3.2	4.8
29	1000 м на запад от С33	76	11	3238	5	1.6	0.6	0.8	0.2	0.15	84.8	21.6	2.4	4.4
30	100 м на север от С33	84	11	10655	10	4	1.2	1.5	0.6	0.13	83.2	19.6	4	3.6
31	250 м на север от С33	80	5	9231	15	4.9	1.2	1.5	0.8	0.12	132	19.2	1.6	4
32	500 м на север от С33	83	9	8029	4	4.4	0.8	1	0.4	0.03	90.4	18.4	2.4	5.6
34	Ақтөбе Централдың парк. 8000 м	0	0	0	0	3.7	0.7	0.9	0.4	0.42	102	23.2	1.2	4

4 -сурет – Ақтөбе ферракорытпа зауыты СҚА аумағындағы топырақ үлгілерін зертханалық зерттеу нәтижелерін салыстыру (Kakimzhanov et al., 2024; Kakimzhanov et al., 2025)

Ауыр металдардың концентрациясын анықтау үшін Іріктелген сынамалар «Экосервис-С» ЖШС және Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институтының сертификатталған зертханаларына жіберілді. «Экосервис-С» ЖШС зертханасында келесі құралдар, атап айтқанда Specord 210 PLUS, И-160 зертханалық типті Ионметр, FLAPHO-4 типті жалын фотометрі, Ag 2140 электронды таразы, scoutsp202f электронды таразы. Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ҒЗИ арнайы зертханасында портативті XRF анализаторы рентген-флуоресцентті спектрометрия негізінде жұмыс істейді. Ауыр металдардың құрамы көрсеткіштерінің нәтижелері мг/кг өлшем бірлігімен 3-4-суреттерде көрсетілген.

Хромтау қаласының аумағында (3-сурет) ауыр металдардың ең көп концентрациясы келесі іріктеу орындарына тән:

- никельдің көрсеткіштері (ШРК – 85 мг/кг) №1, 12, 15 үлгілерден басқа барлық іріктеу нүктелерінде нормадан асып түседі, ал ең жоғары көрсеткіштер №7, 9, 10, 11 үлгілерде тіркелген;

- Молибден көрсеткіштері (ШРК-0,07 мг/кг) №1, 10, 16 үлгілерде салыстырмады шамадан жоғары;

- №7, 9, 10, 11 үлгілерде кобальт көрсеткіштері (ШРК-50 мг/кг) жоғары;

- хром көрсеткіштері (ШРК-100 мг/кг) барлық іріктеу орындарында жоғары, бірақ № 17 үлгідегі ең жоғары көрсеткіш (7335 мг/кг) тіркелген;

- үлгілерде мышьяк көрсеткіштері (ШРК – 2 мг/кг) салыстырмалы түрде жоғарылаған №1, 6, 8, 13, 15, 18;

- жылжымалы мырыш (ШРК – 23 мг/кг), жылжымалы мыс (ШРК – 3 мг/кг), жылжымалы қорғасын (ШРК – 6 мг/кг), жылжымалы бор (ШРК – 30 мг/кг) көрсеткіштері нормадан аспайды;

- жылжымалы кадмий көрсеткіштері (ШРК – 0,5 мг/кг) №6, 8, 15, 17 үлгілерде неғұрлым жоғары;

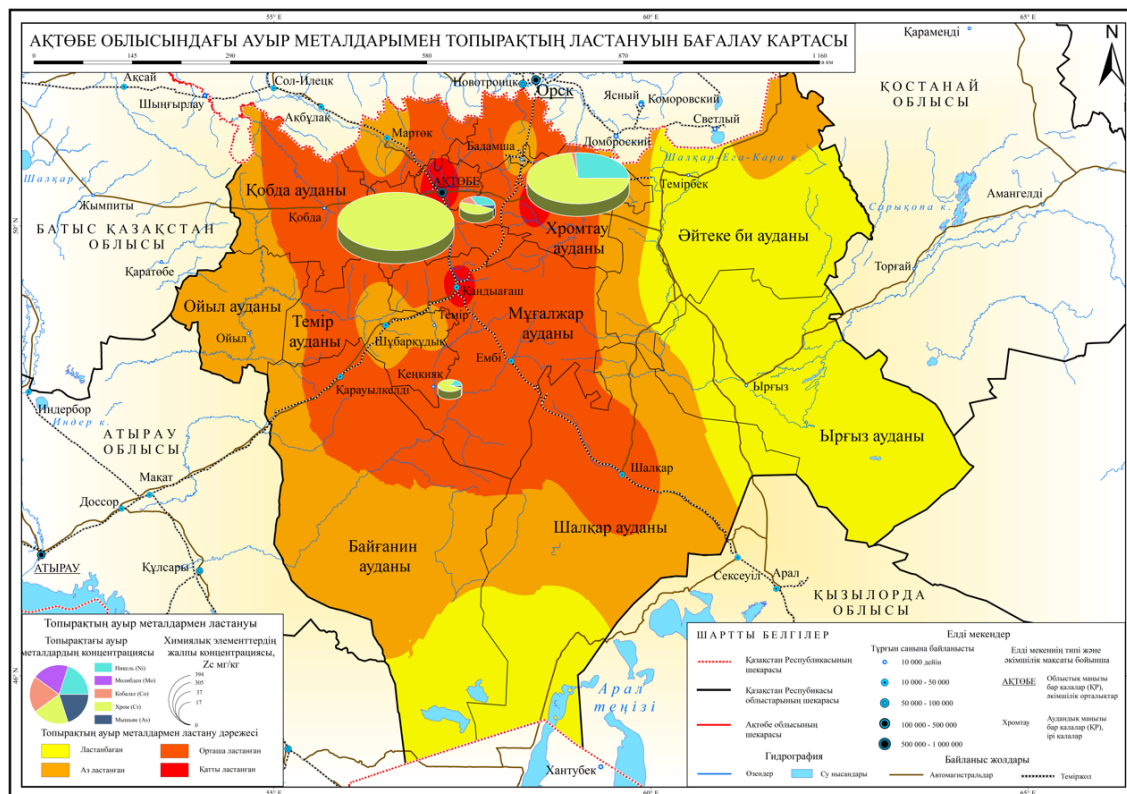
- жалпы мырыш көрсеткіштері (ШРК-100 мг/кг) №7 үлгіде жоғарылаған;

- барлық үлгілерде жалпы мыс (ШРК – 3 мг/кг) және жалпы кадмий (ШРК – 0,5 мг/кг) көрсеткіштері жоғарылайды;

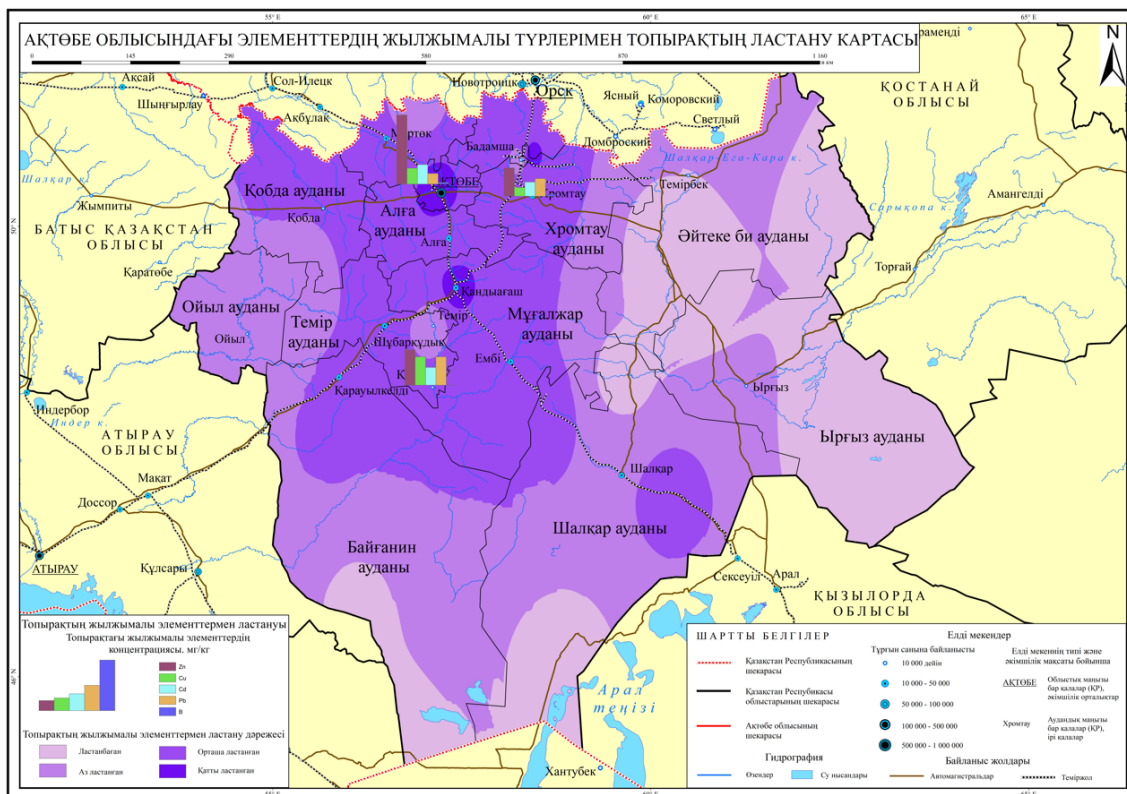
- жалпы қорғасынның көрсеткіштері (ШРК – 32 мг/кг) нормадан аспайды.

Төменде топырақтағы ауыр металдардың жоғары көрсеткіштері бар аймақтардың сипаттамасы келтірілген. Хромтау қаласының аумағында интерполяция нәтижелері бойынша топырақтағы никельдің мөлшері 614,1-ден 2213,1 мг/кг-ға дейін жоғарылағаны модель нәтижесінде анықталды. Молибден концентрациясы топырақ кесіндісі ауданында оңтүстік-шығыс бағытта нормадан (12,9 – 122,2 мг/кг) асады. 57,1-175,6 мг/кг шегінде кобальттың ең көп мөлшері зерттелетін аймақтың орталық және шығыс бөлігінде кең таралған, оған қаланың орталық бөлігі мен үйінді орны кіреді. Топырақтағы хром мөлшері рұқсат етілген нормадан асқандығы анықталды, алайда ең жоғары көрсеткіш 4752,7-ден 7333,6 мг/кг-ға дейін қаланың оңтүстік-шығыс шекарасын қамтиды. Мышьяк көрсеткіштері барлық дәрежеде рұқсат етілген нормалардан жоғары, бірақ үйінділер аумағында 4,5 мг/кг-нан төмен (5, 6, 7-суреттер).

Жылжымалы кадмий көрсеткіштері қаланың батыс бөлігінен басқа бүкіл аумақта жоғары. Ең жоғары көрсеткіш (1,0-1,4 мг/кг) қаланың шығыс және орталық бөліктерінде анықталды. Жалпы мырыш мөлшері 100 мг/кг-нан жоғары аймақтар зерттелетін аумақтың шығыс бөлігінде орналасқан. Жалпы Мыстың көрсеткіштері 15,2 мг/кг-нан жоғары және жалпы кадмийдің көрсеткіштері 2,0 мг/кг-нан асады.



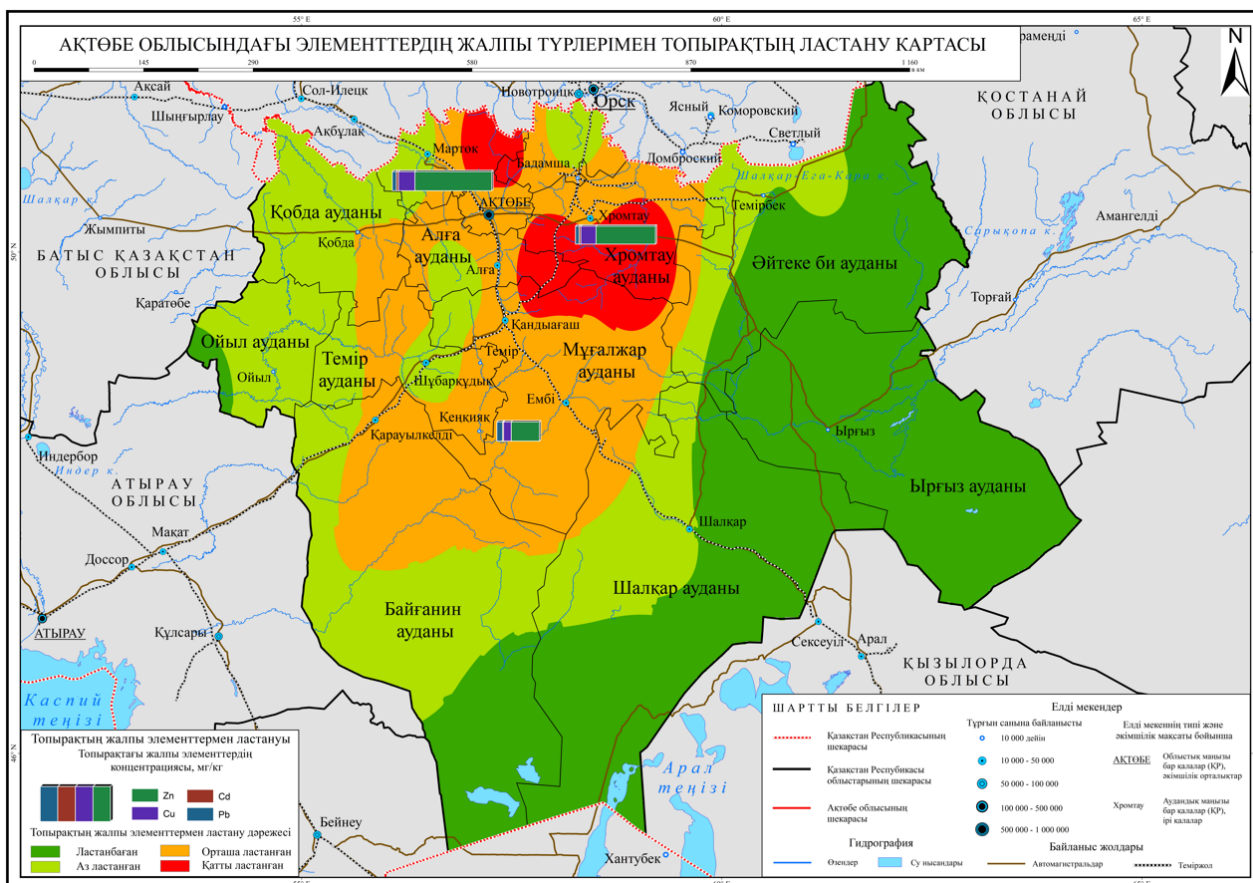
5-сурет – Ақтөбе облысындағы ауыр металдармен топырақтың ластануын бағалау картасы



6-сурет – Ақтөбе облысындағы элементтердің жылжымалы түрлерімен топырақтың ластану картасы

Ақтөбе қаласының аумағында рұқсат етілген шекті концентрациядан асатын элементтерге никель, молибден, хром, мышьяк, кадмий, жалпы мырыш, жалпы мыс және жалпы кадмий жатады (6-сурет). Зерттелетін аумақтың солтүстік-шығыс және оңтүстік бөліктерінде топырақтағы никель көрсеткіштері жоғарылайды (83,8 мг/кг-нан

жоғары). Молибден (5,0 – 19,9 мг/кг), хром (290,7 – 24 402,1 мг/кг), мышьяк (4,3-14,9 мг/кг), жалпы мыс (18,4 – 23,5 мг/кг), Жалпы кадмий (0,5 – 5,1 мг/кг) және жалпы мырыш (57,8-149,6 мг/кг) топырақта бүкіл ауқымда жоғары сипатқа ие (Kakimzhanov et al., 2024; Kakimzhanov et al., 2025).



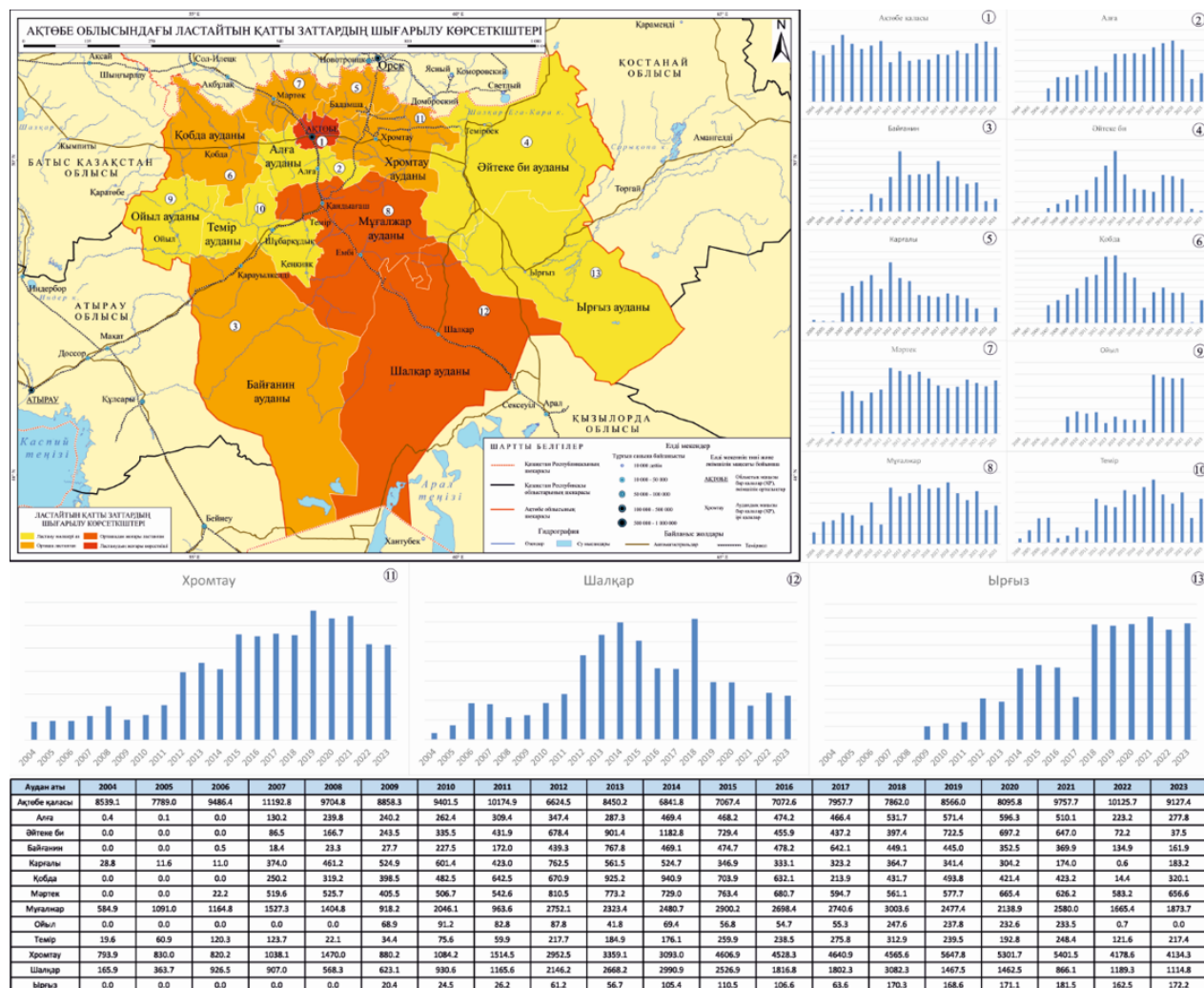
7-сурет – Ақтөбе облысындағы элементтердің жалпы түрлерімен топырақтың ластану картасы

Зерттеу нәтижелері stat.gov.kz ресми деректерімен салыстырылды (8-сурет).

Қалалық аудандарда ауыр металдардың концентрациясы өнеркәсіптік аймақтарда жоғары болғанымен, мониторингтің салыстырмалы түр-

де тұрақты деңгейде жүргізіліп отырғаны байқалады.

Ауылдық аудандарда ауыр металдар бойынша деректердің аздығы анықталды. Бұл ауылдық жерлерде экологиялық бақылауды күшейту қажеттігін көрсетеді.



8-сурет – Ақтөбе облысының әкімшілік бірліктерінің 2004-2023 жылдар аралығындағы ластаушы қатты заттардың көрсеткіші (<https://stat.gov.kz/> сайтындағы ақпаратқа сәйкес құрастырылған)

Өнеркәсіптік кешендерден алынған нәтижелер ауыр металдардың шаң, атмосфералық жауын-шашын және өндірістік қалдықтар арқылы таралуының басты себеп екенін дәлелдейді. Сонымен қатар, жер асты суларының ластану қаупі жоғары екендігі анықталды.

Жалпы, Ақтөбе облысының өнеркәсіптік аймақтарындағы ауыр металдармен ластану деңгейі экологиялық қауіптің жоғары екенін көрсетеді. Бұл жағдайды жақсарту үшін қосымша экологиялық мониторинг және қалдықтарды басқару стратегиясын күшейту қажет.

Қорытынды

Ақтөбе облысының топырақ жамылғысының ауыр металдармен ластануы өңірдегі тау-кен

және мұнай-газ өнеркәсібінің қарқынды дамуы нәтижесінде туындаған маңызды экологиялық мәселе болып табылады. Өндірістік қызмет салдарынан топырақта ауыр металдардың жинақталуы экожүйелердің тұрақтылығына, топырақ құнарлылығына және халықтың денсаулығына теріс әсерін тигізеді.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, тау-кен және металлургиялық өнеркәсіптік нысандар орналасқан аудандарда (Ақтөбе, Хромтау, Мұғалжар, Темір, Байғанин) ауыр металдардың жоғары концентрациясы анықталды. Бұл аудандарда топырақтағы хром, никель, кобальт, мырыш, қорғасын, кадмий және мышьяк мөлшері шекті рұқсат етілген концентрациядан (ШРК) бірнеше есе жоғары екендігі байқалды. Мұнай-газ өндірумен айналысатын аудандарда (Темір,

Байғанин, Мұғалжар, Ырғыз) көмірсутектердің және ауыр металдардың ластану көрсеткіштері айтарлықтай жоғары деңгейде тіркелді.

Өнеркәсіптік кәсіпорындар орналаспаған ауылдық аудандарда (Алға, Қобда, Мәртөк, Әйтеке би, Шалқар, Ойыл, Ырғыз) топырақтың ластану деңгейі салыстырмалы түрде төмен болғанымен, экологиялық мониторингтің жеткіліксіздігі байқалды. Бұл ауылдық аймақтарда өндірістік шығарындылардан туындайтын жанама ластану қаупі сақталатынын көрсетеді.

Қалалық аймақтарда, әсіресе Ақтөбе және Хромтау қалаларында, өнеркәсіптік аймақтарға жақын орналасқан аудандарда ауыр металдардың жоғары концентрациясы тіркелді. Ақтөбе қаласының өнеркәсіптік аймағы, әсіресе ферроқорытпа зауыты маңы, ауыр металдармен ластанудың негізгі ошақтарының бірі болып анықталды.

Зерттеу нәтижелері stat.gov.kz ресми деректерімен салыстырылды. Қалалық аймақтарда экологиялық мониторинг жүйесі тұрақты түрде жүргізілгенімен, ауылдық жерлерде экологиялық деректердің тапшылығы байқалды. Бұл ауылдық аудандарда экологиялық инфрақұрылымды дамытуды, тұрақты мониторинг жүргізуді және өндірістік қалдықтардың таралуын бақылауды қажет етеді.

Өңірдің экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін:

1) Қалалық және ауылдық аймақтарда экологиялық мониторинг жүйесін жетілдіру;

2) Ластанған топырақтарды тазарту үшін биоремедиация, химиялық және термиялық өңдеу әдістерін енгізу;

3) Өндірістік кәсіпорындардың қоршаған ортаға әсерін азайту мақсатында заманауи экологиялық технологияларды енгізу;

4) Мемлекеттік мекемелер, өнеркәсіптік кәсіпорындар және ғылыми ұйымдар арасындағы ынтымақтастықты нығайту қажет.

Ақтөбе облысының экологиялық жағдайын жақсарту үшін экологиялық инфрақұрылымды дамыту, тұрақты бақылау жүйесін енгізу және халықтың экологиялық сауаттылығын арттыру маңызды қадамдардың бірі болып табылады.

Алғыс сөз

Ғылыми-зерттеу жұмысы «Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті «ММ қаржыландыратын» BR21882122 «Жасыл даму контекстінде Батыс Қазақстан өңірінің табиғи-шаруашылық және әлеуметтік-экономикалық жүйелерінің тұрақты дамуы: кешенді талдау, тұжырымдама, болжамдық бағалау және сценарийлер» бағдарламасы шеңберінде орындалды.

Мүдделер қақтығысы

Мүдделер қақтығысы жоқ.

Әдебиеттер

Bhardwaj R., Gupta A., Garg J.K. Evaluation of trace metal contamination using environmetrics and indexing approach for River Yamuna, Delhi stretch, India. *Water Science*, Volume 31, Issue 1, (2017), p. 15. <https://doi.org/10.1016/j.wsj.2017.02.002>.

Costa-Böddeker S., Thuyên L.X., Hoelzmann P., Stigter H.C., van Gaever P., Huy H., Schwalb A. The hidden threat of heavy metal pollution in high sedimentation and highly dynamic environment: assessment of metal accumulation rates in the Thi Vai Estuary. Southern Vietnam. *Environ. Pollut.*, 242 (2018), pp. 348-356. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.05.096>.

Enuneku A., Anani O., Job O., Kubeyinje B., Ogbomida E., Asemota C., Okpara B., Imoobe T., Ezemonye L.I., Oluwaseun A., Hefft D. Mapping soil susceptibility to crude oil pollution in the region of Delta, South-South Nigeria: A proportional study of environmetrics, health, ecological risks, and geospatial evaluation. *Scientific African*. Volume 14, November 2021, e01012. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e01012>.

Gao Y., Ji H. Microscopic morphology and seasonal variation of health effect arising from heavy metals in PM2.5 and PM10. One-year measurement in a densely populated area of urban Beijing. *Atmos. Res.*, 212 (2018), pp. 213-226. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2018.04.027>.

Kakimzhanov Y.Kh., Kyrgyzbay K.T., Zhumatayev S.M., Bazarbayeva T.A., Kunyapiyeva G.T. Assessment of soil contamination of the West Kazakhstan region with heavy metals as a result of industrial activity. *NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES*. Volume 1. Number 469 (2025), 72–90. <https://doi.org/10.32014/2025.2518-170X.477>.

Korabayev B., Amanova G., Akimova B., Saduakassova K., Nurgaliyeva A. The model of environmental accounting and auditing as a factor in increasing the efficiency of management decisions at industrial enterprises in the Republic of Kazakhstan. *Regional Science Policy and Practice*, 2024, 16(3), 12727. <https://doi.org/10.1111/rsp3.12727>.

Khosravi V., Doulati Ardejani F., Yousefi S., Aryafar A. Monitoring soil lead and zinc contents via combination of spectroscopy with extreme learning machine and other data mining methods. *Geoderma*, 318 (2018), pp. 29-41. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.12.025>.

Kuznetsov A., Fedorov Y. Oil pollution of the coastal zone of the Black Sea in an area of intensive navigation (Novorossiysk Bay, Kerch Strait) and the dynamics of natural attenuation process. The Handbook of Environmental Chemistry, Springer, Berlin, Heidelberg (2020), https://doi.org/10.1007/698_2020_503.

Kuznetsov A.N., Fedorov Yu. A., Fattal P. Les effets et le comportement du fioul déversé en 2007 dans le détroit de Kertch suite à un naufrage de pétrolier. Mediterranean Geography. Issues 119, (2012), pp. 91-99. <https://doi.org/10.4000/mediterranee.6567>.

Léandre F., Andrey K., Rollo N., Paul F. Natural degradation of spilt fuel oil on seacoasts: Modelling, mapping, and spatial analysis. Regional Studies in Marine Science, 2023, 58, 102782. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2022.102782>.

Massadeh A.M., Allah A., Al-Massaedh T. Determination of heavy metals in canned fruits and vegetables sold in Jordan market. Environmental Science and Pollution Research. Volume 25, pages 1914–1920, (2017).

Meng F., Wang J., Chen Z., Qiao F., Yang D. Shaping the concentration of petroleum hydrocarbon pollution in soil: A machine learning and resistivity-based prediction method. Journal of Environmental Management. Volume 345, 1 November 2023, 118817. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118817>.

Mirzaee S., Ghorbani-Dashtaki S., Mohammadi J., Asadi H., Asadzadeh F. Spatial variability of soil organic matter using remote sensing data. Catena, 145 (2016), pp. 118-127. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.05.023>.

Moghim Dehkordi M., Pourmuroz Nodeh Z., Soleimani Dehkordi K., Hossein Salmanvandi, Rasouli Khorjistan R., Ghaffarzadeh M. Soil, air, and water pollution from mining and industrial activities: Sources of pollution, environmental impacts, and prevention and control methods. Results in Engineering, 2024, 23, 102729. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102729>.

Oliver M.A., Webster R. Kriging: a method of interpolation for geographical information system. International Journal of Geographical Information Systems, 4 (3) (1990), pp. 313-332. <https://doi.org/10.1080/02693799008941549>.

Pelta R., Ben-Dor E. Assessing the detection limit of petroleum hydrocarbon in soils using hyperspectral remote-sensing. Remote Sensing of Environment, 2019, 224, pp. 145–153. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.01.026>.

Song Y., Kang L., Lin F., Sun N., Aizezi A., Yang Z., Wu X. Estimating the spatial distribution of soil heavy metals in oil mining area using air quality data. Atmospheric Environment, 2022, 287, 119274. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2022.119274>.

Tao S. Kriging and mapping of copper, lead, and mercury contents in surface soil in Shenzhen area. Water, Air, and Soil Pollution, 83 (1995), pp. 161-172.

Wang Z., Wang G., Zhang G., Wang H., Ren T. Effects of land use types and environmental factors on spatial distribution of soil total nitrogen in a coalfield on the Loess Plateau, China. Soil and Tillage Research. Volume 211, July 2021, 105027. <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105027>.

Zhou J., Du B., Liu H., Cui H., Zhang W., Fan X., Cui J., Zhou J. The bioavailability and contribution of the newly deposited heavy metals (copper and lead) from atmosphere to rice (*Oryza sativa* L.). J. Hazard Mater., 384 (2020), Article 121285. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121285>.

Атлас Казахстана. Под редакцией Академии наук Республики Казахстан. Алматы: Казахское географическое общество, 2018.

Бойко Г.И., Сармурзина Р.Г., Галиева Н.П., Карабалин У.С., Тиесов Д.С., Аханова Т.Р., Кеняйкин П.В. Перспективы использования энергоаккумулирующих веществ в решении экологических проблем нефтяной отрасли. Нефтегазовый отрасли Казахстана. Вестник. Научный практический журнал Том 5, 2 (2023), стр. 99-116. <https://doi.org/10.54859/kjogi108653>

Какимжанов Е.Х., Кыргызбай К.Т., Шимшиков Б.Е., Базарбаева Т.А., Жуматаев С.М. Методы картографирования для оценки загрязнения почв тяжелыми металлами в условиях промышленности Актыюбинской области. Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. Серия: Химия. География. Экология. №4 (2024), стр. 95-109. <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2024-149-4-95-109>.

Комитет по экологии Республики Казахстан. Отчёт о состоянии окружающей среды в западных регионах Казахстана. Астана: Министерство экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан, 2022.

Шайхудинов Е.М., Касанова А.Г. Последствие нефтяного загрязнения для окружающей среды Атырауской области республики Казахстана. Science Time. 2020, стр.68-72

References

Atlas of Kazakhstan. Edited by the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Almaty: Kazakh Geographical Society, 2018 [in Russ.].

Bhardwaj R., Gupta A., Garg J.K. Evaluation of trace metal contamination using environmetrics and indexing approach for River Yamuna, Delhi stretch, India. Water Science, Volume 31, Issue 1, (2017), p. 15. <https://doi.org/10.1016/j.wsj.2017.02.002>.

Boiko G.I., Sarmurzina R.G., Galiyeva N.P., Karabalin U.S., Tiesov D.S., Akhanova T.R., Kenyaykin P.V. Prospects for the use of energy-accumulating substances in solving environmental problems of the oil industry. Oil and Gas Industry of Kazakhstan. Bulletin. Scientific and Practical Journal. Volume 5, No. 2 (2023), pp. 99-116. <https://doi.org/10.54859/kjogi108653> [in Russ.].

Committee on Ecology of the Republic of Kazakhstan. Report on the state of the environment in the western regions of Kazakhstan. Astana: Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan, 2022 [in Russ.].

Costa-Böddeker S., Thuyên L.X., Hoelzmann P., Stigter H.C., van Gaever P., Huy H., Schwalb A. The hidden threat of heavy metal pollution in high sedimentation and highly dynamic environment: assessment of metal accumulation rates in the Thi Vai Estuary. Southern Vietnam. Environ. Pollut., 242 (2018), pp. 348-356. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.05.096>.

Enuneku A., Anani O., Job O., Kubeyinje B., Ogbomida E., Asemota C., Okpara B., Imoobe T., Ezemonye L.I., Oluwaseun A., Hefft D. Mapping soil susceptibility to crude oil pollution in the region of Delta, South-South Nigeria: A proportional study of

environmetrics, health, ecological risks, and geospatial evaluation. Scientific African. Volume 14, November 2021, e01012. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e01012>.

Gao Y., Ji H. Microscopic morphology and seasonal variation of health effect arising from heavy metals in PM_{2.5} and PM₁₀. One-year measurement in a densely populated area of urban Beijing. Atmos. Res., 212 (2018), pp. 213-226. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2018.04.027>.

Kakimzhanov Y.Kh., Kyrgyzbay K.T., Zhumatayev S.M., Bazarbayeva T.A., Kunypiyaeva G.T. Assessment of soil contamination of the West Kazakhstan region with heavy metals as a result of industrial activity. NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES. Volume 1. Number 469 (2025), 72–90. <https://doi.org/10.32014/2025.2518-170X.477>.

Kakimzhanov Ye., Kyrgyzbay K., Shimshikov B., Bazarbayeva T., Zhumatayev S. Mapping methods for assessing soil pollution with heavy metals in the industrial conditions of Aktobe region. BULLETIN of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. Chemistry. Geography. Ecology Series. №4 (2024), 95-109 pp. <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2024-149-4-95-109>.

Kazhydromet. <https://kazhydromet.kz> [in Russ.].

Korabayev B., Amanova G., Akimova B., Saduakassova K., Nurgaliyeva A. The model of environmental accounting and auditing as a factor in increasing the efficiency of management decisions at industrial enterprises in the Republic of Kazakhstan. Regional Science Policy and Practice, 2024, 16(3), 12727, <https://doi.org/10.1111/rsp3.12727>.

Khosravi V., Doulati Ardejani F., Yousefi S., Aryafar A. Monitoring soil lead and zinc contents via combination of spectroscopy with extreme learning machine and other data mining methods. Geoderma, 318 (2018), pp. 29-41. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.12.025>.

Kuznetsov A., Fedorov Y. Oil pollution of the coastal zone of the Black Sea in an area of intensive navigation (Novorossiysk Bay, Kerch Strait) and the dynamics of natural attenuation process. The Handbook of Environmental Chemistry, Springer, Berlin, Heidelberg (2020), https://doi.org/10.1007/698_2020_503.

Kuznetsov A.N., Fedorov Yu. A., Fattal P. Les effets et le comportement du fioul déversé en 2007 dans le détroit de Kertch suite à un naufrage de pétrolier. Mediterranean Geography. Issues 119, (2012), pp. 91-99. <https://doi.org/10.4000/mediterranee.6567>.

Léandre F., Andrey K., Rollo N., Paul F. Natural degradation of spilt fuel oil on seacoasts: Modelling, mapping, and spatial analysis. Regional Studies in Marine Science, 2023, 58, 102782. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2022.102782>.

Massadeh A.M., Allah A., Al-Massaedh T. Determination of heavy metals in canned fruits and vegetables sold in Jordan market. Environmental Science and Pollution Research. Volume 25, pages 1914–1920, (2017).

Meng F., Wang J., Chen Z., Qiao F., Yang D. Shaping the concentration of petroleum hydrocarbon pollution in soil: A machine learning and resistivity-based prediction method. Journal of Environmental Management. Volume 345, 1 November 2023, 118817. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118817>.

Mirzaee S., Ghorbani-Dashtaki S., Mohammadi J., Asadi H., Asadzadeh F. Spatial variability of soil organic matter using remote sensing data. Catena, 145 (2016), pp. 118-127. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.05.023>.

Moghimi Dehkordi M., Pournuroz Nodeh Z., Soleimani Dehkordi K., Hossein Salmanvandi, Rasouli Khorjestan R., Ghaffarzadeh M. Soil, air, and water pollution from mining and industrial activities: Sources of pollution, environmental impacts, and prevention and control methods. Results in Engineering, 2024, 23, 102729. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102729>.

Oliver M.A., Webster R. Kriging: a method of interpolation for geographical information system. International Journal of Geographical Information Systems, 4 (3) (1990), pp. 313-332. <https://doi.org/10.1080/02693799008941549>.

Pelta R., Ben-Dor E. Assessing the detection limit of petroleum hydrocarbon in soils using hyperspectral remote-sensing. Remote Sensing of Environment, 2019, 224, pp. 145–153. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.01.026>.

Shaykhudinov E.M., Kasanova A.G. Consequences of oil pollution for the environment of the Atyrau region of the Republic of Kazakhstan. Science Time. 2020, pp. 68-72 [in Russ.].

Song Y., Kang L., Lin F., Sun N., Aizezi A., Yang Z., Wu X. Estimating the spatial distribution of soil heavy metals in oil mining area using air quality data. Atmospheric Environment, 2022, 287, 119274. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2022.119274>.

Tao S. Kriging and mapping of copper, lead, and mercury contents in surface soil in Shenzhen area. Water, Air, and Soil Pollution, 83 (1995), pp. 161-172.

Wang Z., Wang G., Zhang G., Wang H., Ren T. Effects of land use types and environmental factors on spatial distribution of soil total nitrogen in a coalfield on the Loess Plateau, China. Soil and Tillage Research. Volume 211, July 2021, 105027. <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105027>.

Zhou J., Du B., Liu H., Cui H., Zhang W., Fan X., Cui J., Zhou J. The bioavailability and contribution of the newly deposited heavy metals (copper and lead) from atmosphere to rice (*Oryza sativa* L.). J. Hazard Mater., 384 (2020), Article 121285. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121285>.

Авторлар туралы мәліметтер:

Какимжанов Еркін Хамитович – PhD, картография және геоинформатика кафедрасының доцент м.а., әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: erkinkakimzhanov@gmail.com);

Қырғызбай Құдайберген Талғатұлы – PhD, картография және геоинформатика кафедрасының аға оқытушысы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: kyrgyzbay.kudaibergen@gmail.com);

Павличенко Людмила Михайловна – география ғылымдарының докторы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің География және табиғатты пайдалану факультеті Рекреациялық география және туризм кафедрасының профессоры (Алматы, Қазақстан; e-mail: mp.170946@yandex.ru)

Бейсембинова Ардак Сериковна – география ғылымдарының кандидаты, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің География және табиғатты пайдалану факультеті Рекреациялық география және туризм кафедрасының профессоры (e-mail: Алматы, Қазақстан, e-mail: ardak_bs@mail.ru)

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

Хамит Нұржан Ержанұлы – картография және геоинформатика кафедрасының 8D07301 – Геодезия мамандығының 3-курс докторанты, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті. (Алматы, Қазақстан, e-mail: n.khamit@list.ru).

Сведения об авторах

Какимжанов Еркин Хамитович – PhD, исполняющий обязанности доцента кафедры картографии и геоинформатики, Казахский национальный университет имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: erkinkakimzhanov@gmail.com)

Кыргызбай Кудайберген Талгатович – PhD, старший преподаватель кафедры картографии и геоинформатики, Казахский национальный университет имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: kyrgyzbay.kudaibergen@gmail.com)

Павличенко Людмила Михайловна – доктор географических наук, профессор кафедры рекреационной географии и туризма, факультет географии и природопользования, Казахский национальный университет имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан)

Бейсембинова Ардак Сериковна – кандидат географических наук, профессор кафедры рекреационной географии и туризма, факультет географии и природопользования, Казахский национальный университет имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан)

Сарыбаев Едил Саутович – PhD, старший преподаватель кафедры картографии и геоинформатики, Казахский национальный университет имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: edilait@mail.ru)

Хамит Нұржан Ержанович – докторант 3 курса образовательной программы 8D07301 – «Геодезия», кафедра картографии и геоинформатики, Казахский национальный университет имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: n.khamit@list.ru)

Information about authors:

Erkin Kakimzhanov – PhD, Acting Associate Professor of the Department of Cartography and Geoinformatics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: erkinkakimzhanov@gmail.com);

Kudaibergen Kyrgyzbay – PhD, Senior Lecturer Department of the Cartography and Geoinformatics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: kyrgyzbay.kudaibergen@gmail.com);

Lyudmila Pavlichenko – Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Recreational Geography and Tourism, Faculty of Geography and Environmental Management, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

Ardak Beisembina – Candidate of Geographical Sciences, Professor of the Department of Recreational Geography and Tourism, Faculty of Geography and Environmental Management, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

Sarybayev Edil – PhD, Senior Lecturer Department of the Cartography and Geoinformatics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: edilait@mail.ru);

Khamit Nurzhan – Doctoral student of the 3rd year of the speciality 8D07301 – Geodesy, Department of Cartography and Geoinformatics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: n.khamit@list.ru).

Жіберілді: 24 қаңтар 2025 жыл
Қабылданды: 27 мамыр 2025 жыл

G.M. Iskaliyeva*, A.A. Amangelgi, M.S. Sagat,
A.A. Merekeyev, N.K. Sydyk, A.K. Kalybayeva

«Ionosphere institute» LLP, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: igm.ionos@gmail.com

COMPARATIVE EVALUATION OF SRTM, ASTER, AIRBUS, AND ALOS DEMS FOR HYDROLOGICAL RESEARCH ACROSS DIVERSE TERRAIN TYPES

Digital Elevation Models (DEMs) are a key tool for hydrological modeling and water resource analysis, enabling more accurate assessment of runoff processes, precipitation distribution, and flood risks. This study presents a comparative analysis of four global DEMs: Airbus WorldDEM4Ortho, ALOS AW3D, SRTM, and ASTER GDEM, aimed at evaluating their accuracy and practical applicability across different landscape conditions, including mountainous and flat terrains. To assess model quality, state geodetic points with high-precision elevation control and topographic maps were used, providing a reliable reference for comparison. Additionally, river networks extracted from the DEMs were compared with reference data obtained from Landsat 8 and Sentinel 2 satellite imagery, allowing verification of hydrological representation accuracy.

The results indicate that Airbus WorldDEM4Ortho demonstrates the highest vertical accuracy and offers a more detailed and accurate representation of river networks due to its high spatial resolution and quality source data. The ALOS AW3D model showed comparable accuracy and hydrological reproduction, making it a worthy alternative. Meanwhile, the SRTM and ASTER GDEM models exhibit noticeable deviations, especially in flat areas, reducing their suitability for detailed hydrological modeling. Nevertheless, SRTM remains widely used due to its free accessibility, stability, and sufficient accuracy for large-area analyses. In contrast, ASTER GDEM is less suitable for high-resolution and detailed hydrological analysis tasks.

This study emphasizes the critical importance of selecting the appropriate DEM based on terrain type and specific hydrological analysis goals, as this significantly impacts the quality of risk assessment related to water resource management and engineering planning.

Key words: Digital elevation models, remote sensing, river networks, Airbus WorldDEM4Ortho, ALOS AW3D, SRTM, ASTER GDEM.

Г.М. Искалиева*, Ә.А. Амангелді, М.С. Сағат,
А.А. Мерекеев, Н.Қ. Сыдық, А.К. Қалыбаева

«Ионосфера институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан

*e-mail: igm.ionos@gmail.com

Әртүрлі рельеф жағдайларында гидрологиялық зерттеу жүргізуге арналған SRTM, ASTER, AIRBUS және ALOS жердің сандық үлгілерін бағалау

Жер бедерінің сандық үлгісі (ЖБСҮ) гидрологиялық модельдеу мен су ресурстарын талдаудың негізгі құралы болып табылады, бұл ағын процестерін, жауын-шашынның таралуын және су тасқыны қаупін дәлірек бағалауға мүмкіндік береді. Осы жұмыста төрт жаһандық ЖБСҮ – Airbus WorldDEM4Ortho, ALOS AW3D, SRTM және ASTER GDEM – әртүрлі жер бедері жағдайларында, соның ішінде таулы және жазықты аймақтарда олардың дәлдігі мен практикалық қолданысын анықтау мақсатында салыстырмалы талдау жүргізілді. Модельдердің сапасын бағалау үшін жоғары дәлдіктегі биіктік байланысы бар мемлекеттік геодезиялық нүктелер, сондай-ақ салыстыру үшін сенімді эталон ретінде қамтамасыз ететін топографиялық карталар пайдаланылды. Сонымен қатар, Жер бедерінің сандық үлгісінен алынған өзен желілерін Landsat 8 және Sentinel 2 спутниктік суреттерден алынған эталондық деректермен салыстырылып, олардың гидрографиялық бейнелеуінің сәйкестігі тексерілді.

Зерттеу нәтижелері Airbus WorldDEM4Ortho моделінің биіктік деректерінің дәлдігі жоғары екенін және кеңістіктік айырымдылығы мен бастапқы деректер сапасының арқасында өзен торларын анағұрлым нақты көрсете алатынын көрсетті. ALOS AW3D моделі де дәлдігі мен гидрографиялық бейнелеу сапасы жағынан ұқсас нәтижелер көрсетті, бұл оны балама ретінде пайдалануға мүмкіндік береді. Ал SRTM мен ASTER GDEM модельдері, әсіресе жазық аймақтарда,

қуларға ие, бұл оларды егжей-тегжейлі гидрологиялық модельдеу үшін пайдалануға шектеу қояды. Сонымен қатар, SRTM моделі – ашық қолжетімділігі, тұрақтылығы және кең ауқымды аумақтарды бағалаудағы жеткілікті дәлдігі арқасында кеңінен қолданылады. Ал ASTER GDEM моделі жоғары дәлдік пен нақты гидрологиялық талдауды қажет ететін жағдайларға онша сәйкес келмейді.

Бұл зерттеу жер бедерінің сандық үлгісін дұрыс таңдаудың маңыздылығын көрсетеді. Жер бедерінің түрі мен гидрологиялық талдаудың нақты мақсатына қарай таңдалған үлгі су ресурстарын басқару және инженерлік іс-шараларды жоспарлау кезіндегі қауіптерді бағалаудың сапасына айтарлықтай әсер етеді.

Түйін сөздер: Жердің сандық үлгілері, қашықтықтан зондтау, өзендер торабы, Airbus WorldDEM4Ortho, ALOS AW3D, SRTM, ASTER GDEM.

Г.М. Искалиева*, Ә.А. Амангелді, М.С. Сағат, А.А. Мерекеев,
Н.Қ. Сыдық, А.К. Калыбаева

ТОО «Институт ионосферы», Алматы, Казахстан
*e-mail: igm.ionos@gmail.com

Сравнительная оценка ЦМР SRTM, ASTER, AIRBUS и ALOS для гидрологических исследований в различных ландшафтных условиях

Цифровые модели рельефа (ЦМР) представляют собой ключевой инструмент для гидрологического моделирования и анализа водных ресурсов, позволяя более точно оценивать процессы стока, распределение осадков и риски наводнений. В данной работе проведён сравнительный анализ четырёх глобальных ЦМР: Airbus WorldDEM4Ortho, ALOS AW3D, SRTM и ASTER GDEM – для определения их точности и практической применимости в различных ландшафтных условиях, включая горные и равнинные территории. Для оценки качества моделей использовались государственные геодезические пункты с высокоточной высотной привязкой, а также топографические карты, что обеспечило надёжный эталон для сравнения. Дополнительно выполнено сопоставление речных сетей, извлечённых из ЦМР, с эталонными данными, полученными на основе космических снимков Landsat 8 и Sentinel 2, что позволило проверить адекватность гидрографического отображения.

Результаты анализа показывают, что Airbus WorldDEM4Ortho демонстрирует наивысшую точность высотных данных и обеспечивает более детальное и адекватное представление речной сети, благодаря высокому пространственному разрешению и качеству исходных данных. Модель ALOS AW3D показала сопоставимые результаты по точности и гидрографическому воспроизведению, что делает её достойным альтернативным вариантом. В то же время модели SRTM и ASTER GDEM имеют заметные отклонения, особенно на равнинных участках, что снижает их пригодность для детального гидрологического моделирования. Несмотря на это, SRTM остаётся широко востребованной благодаря свободному доступу, стабильности и достаточной точности при анализе крупных территорий. ASTER GDEM, напротив, менее подходит для задач высокого разрешения и детального гидрологического анализа.

Данное исследование подчёркивает критическую важность правильного выбора цифровой модели рельефа в зависимости от типа рельефа и конкретных целей гидрологического анализа, поскольку это существенно влияет на качество оценки рисков, связанных с управлением водными ресурсами, и планирование инженерных мероприятий.

Ключевые слова: Цифровые модели рельефа, ДЗЗ, речные сети, Airbus WorldDEM4Ortho, ALOS AW3D, SRTM, ASTER GDEM.

Introduction

Digital Elevation Models (DEMs) are an important tool in hydrological modelling, having a significant impact on the processes of analysing and quantifying water-related risks. In this study, a comparative analysis of publicly available global DEMs is conducted to determine their applicability and performance in different modelling scenarios. Remote sensing techniques and Geographic Information Systems (GIS), in combination with digital elevation models, have proven to be effective

in analysing drainage networks and catchment characteristics. Such methods can identify drainage patterns, flow orders and morphometric parameters with high accuracy (Joy M. A. R. et al., 2023; Elhag M. et al., 2018).

In particular, Landsat and ASTER GDEM satellite data have been successfully used to extract hydrological parameters, providing results comparable to traditional topographic maps in terms of accuracy and detail (Elhag M. et al., 2017; Rai P. K. et al., 2018; Shugulova D. K. et al., 2023). Morphometric analyses provide valuable information on catchment

characteristics including drainage density, bifurcation coefficient and elongation coefficient, which play a key role in understanding catchment dynamics and planning effective water management strategies (Rai P. K. et al., 2018; Shaikh M. et al., 2021; Zhengissova N.Y. et al., 2024).

A number of studies have comparatively analysed different open source Digital Elevation Models (DEMs) for automatic extraction of drainage networks, identifying the advantages and limitations of each of the considered digital datasets. Such comparative studies are crucial to select the most appropriate datasets, considering specific regions and applications, such as floodplains with minimal elevation changes (Jamal S. et al., 2023).

ASTER GDEM, SRTM DEM and Cartosat-1 DEM have been evaluated in a part of the Kosi River basin in India using different thresholds of flow accumulation (Jamal S. et al., 2023). Among the most commonly used DEMs are ALOS, SRTM and ASTER, with ALOS showing higher vertical accuracy in mountainous areas (Chymyrov A., 2021). Hassan (Hassan I.O., 2018) noted that ALOS and SRTM are characterised by lower mean errors and standard deviations compared to ASTER. These numerical models have wide applications including hydrological modelling, elevation analysis and river network extraction (Jamal S. et al., 2023).

The accuracy of DEMs is determined by data collection technology, data processing methods and land cover types. The importance of accuracy assessment using ground control points and statistical methods is emphasised in studies to ensure the reliability of hydrological results (Chymyrov A., 2021; Hassan I.O., 2018).

In Uttar Pradesh, India, a separate study compared ASTER GDEM, SRTM DEM and ALOS DSM, where ALOS DSM provided more detailed representation of drainage networks at low flow accumulation thresholds (LN T et al., 2022). Similar studies in Brazil evaluated the performance of two computational tools, Hydrology and TauDEM, and three databases (SRTM, AGEDM and AW3D), revealing the advantage of TauDEM in drainage network extraction (Sousa Morais R.C. et al., 2016). In Portugal, drainage networks extracted from ASTER, SRTM and OpenStreetMap (OSM) were compared, evaluating their positional accuracy and completeness compared to reference data (Monteiro E. et al., 2018). All these works emphasise the importance of comparing different DEMs and extraction methods to accurately determine the structure of the drainage network.

Digital elevation models are a key tool for hydrological studies, enabling catchment modelling, analysing channel networks, and determining gradients and directions of surface runoff. Currently, there is a wide range of satellite-based DEMs, among which SRTM, ASTER, Airbus and ALOS are the most common, differing in resolution, elevation data acquisition methods and level of accuracy.

The purpose of this study is a comprehensive comparison of these digital elevation models in terms of their applicability to hydrological problems in areas with different types of relief – from flat and semi-desert to mountainous and foothill areas. This approach allows assessing the accuracy of each model's representation of the hydrographic network, watersheds and microrelief, as well as the impact of these features on the calculation of runoff and the formation of surface water flows.

Comparison of data from different DEMs facilitates a reasonable choice of the optimal model, taking into account the objectives of the study and the natural conditions of the region. The results obtained will help to determine the most accurate and stable digital elevation model for different landscape zones, which will improve the efficiency of hydrological calculations, ensure sustainable water resources management and reduce the probability of errors in water management planning.

Materials and methods

Geoinformation systems in combination with DEMs are valuable tools in hydrological research. Digital elevation models are used for processing and preparation of separate geospatial content for developed geoportals, and are the source data for automatic extraction of watercourses.

Currently, elevation data are available from several major sources and with different spatial resolutions. The main requirements for analysing DEMs were: coverage (area coverage); spatial resolution (cell size); accessibility (free cost); and consistency with selected criteria (location of reference points, streamflow characteristics). The study basin covers a vast territory, includes mountainous and flat terrain, and has a diverse vegetation cover, which presents a great difficulty in selecting and processing a suitable DEM. When analysing and comparing source data for automatic extraction of watercourses, available datasets were used: Airbus WorldDEM4Ortho, ALOS AW3D DSM (Standard), SRTM, ASTER GDEM. Their main characteristics are summarised in Table 1.

Table 1 – Main characteristics of the analysed global DEMs

Parameters	Airbus WorldDEM4Ortho	ALOS AW3D	SRTM		ASTER GDEM
			C-band	X-band	
Basic data	WORLDDEM	ALOS-2 radar images and archived optical data from the ALOS satellite	Interferometric radar image pairs obtained in 2000 by imaging from the Shuttle reusable spacecraft		Stereo pairs of optical images of the ASTER sensor of the Terra satellite
Year of creation	2011-2015	2006-2011	2003	2011	2011
Developer	Airbus Defence and Space	Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)	NASA, NGA (USA)	DLR (Germany)	METI (Japan), NASA (USA)
Distribution	On Limited Access (for licensed users of ESRI's ArcGIS software product)	In the public domain			In the public domain (usage restrictions apply) http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/ ; restrictions on use apply.
Coverage	global		60°N. – 56°S. (80 percent of the Earth's surface)		83°N – 83°S (99% of the Earth's surface)
Grid cell size	0,8'' x 0,8'' (24x24m)	1'' x 1'' (30x30 m)	1'' x 1'' (30x30 m for the USA territory); 3'' x 3'' (90x90 meters for the rest of the world)	1'' x 1'' (30x30m)	1'' x 1'' (30x30m)
Absolute height accuracy	LE90 – 4 m	LE90 – от 5 m	LE90 – <=16 m	LE90 – <=16 m	LE90 – 12-30 m
Relative height accuracy	LE90 – 2 m		LE90 – <=10 m	LE90 – <=6 m	
Source	ArcGIS Server ArcGIS Online	ALOS Research and Application Project of JAXAEORC, https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/data/index.htm	U.S. Geological Survey (USGS), https://earthexplorer.usgs.gov/		US National Aeronautics and Space Administration (NASA), https://search.earthdata.nasa.gov/search

Airbus WorldDEM4Ortho is a digital elevation model derived from the unedited WorldDEM and its auxiliary layers by automatic processing. WorldDEM data is based on radar satellite data from the TanDEM-X mission, funded by a Public-Private Partnership between the German Aerospace Center and Airbus Defence and Space, the Airbus Group division responsible for defence and aerospace products and services. The main objective of the mission was to create a worldwide (97% of the total land area) consistent and highly accurate digital surface model based on SAR interferometry. Data collection for the DEM began in January 2011 and was completed by mid-2015. A total of mutually overlapping 550,000 scenes were collected. Airbus WorldDEM4Ortho is given in geographic coordinates; the horizontal datum is the World Geodetic System (WGS84-G1150) and the vertical datum is

the Earth Gravity Model 2008 (EGM2008). WorldDEM4Ortho is a height information layer optimised for orthorectification of high resolution and very high resolution optical and radar images (Okolie C. et al., 2024).

ALOS AW3D (ALOS World 3D Topographic-data) is compiled from ALOS-2 radar imagery acquired between 2006 and 2011 and archived optical data from the ALOS satellite. The Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) released a global DEM with ~30 m horizontal resolution updated void-filled version in March 2017 (Takaku J. et al., 2021).

In 2000, a radar interferometric survey was conducted from the reusable Shuttle spacecraft and an SRTM DEM was created for nearly 80% of the Earth's surface. Since 2014, global 1 angular second (~30 m) data are available through the USGS Earth-Explorer interface. SRTM is one of the most used

DEMs and the data are in the public domain (Misael Uribe E. et al., 2024).

ASTER GDEM (Global Digital Elevation Model) is an advanced spaceborne radiation and reflection radiometer, it was developed jointly by METI (Ministry of Economy, Trade, and Industry of Japan) and NASA based on data from the ASTER sensor of the Terra satellite. In 2011, an improved version of the DEM, ASTER GDEM Version 2, was created by including 26,000 additional stereo pairs in the first version, increasing the horizontal and vertical accuracy of the product, adding new scenes and correcting errors. The resolution of the product is similar to that of STRM30, also using the vertical reference system EGM96 (El Mhamdi A et al., 2023).

When selecting the most appropriate DEM, the following criteria were compared: the location of the state geodetic network points on the DEM and topo

map, morphometric characteristics of reference river flows extracted from the DEM and remote sensing data at the test sites. Topographic maps published in 2008-2009 by the Agency of the Republic of Kazakhstan for Land Management were used for comparison of elevation values. The topographic maps published in 2008-2009 by the Agency of the Republic of Kazakhstan on Land Resources Management were used for comparison of elevation values. According to these maps, points with established heights in mountainous and flat areas were selected.

Results and discussion

Topographic maps were brought into a single cartographic projection with DEMs. Points of the state geodetic network in the mountainous and plain areas were selected from the maps and their values were compared with the data of each DEM (Table 2).

Table 2 – Comparison of elevation values from topographic maps and DEMs

Source data	Height, m								
	Mountain area				Plain area				
Topographic map	3305.6	2547.5	1748.6	925.7	215.1	197.4	173.9	161.1	150.3
Airbus WorldDEM4Ortho	3301.5	2547.6	1744.5	930.6	212.3	195.51	172.5	162.1	151.5
SRTM	3227	2535	1740	925	210	192	170	158	150
ALOS AW3D	3301	2550	1744	929	213	196	171	161	152
ASTER GDEM	3292	2525	1740	925	221	187	176	158	145

Based on the results of height data comparison, it can be seen that Airbus WorldDEM4Ortho and ALOS AW3D DEM data have less deviation from the topographic map height values. The accuracy of the Airbus WorldDEM4Ortho DEM data value is one tenth of a meter, which makes it more detailed compared to ALOS AW3D (Figure 1). In spite of the same cell size ASTER shows worse results on the flat area, having large deviations from the reference values.

Comparison of morphometric characteristics of watercourses was carried out between the extracted watercourses from the considered DEMs and digitised conditionally reference watercourses from

Landsat 8 (15 m resolution) and Sentinel 2 (10 m resolution) satellite images for 2019 at the test sites.

The analysis of works and publications on successful foreign experiments allows to reveal that the methodology of river networks creation by automatic extraction from DEM consists of certain stages. Running the algorithm according to the method is a sequence of launching the Hydrology tool group from the Spatial Analyst module or Arc HYDRO module. The same input parameters were used to extract the watercourses of the test sites from the considered datasets. The accuracy of the extracted watercourses was assessed by matching their characteristics with those of the reference watercourses.

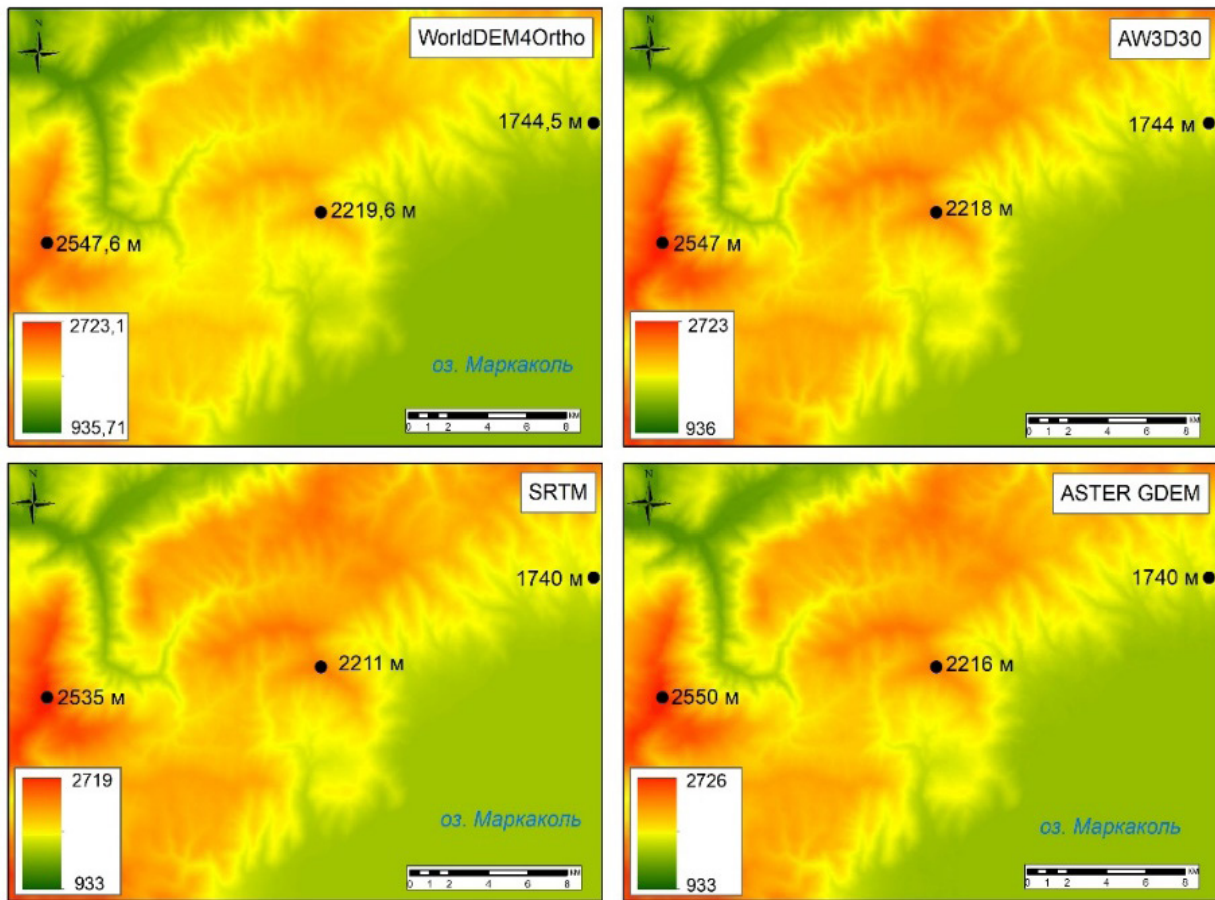


Figure 1 – Comparison of elevation values of digital elevation models

Visually in the mountainous area all elevation matrices show good results, however the rivers obtained from Airbus WorldDEM4Ortho more smoothly replicate the river meandering, showing a clear river bend. The ALOS AW3D DEM gives similar results to those from Airbus WorldDEM4Ortho. The watercourses obtained from SRTM and ASTER GDEM have sharp angles and some spatial inconsistencies (Figure 2a). In the plain part of the test sites, the watercourses extracted from DEM do not always correspond to the image of space images. Plain watercourses extracted from Airbus WorldDEM4Ortho DEM are more detailed and have good branching. SRTM and ASTER give the largest error in watercourse construction (Figure 2b).

Thus, according to the results of the visual analysis, Airbus WorldDEM4Ortho, having the highest spatial resolution, creates the most accurate network of watercourses.

The morphometric characteristics of watercourses were compared according to the following parameters (Table 3): length of rivers; displacement of extracted rivers from the reference river channel, total length of watercourses in the basin; and density of the river network in the basin.

To compare the morphometric characteristics of the basins, the Shukyrkalzhyr River basin (right tributary of the Kalzhyr River) with a catchment area of 297.7 km² was selected as a reference test site (Table 4).

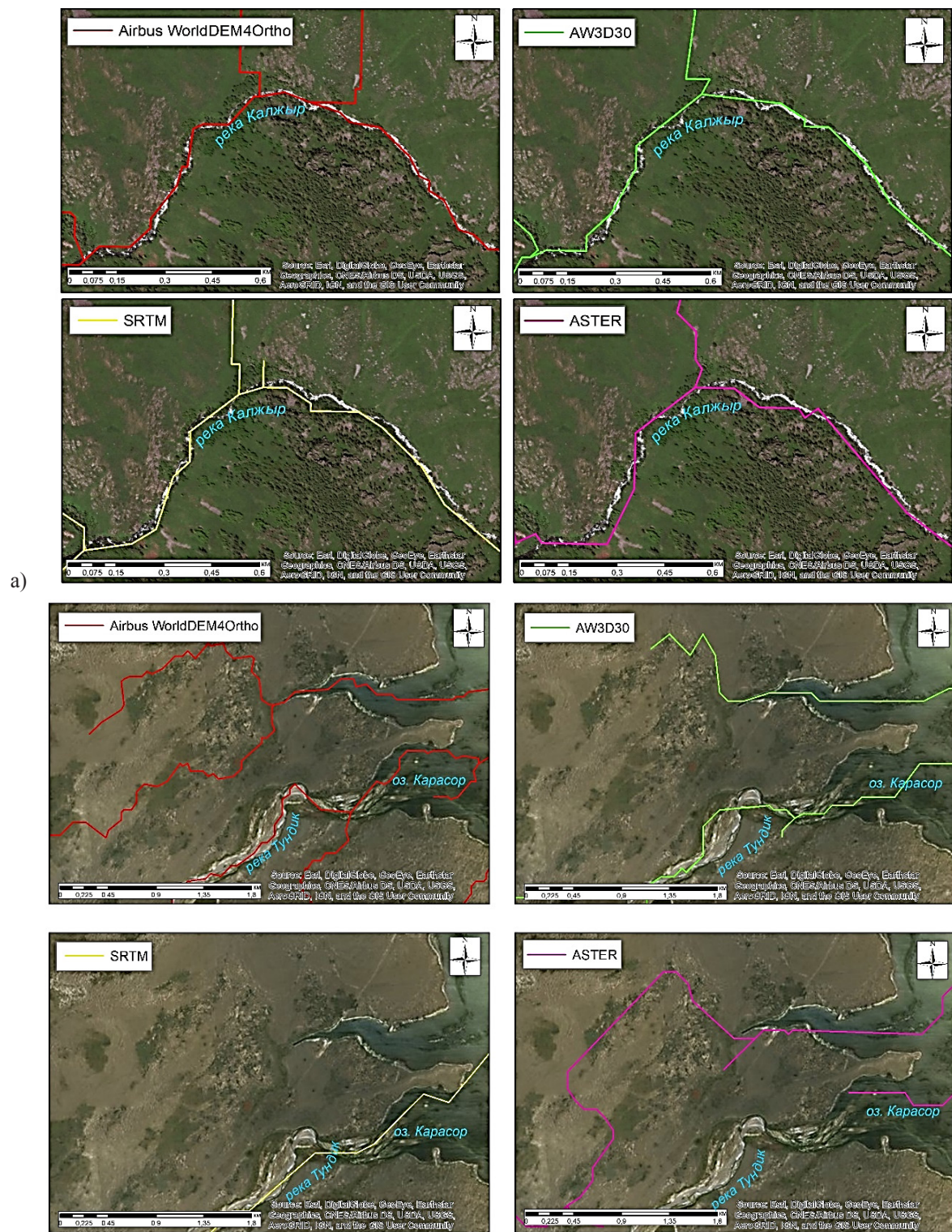


Figure 2 – Comparison of extracted rivers from DEM with satellite images:
a) on mountainous territory; b) on plain territory

Table 3 – Comparison of parameters of reference and DEM-extracted watercourses at test sites

Parameters	Baseline data	Tundik River (lower reaches)	Abyz river (left tributary of Shukyrkalzhyr river)	Tomarlybulak river (right tributary of the Kalzhyr river)
Length, km	Reference rivers	5.12	6.66	5.3
	Airbus WorldDEM4Ortho	5.01	6.04	3.96
	ALOS AW3D	4.61	5.67	5.17
	SRTM	5.11	3.96	3.71
	ASTER	-	3.65	3.69
Length discrepancy, km	Airbus WorldDEM4Ortho	0.11	0,62	1.34
	ALOS AW3D	0.51	0.99	0.13
	SRTM	0.01	2.7	1.59
	ASTER	-	3.01	1.61
Offset from the channel, m	Airbus WorldDEM4Ortho	Minimum – 10 Maximum – 90.3	Minimum – 1.5 Maximum – 30.8	Minimum – 0.7 Maximum – 38.8
	ALOS AW3D	Minimum – 19 Maximum – 250	Minimum – 2.2 Maximum – 37.8	Minimum – 6 Maximum – 43.5
	SRTM	Minimum – 65 Maximum – 276	Minimum – 7.2 Maximum – 62.6	Minimum – 7 Maximum – 40.9
	ASTER	-	Minimum – 6.4 Maximum – 64.7	Minimum – 13.8 Maximum – 86.7

Table 4 – Comparison of calculated data of the Shukyrkalzhyr River basin

№	Baseline data	Number of segments	Total length, km	River network density, km/km ²
1	Sentinel 2	185	174.8	0.59
2	Airbus WorldDEM4Ortho	221	168.0	0.56
3	ALOS AW3D	105	176.5	0.59
4	SRTM	193	145.3	0.49
5	ASTER GDEM	107	119.3	0.40

The calculated data for ALOS and Airbus WorldDEM4Ortho are close to the values of the calculated data for the reference sites, while the results for SRTM and ASTER GDEM are different.

The analysis of digital elevation models showed that the most suitable for watercourse extraction from all considered DEMs is Airbus WorldDEM4Ortho, which has higher resolution and the extracted watercourses are the most consistent with the watercourses digitised from space

images. The SRTM DEM also shows good results, which are suitable for both flat and mountainous areas.

Conclusion

The study concludes that among the digital elevation models (DEMs) reviewed, Airbus WorldDEM4Ortho is the most effective for hydrological modelling and water resources analysis purposes.

It provides high accuracy of elevation data and detailed topographic representation, which is particularly important for accurate representation of the hydrographic network and estimation of runoff parameters in complex mountainous and mixed landscapes. The ALOS AW3D model demonstrates comparable accuracy and can also be applied to detailed modelling tasks, providing a reliable alternative when access to WorldDEM is limited.

While SRTM remains a valuable resource, especially for regional and large areas, its limitations in accuracy and resolution become apparent in complex topography and flat areas, reducing its effectiveness for high-precision hydrological analyses. Nevertheless, its free and open access and lack of restrictions on data downloading make SRTM more accessible and convenient for a wide range of hydrological studies and monitoring where high detail may not be critical.

ASTER GDEM is less suitable for detailed hydrological modelling tasks, especially in areas with

confusing topography, urban infrastructure or complex landscapes, which limits its application in accurate flood forecasting and water resources management.

Overall, the findings of the study emphasize the need for careful selection of an appropriate DEM, considering the topography and the objectives of hydrological analysis, as this directly affects the quality of flood risk assessment and the effectiveness of decision-making in water resources management.

Acknowledgement

This research is funded by the Committee of Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. BR21882365).

Conflict of interest

There is no conflict of interest.

References

- Chymyrov A. (2021). Comparison of different DEMs for hydrological studies in the mountainous areas. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 24(3), 587-594 <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2021.08.001>
- El Mhamdi A., Aarab M., El Fariati A. (2023). Evaluation of the accuracy of open-source DEMs using GPS data. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 10(1), 41-50. <https://doi.org/10.30897/ijegeo.1119695>
- Elhag M., Galal H. K., Alsubaie H. (2017). Understanding of morphometric features for adequate water resource management in arid environments. *Geoscientific Instrumentation, Methods and Data Systems*, 6(2), 293-300. <https://doi.org/10.5194/gi-6-293-2017>
- Hamdan A., Khozyem H. (2018). Morphometric, statistical, and hazard analyses using ASTER data and GIS technique of WADI El-Mathula watershed, Qena, Egypt. *Arabian Journal of Geosciences*, 11, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s12517-018-4068-3>
- Zhengissova N.Y., Turymtayev Zh.B., Kazykanova A.K., Toktarov Zh.A. (2024). Tehnologija sozdaniya cifrovoy kartograficheskoy osnovy dlja informacionno-ocenochnykh kart territorii issledovaniya [Technology for creating a digital cartographic basis for information and assessment maps of the research area]. *Journal of Geography and Environmental Management №4 (75)*. <https://doi.org/10.26577/JGEM.2024.v75.i4.5>
- Jamal S., Ali A. (2023). A comparative study of automatic drainage network extraction using ASTER GDEM, SRTM DEM and Cartosat-1 DEM in parts of Kosi basin, Bihar, India. *Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture*, 14(1), 45-56. <https://doi.org/10.1007/s43995-023-00014-4>
- Joy M. A. R., Upaul S., Fatema K., Rezvi Amin F. M. (2023). Application of GIS and remote sensing in morphometric analysis of river basin at the south-western part of great Ganges delta, Bangladesh. *Hydrol Res* 54 (6): 739–755. <https://doi.org/10.2166/nh.2023.087>
- LN T., Kumar MB S., Chikkamadaiah D. N. (2022, December). Automatic Drainage Network Extraction and Comparison of Thresholds using, ASTER-GDEM, SRTM-DEM, and ALOS-DSM: A case study of Purvanchal region in Uttar Pradesh INDIA using Remote Sensing and GIS Approach. In *Proceedings of the International Conference on Systems, Energy and Environment*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4297306#
- Misael Uribe E., Cruz Escamilla J., Juárez A. (2024). Evaluation of the Digital Elevation Model from the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) on the Papaloapan Macro-Basin, Mexico, using LiDAR as benchmark. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 15(4). <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2024-04-05>

Monteiro E. S., Fonte C. C., de Lima J. L. (2018). Improving the positional accuracy of drainage networks extracted from Global Digital Elevation Models using OpenStreetMap data. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 66(3), 285-294. <https://doi.org/10.1515/johh-2017-0057>

Okolie C., Adeleke A., Smit J., Mills J., Maduako I., Ogbeta C. (2024). Comparison of machine learning and statistical approaches for Digital Elevation Model (DEM) correction: interim results. *arXiv preprint arXiv:2402.06688*. <https://arxiv.org/abs/2402.06688>

Rai P. K., Chandel R. S., Mishra V. N., Singh P. (2018). Hydrological inferences through morphometric analysis of lower Kosi river basin of India for water resource management based on remote sensing data. *Applied water science*, 8, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s13201-018-0660-7>

Shaikh M., Yadav S., Manekar V. (2021). Accuracy assessment of different open-source digital elevation model through morphometric analysis for a semi-arid river basin in the western part of India. *Journal of Geovisualization and Spatial Analysis*, 5, 1-21. <https://doi.org/10.1007/s41651-021-00089-4>

Shugulova D. K., Mazhitova G. Z., Makhanova N. B., Pashkov S. V., Assylbekov K. M., Berdenov Z. G. (2023). Geoinformation modeling of the Esil river flood zone based on remote sensing data. *Journal of Geography and Environmental Management №2 (69) 2023*. <https://doi.org/10.26577/JGEM.2023.v69.i2.06>

Sousa Morais R.C., Sales M.C. (2016). Extração automática de drenagem: uma análise comparativa a partir de diferentes ferramentas e bases de dados. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 9(06), 1849-1860. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v9.6.p1849-1860>

Takaku J., Tadono T., Doutsu M., Ohgushi F., Kai H. (2020). Updates of 'AW3D30' ALOS global digital surface model with other open access datasets. *The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*, 43, 183-189. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B4-2020-183-2020>

Information about authors:

Gulnara Iskaliyeva (corresponding author) – PhD student of Kazakh national agrarian research university, leading researcher of the LLP «Institute of ionosphere» (Almaty, Kazakhstan, e-mail: igm.ionos@gmail.com);

Alima Amangeldi – engineer of the LLP «Institute of ionosphere» (Almaty, Kazakhstan, e-mail: amangeldialimma@gmail.com)

Madina Sagat – engineer of the LLP «Institute of ionosphere» (Almaty, Kazakhstan, e-mail: sagat.madinal@gmail.com)

Aibek Merekeyev – LLP – PhD-student at al-Farabi KazNU, Senior Researcher at LLP «Institute of ionosphere» (Almaty, Kazakhstan, e-mail: merekeev.aibek@gmail.com)

Sydyk Nurmakhambet – Head of the laboratory at LLP «Institute of ionosphere» (Almaty, Kazakhstan, e-mail: nurmahambet.s@gmail.com)

Aigerim Kalybayeva – Senior Researcher of the LLP «Institute of ionosphere» (Almaty, Kazakhstan, e-mail: kalybayeva.aigerim@gmail.com)

Сведения об авторах:

Искалиева Гульнара Маратовна (автор-корреспондент) – PhD-докторант НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», ведущий научный сотрудник Института ионосферы (Алматы, Казахстан, e-mail: igm.ionos@gmail.com);

Амангелді Әлима Азаматқызы – инженер ТОО «Институт ионосферы» (Алматы, Казахстан, e-mail: amangeldialimma@gmail.com);

Сағат Мәдина Сәкенқызы – «Ионосфера институты» ЖШС инженері (Алматы, Қазақстан, e-mail: sagat.madinal@gmail.com);

Мерекеев Айбек Айтоллаевич – PhD-докторант в КазНУ им. аль-Фараби, старший научный сотрудник ТОО «Институт ионосферы» (Алматы, Казахстан, e-mail: merekeev.aibek@gmail.com);

Сыдық Нұрмахамбет Қанатұлы – заведующий лабораторией ТОО «Институт ионосферы» (Алматы, Казахстан, e-mail: nurmahambet.s@gmail.com);

Калыбаева Айгерим Камильевна – старший научный сотрудник ТОО «Институт Ионосферы», (Алматы, Казахстан, e-mail: kalybayeva.aigerim@gmail.com).

Авторлар туралы мәлімет:

Искалиева Гульнара Маратовна (автор-корреспондент) – Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің PhD докторанты, Ионосфера институтының жетекші ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан, e-mail: igm.ionos@gmail.com)

Амангелді Әлима Азаматқызы – Ионосфера институты инженері (Алматы, Қазақстан, e-mail: amangeldialimma@gmail.com)

Сағат Мәдина Сәкенқызы – инженер ТОО «Институт ионосферы» (Алматы, Қазақстан, e-mail: sagat.madinal@gmail.com)

Мерекеев Айбек Айтоллаевич – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ PhD-студенті, «Ионосфера институты» ЖШС аға ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан, e-mail: merেকেev.aibek@gmail.com)

Сыдық Нұрмахамбет Қанатұлы – «Ионосфера институты» ЖШС лаборатория меңгерушісі (Алматы, Қазақстан, эл.почта: nurmahambet.s@gmail.com)

Калыбаева Айгерим Камильевна – ЖШС «Ионосфера институты» аға ғылыми қызметкер, (Алматы, Қазақстан, e-mail: kalybayeva.aigerim@gmail.com)

Received: January 24, 2025

Accepted: May 29, 2025

3-бөлім
**МЕТЕОРОЛОГИЯ
ЖӘНЕ ГИДРОЛОГИЯ**

Section 3
**METEOROLOGY
AND HYDROLOGY**

Раздел 3
**МЕТЕОРОЛОГИЯ
И ГИДРОЛОГИЯ**

N.T. Kemerbaev¹ , K.B. Samarkhanov^{1,2} , G.A. Mussina^{1*} ,
M.Kh. Shkieva¹ , A.T. Batalova¹ ,
A.B. Zhumakanov¹ , A. Ju. Venediktova¹ 

¹ «GEOID» Ltd., Astana, Kazakhstan

² International science complex «Astana», Astana, Kazakhstan

*e-mail: snezhinka200184@gmail.com

ASSESSING WATER LEVEL VARIABILITY IN THE ZHAIYK (URAL) RIVER BASIN USING GRACE SATELLITE GRAVIMETRY AND HYDROLOGICAL OBSERVATIONS

Precise monitoring of surface water storage dynamics is crucial for effective water resource management and comprehension of local hydrological processes. This study examines the correlation between fluctuations in water levels in the Zhaiyk River Basin (Ural) and anomalies in overland water storage derived from the Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) satellite gravimetry.

We assess the degree of the satellite-in situ measurement correlation using long-term hydrological observations and GRACE equivalent water thickness data. With a coefficient of determination (R^2) of 0.7459, the results show a noteworthy positive correlation, indicating that GRACE data capture regional large-scale hydrological changes. Nevertheless, the study also highlights the coarse spatial resolution of GRACE, which limits its ability to detect local water level fluctuations. GRACE continues to be an invaluable instrument for evaluating the dynamics of long-term water storage and its underlying factors, such as precipitation, evapotranspiration, and anthropogenic influences.

Future research should investigate the feasibility of integrating GRACE with hydrological models and higher-resolution remote sensing products to enhance the precision of monitoring and broaden the scope of satellite gravity's application in regional water resources assessment.

Key words: gravimetry, water level, Zhaiyk, Ural, Kazakhstan, GRACE, Kazhydromet, gauging station.

Н.Т. Кемербаев¹, К.Б. Самарханов^{1,2}, Г.А. Мусина^{1*}, М.Х. Шкиева¹,
А.Т. Баталова¹, А.Б. Жумаканов¹, А.Б. Венедиктова¹

¹ «GEOID» ЖШС, Астана, Қазақстан

² «Астана» халықаралық ғылыми кешені, Астана, Қазақстан

*e-mail: snezhinka200184@gmail.com

Грейс спутниктік гравиметриясын және гидрологиялық бақылауларды пайдалана отырып, Жайық (Орал) өзені бассейніндегі су деңгейінің өзгермелілігін бағалау

Су ресурстарын тиімді басқару және жергілікті гидрологиялық процестерді түсіну үшін жер үсті суларын сақтау динамикасын нақты бақылау өте маңызды. Бұл зерттеу Жайық өзені алабындағы (Жайық) су деңгейінің ауытқуы мен Гравитацияны қалпына келтіру және климаттық эксперимент (GRACE) спутниктік гравиметриясынан алынған жер үсті су қоймаларындағы ауытқулар арасындағы корреляцияны зерттейді. Біз ұзақ мерзімді гидрологиялық бақылаулар мен GRACE эквивалентті су қалыңдығы деректерін пайдалана отырып, жерсеріктік жердегі өлшеу корреляциясының дәрежесін бағалаймыз.

Детерминация коэффициентімен (R^2) 0,7459, нәтижелер GRACE деректері аймақтық ауқымды гидрологиялық өзгерістерді қамтитынын көрсететін назар аударарлық оң корреляцияны көрсетеді. Дегенмен, зерттеу сонымен қатар GRACE-тің дәрекі кеңістіктік рұқсатын көрсетеді, бұл оның су деңгейінің жергілікті ауытқуларын анықтау мүмкіндігін шектейді. GRACE ұзақ мерзімді суды сақтау динамикасын және жауын-шашын, булану және антропогендік әсерлер сияқты оның негізгі факторларын бағалаудың баға жетпес құралы болып қала береді.

Болашақ зерттеулер мониторинг дәлдігін арттыру және аймақтық су ресурстарын бағалауда жерсеріктік тартылыс күшін қолдану аясын кеңейту үшін гидрологиялық модельдермен және жоғары ажыратымдылығы бар қашықтықтан зондтау өнімдерімен GRACE интеграциясының орындылығын зерттеуі керек.

Түйін сөздер: гравиметрия, су деңгейі, Жайық, Орал, GRACE, өлшеу станциясы.

Н.Т. Кемербаев¹, К.Б. Самарханов^{1,2}, Г.А. Мусина^{1*}, М.Х. Шкиева¹,
А.Т. Баталова¹, А.Б. Жумаканов¹, А.Б. Венедиктова¹

¹ ТОО «GEOID», Астана, Казахстан

² Международный научный комплекс «Астана», Астана, Казахстан

*e-mail: snezhinka200184@gmail.com

Оценка изменчивости уровня воды в бассейне реки Жайык (Урал) с использованием данных спутниковой гравиметрии GRACE и гидрологических наблюдений

Точный мониторинг динамики запасов поверхностных вод имеет решающее значение для эффективного управления водными ресурсами и понимания локальных гидрологических процессов. В этом исследовании изучается корреляция между колебаниями уровня воды в бассейне реки Жайык (Урал) и аномалиями в запасах воды на суше, полученными с помощью спутниковой гравиметрии Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE). Мы оцениваем степень корреляции спутниковых и натурных измерений, используя долгосрочные гидрологические наблюдения и данные об эквивалентной толщине воды GRACE.

При коэффициенте детерминации (R^2) 0,7459 результаты показывают заслуживающую внимания положительную корреляцию, что указывает на то, что данные GRACE фиксируют региональные крупномасштабные гидрологические изменения. Тем не менее, исследование также подчеркивает грубое пространственное разрешение GRACE, что ограничивает его способность обнаруживать локальные колебания уровня воды. GRACE остаётся бесценным инструментом для оценки динамики долгосрочного запаса воды и его основных факторов, таких как осадки, эвапотранспирация и антропогенные влияния.

В будущих исследованиях следует изучить возможность интеграции GRACE с гидрологическими моделями и продуктами дистанционного зондирования с более высоким разрешением для повышения точности мониторинга и расширения сферы применения спутниковой гравитации при оценке региональных водных ресурсов.

Ключевые слова: гравиметрия, уровень воды, Жайык, Урал, GRACE, Казгидромет, гидропост.

Introduction

The Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) satellite mission has transformed remote sensing of the Earth's gravitational field, providing unparalleled capabilities for monitoring global water supplies. The Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) satellite mission offers invaluable information about the Earth's water resources (Hasan et al., 2019). Currently, the GRACE Follow-on (GRACE-FO), which began in 2018, continues the legacy of its predecessor (2002-2017). GRACE-FO monitors the movement of water (groundwater, large lakes and rivers, soil moisture, ice, and sea level) on the planet (Landerer et al., 2020). The mission measures changes in the Earth's gravitational field and produces monthly gravity maps containing information about changes in water supplies (Gyawali et al., 2022). Measurements of the Earth's gravitational field can reveal anomalies in the distribution of water masses (Hasan & Tarhule, 2021; Lopez et al., 2020). GRACE terrestrial water storage (TWS) data have been extensively utilized to evaluate groundwater

depletion, significant hydrological alterations, and variations in water balance.

Nevertheless, regional and local hydrological investigations are restricted by the coarse spatial resolution of GRACE data (~55-111 km). To overcome this limitation, the spatial resolution of GRACE-based water storage estimates is being enhanced by the application of statistical downscaling methods and machine learning approaches. In hydrological research, it is crucial to evaluate the attributes of different satellite platforms utilized for water resource monitoring. The following table compares GRACE, GRACE-FO, and alternative satellite missions in terms of their spatial and temporal resolution, as well as their suitability for water balance and localized monitoring (Tab. 1).

Evaluation of regional and global changes in water storage depends on GRACE and GRACE-FO, particularly with relation to large-scale water balance. Nevertheless, especially in small and medium-sized basins, their spatial resolution limits their usefulness for tracking local changes. Therefore, it is relevant to integrate GRACE data with results from

other satellite missions as SWOT, SMAP, and Sentinel-1 since they offer improved geographical resolution. Furthermore, combining satellite data with in

situ hydrological observations and machine learning approaches could increase the accuracy and forecasting capacity of assessments of water resources.

Table 1 – Comparison of GRACE, GRACE-FO and other satellite missions for water monitoring

Platform	Spatial Resolution	Temporal Resolution	Primary Purpose	Advantages / Limitations
GRACE	~100–300 km	30 days	Total water storage	Coarse resolution, global coverage, sensitive to significant anomalies (Abegeja, 2024)
GRACE-FO	~100–300 km	30 days	GRACE continuation	Modern instruments, higher accuracy, data continuity (Gyawali et al., 2022)
SWOT	10–100 m	10 days	Water level, surface area	High resolution, suitable for small rivers and lakes, detailed monitoring (Nair et al., 2021)
SMAP	10 km (soil), 1–3 km (SAR)	2–3 days	Soil moisture, surface water	Fast revisit time, high detail in soil moisture (Colliander et al., 2017)
Sentinel-1	10–20 m	6–12 days	Water height, surface area	SAR data, high resolution, effective for small water bodies (Slimani, 2022)

According to publications, using GRACE satellites to assess hydrological changes in river basins is an established methodology. Thus, in the Colorado Basin, GRACE was utilized to analyze long-term changes in water storage, encompassing both groundwater and reservoirs (Scanlon et al., 2015). GRACE was used to estimate river runoff and forecast floods in the Amazon and Ganges (Blue Water Intelligence, 2024). In the CONUS (USA), GRACE data were integrated with hydrological models for water management (Mohanasundaram et al., 2021).

GRACE has been effectively utilized in multiple studies to evaluate groundwater variations in arid and semi-arid regions of Iran. In West Azerbaijan Province, analyses of groundwater storage changes using GRACE and CHIRPS have indicated a consistent decrease in water levels since 2008, attributed to reduced precipitation and increased water extraction (Mehdi et al., 2021). The correlation between satellite and groundwater data was 86–97%, confirming the effectiveness of GRACE even for basins smaller than 200,000 km².

Northern China: In the Hai River Basin (318,866 km²), GRACE data showed good agreement with groundwater measurements ($R=0.82$), especially in the seasonal cycle (Moiwo et al., 2009). This confirms the suitability of GRACE for monitoring water resources in medium-sized semi-arid basins. India: In the northern states of India (Rajasthan, Punjab, Haryana), GRACE has been used to detect groundwater depletion caused by both climate and anthro-

pogenic factors. Other studies have found high correlations between GRACE data and groundwater observations even in conditions of a limited hydrological network. Morocco and North Africa: In Morocco, where drought is a significant issue, GRACE has been utilized to evaluate changes in water storage in basins smaller than 150,000 km² (Hamou-Ali et al., 2025). The use of downscaling techniques has allowed the spatial resolution of the data to be increased to 1 km, which is critical for small and medium-sized basins.

Several studies on the application of GRACE to major river basins, including the Amazon (Cui et al., 2020), Mississippi (Ren et al., 2023), and the Ganges (Ahi & Cekim, 2021), have been conducted. However, little is known about its applicability for medium-sized, semi-arid basins such as the Zhaiyk (Ural). Moreover, earlier studies have primarily focused on total water storage anomalies (TWSA) rather than establishing clear connections between GRACE-derived changes and in situ hydrological data. Using an analysis of the relationship between GRACE-derived water equivalent thickness (WET) and in situ water level measurements, the present work attempts to close this disparity (Awange et al., 2008).

The authors of the Zhaiyk paper adapted this methodology to a new region, highlighting its limitations (low spatial resolution), which is consistent with the findings of other studies. Their contribution is applying the approach to a specific region (Kazakhstan) and assessing the correlation between

satellite and ground-based data for local conditions. River Zhaiyk is a vital source of drinking water, supporting agricultural and industrial potential and maintaining the balance of the ecosystem in the adjacent areas. In recent decades, climate change, increased anthropogenic load, and water resource shortages have been observed, necessitating the development of modern methods for monitoring and managing these resources. The observed climate fluctuations and uneven changes make it difficult to predict the river's water content and manage water-related consequences.

The distribution of water mass is directly affected by climate, and an increase in surface temperature impacts the amount of precipitation in liquid form, and in mountains, the area and period of solid precipitation are reduced (Казгидромет, 2023). In recent years, extreme changes in water level have been observed in the Republic of Kazakhstan. Maximum water levels are recorded in the valleys of large and medium-sized rivers of the Zhaiyk (Ural), Tobol, Torgai, Yesil, and Yertis, their tributaries (Plekhanov P.A. et al., 2019). For a long time, the situation has been complicated along the Zhaiyk (Ural) river in West Kazakhstan and Atyrau regions (Плеханов, 2017).

The main objective of this study is to evaluate the relationship of in-situ water level data in the Zhaiyk River Basin with GRACE-derived water storage variations.

A study conducted by Kazakhstani scientists during the period of spring ice processes on the Zhaiyk River (Ural) based on long-term observations (1937–2020) revealed significant changes in the ice regime caused by climate change and anthropogenic factors. It was found that the river breakup and the onset of ice drift shifted towards earlier dates by 13–18 and 9–12 days, respectively, especially in the southern sections of the channel, while the duration of spring ice phenomena increased from 4–6 to 10 days. The increase in the frequency of ice jams observed since the end of the 20th century indicates an increase in hydrological risks caused by a longer and more unstable period of ice breakup. The results obtained emphasize the need to consider the changing ice regime in regional water resources management and emergency response planning (Kisebaev et al., 2022).

Methods

The Ural (Zhaiyk), the third longest in Europe (2428 km), is a transboundary river (Fig. 1). The up-

per and middle parts of the basin are located on the territory of the Russian Federation, and the lower, 1084 km long, passes through the Republic of Kazakhstan, discharging into the Caspian Sea in the surroundings of the Atyrau city (Abiev et al., 2021). The river meanders through flat, semi-desert landscapes until it reaches the Caspian Sea (Eremkina & Yarushina, 2022).

The Zhaiyk River basin (Ural) is characterized by a height difference of about 600 meters (from 637 m above sea level at the source to 26 m at the downstream). The average height of the catchment is 186 m. The valley of the ancient river is filled with loose alluvial sediments, the thickness of which reaches tens of meters in some areas. The Zhaiyk (Ural) River basin has a continental climate. The average annual air temperature fluctuates around 4.9°C, and in the delta, it drops to -9.1°C. Seasonal and daily temperature fluctuations are significant.

The Zhaiyk (Ural) River is unique for its length, making it one of the longest rivers in the world, and for its high intra- and inter-annual flow variability (Magrickij et al., 2018). In the 20th century, the flow of the Zhaiyk (Ural) River was altered due to the construction of artificial reservoirs and water intakes for industrial and domestic purposes. Currently, there are seven reservoirs in the basin. Along the main channel of the Urals, there are the Verkhneuralskoye, Magnitogorskoye, and Iriklienskoye reservoirs, and on the tributaries – Aktobe (Ilek River), Verkhne-Kumak (Bolshoi Kumak), Kargalinskoye in Dzhasiya (Kargala River), and Chernovsky (Chernaya River) (Tab. 2).

Water intake and regulation resulted in a decrease in flow of 1.2–1.3 km³ per year. In dry years, the annual decline in flow reaches 2.2 km³. The highest water level associated with the Zhaiyk (Ural) River basin within Kazakhstan was observed in 1942 (945 cm), 1957 (932 cm), and 1994 (853 cm). In 1993, the dam of the Aktobe reservoir burst, affecting the Atyrau, West Kazakhstan, and Aktobe regions. Excess water levels caused significant damage in the West Kazakhstan region, as well as in the city of Oral (Uralsk). The city of Uralsk is located on the right bank of the middle reaches of the Zhaiyk (Ural) River. A steppe plain and steep coastal ledges characterize the territory. The territory in the area between the city and the river is described as flat, with heights from 19 to 93 m (an average of 34 m). The Zhaiyk River turns south toward the Caspian Lowland.

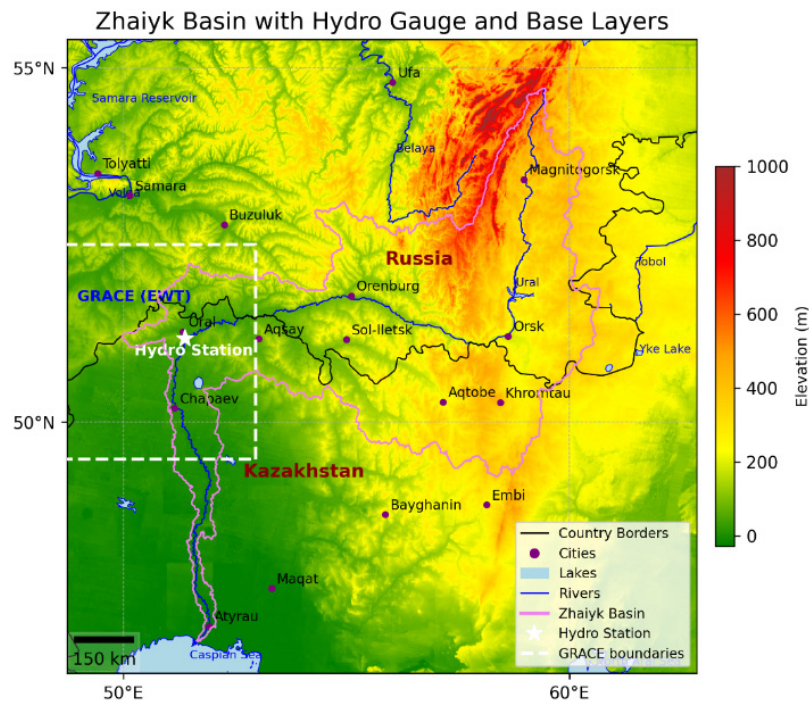


Figure 1 – Study location: Zhaiyk (Ural) River basin

Table 2 – Basic information on the reservoirs

Reservoir Name	Surface Area (km ²)	Year of Commissioning	Country
Iriklienskoye	260	1966	Russia
Verkhneuralskoye	72	1960	Russia
Magnitogorskoye (Zavodskoy Pond)	33.4	1931	Russia
Kargalinskoye	28.5	1975	Kazakhstan
Verkhne-Kumak (Bolshoi Kumak)	12.7	1967	Russia
Chernovsky (Chernaya River)	4.55	1953	Russia

The study workflow illustrates the process of analyzing the relationship between water level data and GRACE satellite data (Gravity Recovery and Climate Experiment) to assess hydrological variations in the Zhaiyk (Ural) River basin (Fig. 2).

Stage 1 – Data Preparation involves two types of input data: daily water level data and GRACE data. The daily water level values were extracted from the Kazhydromet website for the Oral (Ural'sk) gauging station (RGP «Kazgidromet», 2021). Daily water level data (cm) are combined into monthly averages to produce an aggregated water level and GRACE data set (TCE). Water equivalent thickness (cm) describes monthly average values from

GRACE satellite gravimetric measurements. Data is recorded at irregular intervals, usually ranging from one to three months. The data series in this article covers the period from April 2002 to December 2021 to ensure equal coverage of the two measurement methods specified. To obtain a homogeneous time series, rows with missing values in water levels were removed. Its monthly averages were also calculated to align the period with the GRACE time series, anomalous values were removed, resulting in aggregated data (57 records) for analysis. WET, measured in centimeters (cm), reflects the amount of water stored in the ground compared to a reference period.

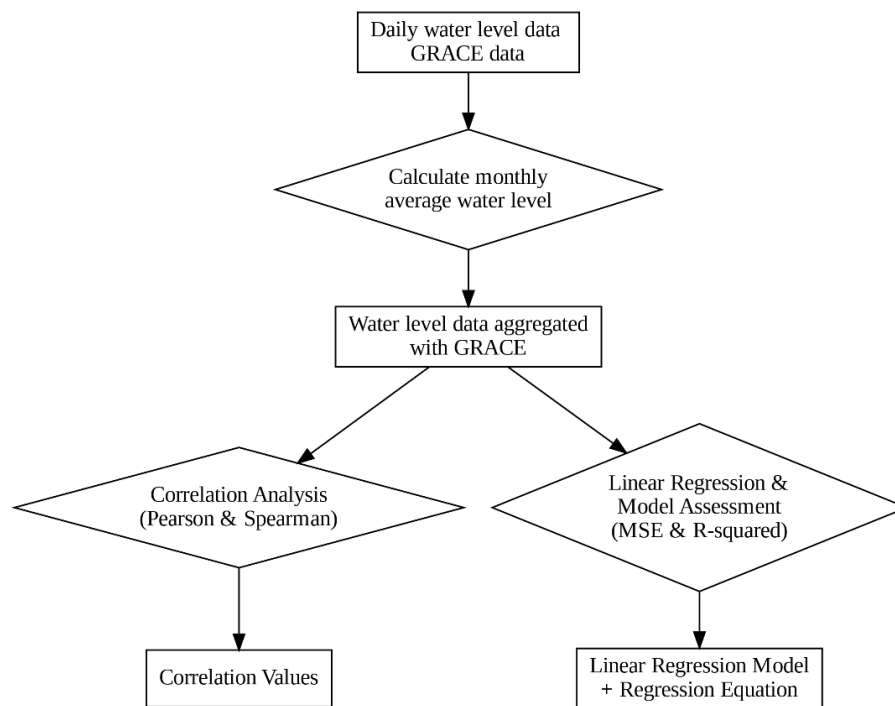


Figure 2 – Research Methodology

The research methodology consists of three main stages:

Stage 2 – correlation analysis combined set of water levels and GRACE using Pearson and Spearman methods to assess potential relationships. Correlation characteristics were obtained, indicating the strength and direction of the relationship between the two variables. Correlation analysis helps understand the relationship between these variables, and the linear regression model provides a quantitative tool for validating satellite data.

Stage 3 – development and evaluation of the model. A linear regression model was constructed using water level as the independent variable and GRACE data as the dependent variable. Model performance is assessed using the coefficient of determination R^2 .

Results

To analyze the water level change, a time series of data points was obtained from the GRACE satellite gravimetry pixel covering the city of Oral (NASA JPL, 2024). Data on the water level (in centimeters) of the Oral (Ural'sk) gauging station were selected for comparative analysis (RGP «Kazgidromet», 2021). The data series covers the period from April 2002 to December 2021. Based on the

aggregated data, diagrams were constructed showing changes in water levels in the study area (Fig. 3).

Figure 3 shows the water equivalent thickness (WET), consisting of data from the GRACE and GRACE-FO satellites. The data cover the area designated by coordinates 51.0N, 51.0E – 52.0N, 52.0E. Positive WET values indicate more water than average, while negative values indicate less.

Main observational results from the WET time series:

- in WET over 20 years, ranging from +14 cm to -10 cm;
- there is a cyclical pattern of highs and lows every 2-3 years;
- by 2010, WET values declined, with relatively low values thereafter.

The water level in the Zhaiyk River (Ural) during the observation period fluctuated between 8 cm and 533 cm.

A seasonal pattern is evident in the time series, with maximums occurring in the spring (March-May) and minimums in the summer and autumn months. This schedule corresponds to the hydrological regime of water bodies, which has a direct dependence on snowmelt, evaporation, and water consumption.

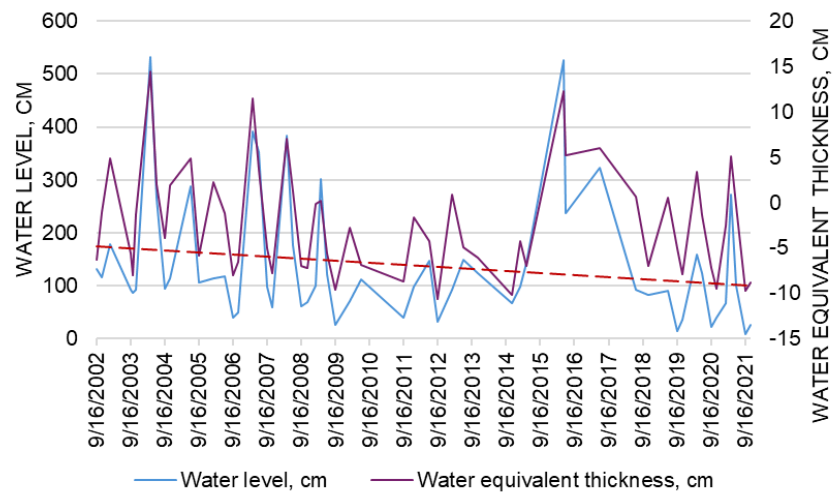


Figure 3 – Time series of water level (with trend line) and equivalent thickness

As a result of the analysis, we found a positive correlation between water level and WET. This shows that an increase in water equivalent thickness (positive WET values) generally coincides with an increase in water level in the Zhaiyk River (Ural). A Pearson coefficient of 0.864 shows a strong positive linear correlation between river water levels and GRACE data.

The Spearman coefficient of 0.806 also indicates a strong positive correlation between river water level and WET. A positive value confirms the tendency for water levels to rise as GRACE water equivalent thickness increases. A regression model was constructed, and its metrics were calculated

(Fig. 4). According to the obtained model, for every 1 cm increase in the water equivalent thickness, the water level in the Zhaiyk River (Ural) increases by an average of 178.73 cm.

The equation of the regression model is (1):

$$Y = 17.324 * x + 178.73 \quad (1)$$

Where Y – water level (cm), x – water equivalent thickness, intercept is at 178.73 cm. The determination coefficient R^2 equals 0.7459. This linear regression model can be used to predict water levels from GRACE data.

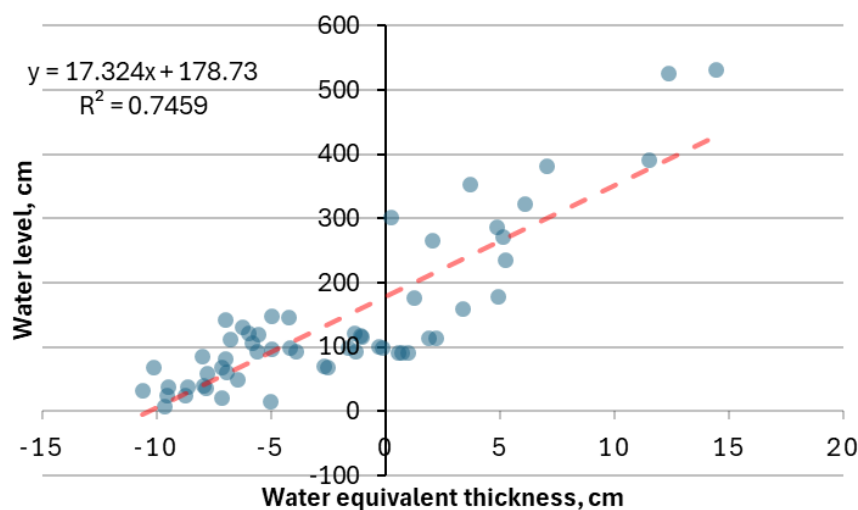


Figure 4 – Scatterplot of water level data in the Zhaiyk River (Ural) and WET

Figure 4 is a scatter plot that shows how the water level in the Zhaiyk River changed over time, compared to GRACE satellite gravity data (shown as equivalent water thickness, WET) from 2002 to 2021. For a specific period (a month), each point displays the water level and the corresponding WET value. With a coefficient of determination of 0.7459, changes in the equivalent water thickness from GRACE measurements can explain about 74.6% of the changes in water level. This indicates that measurements made from space and those made on the ground are closely linked in a straight line. However, some deviations from the regression line, especially at high WET values, show that other things may be at play, such as local rainfall, runoff, economic activity, or GRACE's limited spatial resolution.

Discussion

One of the main limitations of the study is the minimal geographic resolution of the GRACE data, which limits its ability to capture localized hydrological variations. GRACE is not suitable for high-resolution monitoring of specific water bodies, small streams, or local groundwater changes, although it provides detailed information on changes in large-scale water storage. To enhance the geographic specificity of hydrological assessments, this limitation underscores the need to integrate GRACE data with in situ observations or higher-resolution remote sensing products. Despite these limitations, the analysis of the equivalent water thickness time series revealed long-term patterns and changes in surface water storage in the Zhaiyk (Ural) River Basin over the past 20 years.

Among the causes of seasonal and interannual oscillations in precipitation, evapotranspiration dynamics, human impacts, including agricultural water extraction, and climate-induced changes in hydrological cycles are those that interact with one another. Improving regional water management planning depends on understanding these components.

With an R-squared value of 0.7459, the regression model revealed a clear positive correlation between water levels and GRACE data. This information suggests that about 74.59% of the fluctuation in river water levels is attributable to GRACE-derived water storage anomalies. Still, the remaining 25.41% of the variance indicates a range of hydrological processes generating water-level variations, including short-term rainfall, uncontrolled water abstraction, and snowmelt dynamics.

This work demonstrates the capabilities and limitations of satellite gravimetry in hydrological evaluations, offering significant insights into the correlation between river levels and GRACE-induced storage anomalies. Future research should focus on multi-sensor data fusion and advanced modeling techniques, including auxiliary datasets such as machine learning approaches, climate reanalysis products, or ground-based hydrological observations to improve the accuracy of validating satellite data in the Zhaiyk River Basin (Ural) and related areas.

While the primary motivation for this work was to assess the potential relationship between GRACE data and hydrological station data, it is vital to acknowledge the limits in the temporal resolution of GRACE observations.

Conclusion

This research demonstrated the potential of GRACE satellite gravimetry data for monitoring and assessing the relationship between satellite data and water level in the Zhaiyk River basin (Ural). The strong positive correlation between river water level and water equivalent thickness (WET) demonstrates the value of satellite gravimetry for understanding hydrological processes.

The linear regression model obtained during the study explains a significant part of the water level variability. It also indicates the presence of other factors such as precipitation, evaporation, and human activities. This is important considering several reservoirs are in the upper part of the Zhaiyk River basin (Ural).

The study's analysis showed a significant relationship between river water levels and water equivalent thickness (WET) parameters. It shows that changes in water reserves, as measured by GRACE satellite data, are interconnected with fluctuations in water levels observed at the gauging station in Oral (Ural'sk) city.

The study results have important implications for water resource management in the Zhaiyk River basin (Ural). Further integration of GRACE data with ground-based observations will enable the development of more accurate models incorporating water levels and satellite data. However, given the study's limitations, further research is needed to refine the model parameters and include other variables to analyze water level variability in the Zhaiyk River basin (Ural). Also, machine learning methods

can contribute to validating satellite data for aggregating water levels.

The results showed that GRACE has the potential to predict river water levels. They emphasize the importance of integrating diverse data sources and modeling techniques to enhance the understanding of hydrological processes and mitigate flood risks.

In this study, it is necessary to critically examine several factors that may affect the reliability and interpretation of the obtained results.

One of the key factors that can distort the relationship between satellite and ground-based measurements is the presence of large and medium-sized reservoirs, as well as intensive economic activity in the river basin. Flow regulation, water withdrawals for agricultural and industrial needs, and the construction of dams and canals change the natural hydrological regime. This makes it challenging to distinguish between climate and natural signals in GRACE data and ground-based observations. In addition, evaporation from the surface of reservoirs, especially in dry years, can significantly reduce the amount of available water.

Comparable effects have been observed in research carried out in other semi-arid regions.

A significant source of uncertainty arises from the discrepancy in time intervals between GRACE satellite data, which is presented as monthly averages, and ground-based hydrological observations, typically recorded daily.

Even when reducing to a standard time step, discrepancies may remain due to the different sensitivities of the methods, delays in the river system's response to precipitation, water abstraction, or snowmelt. These discrepancies can affect the mag-

nitude of the correlation coefficients and reduce the accuracy of the constructed regression models.

The spatial resolution of GRACE (~100–300 km) itself limits the ability to assess local hydrological processes. The use of one or more ground stations (gauging posts) does not reflect the full spatial heterogeneity of the basin. In addition, data aggregation in time and space can smooth out extreme values and hide significant local anomalies. The GRACE processing method is also subject to the “leakage effect”, in which the signal from neighboring areas can distort the estimates within the analyzed basin, which increases the overall uncertainty of the results.

These constraints, taken together, necessitate a careful and critically confirmed method for interpreting the acquired results. The integration of GRACE with high-resolution hydrological models is recommended to enhance dependability and scientific rigor. The network of ground-based observations should be expanded, and techniques to adjust for temporal and spatial mismatches between different data sources should be employed. Such actions will ensure more consistent regional management decisions and significantly enhance the accuracy of water resource evaluations.

Acknowledgments

The article was supported by the Ministry of Science and Higher Education of Kazakhstan within the grant funding for a scientific project entitled “Development of a geoid model of the Republic of Kazakhstan as the basis for a unified state system of coordinates and heights (BR21882366)”.

References

- Abegeja, D. (2024). The application of satellite sensors, current state of utilization, and sources of remote sensing dataset in hydrology for water resource management. *Journal of Water and Health*, 22(7), 1162–1179.
- Abiev, S., Darbayeva, T., & Sarsenova, A. (2021). Possible pathways for the formation of flora and macromycetes of floodplain forests of the Ural River within Western Kazakhstan. *BULLETIN of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. BIOSCIENCE Series*, 135(2), 18–27. <https://doi.org/10.32523/2616-7034-2021-135-2-18-27>
- Ahi, G. O., & Cekim, H. O. (2021). Long-term temporal prediction of terrestrial water storage changes over global basins using GRACE and limited GRACE-FO data. *Acta Geodaetica et Geophysica*, 56(2). <https://doi.org/10.1007/s40328-021-00338-4>
- Awange, J. L., Sharifi, M. A., Ogonda, G., Wickert, J., Grafarend, E. W., & Omulo, M. A. (2008). The falling lake Victoria water level: GRACE, TRIMM and CHAMP satellite analysis of the lake basin. *Water Resources Management*, 22(7). <https://doi.org/10.1007/s11269-007-9191-y>
- Blue Water Intelligence. (2024). *NASA's GRACE Satellites: Measuring Aquifer Dynamics and River Discharge from Space*. <https://bwi.earth/nasas-grace-satellites-measuring-aquifer-dynamics-and-river-discharge-from-space/>
- Colliander, A., Fisher, J. B., Halverson, G., Merlin, O., Misra, S., Bindlish, R., Jackson, T. J., & Yueh, S. (2017). Spatial Downscaling of SMAP Soil Moisture Using MODIS Land Surface Temperature and NDVI during SMAPVEX15. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 14(11), 2107–2111. <https://doi.org/10.1109/LGRS.2017.2753203>
- Cui, L., Song, Z., Luo, Z., Zhong, B., Wang, X., & Zou, Z. (2020). Comparison of terrestrial water storage changes derived from grace/grace-fo and swarm: A case study in the amazon river basin. *Water (Switzerland)*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/w12113128>

- Eremkina, T. V., & Yarushina, M. I. (2022). Ural River Basin. In *Rivers of Europe* (pp. 883–899). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102612-0.00022-5>
- Gyawali, B., Ahmed, M., Murgulet, D., & Wiese, D. N. (2022). Filling Temporal Gaps within and between GRACE and GRACE-FO Terrestrial Water Storage Records: An Innovative Approach. *Remote Sensing*, 14(7), 1565. <https://doi.org/10.3390/rs14071565>
- Hamou-Ali, Y., Karmouda, N., Mohsine, I., Bouramtane, T., Kacimi, I., Tweed, S., Tahiri, M., Kassou, N., El Bilali, A., Chafki, O., & others. (2025). Downscaling GRACE total water storage data using random forest: a three-round validation approach under drought conditions. *Frontiers in Water*, 7, 1545821.
- Hasan, E., & Tarhule, A. (2021). Comparison of decadal water storage trends from common GRACE releases (RL05, RL06) using spatial diagnostics and a modified triple collocation approach. *Journal of Hydrology X*, 13, 100108. <https://doi.org/10.1016/j.hydroa.2021.100108>
- Hasan, E., Tarhule, A., Hong, Y., & Moore, B. (2019). Assessment of Physical Water Scarcity in Africa Using GRACE and TRMM Satellite Data. *Remote Sensing*, 11(8), 904. <https://doi.org/10.3390/rs11080904>
- Kisebaev, D., Musralinova, G., & Marchenko, S. (2022). Vesennie ledovye processy na r. Zhaiyk (Ural) [Spring ice processes on the Zhaiyk (Ural) River]. *Vestnik KazNU. Seriya geograficheskaya*, 66(3), 42–52. <https://doi.org/10.26577/JGEM.2022.v66.i3.04>
- Landerer, F. W., Flechtner, F. M., Save, H., Webb, F. H., Bandikova, T., Bertiger, W. I., Bettadpur, S. V., Byun, S. H., Dahle, C., Dobslaw, H., Fahnestock, E., Harvey, N., Kang, Z., Kruizinga, G. L. H., Loomis, B. D., McCullough, C., Murböck, M., Nagel, P., Paik, M., ... Yuan, D. (2020). Extending the Global Mass Change Data Record: GRACE Follow-On Instrument and Science Data Performance. *Geophysical Research Letters*, 47(12). <https://doi.org/10.1029/2020GL088306>
- Lopez, T., Al Bitar, A., Biancamaria, S., Güntner, A., & Jäggi, A. (2020). On the Use of Satellite Remote Sensing to Detect Floods and Droughts at Large Scales. In *Surveys in Geophysics* (Vol. 41, Issue 6). <https://doi.org/10.1007/s10712-020-09618-0>
- Magrickij, D., Evstigneev, V., Jumina, N., Toropov, P., Kenzhebaeva, A., & Ermakova, G. (2018). Izmeneniya stoka v bassejne r. Ural. *Vestnik Moskovskogo Universiteta*, № 1, 90–99.
- Mehdi, A., Mobin, E., Mohammad, A., Elyasi, A. H., & Zahra, N. (2021). Application assessment of GRACE and CHIRPS data in the Google Earth Engine to investigate their relation with groundwater resource changes (Northwestern region of Iran). *Journal of Groundwater Science and Engineering*, 9(2). <https://doi.org/10.19637/j.cnki.2305-7068.2021.02.002>
- Mohanasundaram, S., Mekonnen, M. M., Haacker, E., Ray, C., Lim, S., & Shrestha, S. (2021). An application of GRACE mission datasets for streamflow and baseflow estimation in the Conterminous United States basins. *Journal of Hydrology*, 601. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126622>
- Moiwo, J. P., Yang, Y., Li, H., Han, S., & Hu, Y. (2009). Comparison of GRACE with in situ hydrological measurement data shows storage depletion in Hai River Basin, Northern China. *Water SA*, 35(5). <https://doi.org/10.4314/wsa.v35i5.49192>
- Nair, A. S., Kumar, N., Indu, J., & Vivek, B. (2021). Monitoring Lake Levels From Space: Preliminary Analysis With SWOT. *Frontiers in Water*, 3. <https://doi.org/10.3389/frwa.2021.717852>
- NASA JPL. (2024). *GRACE Data Analysis Tool*.
- Plekhanov P.A., Medeu N.N., & Skufin P. (2019). Hydrological risks and their prevention in Kazakhstan. *International Journal of Hydrology*, 3(1). <https://doi.org/10.15406/ijh.2019.03.00154>
- Ren, D., Pan, Y., Liu, L., Huang, L., Zhou, L., Jiao, J., & Li, J. (2023). Interannual hydrological variability in the Mississippi River Basin based on contemporary geodetic measurements and land surface models. *Journal of Hydrology*, 626, 130232.
- RGP «Kazgidromet». (2021). *METEOROLOGICHESKAJA BAZA DANNYH*.
- Scanlon, B. R., Zhang, Z., Reedy, R. C., Pool, D. R., Save, H., Long, D., Chen, J., Wolock, D. M., Conway, B. D., & Winster, D. (2015). Hydrologic implications of GRACE satellite data in the Colorado River Basin. *Water Resources Research*, 51(12). <https://doi.org/10.1002/2015WR018090>
- Slimani, M. (2022). Creating a DEM Using Sentinel-1 Data. *Hydrology and Earth System Sciences*. <https://doi.org/10.5194/hess-26-4013-2022>
- Казгидромет. (2023). Ежегодный бюллетень мониторинга состояния и изменения климата Казахстана: 2022 год. In *Министерство экологии и природных ресурсов Республики Казахстан* (pp. 1–72).
- Плеханов, П. А. (2017). Гидрологические риски природного характера и их предупреждение в Казахстане. *Центральноазиатский Журнал Исследований Водных Ресурсов*, 3(1), 19–25.

Information about authors:

Nurgan Kemberbayev – General Director, LLP “GEIOD” (Astana, Kazakhstan, e-mail: nurgan.kemberbayev@gmail.com)

Kanat Samarkhanov – Deputy Director, LLP “GEIOD”, Chief Researcher at MNC Astana (Astana, Kazakhstan, e-mail: kanat.baurzhanuly@gmail.com)

Guzaliya Musina – Head of the Office-Based Data Processing Department, LLP “GEIOD” (Astana, Kazakhstan, e-mail: snezhinka200184@gmail.com)

Maral Shkiyeva – Deputy Head of the Spatial Data and Remote Sensing Processing Department, LLP “GEIOD” (Astana, Kazakhstan, e-mail: maral.shkiyeva@gmail.com)

Assel Batalova – Project Manager, LLP “GEIOD” (Astana, Kazakhstan, e-mail: assel.theta@gmail.com)

Ayan Zhumakanov – Chief Engineer, LLP “GEIOD” (Astana, Kazakhstan, e-mail: A.Zhumakanov@geo-id.kz)

Anna Venediktova – Project Financial Specialist, LLP “GEIOD” (Astana, Kazakhstan, e-mail: anna@geo-id.kz)

Сведения об авторах:

Кемербаев Нурган Токанович – генеральный директор, ТОО «GEIOD» (Астана, Казахстан, e-mail: nurgan.kemerbayev@gmail.com);

Самарханов Канат Бауыржанович – заместитель директора, ТОО «GEIOD», главный научный сотрудник МНК Астана (Астана, Казахстан, e-mail: kanat.baurzhanuly@gmail.com);

Мусина Гузалия Альтавовна – начальник отдела камеральной обработки, ТОО «GEIOD» (Астана, Казахстан, e-mail: snezhinka200184@gmail.com);

Шкиева Марал Халилolloвна – заместитель руководителя отдела обработки пространственных данных и ДЗЗ, ТОО «GEIOD» (Астана, Казахстан, e-mail: maral.shkiyeva@gmail.com);

Баталова Асель Тулегеновна – менеджер проекта, ТОО «GEIOD» (Астана, Казахстан, e-mail: assel.theta@gmail.com);

Жұмаканов Аян Бисингалиевич – главный инженер, ТОО «GEIOD» (Астана, Казахстан, e-mail: A.Zhumakanov@geo-id.kz);

Венедиктова Анна Юрьевна – финансист проекта, ТОО «GEIOD» (Астана, Казахстан, e-mail: anna@geo-id.kz).

Авторлар туралы мәлімет:

Кемербаев Нурган Токанұлы – «GEIOD» ЖШС бас директоры (Астана, Қазақстан, e-mail: nurgan.kemerbayev@gmail.com)

Самарханов Канат Бауыржанұлы – «GEIOD» ЖШС директорының орынбасары, Астанадағы МНК бас ғылыми қызметкері (Астана, Қазақстан, e-mail: kanat.baurzhanuly@gmail.com)

Мусина Гузалия Әлтафовна – «GEIOD» ЖШС-нің камералдық өңдеу бөлімінің бастығы (Астана, Қазақстан, e-mail: snezhinka200184@gmail.com).

Шкиева Марал Халилollaқызы – «GEIOD» ЖШС-нің кеңістіктік деректер мен ЖҚЗ өңдеу бөлімінің орынбасары (Астана, Қазақстан, e-mail: maral.shkiyeva@gmail.com).

Баталова Әсел Төлегенқызы – «GEIOD» ЖШС жобаның менеджері (Астана, Қазақстан, assel.theta@gmail.com).

Жұмақанов Аян Бисенгалиевич – «GEIOD» ЖШС бас инженері (Астана, Қазақстан, e-mail: A. Zhumakanov@geo-id.kz).

Венедиктова Анна Юрьевна – «GEIOD» ЖШС жобаның қаржыгері (Астана, Қазақстан, e-mail: anna@geo-id.kz).

Received: March 02, 2025

Accepted: May 27, 2025

4-бөлім
**РЕКРЕЦИЯЛЫҚ
ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ ТУРИЗМ**

Section 4
**RECREATION
GEOGRAPHY AND TOURISM**

Раздел 4
**РЕКРЕАЦИОННАЯ
ГЕОГРАФИЯ И ТУРИЗМ**

K.N. Mukhambetova¹, **A.E. Moldagalieva¹**, **M. Kozak²**,
A.S. Aktymbayeva¹, **Z.M. Assipova¹**,
K.A. Temirbayeva^{1,3*}, **B.I. Aktymbayeva¹**

¹Al Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²Kadir Has University, Istanbul, Turkey

³Kazakh Research Institute of Livestock and Fodder Production, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: kamshat.temirbayeva@gmail.com

CURRENT CONDITION AND DEVELOPMENT PROSPECTS OF APITOURISM IN KAZAKHSTAN

This article discusses apitourism, which is one of the promising areas for the development of tourism in Kazakhstan. Apitourism is a type of tourism associated with bees, with their products and their tasting and consumption. Apitourism is one of the types of tourism that is closely linked to the ecosystem of our world. By developing apitourism, we not only learn and use the wellness potential of bee products, but also instill love and care for nature, as well as develop the qualities of tourists' responsibility to the environment. The purpose of this study was the prospect of the development of this type of tourism, as well as the possibility of its development in Kazakhstan. As a result of the research, a comparative analysis of international experience in apitourism development was conducted, along with a sociological survey, and a SWOT analysis assessing the prospects for the development of apitourism in Kazakhstan. To move beyond general recommendations about adopting international practices, several concrete steps are proposed. First, pilot tourist routes should be developed in regions with strong beekeeping potential, such as East Kazakhstan and Zhetysay. These routes could include the installation of small apiary houses, designated sanitary zones, and informational stands to educate visitors. A key focus should be placed on human capital: launching short-term training courses and certification programs for beekeepers, tour guides, and agro-tourism operators at universities and specialized training centers. Additionally, an on-line platform could be created to facilitate experience-sharing between beekeepers and travel agencies. Drawing from international best practices, it would also be beneficial to send specialists abroad for practical training in beekeeping and tourism integration.

Key words: beekeeping, honey, apitourism, apiary, Kazakhstan, SWOT-analysis

**К.Н. Мухамбетова¹, А.Е. Молдағалиева¹, М. Козак², А.С. Ақтымбаева¹,
Ж.М. Асипова¹, К.А. Темирбаева^{1,3*}, Б.И. Ақтымбаева¹**

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

²Кадир Хас университеті, Стамбул, Түркия

³Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ҒЗИ, Алматы, Қазақстан

*e-mail: kamshat.temirbayeva@gmail.com

Қазақстандағы апитуризмнің қазіргі жағдайы мен даму перспективалары

Бұл мақалада Қазақстанда туризмді дамытудың перспективалы бағыттарының бірі болып табылатын апитуризм қарастырылған. Апитуризм бұл аралармен, олардың өнімдерімен және ол өнімдердің дәмі мен тұтынуына байланысты туризм түрі. Апитуризм – біздің әлемнің экожүйесімен тығыз байланысты туризмнің бір түрі. Апитуризмді дамыта отырып, біз ара өнімдерінің сауықтыру әлеуетін біліп қана қоймай, табиғатқа деген сүйіспеншілікпен қамқорлықты, сондай-ақ туристердің қоршаған ортаға деген жауапкершілік қасиеттерін дамытамыз. Бұл зерттеудің мақсаты туризмнің осы түрін дамыту перспективасы, сондай-ақ оны Қазақстанда дамыту мүмкіндігі болды. Зерттеу нәтижесінде апитуризмді дамытудағы халықаралық тәжірибеге салыстырмалы талдау, сонымен қатар әлеуметтік сауалнама және Қазақстандағы апитуризмнің даму перспективаларын бағалайтын SWOT талдауы жүргізілді. Халықаралық тәжірибені игеруге қатысты жалпы ұсыныстардан нақты іс-шараларға көшу үшін бірқатар практикалық қадамдар ұсынылады. Ең алдымен, омарта шаруашылығының әлеуеті жоғары өңірлерде, мысалы, Шығыс Қазақстан мен Жетісу аймақтарында пилоттық туристік бағыттарды әзірлеу қажет. Бұл бағыттар шағын омарта үйлерін орнатуды, санитарлық аймақтарды ұйымдастыруды және келушілерді

ақпараттандыруға арналған стендтерді қамтуы мүмкін. Адами капиталға ерекше көңіл бөлінуі тиіс: университеттер мен мамандандырылған оқу орталықтарының базасында омарташыларға, туристік гидтерге және агротуризм операторларына арналған қысқа мерзімді оқыту курстары мен сертификаттау бағдарламаларын іске қосу ұсынылады. Сонымен қатар, омарташылар мен туристік агенттіктер арасында тәжірибе алмасуға арналған онлайн-платформа құру мүмкіндігі қарастырылады. Халықаралық тәжірибеге сүйене отырып, омарта шаруашылығы мен туризмді біріктіру саласында мамандарды шетелге тағылымдамадан өтуге жіберу де ұсынылады.

Түйін сөздер: ара шаруашылығы, бал, апитуризм, омарта, Қазақстан, SWOT-талдау.

К.Н. Мухамбетова¹, А.Е. Молдағалиева¹, М. Козак², А.С. Ақтымбаева¹,
Ж.М. Асипова¹, К.А. Темирбаева^{1,3*}, Б.И. Ақтымбаева¹

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

² Университет Кадир Хас, Стамбул, Турция

³ Казахский НИИ животноводства и кормопроизводства, Алматы, Казахстан

*e-mail: kamshat.temirbayeva@gmail.com

Текущее состояние и перспективы развития апитуризма в Казахстане

В данной статье рассмотрен апитуризм, который является одним из перспективных направлений для развития туризма в Казахстане. Апитуризм это вид туризма связанный с пчелами, с их продукцией и их дегустацией и потреблением. Апитуризм один из видов туризма, который тесно связан с экосистемой нашего мира. Развивая апитуризм, мы не только познаем и используем оздоровительный потенциал пчелиной продукции, но и прививаем любовь и заботу к природе, а также развивать качества ответственности туристов к окружающей среде. Целью данного исследования прослужила перспектива развития данного вида туризма, а также возможность его развития в Казахстане. В результате исследования был проведен сравнительный анализ международного опыта развития апитуризма, а также социологический опрос и SWOT-анализ, оценивающий перспективы развития апитуризма в Казахстане. Чтобы перейти от общих рекомендаций по заимствованию международного опыта к конкретным действиям, предлагается ряд практических шагов. Прежде всего, необходимо разработать пилотные туристические маршруты в регионах с высоким пчеловодческим потенциалом, таких как Восточный Казахстан и Жетысу. Эти маршруты могут включать установку небольших пасечных домиков, обустройство санитарных зон и размещение информационных стендов для просвещения посетителей. Особое внимание следует уделить человеческому капиталу: запуску краткосрочных обучающих курсов и сертификационных программ для пчеловодов, туристических гидов и операторов агротуризма на базе университетов и специализированных учебных центров. Кроме того, возможно создание онлайн-платформы для обмена опытом между пчеловодами и туристическими агентствами. С опорой на международную практику также рекомендуется направлять специалистов за рубежом для прохождения стажировок в области пчеловодства и интеграции туризма.

Ключевые слова: пчеловодство, мед, апитуризм, пасека, Казахстан, SWOT-анализ.

Introduction

Recently, tourism has been responding to the huge interest of people in ecology and agrotourism. Given the specifics of the regions of Kazakhstan, we can say that this is the main motive for organizing the tourist flow. After the pandemic, Kazakhstan has an opportunity to develop domestic tourism. Basically, tourists are looking for active ways to spend their time, but we need to understand that physical activity on tours is not important for all tourists, and the cognitive part of it is also important. Based on this, new and interesting types of tourism appear.

In recent years, with the development of new trends in tourism, apitourism has become an increasingly popular activity in Kazakhstan. Agri-

culture continues to be one of the key sectors of Kazakhstan's economy. The development of rural tourism is particularly relevant due to its significant impact on both economic growth and social development. Among the emerging areas of tourism demand is rural tourism, with promising opportunities for growth, including niche segments such as apitourism.

Beekeeping plays a crucial role in maintaining biodiversity, supporting ecosystems through pollination, and contributing to national economies. In many countries, including Kazakhstan, the beekeeping sector supports rural livelihoods and helps reduce poverty by generating new employment opportunities and providing additional, stable income sources for local communities. As such, apitourism

has the potential to become a catalyst for socio-economic development in rural areas while promoting environmental awareness and cultural preservation (Ilasheva et al., 2014).

Theoretical Framework

Apitourism is a type of tourism related to beekeeping. It is known that beekeeping appeared and developed since ancient times, starting with the rock paintings of the Stone Age in Europe, where it can be clearly seen the drawing of people and bees. Bees existed a long time ago and existed without human involvement. Scientists have proved that bees lived with dinosaurs about 135 million years ago (Frisch, 1980). In Kazakhstan, the development of beekeeping began in the Ural Mountains. As it is known, there was no beekeeping further than the Ural Mountains at all. The beginning of the development of beekeeping is considered to be 1786. This date is indicated by many researchers. S. Baryshnikov, V. Vorozhbitov, R. Vakhitov, V. Danilin, E. Pankratueva and S. Chernykh played an important and main role in the development of beekeeping. They were researchers of the history of beekeeping in the Southern Altai.

The first person who was the founder of beekeeping was Arshenevsky Nikolai Fedorovich. But the idea to start bees and develop beekeeping in the Eastern region of the country belonged to Academician Pallas, who worked in the Rudny Altai for a long time. He believed that this particular area was ideal for breeding bees and was surprised by the abundance of honey-bearing vegetation. And for the first time bees were brought to the village of East Kazakhstan, in Bobrovka. However, it was not possible to deliver the first deck of bees on the first attempt. The first attempts failed because of the cold weather. And subsequent attempts due to excessive honey collection. After the successful importation of bees, which gave several swarms, the development of beekeeping began to develop rapidly in Eastern Kazakhstan. Thus, since the beginning of the XIX century, the beginning of the development of collective beekeeping in Kazakhstan has been connected (Temirbayeva et al., 2023).

As already known, the stages of beekeeping development are divided into several classes: wild (collecting honey from wild bees in tree hollows) beekeeping, kolodnyi beekeeping (keeping bees in non-collapsible logs) and framework beekeeping.

Currently, the main problem of the development of beekeeping is the incidence and death of bees, which directly affects the maintenance of the entire ecosystem of the country. In addition, uncontrolled importation of bees from abroad is a problem, which leads to hybridization of the local bee population. This affects the purity and strength of healthy bees. For sustainable development, it is important to take into account the resolution of urgent problems in order to ensure environmental safety in Kazakhstan.

Globally, there is a growing concern about the mass mortality of bees, a phenomenon that has become increasingly evident in recent years. The causes of this decline are multifaceted and include a range of biological, environmental, and anthropogenic factors. Among the most significant contributors are diseases such as varroaosis, caused by the Varroa mite, as well as viruses like the wing deformity virus and chronic paralysis. Other health threats to bee populations include filamentovirus, acarapodosis, nosematosis, critidiosis, ascospherosis, and amoebiosis, as well as braulosis and European foulbrood.

In addition to these diseases, the widespread use of pesticides and the cultivation of genetically modified honey plants have been identified as major stressors on bee health. These factors, in combination with habitat loss and climate change, contribute to the alarming decline in bee populations, which in turn poses a significant threat to biodiversity and agricultural productivity (Klochko and Lugansky, 2011).

Based on the factors discussed, apitourism emerges as a promising solution to the challenges faced by the beekeeping industry. By promoting awareness of the importance of bees and supporting sustainable practices, apitourism not only offers an educational and engaging experience for visitors but also contributes to the preservation of bee populations and the overall health of ecosystems.

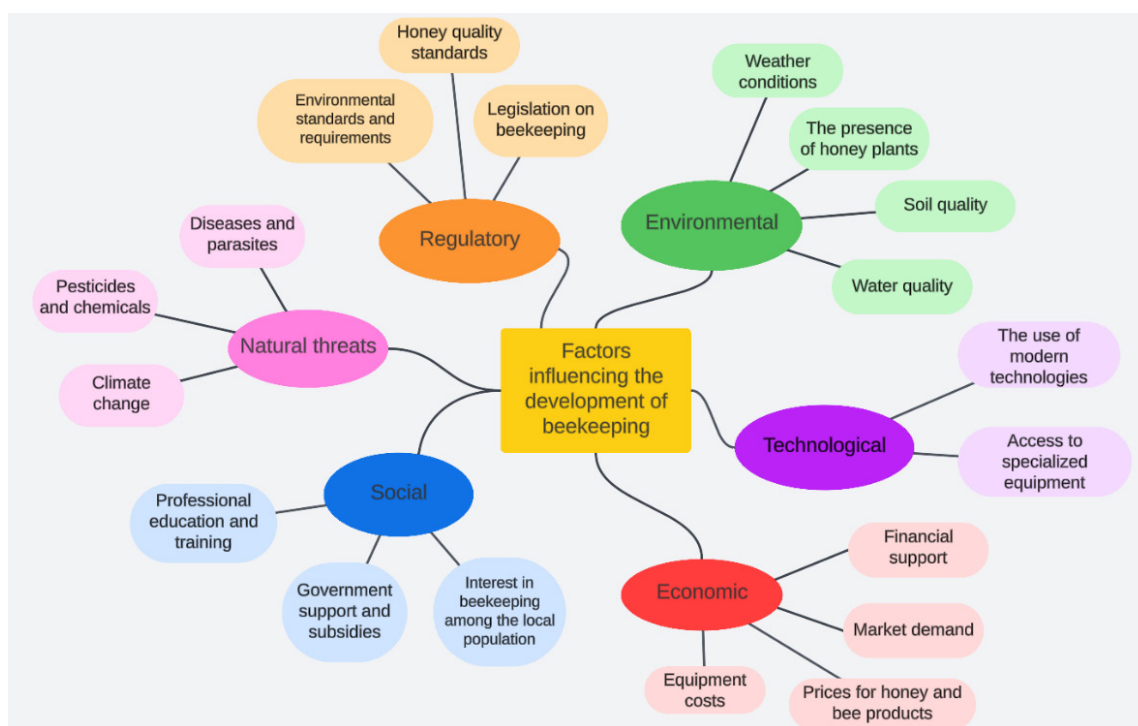
Table-1 presents the relevance of the development of apitourism is several main aspects.

The picture of the development of apitourism in Kazakhstan consists of a promising opportunity to improve the country's economy, preserve nature and culture, and improve the quality of life of the local population.

It is also worth paying attention to the factors in Figure 1 that affect the development of apitourism and beekeeping in general.

Table 1 – Aspects of apitourism development

Aspect	Description
Natural conditions	A diverse ecosystem and a rich honey-bearing flora, which has a beneficial effect on the development of beekeeping and product productivity
Cultural heritage	Kazakh beekeeping traditions can attract tourists to rural areas, supporting the development of agricultural tourism
Environmental sustainability	Apitourism contributes to the conservation of biodiversity and the maintenance of environmental sustainability
Healthy lifestyle	Apitourism helps to popularize healthy lifestyle among tourists and the local population
Economic development	The development of apitourism stimulates small businesses, creates jobs, which has a positive effect on the country's economy
Medicinal properties	Apitourism combines apitherapy and other therapeutic procedures based on bee products
A variety of travel services	The inclusion of apitourism in tourist programs offers new activities such as beekeeping workshops, honey tasting, beauty treatments, meditation and relaxation in apiaries, contributing to the spiritual and physical rest of tourists

**Figure 1** – Factors influencing the development of beekeeping

Kazakhstan has a continental climate with sharp temperature fluctuations (Karymsakov et al., 2022). This can have a negative impact on beekeeping, especially in winter. For example, severe frosts can lead to freezing of bee colonies. Kazakhstan is also rich in a variety of honey plants, such as saffron, turnip, sweet clover and clover. However, in some regions (for example, in steppe zones), a lack of flora may limit the collection of honey.

If we talk about the soil of the country, the soils in Kazakhstan differ in their properties, which affects the growth of honey plants. In some regions, such as Zhetisu (Semirechye), the soils are more fertile, which contributes to a higher yield of honey. Since water is a critically important resource for bees, Kazakhstan has problems with water quality in some regions due to pollution and lack of sources. This can negatively affect the health of bees.

Kazakhstan has various government support programs aimed at the development of agriculture, including beekeeping. For example, in Kazakhstan there are several programs to support beekeepers, such as Bastau Business, organized by the National Chamber of Atameken, the Enbek program, which provides grants, loans for businesses in rural areas, the business roadmap 2025 (Nacional'naja palata predprinimatelej Respubliki Kazakhstan «Atameken»), supporting the export of products, including honey and bee products. However, the level of financing may not be sufficient for large farms.

The demand for honey in Kazakhstan is growing, especially for organic products. However, competition with imported goods and low honey prices may limit the income of local beekeepers. Honey prices in Kazakhstan vary depending on the region and the quality of the product. In recent years, there has been an increase in prices for organic honey, which can be an incentive for beekeepers.

The use of sufficient equipment is an important factor for the development of beekeeping. Investments in modern beekeeping equipment can be significant. The lack of financial resources for small-scale beekeepers may limit access to high-quality equipment.

Beekeeping has historically developed in specific regions of Kazakhstan, forming part of the country's rural and agricultural traditions. In recent years, however, there has been a notable resurgence of interest in apiculture, especially among young people, driven by a growing awareness of ecological sustainability, entrepreneurship, and rural development opportunities.

Also, there is a lack of educational programs in the country aimed at teaching modern beekeeping methods, which makes it difficult for novice beekeepers to access knowledge. Such training programs are provided by the Beekeeping Union of Kazakhstan Bal-Ara. All training programs can be found on the official website of the Beekeeping Union.

Level of knowledge and skills: The education and experience of beekeepers vary. Lack of access to information and training can be an obstacle to professional development. Also, Kazakhstan has legislation regulating beekeeping, but its implementation may be ineffective due to lack of control.

The country has environmental regulations regarding the use of pesticides and other chemicals. However, monitoring compliance with these standards may not be sufficient. This is indicated in the law on the approval of technical regulations on the

safety of plant protection products (pesticides). Due to incorrect compliance with this law, the death of bees from pesticides is recorded in Kazakhstan. The use of pesticides in agriculture can threaten the health of bees. There is growing concern about the impact of chemicals on the ecosystem. Also, diseases such as nosematosis and varroaosis are common in the country, which negatively affect the health of bees. Measures are needed to control and prevent these diseases (QazaqGeography, 2023).

In this study, the following works by Sarafanov A.G., Sarafanov A.A. were important, related to the study of apitourism as a promising type of rural recreation and business (Sarafanov and Sarafanov, 2015), the work of the hereditary beekeeper of Kazakhstan Guslyakov M., who described how the development of beekeeping in Kazakhstan began (Guslyakov, 2012). The work of Ilasheva et al. (2014) and Aliyeva et al. (2019) talks about the current state of beekeeping in Kazakhstan, which helps to understand the prospects for the development of apitourism in general.

The presented study examines the current state and prospects of apitourism development in Kazakhstan. The main focus is on identifying the factors contributing to and constraining the development of this area of tourism, as well as assessing its potential as an innovative form of rural tourism. The purpose of the study is to comprehensively analyze the current situation and determine the directions for further development of apitourism, taking into account domestic demand, infrastructural opportunities and international experience.

Materials and methods

The materials for the study were collected and studied from various sources, as well as from research reports of the Beekeeping Department of the Kazakh Research Institute of Livestock and Fodder Production (Almaty, Kazakhstan).

The theoretical basis of the research is based on existing scientific approaches to the study of apitourism and related areas – ecotourism, agrotourism and sustainable tourism. The text substantiates the application of an interdisciplinary approach, including environmental, economic and socio-cultural aspects. The analysis of the literature made it possible to identify the main scientific positions, as well as to identify the research niche in which the present study is located.

The empirical part presents the results of a sociological survey aimed at studying the perception

and interest in apitourism among the population. The sample included respondents from various regions of Kazakhstan, mainly urban and rural residents aged 20 to 60 years. The target sampling method was used. Data processing was carried out using Microsoft Excel, frequency distributions and relative indicators were calculated, which allowed us to obtain a clear picture of the preferences of target groups.

The analysis of the results showed that the greatest interest in apitourism is shown by young and active consumers interested in environmentally friendly recreation and educational tourism. The SWOT analysis allowed to systematize the internal and external factors influencing the development of apitourism. Strengths (e.g. availability of natural resources, cultural heritage of beekeeping), weaknesses (weak infrastructure, low awareness), as well as potential opportunities and threats were identified.

Data collection through an online survey was conducted between February and April 2024. Literature analysis and SWOT analysis were performed in the spring of 2024.

Survey – the study involved 150 respondents from different regions of Kazakhstan representing the potential target audience of apitourism.

The questionnaire includes questions about awareness of apitourism, motives for attending the fair, preferences and expectations from apitourism programs.

The survey was conducted online using Google Forms and distributed by word of mouth: The participants sent the link to each other via messengers and social networks. This led to the use of the convenience sampling method. The survey was conducted among various social groups, including young people, working professionals, families with children and pensioners. The data were processed using methods of statistical analysis, which allowed to reveal the key trends and barriers in the development of apitourism.

The questions presented in the survey help identify a potential target audience and help raise awareness about apitourism. The first 3 questions of the survey include data on the age and gender of the respondents. In the first question, we determined the age of the respondents. The percentage of respondents aged 16-25 was 15%. The number of respondents aged 26-35 years was 35%. The majority of respondents, i.e. 39%, were respondents aged 35 to 45 years, and 11% were a group of respondents aged 46 years and older (Fig.2).

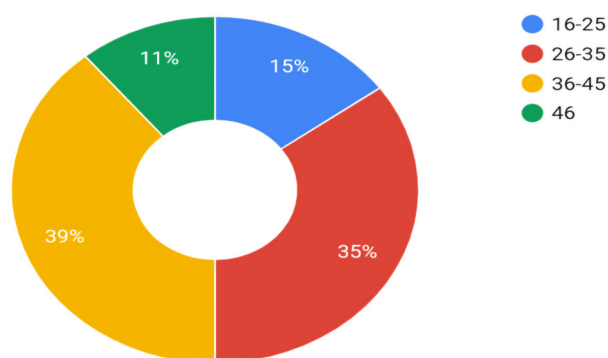


Figure 2 – Age of target groups of consumers

In the next question, we determined the gender of the respondents. Women took part in the survey the most, i.e. 75%. The remaining 25% were men. Based on this, women show more interest than men (Fig.3).

In the next part of the questionnaire, respondents were asked the question: “are you familiar with the new and young direction of tourism, that is, with apitourism?” Most of the respondents, that is,

78%, did not know what apitourism was, and 22% of these people were aware (Fig.4).

To the question “How often do you visit apiaries or beekeeping farms?”, 90% of respondents answered never, 7% replied that they visited the apiary once, 2% visited several times a year, and only 1% of respondents visit monthly (those who are closely associated with beekeeping), (Fig.5).

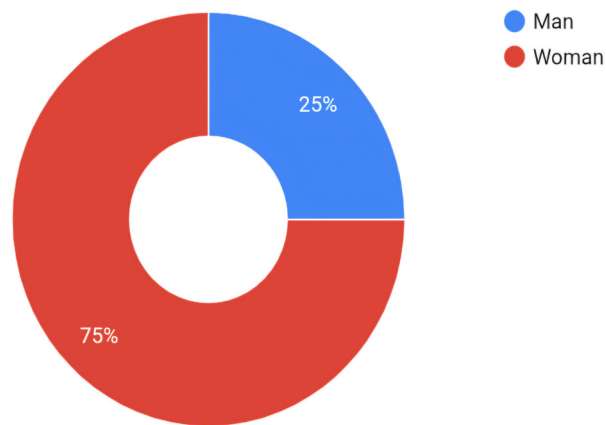


Figure 3 – Gender of possible target groups of consumers

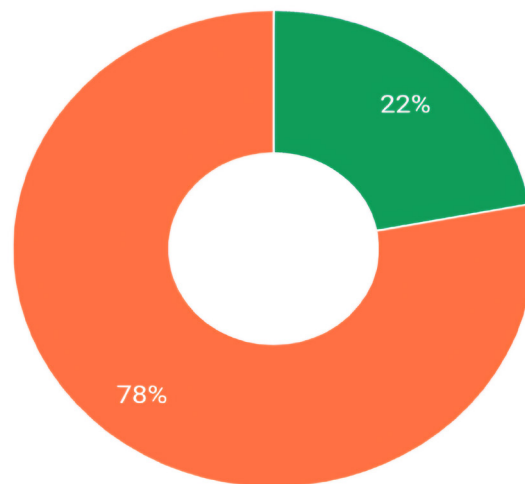


Figure 4 – Respondents' responses on awareness of apitourism

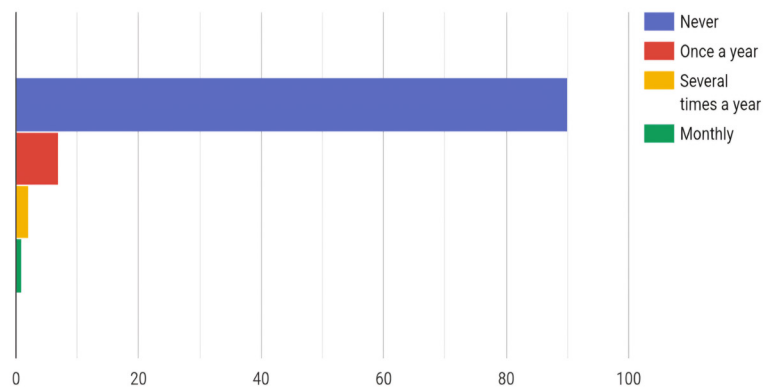


Figure 5 – Frequency of tourists visiting apiaries

To the question “What are your expectations from visiting the apiary?” 32 people replied that they would like to gain new knowledge, 26 people replied that it was important for them to relax and

enjoy nature, 19 people are interested in tasting bee products and the remaining 73 people would like to participate in the beekeeping process themselves (Fig.6).

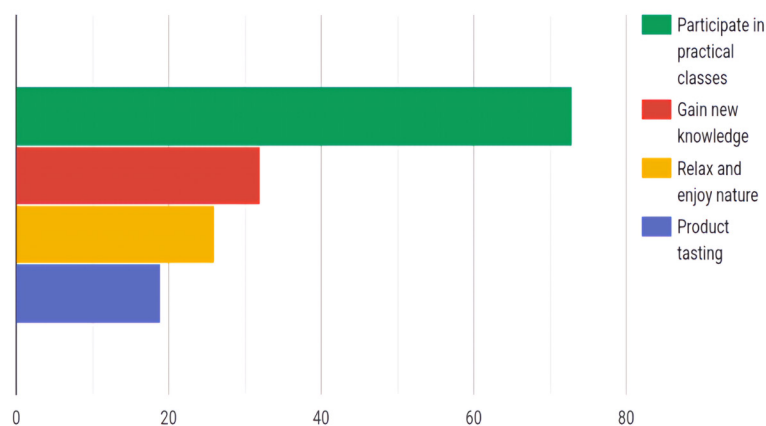


Figure 6 – Possible interests of respondents during visits to apiaries

Thus, we can draw a conclusion based on the survey. Therefore, it is necessary to take into account the directions that are more interesting to people, in which direction to move when solving problems with the development of apitourism in Kazakhstan. Knowing that women are mainly interested in such excursions, it is necessary to take into account that they will be interested in the beneficial properties of bee products and their use in the therapeutic aspect.

Age structure of the target audience – The majority of respondents (39%) are people aged 35 to 45 years, which indicates that apitourism may be in demand among working adults who strive for health and environmentally friendly recreation. Young people (16-25 years) show less interest (15%), which may be due to lack of information and emphasis on other types of active recreation.

Gender differences – Women made up 75% of the total number of survey participants, which may indicate a high interest in health and cosmetic properties of beekeeping products. This opens up prospects for the development of the wellness direction in apitourism, including apitherapy procedures, honey SPA programs and health tours.

Awareness of apitourism – 78% of respondents heard about apitourism for the first time during the survey, which confirms the need to actively promote this direction among the population through market-

ing campaigns, social networks and collaboration with tour operators.

These data testify to the need to include interactive programs in apitourism tours, such as beekeeping master classes, tastings of various types of honey, lectures on the ecological importance of bees. 90% of the respondents have never been to apiaries, which demonstrates a great potential for the development of apitourism. To attract tourists, it is possible to organize trial excursions, thematic honey festivals, and also cooperate with agricultural cooperatives.

Comparative analysis of international experience – studied examples of successful development of apitourism in Germany, Slovenia, Canada and other countries for adaptation to the Kazakh market.

Methodological approaches (SWOT analysis, sociological survey) were developed within the framework of grant No. BR21882122 and initially tested in the West Kazakhstan region. In this work, they were adapted and expanded to assess the prospects of apitourism throughout Kazakhstan.

Results and discussion

Apitourism destinations. Apitourism, as a type of tourism and a young tourist destination associated with beekeeping, with bee products, which are known for their medicinal properties (Klyap, 2011).

Apitourism is rapidly gaining momentum in many countries, such as Germany, France, Italy, Canada, Slovenia, USA, Australia, New Zealand, China, Spain, Turkey, Georgia.

In Germany, bees are given special importance. 80% of beekeepers have about 10-12 beehives, but only 2% of them are on a professional basis. Apitourism is a special form of ecotourism associated with the observation and study of bees. This particular area is developing in Germany, given the growing interest of tourists and locals in a sustainable lifestyle. In Germany, it is especially important to note the long history and tradition of beekeeping, which dates back several centuries. The country has seen an increase in the number of beekeepers and a growing interest in bee products. Due to problems with the extinction of bee colonies in 2018, Germany supported the decision of the European Union to ban the use of neonicotinoids, a group of pesticides harmful to bees. Next, in 2021, the government of the country decided that by 2024 the use of herbicides to control weeds, which negatively affect the health of bee colonies, should be completely stopped (Bogdanova and Bazhin, 2021).

Germany takes care of the health of bees, thereby developing programs to protect them. For example, “Deutschland summt!” (“Germany is buzzing!”), which seeks to raise awareness of the problem of bee extinction so that more and more people begin to take measures to save them. “Bienenretter” (“Bee Savors”) is a project designed to inform the public about the importance of bee survival (Kak Germani-ja zabotitsja o pchelah, 2021).

Many farms in Germany have started offering tours and workshops related to apitourism. There are also different approaches to the development of apitourism in different regions of the country. For example, tours of well-kept apiaries are popular in Bavaria, while in the northern part of Germany honey production is carried out from various local plants. Festivals and fairs related to honey and beekeeping are held in Germany on a regular basis, which contributes to an increase in the tourist flow. There are about 130,000 beekeepers in Germany, caring for about 870,000 bee colonies. Most apiaries are small and medium-sized, with no more than 25 beehives, and only 1% of beekeepers own more than 50 beehives. The annual honey production is about 20-30 kg per hive, which gives a total of about 15,000 – 25,000 tons of honey. This covers only about 20% of the national demand for honey, as Germans consume about 1.1 kg of honey per per-

son per year. Germany imports the rest of the honey.

The country also actively supports the protection of both honeybees and wild bees, of which there are about 550 species. Local residents and organizations are often involved in initiatives to create flower strips in fields and install “bee hotels” to enrich the habitat of these insects.

Slovenia is considered to be the European capital of apitourism. There are more than 12 thousand apiaries located here. Slovenia is famous for the variety of apitourism services provided, starting from a relaxing honey massage and inhalation of the hive air and ending with an overnight stay in one of the bee farms. This country is known for its rich beekeeping heritage, which makes it more attractive for tourists. Slovenia also has many projects related to beekeeping. This country is famous for its high-quality honey and apitourism services. Festivals dedicated to honey, bees and ecology are held in Slovenia. There is also a Baroque manor house in the old part of Radovljica, where the Beekeeping Museum is located, where you can learn about the rich history of beekeeping in Slovenia, about the life of the autochthonous breed of bees “carnica”, about the phenomenon of Slovenian craft – painted front boards for beehives. This type of excursion will be interesting not only for adults, but also for children. Children will enjoy classes in various workshops, they will be happy to watch how bees work in the hive (Pchelovodstvo Slovenii – primer dlja pchelovodnyh derzhav, 2020).

An apiary located in the Slovenian resort town of Laško offers visitors unique wellness experiences, including relaxation and detoxifying massage sessions, accompanied by the calming ambient sound of buzzing bees – an example of how apitourism can integrate health, ecology, and education. There is also a New Place in the city where tourists will be treated to homemade apiproducs – including mead and gingerbread. In addition to goodies, people can visit the pottery workshop, watch how clay pots for honey are made in the shape of a bear and a bee. About 250 species of medicinal herbs grow in Slovenska Gorica, among which there are many honey plants. A place where people can try the healing properties of these plants.

Beekeeping has significant cultural and economic importance in Slovenia. As of 2022, there are more than 11,000 beekeepers in the country, who maintain over 200,000 bee colonies. These beekeepers are members of 206 registered beekeeping societies. There are about 30 registered queen breed-

ers among beekeepers, who produce about 40,000 queens annually. In Slovenia, bee breeding control is actively practiced, which helps to preserve the unique characteristics of *carnica*, a local subspecies of bees known for their peacefulness and high productivity. It is also worth noting that beekeeping in Slovenia has been included in the UNESCO Intangible Cultural Heritage List, which underlines its importance for the country's culture and support for the sustainable development of ecosystems. Statistics will continue to be generated for 2023 and 2024, but the number of beekeepers and families is expected to remain stable as interest in sustainable beekeeping and honey production in Slovenia continues to grow. If you need more recent data or specific information by year, I recommend contacting official sources such as the Association of Beekeepers of Slovenia (Smirnova, 2020).

Apitourism is becoming a more popular destination in Canada. In Vancouver, apiary tours, honey production workshops, and beekeeping courses are held. Fairs of honey and other bee products are often held in Toronto. Interestingly, there are guided tours on the roofs of buildings where bees are kept. Excursions to apiaries in the suburbs and a seminar on the role of bees in the ecosystem are held in Quebec City. Visits to local farms are popular in Ontario. Each of these cities emphasizes the importance of beekeeping and apitourism. There are 8,400 registered beekeepers in Canada, who maintain a total of 672,000 bee colonies producing 34,241 tons of honey annually. The cost of the collected honey is an average of 176 million dollars. Half of the "liquid gold" produced is exported abroad, mainly to the United States. The most interesting thing is that it is in Canada that there is an opportunity to try varieties of honey (cypress and maple), which are most likely not found in European countries.

Beekeeping is actively developing in Canada, and the statistics of this sector are impressive. There are about 10,000 beekeepers in the country who manage more than 600,000 bee colonies. The average number of hives per beekeeper is about 60, but this number also includes hobbyists who may have only a few hives.

Canadian beekeepers annually harvest about 30-40 thousand tons of honey, and a significant part of this volume, about half, is exported to the United States. The average cost of honey on the market has been growing in recent years, which contributes to the interest of new beekeepers in this activity (Statistical Overview of the Canadian Honey and Bee Industry, 2023).

Kazakhstan can learn a lot from the beekeeping experience of countries such as Germany, Slovenia and Canada. First, it is important to pay attention to hive management methods, which include optimizing conditions for bees, which helps to increase productivity. In these countries, modern technologies are widely used, such as monitoring the condition of hives and automating processes, which can improve the care of bees and improve their health.

Secondly, the development of educational programs and the exchange of experience between beekeepers contributes to professional development. For example, seminars and practical classes are actively held in Slovenia, which allows local beekeepers to introduce new methods and technologies.

In addition, it is important to develop marketing and promotion of bee products based on the experience of Canada, where attention is focused on the quality of honey and other products, which helps to find new markets. The introduction of quality standards can also play a key role in increasing the competitiveness of Kazakhstani honey in the international arena.

Finally, it is worth considering environmental aspects such as biodiversity support and sustainable agriculture, which is an important part of beekeeping in Germany and Slovenia. The introduction of these practices will help Kazakhstan develop beekeeping more efficiently and sustainably.

The development of agriculture in Kazakhstan accounts for about 2.5% of the country's GDP in 2024, and apitourism can become a driver of its growth. Compared to 2023, the share of agriculture in the country's GDP has decreased. In 2023, the GDP for the agricultural sector amounted to about 2.8% (Subsidirovanie konechnogo produkta pchelovodstva, 2023).

In Kazakhstan, most of the support is provided by the state, for example, a law was adopted in 2002. This Law regulates relations in the field of production of bee products, protection, use and reproduction of bees, their effective use for pollination of crops and all pollinated flora, creation of conditions for increasing the productivity of beekeeping, as well as crop production, ensuring guarantees of respect for the rights and interests of individuals and legal entities engaged in beekeeping (O pchelovodstve, 2024).

Kazakhstan has great potential for the development of beekeeping, with the subsequent development of capitalism. Table 2 shows the natural potential for the development of beekeeping in the regions of Kazakhstan.

Table 2 – Potential for the development of beekeeping in the Kazakhstan regions

Name of the region	Information about the area
South Kazakhstan	There are many honey-bearing plants (goose onions, willows, curly aardvark, red cherry, later – tanned eremurus, wild onions, ferula, Semenov maple, hawthorn, ash, Turkestan motherwort.), the climate is favorable for bees. The mountains and the valley provide a variety of vegetation. Tugai honey lands of the Syrdarya River floodplain give bribes to bees from April to October. Alluvial soil deposits and excessive soil moisture, high temperatures and the associated strong evaporation create conditions for the growth of rich moisture-loving vegetation.
Western Kazakhstan	Deserts, semi-deserts, and steppes are located in the western part of the country. There are relatively few honey plants in this region. For the further development of beekeeping, it is necessary to sow honey crops. Most of the apiaries in Western Kazakhstan are gradually switching to nomadic beekeeping. For apiaries in this region, they are first taken to gardens, then to mustard. Bee colonies are placed in a forest belt.
East Kazakhstan	This region has a rich flora for the development of beekeeping. The nature of the East and Altai is also diverse. Most of the territory is occupied by forests, honey bushes and herbs that can produce from 4 to 6 thousand tons of honey. It can be noted that the main honey collection is provided by large thickets of acacia. The foothills and mountains are covered with various grasses, but there are thickets of willow bushes. The peculiarity and advantages for the development of beekeeping are that there are no strong winds here, the winter is warmer than in the steppe zone, but it is long. There is a lot of precipitation, which has a beneficial effect on the flora. There are many streams and rivers in the mountains.
Central Kazakhstan	In this part of Kazakhstan, the low Ulatau Mountains and the Central Kazakhstan melkosopchnik are located. Several beehives should be located at beekeeping points, if there is a lot of precipitation, then you can get from 5 to 10 kg of honey. Pasture-based animal husbandry is mainly developed in this area, but cultivated honey plants grow little.
Northern Kazakhstan	There are a lot of meadows and fields in the North Kazakhstan region, which provide a huge food supply. Especially for bees, there are good areas where grasses and flowers grow.

As mentioned earlier, Kazakhstan has great potential and natural resources for the development of beekeeping and apitourism. According to the Bureau of National Statistics of the Republic of Kazakhstan, as of the end of 2022, there were 218.4 thousand bee colonies in the republic, which is 10% more than in 2021, when there were 198.6 thousand. In 2023, there is an increase in the number of breeding bee colonies, which amounted to 66.8 thousand, compared with 58.1 thousand in 2022. Of the total number of breeding bee colonies, 32.3 thousand are Carpathian bees (*Apis mellifera carpathica*), 12.2 thousand are Central Russian bees (*Apis mellifera mellifera*), and 22.3 thousand are carnic bees (*Apis mellifera carnica*). As a rule, statistics show great results every year, but unfortunately this may not affect the beekeeping industry. Firstly, it has now become difficult to export honey to neighboring countries due to the excess of pesticides and herbicides, as well as antibiotics in honey as a result of attempts to cure unhealthy bees (Ministerstvo sel'skogo hozjajstva Respubliki Kazahstan, 2024).

According to the Kazakh entrepreneur, beekeeper Mikhail Kuznetsov, who has been engaged in beekeeping since 2000 in the East Kazakhstan and Almaty regions, the trend is that bees are dy-

ing all over the world. There are many factors that work together. That's why farmers are interested in us. But it takes a very long time for politicians to understand this. They think bees are just about honey. And honey is a secondary product, because the most important benefit from bees is pollination. If there are no bees, then there will be much less products on the shelves, this will worsen people's lives. Since bees pollinate about 80% of agricultural crops. If bees stop pollinating, the harvest of vegetables and fruits will be significantly reduced (Saurov, 2023).

Due to the treatment of plants with pesticides and herbicides, local beekeepers and their apiaries are forced to move to forested areas. According to Mikhail Kuznetsov, apiaries located near the place where locusts were poisoned lost their farms. The legislation stipulates that people who are going to use vegetation protection products must inform beekeepers about these 5 days before the start of work, who have apiaries located within a radius of 7 km.

Among other things, there is a huge problem with the country's climate change. If earlier beekeepers could predict weather conditions in 2-3 days, now weather conditions change instantly. It has warmed up in the Almaty region, if this contin-

ues and Lake Balkhash dries up, beekeeping in the region will become impossible.

Based on foreign experience in the development of beekeeping and apitourism, we can say that the key factors in the development of a successful type of tourism are the improvement of bee genetics, the timely introduction of modern technologies, etc., as well as the introduction of tourist services. But,

there may be some difficulties in implementing certain methods for the development of apitourism. In order to identify strengths and weaknesses, opportunities and threats in Kazakhstan, a SWOT analysis was conducted (Tab.3). A SWOT analysis was also performed based on the results of a questionnaire survey and a study of literature on apitourism and beekeeping in Kazakhstan and abroad.

Table 3 – A SWOT analysis of the development of apitourism in Kazakhstan

Strengths	Weaknesses
S1. State support for beekeeping in Kazakhstan; S2. The unique natural wealth of the country, which contributes to a favorable development environment; S3. The country has a rich culture and traditions, history, customs. Thanks to this, apitourism can become part of tour routes, combining not only an active, but also an instructive part; S4. Apitourism is a direct way to educate the population and strive for environmental protection. Since bees play a huge role in the conservation of nature and the ecosystem of the country; S5. The country's export potential, as Kazakhstan begins to gain popularity in international markets.	W1 Insufficient infrastructure for the development of beekeeping and apitourism activities; W2. Marketing is poorly developed at the place of beekeeping development. Active advertising and promotion of apitourism as a new direction is needed; W3 Unfortunately, apitourism services are not suitable for everyone, someone may have allergic reactions to products and other services; W4. There is little awareness among tourists and locals. Because of this, many people do not know about the existence of this type of tourism; W5. One of the important weaknesses of apitourism is directly related to the seasonality of the country; W6. Shortage of specialists in the field of beekeeping, lack of courses and training programs or their small number.
Opportunities	Threats
O1. The possibility of maintaining natural resources; O2. The development of beekeeping, the training of beekeepers will lead to the organization of new apiaries, new jobs and a workforce that will help solve the problem of unemployment; O3. Popularization of bee products, to present master classes, tour routes; O4. The possibility of acquiring new knowledge; O5. The integration of apitourism into rural tourism provides an opportunity for the development and promotion of rural tourism. The possibility of an interesting experience in nature combined with apitherapy services. O6. With the increasing demand for natural products and a healthy lifestyle, there is an opportunity to promote bee products and their services.	T1. The main threat in the development of beekeeping is the incidence of bee colonies. This will entail serious consequences for the ecosystem, the conservation of the beekeeping sector; T2. Environmental threats (climate change, environmental pollution), Lack of programs to combat vegetation cultivation, which affects the health of bees; T3. Incorrect awareness and fear of bees can cause a negative experience among tourists and cause unattractiveness.

Having conducted a SWOT analysis of the development of apitourism in Kazakhstan, one can clearly see the gaps in the further development of this field of activity. Therefore, it is important to adopt the foreign experience of different countries for a clearer understanding.

For example, Kazakhstan has several programs to support beekeepers, such as Bastau Business, organized by the National Chamber of Atameken, the Enbek program, which provides grants, loans for businesses in rural areas, the business roadmap

2025, which supports the export of products, including honey and bee products. Also, the country's unique natural wealth contributes to a favorable development environment. Kazakhstan has a unique landscape that encompasses steppes, mountain ranges, forests and deserts, creating a diverse flora and fauna. These are a variety of honey plants – clover, sweet clover, linden, sage, sunflower. In the North of the country, forests are rich in wild flowers and shrubs, and there are different climatic zones that prolong the honey harvest season. Altai and Tien

Shan are famous regions with unique flora and valuable honey.

Kazakhstan has a rich culture, traditions, history, and customs. The historical traditions of Kazakhstan are closely connected with nature and beekeeping. The integration of these cultural aspects into tourist routes will enrich the apitouristic programs, making them not only informative, but also authentic. Tourists will be able to learn more about the role of bees in the life of the Kazakh people, which will make their visit instructive and unforgettable.

The development of agriculture in Kazakhstan accounts for about 2.5% of the country's GDP in 2024, and apitourism can become a driver of its growth. Compared to 2023, the share of agriculture in the country's GDP has decreased. In 2023, the GDP for the agricultural sector amounted to about 2.8% (VVP metodom proizvodstva za janvar'-ijun' 2024 goda, 2024). Tourist flows stimulate the development of local infrastructure, supporting agricultural producers, creating new jobs and increasing incomes in rural regions. This can be an important factor for the sustainable development of rural areas. One of the main advantages of the country's agriculture is its vast territory with a low population density, where wide agricultural land is available.

Insufficient infrastructure for the development of beekeeping and apitourism activities. The development of capitalism requires the availability of basic infrastructure: convenient roads, recreation areas, information centers, sanitary conditions and places for tourists to stay. However, in many rural regions of Kazakhstan, such infrastructure is underdeveloped, which limits comfort and accessibility for tourists. The availability of convenient and high-quality infrastructure can increase the attractiveness of capitalism and expand its capabilities.

Weak marketing and lack of advertising to promote apitourism. Despite the potential, marketing in the field of apitourism remains at a low level. Without active promotion and advertising, many potential tourists may not even know about this type of vacation, and as a result, the industry may not develop properly. The development of advertising campaigns, the organization of fairs and cooperation with travel agencies would help to raise awareness and popularity of apitourism.

Apitourism services may be contraindicated due to possible allergic reactions. One of the significant limitations of apitourism is that bee products can cause allergic reactions. Some tourists, especially those who are allergic to bee venom or pollen, may refuse to visit apiaries or participate in apitherapy

procedures. Therefore, it is important to take into account medical contraindications, offering visitors safe alternatives and detailed information about possible risks.

In Kazakhstan, apitourism has significant potential due to its unique natural conditions, cultural traditions and growing interest in eco-friendly and wellness tourism. However, for its sustainable development, it is necessary to overcome infrastructural, environmental and educational problems, as well as raise awareness among tourists. Strengthening the beekeeping sector and the introduction of environmental protection measures will create the basis for the successful development of apitourism, which can support the economy of rural regions and improve the quality of life of the population.

Conclusion

To summarize, this study on the development of beekeeping and apitourism in Kazakhstan highlights important and relevant aspects of the current state and potential of beekeeping. In addition to the fact that beekeeping in Kazakhstan has deep roots since the end of the XIII century, this industry is becoming more relevant nowadays. Despite the global problems that concern beekeeping, the demand for products and services is not falling.

One of the key aspects that were considered in the work is the natural and biodiversity of Kazakhstan. Diverse landscapes, mountain and steppe ecosystems offer diverse sources of nectar for bee colonies and for their development. After analyzing each region of the country, it can be understood that the potential for the development of beekeeping is high. But, with its huge potential, there are many factors that delay the development of this industry. This is due to global climate change not only in Kazakhstan, but also around the world. Also, this is due to the extinction of bee colonies. Due to excessive treatment with plant protection products, entire bee colonies and beekeepers suffer. To solve this problem, beekeepers are forced to roam the regions in search of the best conditions for breeding bees. Unfortunately, the regional authorities and local residents do not always understand the depth of the whole problem associated with the extinction of bees. This can lead to the destruction of the ecosystem and significantly reduce the yield of rural areas. Looking at all these problems through the eyes of the beekeepers themselves, we understand the severity of the consequences. For this, it is important to develop apitourism in our country. This will give

a huge boost to the promotion of rural tourism, cultural enrichment of the population, awareness in the industry, and teach people to take care of the environment.

Apitourism is by all signs a sustainable form of tourism, does not deplete resources, but contributes to their enrichment. Its development contributes to the socio-economic revival of rural areas, ensures the diversification of agricultural production, and creates new jobs. Today, one of the most popular types of tourism is apitourism. This is due to the growing interest of tourists of all ages, social and national categories who want to relax in the apiary, try bee products (honey, propolis, royal jelly, etc.), study the procedure for making honey, make sure that the technology and high quality of beekeeping products are followed. Apiaries are becoming tourist attractions. Especially attractive for tourists are the products that they produce themselves.

Some specific solutions are proposed beyond general statements about the importance of adopting international experience: to organize pilot tourist routes in regions with high beekeeping potential (for example, East Kazakhstan, Zhetisu). Set up small apiary houses, sanitary areas and information stands. First of all, it concerns education and human resources. To launch short-term courses and certification programs for beekeepers, guides and agrotourism operators at universities and centers. It is also possible to create an online platform for the exchange of experience between beekeepers and travel agencies. Based on international experience to send specialists in the field of beekeeping to other countries for training.

Another equally important solution to this problem may be awareness through social media and information campaigns. Launch an SMM promotion (Instagram, TikTok, YouTube) with a demonstration of a “day at the apiary”, interviews with beekeepers, and master classes. To hold an annual

honey and apitourism festival in Almaty, with the participation of farmers, tourism companies and the media. State support, including the inclusion of apitourism in the list of priority areas of rural tourism within the framework of the state program “Auyl – el besigi”. Also, start developing a system of grants or vouchers for farmers who want to adapt apiaries to the needs of tourism. Also, one of the solutions is to launch more apiary tours for private entrepreneurs, such as Pavel Kononov, who, in turn, currently has a license to conduct excursions to his apiary in the Almaty region.

Acknowledgments

This research was carried out with the financial support of the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. BR21882122 “Sustainable Development of Natural-Industrial and Socio-Economic Systems of the West Kazakhstan Region in the Context of Green Growth: A Comprehensive Analysis, Concept, Forecast Estimates and Scenarios”). Despite the fact that the main territorial focus of this grant is focused on the West Kazakhstan region, the applied methodological approaches and developed analytical tools within the framework of the grant were successfully adapted and used by the authors to assess the prospects for the development of apitourism throughout Kazakhstan. In particular, the methodology of SWOT analysis, methods of conducting sociological surveys, as well as approaches to comparative analysis of international experience have been tested and confirmed their effectiveness not only in the western region, but also in a broader territorial context, including the central, eastern, southern and northern regions of Kazakhstan. Thus, the study demonstrates the possibility of extrapolating and scaling the methods developed under the grant to the national level.

References

- Aliyeva Zh.N., Baiburiev R.M., David Denes Lorant, Shagyrbay A.S., Kaliaskarova Z. (2019). Problemy i perspektivy razvitiya apiturizma v Kazahstane. Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan (The Bulletin) [Problems and prospects of development of apitourism in Kazakhstan.] 6(382):45-53. DOI: 10.32014/2019.2518-1467.144
- Bogdanova Y.Z., Bazhin S.V. (2021). O pchelovodstve v Germanii. In Proceedings of the International Scientific and Practical Conference “Modern Directions of Science Development in Animal Husbandry and Veterinary Medicine” [On Beekeeping in Germany], pp. 195–199.
- Chto ugrozhaet pchelam v Kazahstane: aktual'nye voprosy i resheniya dlja sohraneniya prirody i jekosistem [What threatens bees in Kazakhstan: current issues and solutions for the conservation of nature and ecosystems] (2023). Website of Qazaq Geography, URL: <https://qazaqgeography.kz/ru/chto-ugrozhaet-pchelam-v-kazahstane-aktualnye-voprosy-i-resheniya-dlya-sohraneniya-prirody-i-ekosistem-1783752>
- Frisch I. (1980). Iz zhizni pchel [The Life of Bees]. Mir, p. 214.

- Guslyakov M. (2012). History of Beekeeping in Kazakhstan. Agricultural Heritage of Kazakhstan. Almaty: KazAgroPublishing. [Istoriya pchelovodstva v Kazahstane. Sel'skohozyajstvennoe nasledie Kazahstana] – pp. 18-22.
- Ilasheva S.A., Bekmanova G.U., Auyezov S.A. (2014). Sovremennoe sostoyanie pchelovodstva Respubliki Kazakhstan [The Current State of Beekeeping in the Republic of Kazakhstan]. Agricultural Science Journal, Almaty, pp. 14–16.
- Kak Germaniya zabotitsya o pchelah [How Germany takes care of bees] (2021). Website of Information portal «germania-online», [Electronic resource] <https://germania-online.diplo.de/ru-dz-ru/gesellschaft/Tiere/-/2462204>
- Karymsakov A.M., Beysenova R.R., Ivneyeva D., Bitmanov E. (2022). Klimaticheskie osobennosti Kazahstana kak prichina processov opustynivaniya. [Climatic Features of Kazakhstan as a Cause of Desertification Processes] Journal of Environmental Studies, Almaty, pp. 14–16.
- Klochko, R.T., Luganskiy, S.N. (2011). Bolezni pchel: problemy i puti ih resheniya. [Bee diseases: Problems and solutions] Pchelovodstvo, (9), 28–32.
- Klyap M.P. (2011). Sovremennye raznovidnosti turizma [Modern Types of Tourism]. Uchebnoe posobie. Moskva: Znanie, p.334.
- Ministerstvo sel'skogo hozjajstva Respubliki Kazahstan [Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan]. Website of Public services of Kazakhstan, (2024). [Electronic resource] <https://www.gov.kz/memleket/entities/moa/press/news/details/732733?lang=ru>
- Nacional'naja palata predprinimatelej Respubliki Kazahstan «Atameken» [National Chamber of Entrepreneurs of the Republic of Kazakhstan «Atameken»] (2022). Website of National Chamber of Entrepreneurs of the Republic of Kazakhstan, [Electronic resource] <https://www.gov.kz/memleket/entities/tsm/documents/details/309102?lang=ru>
- O pchelovodstve [About beekeeping] (2024). Website of Information and legal system of normative legal acts of the Republic of Kazakhstan on beekeeping, [Electronic resource] <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z020000303>
- Pchelovodstvo Slovenii – primer dlya pchelovodnykh derzhav [Beekeeping in Slovenia is an example for beekeeping powers] (2024). Website of the Association of Slovenian Beekeepers, [Electronic resource] <https://www.apiworld.ru/1592259708>
- Sarafanov A.G., Sarafanov A.A. (2015). Izuchenie sel'skogo turizma kak perspektivnogo vida otdyha i biznesa v sel'skoj mestnosti. [Study of Apitourism as a Promising Type of Rural Recreation and] Business. Bulletin of Agritourism, No.2, pp. 34-40.
- Saurov S.E. (2023). Vliyanie pchelinogo opyleniya na urozhajnost' sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Influence of Bee Pollination on Crop Yields]. Agricultural Science Journal, Almaty, pp. 14-16.
- Smirnova O.A. (2020). Zarubezhnyj opyt v sfere Apiturizma [Foreign Experience in Apitourism]. Global Tourism Bulletin, 14(3), pp. 230-244.
- Statisticheskij obzor kanadskoj industrii meda i pchelovodstva [Statistical Overview of the Canadian Honey and Bee Industry] 2023. (2024) Horticulture Section, Crops and Horticulture Division, Agriculture and Agri-Food Canada. In Agriculture and Agri-Food Canada Reports, April, pp. 1-15.
- Subsidirovanie konechnogo produkta pchelovodstva [Subsidizing the final product of beekeeping] (2023). Website of National Chamber of Entrepreneurs of the Republic of Kazakhstan «Atameken», [Electronic resource] <https://atameken.kz/ru/news/49084-o-neobhodimosti-subsidirovaniya-konechnogo-produkta-pchelovodstva-zagovorili-predprinimateli-aktyubinskoj-oblasti>
- Temirbayeva, K., Torekhanov, A., Nuralieva, U., Sheralieva, Z., & Tofilski, A. (2023). V poiskah Apis mellifera pomonella v Kazahstane. [In Search of Apis mellifera pomonella in Kazakhstan]. Life, 13(9), 1860. DOI: 10.3390/life13091860
- VVP metodom proizvodstva za janvar'-ijun' 2024 goda [GDP by production method for January-June 2024] (2024). Website of Bureau of National Statistics of Kazakhstan, [Electronic resource] <https://stat.gov.kz/ru/industries/economy/national-accounts/publications/183435/>

Information about authors:

Kamila Mukhambetova – Master Student, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: almukhanova.kamila@mail.ru);

Aitolkyn Moldagalieva – Candidate of Geographical Sciences, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: moldagaliyeva.aitolkyn2016@gmail.com);

Metin Kozak – Deputy Dean of Faculty of Communication, Kadir Has University (Istanbul, Turkey, e-mail: metin.kozak@khas.edu.tr);

Aliya Aktymbayeva – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: alia_79-30@mail.ru);

Zhanna Assipova – PhD, Associate Professor, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: assipova.zhanna@gmail.com);

Kamshat Temirbayeva – PhD, Senior Lecturer, Al-Farabi Kazakh National University; Senior Research Fellow, Kazakh Research Institute of Livestock and Fodder Production (Almaty, Kazakhstan, e-mail: kamshat.temirbayeva@gmail.com);

Bakyt Aktymbayeva – Candidate of Economical Sciences, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: b.aktymbaeva@mail.ru).

Сведения об авторах

Мухамбетова Камила Нурболатовна – магистрант Казахского национального университета имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: almukhanova.kamila@mail.ru).

Молдагалиева Айтолкын Есенкуловна – кандидат географических наук, Казахский национальный университет имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: moldagaliyeva.aitolkyn2016@gmail.com).

Метин Козак – заместитель декана факультета коммуникаций Университета Кадир Хас (Стамбул, Турция, e-mail: metin.kozak@khas.edu.tr).

Актымбаева Алия Сагындыковна – кандидат географических наук, доцент Казахского национального университета имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: alia_79-30@mail.ru).

Асипова Жанна Медеуовна – PhD, доцент Казахского национального университета имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: assipova.zhanna@gmail.com).

Темірбаева Камшат Аскаровна – PhD, старший преподаватель Казахского национального университета имени аль-Фараби; старший научный сотрудник Научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства (Алматы, Казахстан, e-mail: kamshat.temirbayeva@gmail.com).

Актымбаева Бақыт Избасаровна – кандидат экономических наук, Казахский национальный университет имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: b.aktymbaeva@mail.ru).

Авторлар туралы мәлімет:

Мұхамбетова Камила Нұрболатқызы – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің магистранты (Алматы, Қазақстан, e-mail: almukhanova.kamila@mail.ru);

Молдагалиева Айтолкын Есенқұлқызы – э.г.к., әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан, e-mail: moldagaliyeva.aitolkyn2016@gmail.com);

Метин Козак – Кадир Хас университетінің Байланыс факультеті деканының орынбасары (Стамбул, Түркия, email: metin.kozak@khas.edu.tr);

Ақтымбаева Әлия Сагындыққызы – э.г.к., әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің доценті (Алматы, Қазақстан, e-mail: alia_79-30@mail.ru);

Асипова Жанна Медеуқызы – PhD, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің доценті (Алматы, Қазақстан, e-mail: assipova.zhanna@gmail.com);

Темірбаева Кәмишат Асқарқызы – PhD, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің аға оқытушысы; Қазақ мал шаруашылығы және жеміш-өндірісі ғылыми-зерттеу институтының аға ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан, e-mail: kamshat.temirbayeva@gmail.com);

Ақтымбаева Бақыт Избасарқызы – э.г.к., әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан, e-mail: b.aktymbaeva@mail.ru).

Received: February 03, 2025

Accepted: May 27, 2025

С.М. Баяндинова , К.Е. Лекерова* , Р.М. Байбурiev 

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

*e-mail: lekerova00@bk.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ГОСТИНИЧНЫХ УСЛУГ

В условиях глобализации и активной мобильности населения, гостиничные услуги становятся не просто элементом инфраструктуры, а стратегическим фактором, влияющим на развитие туризма и формирование имиджа дестинации. Однако, несмотря на устойчивый рост гостиничной индустрии, проблема обеспечения и стандартизации качества предоставляемых услуг остаётся одной из наиболее острых и недостаточно решённых. Существующие системы оценки качества зачастую не отражают реальных ожиданий и потребностей современных потребителей, особенно в условиях культурного и регионального многообразия.

В этой связи актуальность исследования заключается в необходимости переосмысления и модернизации подходов к оценке качества гостиничных услуг с учётом глобальных трендов и специфики клиентского опыта. Практическая значимость предлагаемого подхода состоит в разработке усовершенствованной системы классификации качества, ориентированной на реальный пользовательский запрос и способной повысить уровень удовлетворённости клиентов, а также укрепить конкурентные позиции гостиничных предприятий.

Целью настоящего исследования является анализ понятия «качество» в контексте гостиничного сервиса, выявление ключевых аспектов его восприятия и формирование комплекса рекомендаций по улучшению качества гостиничных услуг. Методология исследования охватывает сравнительный анализ существующих систем оценки качества в различных регионах мира, с акцентом на Европу и Азию, а также апробацию авторской классификации, ориентированной на современные требования рынка.

Ключевые слова: качество, классификация качества гостиничных услуг, туризм, Европа и Азия, гостеприимство.

S.M. Bayandinova, K.E. Lekeroval*, R.M. Bayburiev

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: lekerova00@bk.ru

Research on the assessment of the quality of hotel services

In the context of globalization and active mobility of population, hotel services are becoming not just an element of infrastructure, but a strategic factor influencing the development of tourism and shaping the image of the destination. However, despite the steady growth of the hotel industry, the problem of ensuring and standardizing the quality of services provided remains one of the most acute and insufficiently solved. Existing quality assessment systems often do not reflect the real expectations and needs of modern consumers, especially in a context of cultural and regional diversity.

In this context, the relevance of the study is the need to rethink and modernize approaches to assess the quality of hotel services taking into account global trends and specific customer experiences. The practical value of the proposed approach is to develop an improved quality classification system, oriented to real user request and able to increase the level of customer satisfaction, and also to strengthen the competitive position of hotels.

The aim of this study is to analyze the concept of «quality» in the context of hotel service, identify key aspects of its perception and form a set of recommendations for improving the quality of hotel services. The methodology of the study covers a comparative analysis of existing quality assessment systems in different regions of the world, with emphasis on Europe and Asia, as well as testing an author classification oriented to modern market requirements.

Key words: quality, classification of the quality of hotel services, tourism, Europe and Asia, hospitality.

С.М. Баяндинова, К.Е. Лекерова*, Р.М. Байбуриев
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан
*e-mail: lekerova00@bk.ru

Қонақүй қызметтерінің сапасын бағалауды зерттеу

Жаһандану мен халықтың белсенді мобильділігі жағдайында қонақүй қызметтері инфрақұрылымның қарапайым элементі ғана емес, туризмді дамытудың және туристік дестинацияның имиджін қалыптастырудың стратегиялық факторы ретінде қарастырылады. Дегенмен, қонақүй индустриясының тұрақты өсіміне қарамастан, көрсетілетін қызметтердің сапасын қамтамасыз ету мен стандарттау мәселесі әлі де өзекті әрі толық шешімін таппаған проблемалардың бірі болып отыр. Қолданыстағы сапа бағалау жүйелері көп жағдайда қазіргі тұтынушылардың нақты үміттері мен қажеттіліктерін толық қамтымайды, әсіресе мәдени және өңірлік алуан түрлілік жағдайында.

Осыған байланысты зерттеудің өзектілігі қонақүй қызметтерінің сапасын бағалауға деген көзқарастарды қайта қарау және оларды қазіргі жаһандық үрдістер мен тұтынушылық тәжірибе ерекшеліктерін ескере отырып жаңғыртудың қажеттілігінде жатыр. Ұсынылып отырған тәсілдің практикалық маңыздылығы – нақты тұтынушы сұранысына бағытталған және клиенттердің қанағаттану деңгейін арттырып, қонақүй кәсіпорындарының нарықтағы бәсекеге қабілеттілігін нығайта алатын жетілдірілген сапа классификациясы жүйесін әзірлеуде.

Осы зерттеудің мақсаты – қонақүй сервисі контекстінде «сапа» ұғымын талдау, оны қабылдаудың негізгі аспектілерін анықтау және қонақүй қызметтерінің сапасын жақсарту бойынша ұсыныстар кешенін әзірлеу. Зерттеу әдістемесі – әлемнің түрлі аймақтарындағы, әсіресе Еуропа мен Азия елдеріндегі қолданыстағы сапа бағалау жүйелерінің салыстырмалы талдауын және нарықтың заманауи талаптарына негізделген авторлық классификацияны сынақтан өткізуді қамтиды.

Түйін сөздер: сапа, қонақ үй қызметтерінің сапа классификациясы, туризм, Еуропа және Азия, қонақжайлылық.

Введение

Гостиничный бизнес – это сложный и динамичный сектор, в котором особое внимание уделяется удовлетворению потребностей клиентов. В основе этого стремления лежит концепция качества. Слово «качество» – термин, прочно вошедший в наш повседневный лексикон, неотъемлемая часть обсуждения и оценки всех аспектов нашей жизни.

Тема исследования, связанная с качеством гостиничных услуг, выбрана из-за бурного роста туристической индустрии и её важного вклада в мировую экономику. Современные тенденции путешествий и повышенный интерес к новым культурам и местам приводят к необходимости обеспечения высокого уровня гостиничных услуг. Отсутствие исчерпывающих исследований в данной области, а также появление новых требований и ожиданий у потребителей делают эту тему особенно актуальной.

Важность качества гостиничного сервиса для формирования положительного опыта туристов о стране и для принятия решения о выборе конкретного места для посещения невозможно недооценить. При этом, с учетом того, что значительная часть стоимости туристического путешествия приходится на услуги размещения, вопросы качества и стоимости этих услуг ста-

новятся определяющими факторами (Басовский, 2005).

Целью предстоящего исследования является анализ понятия "качество" в контексте гостиничного сервиса с целью выявления ключевых аспектов и разработки практических рекомендаций для улучшения качества услуг. Для того, чтобы добиться поставленной цели, должны быть изучены все существующие классификации качества гостиничных услуг и проанализированы методы оценки качества, которые актуальны в таких крупных регионах, как Европа и Азия.

Исследование несет в себе теоретическую значимость в разработке новой классификации качества гостиничных услуг и анализе различий в подходах к оценке качества в различных частях мира. Практическая значимость работы заключается в разработке рекомендаций для улучшения качества гостиничного сервиса, что поможет повысить уровень удовлетворенности клиентов и укрепить конкурентные позиции на рынке гостеприимства.

Материал и методы

Характеристика материала исследования основывается на актуальности проблемы качества гостиничного сервиса в современной туристической среде.

ческой индустрии. Исследование проводилось на основе анализа классификаций качества гостиничных услуг и принципов оценки качества в различных регионах мира. Данное исследование также предполагает выработку собственной классификации, учитывающей современные требования и ожидания клиентов. Исследовательский вопрос: в чем состоит понятие "качество" в контексте гостиничного сервиса, и какие факторы определяют его?

Выдвигаемая гипотеза: существует возможность разработки собственной классификации качества гостиничных услуг, учитывающей современные требования клиентов.

Этапы исследования:

1. Исследование существующих классификаций качества и методов его оценки;
2. Создание собственной системы классификации;
3. Определение различий в методах оценки качества в разных регионах;
4. Разработка рекомендаций для повышения качества гостиничных услуг в Республике Казахстан.

Методы исследования: анализ, сравнительный анализ, синтез и обобщение данных.

Результаты исследования: предложена новая классификация качества гостиничных услуг, составленная авторами, изучены основные различия в оценке качества в двух крупных регионах, разработаны рекомендации для повышения качества гостиничных услуг.

Обзор литературы

Темой исследования оценки качества гостиничных услуг занимались как зарубежные, так и российские ученые. Среди иностранных

исследователей особо можно выделить таких авторов, как: Филип Котлер, Валери Зейтамл и Кристиан Гронроос. Они внесли существенный вклад в понимании важности качества гостиничных услуг в индустрии гостеприимства. Их работы подчеркивают, что ключевой фактор успеха в гостиничной сфере – это удовлетворенность клиентов и понимание их основных потребностей.

Среди российских ученых стоит выделить труды В.Родионова, В.Жуковой и О.Гончарова, которые занимались классификацией качества гостиничных услуг, предоставляя теоретическую базу для практического применения методов оценки и улучшения качества обслуживания в гостиничном секторе (Ляпина, 2001).

Обсуждения и результаты

Множество организаций понимают качество как соответствие неким стандартам. Такой метод действенен на операционном уровне предложения услуг, в особенностях, если учитывание индивидуальных желаний и потребностей гостей усложнен. Вместе с тем, если говорить о стратегическом управлении, то такое представление может оказаться опасным. Управляющим необходимо всегда помнить, что соответствие стандартам и нормам – это не единственное условие для того, чтобы достигнуть высокого качества услуг. Понимание того, как качество должно повышаться вместе с растущими потребностями клиентов. Разные авторы придавали слову «качество» свои уникальные и интересные определения. В таблице №1 приведены определения «качества» разных исследователей и разнообразие взглядов на это важное понятие (Огвоздин, 2011).

Таблица 1 – Определения «Качества»

№	Определение	Автор
1	Качество степень, с которой совокупность присущих характеристик выполняет требования потребителя.	Ю. Койфман
2	Качество – это процесс непрерывного совершенствования, способ ведения бизнеса, когда необходимо быть лучше, совершеннее других, а не просто иметь продукцию лучшего качества.	Украинская ассоциация качества
3	Качество продукции -совокупность свойств продукции, обуславливающих ее способность удовлетворять определенные личные и производственные потребности в соответствии с ее назначением.	М. Шаповал

Продолжение таблицы

№	Определение	Автор
4	Качество – степень, до которой совокупность собственных характеристик продукции, процесса или системы удовлетворяет сформулированные потребности или общепонятные или обязательные ожидания.	Википедия
5	Качество – совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные или предполагаемые потребности.	Г. Бычковский
6	Качество – совокупность свойств и характеристик продукции, уровень или вариант которых формируется производителями при ее создании в целях удовлетворения установленных потребностей.	А. Гличев
7	Качество – есть объективная существенная, относительно устойчивая внутренняя определенность целостных предметов и явлений.	В. Белобрагин
8	Существуют два аспекта качества. Один связан с представлением о качестве вещей как объективной реальности, которая не зависит от существования человека. Другой аспект – с тем, что мы думаем, чувствуем и ощущаем в отношении этой объективной реальности.	У. Шухарт
9	Качество изделия или услуги можно определить как общую совокупность технических, технологических, эксплуатационных характеристик изделия или услуги, посредством которых изделие или услуга будут отвечать требованиям потребителя при ее эксплуатации.	В. Сиченко
10	Под качеством продукции следует понимать совокупность ее основных полезных свойств, обеспечивающих удовлетворение определенных потребностей пользователя при применении этой продукции по целевому назначению.	Л. Боженко

Исходя из изложенного, можно сделать следующие выводы:

1.«Качество – это характеристики, свойства». То есть «качество» обладает некими отличительными признаками.

2.«Качество – удовлетворение потребностей», означает что «качество» нацелено на результат удовлетворить и оправдать ожидания, соответствовать требованиям.

3.«Качество – процесс совершенствования» – то есть «качество» не должно стоять на месте, оно необходимо быть лучше, совершеннее других, постоянно улучшаясь и развиваясь.

Анализ всех представленных определений «качества» позволяет увидеть, что данное понятие рассматривается с различных точек зрения и зависит от контекста применения. Изучая определение «качества» в Википедии и работы Ю.И. Койфмана и Г. Бычковского, можно заметить, что оно трактуется как совокупность характеристик или свойств, соответствующих потребностям или ожиданиям потребителей. Такое понимание «качества» акцентирует внимание на индивидуальной оценке и удовлетворении потребностей в процессе взаимодействия с продуктом, услугой или системой. Украинская ассоциация качества рассматривает «качество» как процесс непрерывного совершенствования,

который предполагает не только создание продукции высшего качества, но и превосходство в ведении бизнеса по сравнению с конкурентами. Это подразумевает стремление к постоянному улучшению всех аспектов бизнеса. По определению М.И.Шаповала, «качество продукции» представляется как совокупность свойств, способных удовлетворять потребности в соответствии с назначением. Это определение выделяет важность соответствия продукции своей цели и способности удовлетворять потребности пользователя. Понятие «качество», по трактовке А.В.Гличева, также связано с общепонятными или обязательными ожиданиями, что подчеркивает важность соответствия определенным стандартам и требованиям. Кроме того, по словам У. Шухарта, «качество» описывается как объективная сущность, непосредственно связанная с предметами и явлениями, независимо от человеческого восприятия. То есть автор подчеркивает объективность качественных характеристик. Определения также уточняют, что качество может быть рассмотрено с двух аспектов: как объективная реальность, существующая независимо от человека, и как субъективное восприятие этой реальности. И, наконец, «качество» тесно связано с техническими, технологическими и эксплуатационными характеристиками продукции или

услуги, обеспечивая их соответствие требованиям потребителя, анализируя оба определения В.Г.Сиченко и Л.И.Боженко.

С развитием туризма и гостиничной индустрии, понятие «качество» приобрело особую важность в понимании предоставления гостиничных услуг. Наше исследование позволило нам создать свой авторский термин «качество». Качество – это комплексное понятие, включающее как объективные характеристики объекта, так и субъективные оценки, основанные на удовлетворении потребностей и ожиданий потребителей.

Качество в гостиничном бизнесе – это многогранное понятие, которое включает в себя различные элементы: от традиционных стандартов комфорта и обслуживания до современных измерений, таких как персонализация и экологичность. В разных регионах мира существуют разнообразные системы оценки качества гостиничных услуг, которые отражают местные куль-

турные, экономические и технологические особенности (Сарнавская, 2003).

Эффективность работы гостиничного предприятия в значительной мере зависит от качества предоставляемых услуг. Управление качеством услуг в гостиничном бизнесе нацелено не только на обеспечение высококачественного обслуживания, но и на повышение конкурентоспособности предприятия. Понятие качества представляет собой область, в которую каждый вкладывает свой собственный опыт.

Тем не менее, главным фактором является удовлетворение клиента от получаемых услуг, и услуга считается качественной, если она соответствует потребностям посетителя. Уровень качества определяется тем, насколько хорошо ожидания клиента совпадают с реальным обслуживанием в гостинице или ресторане. Рассмотрим, как различные авторы классифицировали качество гостиничных услуг в Таблице № 2 (Lloréns-Montes, 2007).

Таблица 2 – Классификация качества гостиничных услуг

№	Классификация	Авторы
1	Классификация качества гостиничных услуг: - Внутреннее качество оказывается в качестве организации услуг, технологии обслуживания, функциональном взаимодействии подразделений; - Материальная качество отражается в особенностях оформления интерьера – дизайне, меблировку, белье, качества посуды, используемых материалах и др.; - Нематериальная качество представлена уровнем общего комфорта, эстетическим оформлением, наличием музыкального оформления, рекламы; - Психологическое качество проявляется в соблюдении принципов гостеприимства обслуживающим персоналом; - Продолжительность обслуживания охватывает время ожидания, оперативность и скорость обслуживания.	Японские специалисты
2	Три классификации качества услуг: - Техническое качество соблюдение гостиничным предприятием стандартных требований по материально-технической базы: архитектуры и планировки здания, оформление интерьера, обеспечения качественной мебелью, необходимым оборудованием для водоснабжения, поставки тепла, энергии, обеспечение информационными коммуникациями и проч.; - Функциональное качество связывается со способностью персонала качественно выполнять профессиональные обязанности, отражает эффектные элементы в процессе обслуживания клиентов – оперативность процесса бронирования, регистрации и поселения, обслуживание в номерах и проч.; - Этическое (социальное) качество – это позиции предприятия на рынке, определены на основе мониторинга рынка среди клиентов, независимых экспертов, проведение социологических исследований.	В. Радионов

Продолжение таблицы

№	Классификация	Авторы
3	Классификация качества: - Экономичность Они отражают, насколько уровень затрат на покупку и эксплуатацию продукта соответствует полученной в результате пользе от его применения. - Надежность Они отражают, насколько продукт является надежным в процессе эксплуатации - Технологичность Они отражают приспособленность продукта к оптимальным затратам на его производство, эксплуатацию и восстановление в случае необходимости до заданных показателей качества. - Стандартизация Отражают соответствие продукции установленным стандартам качества и технологическим требованиям; - Эргономичность Отражают, насколько товар пригоден для потребления. - Экологичность Отражают, насколько продукция является безопасной для потребителей и окружающей среды.	В. Жукова
4	Классификация качества: 1. По месту в жизненном цикле; 2. Прогнозируемые; 3. Проектные; 4. Производственные; 5. Эксплуатационные; 6. По потребительским свойствам.	О. Гончаров
5	Качество рассматривается в составе трех категорий: 1. Техническое; 2. Функциональное; 3. Этическое.	Американские специалисты

Из представленной таблицы видно, что существует несколько подходов к классификации качества гостиничных услуг, предложенных разными авторами. Японские специалисты выделяют несколько аспектов, таких как внутреннее качество, материальное качество, нематериальное качество, психологическое качество и продолжительность обслуживания. Они выделяют значимость соблюдения принципов гостеприимства и удовлетворения потребностей клиента.

Радионов В.В. выделяет три классификации качества услуг: техническое качество, функциональное качество и этическое (социальное) качество. Техническое качество связано с материально-технической базой, функциональное качество оценивает способность персонала выполнять профессиональные обязанности, а этическое качество определяется позицией предприятия на рынке.

Классификация Жуковой В. включает экономичность, надежность, технологичность, стандартизацию, эргономичность и экологичность.

Эти категории отражают различные аспекты качества, начиная от соотношения затрат и пользы до безопасности для потребителей и окружающей среды.

Гончаров О.Г. предлагает классификацию качества по месту в жизненном цикле продукции, прогнозируемому, проектному, производственному, эксплуатационному и по потребительским свойствам. Эта классификация выделяет различные этапы процесса обеспечения качества, начиная от планирования до эксплуатации и оценки потребительского опыта.

Американские специалисты же оценивают качество в трех категориях: техническое, функциональное и этическое. Этот подход уделяет внимание техническим характеристикам, функциональным аспектам и этическим принципам в предоставлении гостиничных услуг.

Итак, разнообразие предложенных классификаций подчеркивает многогранность и комплексность оценки качества гостиничных услуг, включая как технические, так и социальные, эстетические и психологические аспекты. Важ-

но отметить, что все эти критерии могут взаимодействовать и иметь влияние на общую оценку качества услуг гостиничного предприятия.

На основе данных классификаций, мы можем дать собственную классификацию качества гостиничных услуг в Таблице № 3.

Таблица 3 – Классификация авторов

№	Классификация	Что включает
1	Техническое качество	- Архитектурно-строительные стандарты: соответствие гостиничного здания архитектурным и строительным стандартам, безопасность конструкций; - Технологическая база: наличие современного оборудования для комфортного проживания и обслуживания гостей, включая системы безопасности и коммуникаций;
2	Функциональное качество	- Профессионализм персонала: эффективность работы персонала в процессе бронирования, регистрации, обслуживания в номерах и других аспектах обслуживания; - Процессы обслуживания: оперативность выполнения основных процессов, таких как бронирование, регистрация, предоставление услуг;
3	Этическое качество	- Принципы гостеприимства: соблюдение принципов этики и гостеприимства со стороны обслуживающего персонала; - Отношения с гостями: уважительное и заботливое отношение к гостям, удовлетворение их потребностей;
4	Временный интервал	- Время ожидания: минимизация времени ожидания при различных процедурах; - Скорость обслуживания: эффективность и оперативность предоставления услуг;
5	Материально-экологическое качество	- Качественное оформление интерьера, стильный дизайн, комфортабельная мебель, качественное белье и посуда; - Обеспечение гостей высококачественными и экологичными материалами в номерах и общественных зонах; - Услуги являются безопасными для потребителей и окружающей среды.

Предлагаемая классификация качества гостиничных услуг отличается от большинства существующих подходов своей комплексностью, междисциплинарностью и акцентом на современные тренды устойчивого развития и клиентоориентированности. В отличие от традиционных моделей, сосредоточенных преимущественно на технических или сервисных параметрах, данная система охватывает пять взаимодополняющих измерений: техническое, функциональное, этическое, временное и материально-экологическое качество. Это позволяет оценивать гостиничные услуги не только с позиций инфраструктуры и персонала, но и с учётом этики взаимодействия, временных параметров сервиса и экологичности предоставляемых услуг, что особенно актуально в условиях растущего запроса на устойчивый и осознанный туризм. Такой подход обеспечивает более полное и сбалансированное понимание уровня качества, соответствующее ожиданиям современных потребителей и требованиям рынка.

Оценка качества услуг и продуктов является ключевым элементом современного мирового бизнеса. В разных уголках мира существуют разнообразные системы и методы оценки качества, каждая из которых отражает уникальные

культурные, экономические и организационные особенности региона. Рассмотрим два основных подхода к оценке качества услуг и продуктов – европейский и азиатский. Каждая из этих систем имеет свои собственные особенности и принципы, которые оказывают влияние на гостиничную индустрию и качество предоставления услуг в соответствующих регионах. В Европе система оценки качества гостиничных услуг широко признана и используется для классификации гостиниц и ресторанов. Там системы оценки качества гостиничных услуг обладают своими особенностями и подходами. Самые известные системы оценки качества гостиничных услуг в Европе включают в себя (Gronroos, 1984):

1. AA Hotel and Restaurant (Великобритания): Ассоциация «АА» предоставляет оценки для гостиниц и ресторанов в Великобритании. Они используют систему звёздных рейтингов, оценивая комфорт, уровень обслуживания и качество кухни;

2. Relais & Châteaux (Франция): это французская ассоциация, которая представляет роскошные гостиницы и рестораны. Они оценивают гостиницы и рестораны по высшим стандартам качества, включая кулинарию и сервис;

3. Dehoga (Германия): Германская ассоциация гостиничных и ресторанных предприятий, Dehoga, присуждает оценки гостиницам в Германии, учитывая чистоту, комфорт и обслуживание;

4. Hotrec (Европейская гостиничная ассоциация): Hotrec объединяет гостиничные ассоциации из разных стран Европы и занимается разработкой стандартов качества и сертификации;

5. Michelin Guide (Гид Мишлен): действует во многих европейских странах, присваивая ресторанам и отелям звездные рейтинги;

6. ISO 9001 (международный стандарт): Некоторые европейские отели также могут быть сертифицированы по стандарту ISO 9001, который подразумевает соответствие высоким стандартам управления качеством.

Существующие системы оценки гостиничных услуг, такие как AA Hotel and Restaurant (Великобритания), Relais & Châteaux (Франция), Dehoga (Германия), Hotrec (панъевропейская ассоциация), Michelin Guide, а также ISO 9001, представляют собой институционализированные модели, направленные на стандартизацию и сертификацию качества в индустрии гостеприимства.

AA, Dehoga и Hotrec используют звёздные рейтинговые системы, фокусируясь преимущественно на материальных и сервисных характеристиках (например, чистота, комфорт, оснащение номера, наличие удобств). Они являются надёжными инструментами сертификации, но во многом ограничены тем, что не учитывают ценностно-этические, экологические и временные параметры взаимодействия с клиентом.

Relais & Châteaux и Michelin Guide, напротив, делают упор на исключительность и высокий уровень гастрономического и гостиничного сервиса, но эти модели ориентированы преимущественно на сегмент luxury, не отражая потребности массового туриста и не применимы к широкому спектру гостиниц среднего уровня.

ISO 9001, в свою очередь, представляет собой универсальный стандарт управления качеством, применимый не только в гостиничной отрасли, но и в других сферах. Его сильная сторона – это системность и ориентированность на процессное управление, однако он не раскрывает специфику персонализированного клиентского опыта и не учитывает культурно-поведенческие особенности сферы гостеприимства.

Гостиничная индустрия в странах Азии играет все более важную роль в мировом туризме,

привлекая миллионы туристов из разных уголков планеты. Азиатский континент предлагает разнообразные культурные богатства, природные красоты и технологические инновации, делая его привлекательным местом для путешествий. В целях обеспечения комфорта и высокого уровня обслуживания, необходима система оценки качества гостиничных услуг. Страны Азии представляют разнообразие культурных, технологических и гостеприимных аспектов, что отражается в их собственных системах оценки качества. Вот несколько известных систем (Shergill, 2004):

1. Система JTB Quality Assurance (JQA) в Японии представляет собой одну из наиболее известных форм добровольной сертификации. Она фокусируется на таких показателях, как чистота помещений, комфорт проживания, качество питания и общее обслуживание. Безусловно, сильной стороной JQA является строгость стандартов, дисциплинированный подход к сервису и общее соответствие нормам японской культуры точности. Однако, несмотря на высокую степень формализации, модель в значительной степени ориентирована на технические и бытовые параметры, в то время как эмоциональная составляющая обслуживания, экологические аспекты и временные характеристики сервиса (например, длительность ожидания или скорость реагирования персонала) остаются вне сферы анализа. Это ограничивает её применимость в контексте современного клиентского опыта, где всё большую роль играют скорость и персонализированное взаимодействие.

2. Китайская система, представленная China National Tourism Administration (CNTA), является государственной рейтинговой моделью, предполагающей строгую иерархию на основе установленных стандартов. Основной акцент сделан на безопасности, санитарных нормах, процессах обслуживания и уровне физического комфорта. Это мощный инструмент контроля качества в масштабах государства. Тем не менее, система страдает от избыточной унифицированности, что приводит к снижению гибкости в оценке разноплановых гостиничных форматов. Кроме того, отсутствует внимание к персонализации клиентского опыта – все гостиницы оцениваются по одинаковым шаблонам, не учитывая разнообразие ожиданий гостей. Также не включены аспекты этического взаимодействия с клиентами, что важно в условиях глобализации и возрастания роли soft skills в сфере услуг.

3. Система Thailand Tourism Standard (TTS) строится на прагматичных, индустриально-ориентированных критериях. Она оценивает уровень сервиса, безопасность, инфраструктурные решения и комфорт. Это делает её особенно удобной для массового применения, особенно в популярных туристических зонах. Однако данный подход ориентирован преимущественно на измеримые, «жёсткие» показатели, игнорируя эмоциональную ценность сервиса, экологичность гостиничного продукта, а также временные параметры взаимодействия с клиентом. Таким образом, модель ТТС, несмотря на свою практичность, не охватывает ряд критически важных компонентов, которые формируют качество современного гостевого опыта.

4. Особое место занимает Singapore Quality Class (SQC) – система, представляющая собой универсальный инструмент оценки качества в различных отраслях, включая гостиничный сектор. В основе SQC – принципы управленческого качества, клиентоориентированности, стратегического развития и оценки внутренних процессов. Это системно выстроенная модель, хорошо подходящая для аудита и развития бизнес-структур. Однако именно по этой причине она сильнее отражает эффективность менеджмента, чем реальное восприятие услуг гостями. В ней фрагментарно представлены этические аспекты, экологические приоритеты, а также отсутствует чёткая шкала оценки временных и эмоциональных индикаторов, что снижает её применимость в целях оценки сервиса с позиции клиента.

Таким образом, проведённый сравнительный анализ демонстрирует, что все четыре азиатские модели имеют сильные стороны, связанные с системностью, безопасностью и управляемостью качества. Однако они в значительной степени игнорируют ключевые параметры современного сервиса – гибкость, экологическую устойчивость, этику обслуживания, персонализацию и динамичность процессов. В этом контексте становится очевидной необходимость в более интегральной и многоуровневой классификации, учитывающей как объективные, так и субъективные аспекты качества гостиничных услуг.

Сравнение европейских и азиатских моделей оценки гостиничных услуг позволяет выявить фундаментальные отличия не только в культурных приоритетах, но и в методологических принципах, лежащих в основе систем сертификации. Европейские системы, как правило, раз-

виваются в контексте рыночной конкуренции, частных стандартов и потребительской дифференциации, тогда как азиатские – под сильным влиянием государственных регуляторов и индустриального мышления (Robledo, 2001).

В европейской практике наибольшее распространение получили такие системы, как AA Hotel and Restaurant (Великобритания), Relais & Châteaux (Франция), Dehoga (Германия), Hotrec (панъевропейская организация), а также ISO 9001 как универсальный международный стандарт. Эти системы характеризуются гибкой шкалой оценки, включающей широкий спектр критериев – от архитектурного соответствия и комфорта до гастрономического уровня и этики обслуживания. Особенно стоит отметить, что в европейской модели высоко развиты аспекты эмоционального восприятия сервиса, а также ориентация на индивидуальные предпочтения гостей. Кроме того, независимость рейтинговых организаций (например, Michelin, Relais & Châteaux) способствует высокой доверительности со стороны потребителей.

В свою очередь, азиатские системы, такие как JTB Quality Assurance (Япония), China National Tourism Administration (Китай), Thailand Tourism Standard (Тайланд) и Singapore Quality Class (Сингапур), развиваются преимущественно в рамках национальных стандартов или при поддержке государственных структур. Для них характерны жёсткие регламенты, ориентация на безопасность, чистоту, инфраструктуру и управляемость процессов. Однако при всей своей системности, эти модели мало учитывают субъективные параметры сервиса, такие как эмоциональный комфорт, этика взаимодействия, скорость отклика и устойчивость среды. В частности, в китайской CNTA и тайской TTS оценки унифицированы до такой степени, что не отражают персонализированный опыт потребления. Японская JQA предлагает более мягкий подход, но также страдает от нехватки гибкости. Сингапурская SQC – наиболее управленчески зрелая система, однако и она ориентирована больше на внутренние процессы, чем на восприятие услуг клиентом (Santos, 2003).

С методологической точки зрения, европейские системы демонстрируют более развитый плюрализм и рыночную адаптивность, в то время как азиатские системы – системность, иерархию и регламентированность. Европейская модель ближе к философии потребительского суверенитета, тогда как азиатская – к институ-

циональному контролю и соответствию нормативам.

Наконец, важным отличием является степень включённости экологических и этических аспектов. Европейские стандарты, особенно в рамках ISO и Relais & Châteaux, всё чаще включают критерии устойчивого развития, экологической ответственности и социальной инклюзивности. В азиатских же системах эти параметры пока чаще остаются факультативными или вторичными по значению.

Сравнительный анализ показывает, что европейские системы более ориентированы на восприятие качества глазами гостя, учитывая культурную, эмоциональную и персонализированную сторону обслуживания. В то время как азиатские системы сильны в стандартизации, дисциплине и управлении процессами, но нуждаются в более гибком подходе к оценке человеческих и экологических факторов.

Важно отметить, что наилучший подход к оценке качества гостиничных услуг может быть комбинацией лучших практик из разных систем и учитывать культурные особенности и ожидания клиентов. Это позволит улучшить обслуживание гостей и сделать гостиничную индустрию более восприимчивой к разнообразию и многогранности потребностей клиентов.

На основе проведённого сравнительно-аналитического исследования европейских и азиатских систем оценки качества гостиничных услуг (включая модели AA, Dehoga, Relais & Châteaux, CNTA, JQA, TTS, SQC и др.), была выведена авторская методика, основанная на пяти ключевых блоках, каждый из которых отражает различные аспекты восприятия и предоставления гостиничного сервиса:

1. Техническое качество – включает соответствие архитектурным и строительным стандартам, наличие современных инженерных решений, систем безопасности и автоматизации;

2. Функциональное качество – отражает уровень профессиональной подготовки персонала, эффективность выполнения базовых процедур (бронирование, регистрация, обслуживание и т.д.);

3. Этическое качество – охватывает нормы деловой этики, принципы гостеприимства и уважительное взаимодействие персонала с клиентами;

4. Временной интервал – характеризует показатели оперативности, в том числе скорость обслуживания, время отклика на запросы и минимизацию ожидания;

5. Материально-экологическое качество – включает комфортную инфраструктуру, экологичность используемых материалов и безопасность услуг как для человека, так и для окружающей среды.

Вышеуказанная модель позволяет осуществить многоаспектную оценку качества гостиничных услуг и может служить основой для построения локальной системы сертификации, адаптированной под реалии туристического сектора Алматы.

На основе разработанной методики предлагается ряд научно обоснованных рекомендаций (Shergill, 2004):

- локализация классификационной системы с учётом культурных и этнографических факторов. Применение культурно-ориентированных критериев в системе оценки качества позволяет учитывать национальные особенности и ценности региона. В отличие от формализованных западных моделей (например, AA, Dehoga), азиатские подходы (в частности, JQA и TTS) частично интегрируют локальные элементы сервиса, однако не фиксируют их на уровне классификационной системы. В условиях Алматы, обладающего богатым культурным и этническим разнообразием, включение элементов локального контекста в структуру оценки качества (например, национальный интерьер, традиционное гостеприимство, региональная кухня) может стать конкурентным преимуществом.

- разработка локализованной системы добровольной сертификации на основе авторской модели. Предлагается внедрение стандартизированной системы оценки, опирающейся на пятикомпонентную модель, с возможностью внешней сертификации через отраслевые органы или независимые экспертные комиссии. Европейские прецеденты (например, Dehoga, Hotrec) демонстрируют эффективность такой системы в контексте прозрачности рынка и повышения доверия со стороны туристов.

- интеграция принципов устойчивого развития и цифровизации в систему оценки. Экологический компонент в оценке гостиничных услуг остаётся недостаточно представленным как в европейских, так и в азиатских системах. Авторская модель вводит отдельный параметр – «материально-экологическое качество», отражающий использование энергоэффективных технологий, экологически чистых материалов, отказ от одноразовых пластиковых продуктов и пр. Дополнительно предлагается включение

критериев цифровизации: мобильная регистрация, электронные ключи, цифровые справочные системы и пр (Tam, 2000).

- развитие этического и персонализированного сервиса. Психоэмоциональный комфорт клиента – один из наименее формализуемых, но наиболее значимых компонентов сервиса. Европейские системы преимущественно игнорируют эту составляющую, делая упор на физические и функциональные характеристики сервиса. В азиатских системах персонализация проявляется в практике, но отсутствует в стандартизированных формулах оценки. В предлагаемой модели «этическое качество» выделяется в самостоятельный блок, позволяющий учитывать отношение персонала к клиенту, уровень эмпатии, тактичность и гибкость.

- комбинированный подход к управлению качеством. Рекомендуются синтезировать лучшие элементы различных систем оценки: европейский акцент на стандартах, комфорт и эстетизацию – с азиатским вниманием к дисциплине, процессной управляемости и персонализации сервиса. Такой гибридный подход отражает современные тенденции в сфере качества (напр., TQM – Total Quality Management, или Total Guest Experience), когда ключевое значение приобретает не только регламент, но и восприятие услуги конечным потребителем.

Таким образом, предлагаемая авторская классификационная модель представляет собой универсальный и адаптируемый инструмент оценки гостиничных услуг, позволяющий интегрировать структурные принципы европейских систем с эмоционально ориентированными и процессными элементами азиатских моделей. Разработка на её основе локальной системы сертификации и внедрение соответствующих практик в гостиничный сектор г. Алматы позволят сформировать устойчивую конкурентную стратегию, улучшить восприятие туристического сервиса и способствовать повышению привлекательности региона на международном уровне.

Заключение

Проведённый комплексный анализ систем оценки качества гостиничных услуг, реализованных в европейских и азиатских странах, позволил выявить значительные преимущества и недостатки различных подходов, а также определить ключевые направления, актуальные для

развития гостиничного сектора в условиях города Алматы. Европейские системы (такие как AA, Dehoga, Relais & Châteaux, Hotrec и др.) демонстрируют высокую степень формализации критериев оценки, ориентированных на технические, функциональные и эстетические характеристики сервиса, что способствует прозрачности и стандартизации качества. В то же время, азиатские модели (JQA, CNTA, TTS, SQC) акцентируют внимание на процессах менеджмента, дисциплине, безопасности, а также в ряде случаев уделяют больше внимания персонализации и культуре гостеприимства, что повышает эмоциональную составляющую клиентского опыта.

На основании детального сравнительного анализа была разработана авторская классификационная модель, включающая пять взаимодополняющих аспектов качества: техническое, функциональное, этическое, временное и материально-экологическое. Такой многокомпонентный подход обеспечивает всестороннее отражение реальных условий функционирования гостиничного бизнеса и позволяет учитывать как объективные параметры инфраструктуры, так и субъективное восприятие клиентов, что является критически важным в современном сервисном секторе (Walker, 2020).

Рекомендации, выработанные на базе этой модели, включают: адаптацию стандартов с учётом местных культурных и исторических особенностей, внедрение системы добровольной сертификации, ориентированной на объективные и субъективные показатели качества, интеграцию экологических и цифровых инноваций, а также развитие персонализированного и этического обслуживания. Данный синтез европейского и азиатского опыта представляет собой оптимальный путь для формирования конкурентоспособного гостиничного продукта, соответствующего ожиданиям современного туриста, ориентированного на комфорт, безопасность и индивидуальный подход.

Особую значимость для г. Алматы имеет учёт культурной специфики региона и многонационального состава посетителей, что открывает дополнительные возможности для дифференциации сервиса и повышения его уникальности. Включение экологических стандартов и цифровых технологий отражает современные тенденции устойчивого и инновационного развития туристической отрасли, что положительно ска-

зывается на имидже и экономической устойчивости гостиничных предприятий.

Таким образом, реализация предложенных рекомендаций создаст предпосылки для системного улучшения качества гостиничных услуг в Алматы, способствуя росту удовлетворённости клиентов и укреплению позиций региона на

международном туристическом рынке. Комплексный, сбалансированный подход к оценке и управлению качеством гостиничного сервиса обеспечит устойчивое развитие индустрии гостеприимства, адаптированной к быстро меняющимся требованиям потребителей и вызовам современного рынка.

Литература

- Басовский Л. (2005) *Управление качеством*. М.: ИНФРА-М.
- Гареев Р. (2013) *Особенности системы управления качеством в гостиничных предприятиях* // Молодой ученый. – No11.
- Ёхина М. (2008) *Организация обслуживания в гостиницах*. Учеб. пособие для студ. сред. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия».
- Круль Г. (2011) *Основы гостиничного дела*. Учеб. пособие / Киев: Центр учебной литературы.
- Кузнецова Н. (2016) *Управление качеством*. Учебное пособие / Издательство: Флинта, Москва.
- Ляпина И. (2001) *Организация и технология гостиничного обслуживания*. Учеб. для нач. проф. образования / М.: ПрофОбрИздат.
- Никольская Е., Попов Л., Ковальчук А. (2018) *Стандартизация и контроль качества гостиничных услуг*. Учебное пособие / Москва: КНОРУС.
- Огвоздин В. (2011) *Абракадабра в стандарте. Живём по понятиям*. Журнал «Стандарты и качество».
- Плотников Н. (1995) *Дух и буква*. К истории изданий Гегеля // Путь, № 7.
- Сарнавская Т. (2003) *Система всеобщего управления качеством (TQM)*. К.: УАК, МЦК "ПРИРОСТ".
- Albacete-Sáez C. A., Fuentes-Fuentes M. M. and Lloréns-Montes F. J. (2007). *Service quality measurement in rural accommodation*. Annals of Tourism Research, 34 (1): 45 – 65.
- Cronin J, Joseph Jr and Taylor S A (1992) *Measuring service quality: A re-examination and extension*. Journal of Marketing 56: 55-68.
- Davidson M. (2003) *Does organizational climate add to service quality in hotels*. International Journal of Contemporary Hospitality Management 15:206 – 13.
- Gronroos (1984) *A service quality model and its marketing implications*. European Journal of Marketing 18: 36-44.
- Reuland R, Coudrey J and Fagel A (1985) *Research in the field of hospitality*. Int J Hospitality Management 4: 141- 6.
- Shergill G (2004) *Tourists perceptions towards hotel services in New Zealand*. International Journal of Hospitality Tourism Administration 5: 1-29.
- Wong, S. and Keung, C. 2000. *Tourists' perceptions of hotel frontline employees' questionable job-related behavior*. Tourism Management, 21 (2): 121 – 134.
- Robledo, M. A. (2001). *Measuring and managing service quality: Integrating customer expectations*. Managing Service Quality, 11(1), 22–31;
- Rodríguez-Antón, J. M., Alonso-Almeida, M. M. (2011). *Quality certification systems and their impact on sustainability and customer loyalty in the hospitality industry*. Service Industries Journal, 31(13), 2135-2150. DOI: 10.1080/02642069.2010.503885;
- Sánchez-Hernández, R. M., Martínez-Tura, V., Peiro, J. M., & Ramosa, J. (2009). *Testing a hierarchical and integrated model of quality in the service sector: Functional, relational, and tangible dimensions*. Total Quality Management & Business Excellence, 20(11), 1173–1188;
- Santos, J. (2003). *E-service quality: A model of virtual service quality dimensions*. Managing Service Quality: An International Journal, 13(3), 233-246. DOI: 10.1108/09604520310476490;
- Shergill G (2004) *Tourists perceptions towards hotel services in New Zealand*. International Journal of Hospitality Tourism Administration 5: 1-29;
- Singh, S., & Gupta, R. (2019). *Environmental management and hotel performance: The mediating role of green practices in the hotel industry*. Journal of Cleaner Production, 223, 414-429. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.03.067;
- Suh, E., & Lee, K. H. (2018). *How sustainable practices affect customer satisfaction in the hotel industry: Mediating effects of perceived service quality*. Service Business, 12(1), 167-189. DOI: 10.1007/s11628-017-0336-0;
- Tam, J. L. M. (2000). *The effects of service quality, perceived value and customer satisfaction on behavioral intentions*. Journal of Hospitality and Leisure Marketing, 6(4), 31–43;
- Tzeng, J. J., & Huang, W. J. (2011). *Evaluating the service quality of business hotels: A service quality measurement approach*. International Journal of Hospitality Management, 30(4), 798-806. DOI: 10.1016/j.ijhm.2011.02.004;

- Tzschentke, N., Kirk, D., & Lynch, P. (2008). *Going green: Decisional factors in small hospitality operations*. International Journal of Hospitality Management, 27(1), 126-133. DOI: 10.1016/j.ijhm.2007.07.010;
- Walker, J. R. (2020). *Introduction to Hospitality*. Pearson. pp. 89-91.

References

- Basovsky L. (2005) *Quality management*. Moscow: INFRA-M.
- Gareev R. (2013) *Features of the quality management system in hotel enterprises* // Young Scientist. – No11.
- Yekhina M. (2008) *Organization of hotel services. Study guide for students*. Prof. education. – M.: Publishing center “Academy”.
- Krul G. (2011) *Fundamentals of hotel business*. Textbook / Kiev: Center for Educational Literature.
- Kuznetsova N. (2016) *Quality management*. Textbook / Publisher: Flinta, Moscow.
- Lyapina I. (2001) *Organization and technology of hotel services*. Studies for the initial Prof. education / M.: ProfObrIzdat.
- Nikolskaya E., Popov L., Kovalchuk A. (2018) *Standardization and quality control of hotel services*. Study guide / Moscow: KNORUS.
- Ogvozdin V. (2011) *Abracadabra in the standard*. We live by the concepts. The magazine “Standards and Quality”.
- Plotnikov N. (1995) *The Spirit and the Letter*. Towards the History of Hegel’s Publications // Path, No.
- Sarnavskaya T. (2003) *Universal quality management System (TQM)*. K.: UAC, MCC “INCREMENT”.
- Albacete-Sáez C. A., Fuentes-Fuentes M. M. and Lloréns-Montes F. J. (2007). *Service quality measurement in rural accommodation*. Annals of Tourism Research, 34 (1): 45 – 65.
- Cronin J, Joseph Jr and Taylor S A (1992) *Measuring service quality: A re-examination and extension*. Journal of Marketing 56: 55-68.
- Davidson M. (2003) *Does organizational climate add to service quality in hotels*. International Journal of Contemporary Hospitality Management 15:206 – 13.
- Gronroos (1984) *A service quality model and its marketing implications*. European Journal of Marketing 18: 36-44.
- Reuland R, Coudrey J and Fagel A (1985) *Research in the field of hospitality*. Int J Hospitality Management 4: 141- 6.
- Shergill G (2004) *Tourists perceptions towards hotel services in New Zealand*. International Journal of Hospitality Tourism Administration 5: 1-29.
- Wong, S. and Keung, C. 2000. *Tourists’ perceptions of hotel frontline employees’ questionable job-related behavior*. Tourism Management, 21 (2): 121 – 134.
- Robledo, M. A. (2001). *Measuring and managing service quality: Integrating customer expectations*. Managing Service Quality, 11(1), 22–31;
- Rodríguez-Antón, J. M., Alonso-Almeida, M. M. (2011). *Quality certification systems and their impact on sustainability and customer loyalty in the hospitality industry*. Service Industries Journal, 31(13), 2135-2150. DOI: 10.1080/02642069.2010.503885;
- Sánchez-Hernández, R. M., Martínez-Tura, V., Peiro, J. M., & Ramosa, J. (2009). *Testing a hierarchical and integrated model of quality in the service sector: Functional, relational, and tangible dimensions*. Total Quality Management & Business Excellence, 20(11), 1173–1188;
- Santos, J. (2003). *E-service quality: A model of virtual service quality dimensions*. Managing Service Quality: An International Journal, 13(3), 233-246. DOI: 10.1108/09604520310476490;
- Shergill G (2004) *Tourists perceptions towards hotel services in New Zealand*. International Journal of Hospitality Tourism Administration 5: 1-29;
- Singh, S., & Gupta, R. (2019). *Environmental management and hotel performance: The mediating role of green practices in the hotel industry*. Journal of Cleaner Production, 223, 414-429. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.03.067;
- Suh, E., & Lee, K. H. (2018). *How sustainable practices affect customer satisfaction in the hotel industry: Mediating effects of perceived service quality*. Service Business, 12(1), 167-189. DOI: 10.1007/s11628-017-0336-0;
- Tam, J. L. M. (2000). *The effects of service quality, perceived value and customer satisfaction on behavioral intentions*. Journal of Hospitality and Leisure Marketing, 6(4), 31–43;
- Tzeng, J. J., & Huang, W. J. (2011). *Evaluating the service quality of business hotels: A service quality measurement approach*. International Journal of Hospitality Management, 30(4), 798-806. DOI: 10.1016/j.ijhm.2011.02.004;
- Tzschentke, N., Kirk, D., & Lynch, P. (2008). *Going green: Decisional factors in small hospitality operations*. International Journal of Hospitality Management, 27(1), 126-133. DOI: 10.1016/j.ijhm.2007.07.010;
- Walker, J. R. (2020). *Introduction to Hospitality*. Pearson. pp. 89-91.

Информация об авторах:

Баяндинова Сайран Мухтаркановна – кандидат географических наук, доцент, Казахский национальный университет имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, эл. почта: bayandinova.sairan@gmail.com);

Лекерова Камила Ерсіңқызы – магистрант, Казахский национальный университет имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, эл. почта: lekerova00@bk.ru);

Байбуриев Руслан Муратович – PhD, и. о. доцента, заведующий кафедрой рекреационной географии и туризма факультета географии и природопользования (Алматы, Казахстан, e-mail: ruslan.baiburievran@kaznu.edu.kz).

Information about authors:

Sairan Bayandinova – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: bayandinova.sairan@gmail.com).

Kamila Lekerova – Master's student, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: lekerova00@bk.ru);

Ruslan Bayburiev – PhD, Acting Associate Professor, Head of the Department of Recreational Geography and Tourism, Faculty of Geography and Environmental Management (Almaty, Kazakhstan, e-mail: ruslan.baiburievran@kaznu.edu.kz)

Авторлар туралы мәлімет:

Баяндинова Сайран Мұхтарқанқызы – г.г.к., доцент, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан, bayandinova.sairan@gmail.com)

Лекерова Камила Ерсіңқызы – магистрант, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан, e-mail: lekerova00@bk.ru).

Байбуриев Руслан Мұратұлы – PhD, доцент м.а., әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, география және табиғатты пайдалану факультетінің рекреациялық география және туризм кафедрасының меңгерушісі (Алматы, Қазақстан, e-mail: ruslan.baiburievran@kaznu.edu.kz).

Поступила впервые: 28 августа 2024 года

Повторна загружена: 24 апреля 2025 года

Принята: 27 мая 2025 года

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 қолжетімді.

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 ҰЛГІ-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:

Тандалған тақырыптың негіздемесі; тақырып өзектілігі мен зерттеу проблемалары. Тандалған тақырыптың негіздемесінде алдыңғы зерттеушілердің тәжірибелері негізінде проблемалық жағдайдың (зерттеу жұмыстарының жоқтығы, 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, пөнін, мақсаттарын, міндеттерін, тәсілдерін, әдістер, гипотезасын анықтау. Зерттеудің мақсаты тезисті дәлелдеумен, яғни зерттеу тақырыбын автор тандаған 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 жаңашылдықты 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 тілдегілерді 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(лері) 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, 2001a: 15), (Садуова, 2001b, 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/...](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, (Zalessky, 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
Н.С. Сиханова, Е.А. Шынберген, А.Ш. Нұрғабылова Қызылорда облысы топырағының техногендік ластануы 4		
M.S. Turdanova, K.K. Muzdybaeva, M. Dogan Analysis of the potential for developing “small smart cities” in Kazakhstan: the case of the Shu, Ayagoz and Shalkar cities 19		
R.Zh. Kelinbayeva, B.K. Sarsenova, Ch.B. Zhumagulov, Z.A. Tolekov, S.K. Kassymgaliyev The Republic of Kazakhstan in the international labour migration system..... 31		
G.N. Nyussupova, Z.K. Kaliaskarova, Zh.N. Zhumadil, G.K. Kairanbaeva, A.M. Zhakypbek, B.T. Kozhakhmetov Migration trends in Kazakhstan related to geopolitical situations..... 44		
2-бөлім Картография және геоинформатика	Section 2 Cartography and geoinformatics	Раздел 2 Картография и геоинформатика
Т.К. Чекаева, И.Г. Мальганова Пространственный анализ и геоинформационное картографирование социально-демографических процессов Республики Казахстан 60		
Н.Т. Шогелова, С.А. Сартин, Ж.З. Толеубекова Анализ вегетационных данных кварталов лесничества оценка состояния и динамики растительного покрова лесничества «Дальнее»..... 72		
Е.Х. Какимжанов, Қ.Т. Қырғызбай, Л.М. Павличенко, А.Е. Бейсембинова, Е.С. Сарыбаев, Н.Е. Хамит Ақтөбе облысы топырағының ауыр металдармен ластануын ГАЗ технологияларының негізінде бағалау..... 82		
G.M. Iskaliyeva, A.A. Amangelgi, M.S. Sagat, A.A. Merekeyev, N.K. Sydyk, A.K. Kalybayeva Comparative evaluation of SRTM, ASTER, AIRBUS and ALOS dems for hydrological research across diverse terrain types . 96		
3-бөлім Метеорология және гидрология	Section 3 Meteorology and hydrology	Раздел 3 Метеорология и гидрология
N.T. Kemerbaev, K.B. Samarkhanov, G.A. Mussina, M.Kh. Shkieve, A.T. Batalova, A.B. Zhumakanov, A.Ju. Venediktova Assessing water level variability in the Zhaiyk (Ural) river basin using Grace satellite gravimetry and hydrological observations 108		
4-бөлім Рекрециялық география және туризм	Section 4 Recreation geography and tourism	Раздел 4 Рекреационная география и туризм
K.N. Mukhambetova, A.E. Moldagalieva, M. Kozak, A.S. Aktymbayeva, Z.M. Assipova, K.A. Temirbayeva, B.I. Aktymbayeva Current condition and development prospects of apitourism in Kazakhstan 120		
С.М. Баяндинова, К.Е. Лекерова, Р.М. Байбуриев Исследование оценки качества гостиничных услуг 136		
Авторларға арналған ақпарат..... 150		