

ISSN 1563-0234
eISSN 2663-0397

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ХАБАРШЫ

География сериясы

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

ВЕСТНИК

Серия географическая

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

JOURNAL

of Geography and Environmental Management

№4 (71)

Алматы
«Қазақ университеті»
2023



ХАБАРШЫ

ГЕОГРАФИЯ СЕРИЯСЫ №4 (71) желтоқсан

ISSN 1563-0234

eISSN 2663-0397



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

Қуәлік №16502-Ж.

Журнал жылына 4 рет жарыққа шығады

ЖАУАПТЫ ХАТШЫ

Мусағалиева А.Н., PhD, доцент м.а.
(Қазақстан)
e-mail: vestnik.kaznu.geo@gmail.com

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

Қалиасқарова З.К., г.ғ.к., доцент – ғылыми редактор
(Қазақстан)
Рысмағамбетова А.А., PhD, доцент м.а. – ғылыми редактордың орынбасары (Қазақстан)
Асқарова М.А., г.ғ.д., профессор м.а. (Қазақстан)
Плохих Р.В., г.ғ.д., профессор м.а. (Қазақстан)
Бексентова Р.Т., г.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Нысанбаева А.С., г.ғ.к. (Қазақстан)
Ивкина Н.И., г.ғ.к., доцент (Қазақстан)
Родионова И.А., г.ғ.д., профессор (Ресей)
Béla Márkus (Белла Маркус) профессор (Венгрия)

Fernandez De Arroyeabe Pablo (Фернандес Де Арройеаб Пабло), профессор (Испания)
Севастьянов В.В., г.ғ.д., профессор (Ресей)
Мазбаев О.Б., г.ғ.д., профессор (Қазақстан)
Исанова Г.Т., PhD (Қазақстан)
Шокпарова Д.К., PhD, доцент м.а. (Қазақстан)
Христиан Опп, профессор (Германия)
Эйюп Артвинли, PhD, профессор (Түркия)
Каратаев М.А., PhD (Ұлыбритания)
Dolly Priatna (Долли Приатна), PhD (Индонезия)

ТЕХНИКАЛЫҚ РЕДАКТОР

Маханова Н.Б. (Қазақстан)

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



Ғылыми басылымдар бөлімінің басшысы

Гульмира Шаққозова
Телефон: +7 747 125 6790
E-mail: Gulmira.Shakkozova@kaznu.kz

ИБ №15211

Пішімі 60x84/8. Көлемі 8,0 б.т. Тапсырыс №42.
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, 2023

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

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

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

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

I. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Қазақстан, Талдықорған қ.

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

ТЕНТЕК ӨЗЕНІ АҢҒАРЫНДАҒЫ СЫРҒЫМА ҮРДІСТЕРІНІҢ ТҮЗІЛУІ МЕН ЖАҒДАЙЛАРЫ

Қалың ысырынды мореналы шөгінділердің бетіндегі лессті, бентонитті *монтмориллонит* сазды жыныстардың су сіңгенде тартылыс күштерінің әсерінен жылжуынан түзілетін елдімекендерге, жол құрылысына қауіп төндіретін үрдістердің бірі сырғымалар. Олардың басым бөлігі Алтай, Тарбағатай, Жетісу, Іле, Күңгей Алатауыларының тау аралық ойыстары мен ірі өзен аңғарларында кең таралған. Мақалада Жетісу Алатауының солтүстік-шығыс бөлігіндегі Тентек өзені аңғарының беткейлеріндегі лессті, бентонитті сазды жыныстар таралған аумақтарда гравитациялық күштерінің әсерінен пайда болатын сырғыма үрдісінің түзілу жағдайлары мен олардың адам өміріне, сонымен қатар, әлеуметтік-экономикалық маңызы бар нысандарға тигізетін қауіп-қатері және олармен күрес шаралары қарастырылған.

Тақырыптың мазмұнын ашу, сонымен қатар, сырғыма үрдісінің жүруіне әсер ететін бентонитті-монтмориллонитті сазды шөгінділердің қозғалу себептерін анықтау үшін 2022–2023 жылы Шет Тентек, Орта Тентек, Төменгі Тентек өзендері аңғарына үш рет экспедициялық зерттеу ұйымдастырылды.

Түйін сөздер: сырғыма, сырғыма қабырғасы, сырғыма денесі, лесс, морена, бентонит, монтмориллонит, көшкін жазықтығы, сырғанау беті.

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

Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Kazakhstan, Taldykorgan

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

Conditions of formation and development of landslide processes in the Tentek river valley

One of the trends that threaten human settlements, and roads, arising from the shift of loess, bentonite montmorillonite clay rocks on the surface of thick moraine deposits under the action of gravitational forces during the water, the absorption is widespread landslides in the intermountain depressions of Altay, Tarbagatay, Zhetysu, Zaili, and Kungey Alatau and large river valleys. In the article, the conditions of the formation of the thermal process arising under the action of gravitational forces in the areas of distribution of loess, bentonite clay rocks on the slopes of the Tentek river valley in the north-eastern part of Zhetysu Alatau and their threats to human life, as well as socio-economic important objects and measures to combat them are considered.

To explore the content of the topic, as well as to identify the causes of the movement of bentonite-montmorillonite muddy sediments affecting the course of the thermal process, a three-fold expedition survey was organized in the valley of the Shet Tentek, Middle Tentek, and Lower Tentek rivers in 2022–2023.

Key words: landslide, landslide wall, landslide body, loess, moraine, bentonite, montmorillonite, landslide plane, sliding surface.

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

Жетысуский университет им. И. Жансугурова, Казахстан, г. Талдықорған

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

Условия формирования и развития оползневых процессов в долине реки Тентек

Одной из тенденций, угрожающих населенным пунктам, автомобильным дорогам, возникающим из-за сдвига лессовых, бентонитовых монтмориллонитовых глинистых пород на поверхности моренных отложений под действием гравитационных сил при поглощении воды, являются широко распространенные оползни. Они встречаются в межгорных впадинах гор Алтай, Тарбагатай, Жетысуского, Заилийского и Күңгей Алатау и крупных речных долинах. В

рассмотрены условия формирования оползневых процессов, возникающих под действием гравитационных сил на склонах речных долин северо-восточной части Жетысуского Алатау, покрытых лессовидными суглинками и бентонито-глинистыми породами, включая долину р.Тентек, угрозы, которые несут эти оползни для жизнедеятельности человека и меры борьбы с ними.

Для выявления и изучения причин сдвижения бентонитово-монтмориллонитовых илистых отложений, влияющих на активизацию оползневого процесса, в 2022-2023 гг. были организованы экспедиционные исследования в долину рек Шет Тентек, средний Тентек, Нижний Тентек.

Ключевые слова: оползень, стена оползня, тело оползня, лесс, морена, бентонит, монтмориллонит, оползневая плоскость, скользящая поверхность.

Кіріспе

Жетісу Алатауының солтүстік-шығыс бөлігіндегі Тентек өзені алабының орта ағысындағы Салқынбел тау аралық ойысындағы елді-мекендердің тұрғындарына қауіп төндіретін, автомобиль жолдарына, жоғары вольтты электр желілерне, егіс алқаптарына залалын тигізетін экзогендік геоморфологиялық үрдістердің бірі – ол сырғымалар. Олардың түзілуі мореналы ысырындылардың бетіндегі бентонитті-монтмориллонитті, лесс тәрізді сазды шөгінді жыныстардың гравитациялық күштердің әсерінен баяу қозғалуымен байланысты.

Сырғымалар өзен аңғарларының беткейлеріндегі, төбелі белесті тау алды жазықтардағы малта тасты, құмды мореналы ысырынды жыныстардың бетіне шөккен лесс тәрізді сазды шөгінділердің еріген қар, жаңбыр суына қаныққанда гравитациялық күштердің әсерінен қозғалуы нәтижесінде түзіледі (Құсайынов С.А., 2012:367)

Геологиялық-геоморфологиялық әдебиеттерінде, геоморфолог ғалымдардың еңбектерінде жасалған зерттеулер мен тұжырымдамалары бойынша аумақтың геологиялық құрылысы, тау жыныстарының литологиялық құрамы мен жер бедері, қазіргі тектоникалық қозғалыстар, жауын-шашынның, еспе суларының таралу ерекшеліктері, адамдардың шаруашылық әрекеті сияқты бірқатар табиғи және антропогендік факторлар әсер етеді (Акпамбетова К.М., Веселова Л.К., 2014:175), Веселова Л.К., Қалықова Р.У., 2007:340)

Жетісу Алатауындағы жер бедерін түздегі сырғыма үрдісінің теориялық және тәжірибелік мәселелері С.А. Құсайыновтың (Құсайынов С.А., 2012:367), М.Ж. Жандаевтың, К.М. Акпамбетованың, Л.К.Веселованың, Р.У. Қалықованың, А.Р. Медеудің (Медеу А.Р., 2011:284), Л.К. Диденко-Кислицинаның (Диденко-Кислицина Л.К., 2001:183) қашықтықтан зондлау, ГАЖ технологияларды пайдалану негізінде сырғыма үрдісіне мониторинг жүргізу, картаға түсіру мәселелері

отандық, шет елдік ғалымдар С. Моретто, Ф. Боццаноның (Moretto S., Bozzano F., 2021: 3735-33), А. Мондинидің, Ф.Гуццетти (Mondini A., Guzzetti F., 2021:), Ф.Синьян, С.Бьянчини Н.Касальи (Cigna F., Bianchini S., Casagli N., 2013: 267–283), Г. Эррера, Р.Матеос (Bianchini S., Herrera G., Mateos R., 2013: 6198–6222) т.б. ғалымдардың зерттеулерінде көрініс тапқан.

Жетісу Алатауында халық тығыз қоныстанған Салқынбел тау аралық ойысындағы төбелі белесті жазықтар мен Тентек өзені аңғарындағы сырғыма үрдісі қауіпін артуымен сипатталады. Зерттелетін аумақта жүретін сырғымадан қорғау жүйесі дамымаған. Осыған орай, оның жағымсыз салдардың алдын-алу мақсатында болжаудың тиімді әдістерін әзірлеу туралы мәселе туындайды.

Зерттеу материалдары мен әдістері

2021-2023 жылдар аралығында Жетісу Алатауының солтүстік шығысындағы Шет Тентек, Орта Тентек, Төменгі Тентек өзендерінің орта ағысына үш экспедициялық зерттеулер ұйымдастырылып, сырғыма үрдісі кең тараған өзен аңғарларындағы ашық геологиялық кималардағы тау жыныстарының литологиялық құрамы зерделенді.

Талдау жұмыстары География және су қауіпсіздігі институтының табиғи қауіп-қатерлер зертханасында жүргізіліп, тау аралық ойыстардағы өзен аңғарларының беткейлеріндегі сырғыма үрдісінің жүруіне әсер ететін факторлар анықталды.

Далалық зерттеу нәтижелерін камералық өңдеу барысында, бақылау, салыстырмалы талдау, жинақтау және бағалау әдістері қолданылды.

Зерттеу нәтижелері және талқылау

Сырғыма үрдісінің түзілу заңдылықтарының маңызды өзгерістеріне олардың ырғақтылығы мен белсенділігі, маусымдылығы, бұзылатын

материалдың қуаты мен көлемінің, ауқымының артуы және кенеттен болуы жатады. Осы өзгерістердің барлығы сырғыма үрдісін болжауды қиындатады және жойқын апаттаты жағдайларды туындатады. Айтар ойымызды 2022 жылы мамырдағы Текелі қаласындағы сырғыма салдарынан тұрғын үйдің бұзылуы, адам өміріне қауіп төндіруі дәлелдейді (Л.К. Диденко-Кислицинаның, 2001, Веселованың Л.К, 2007, А.Р. Медеудің, 2011).

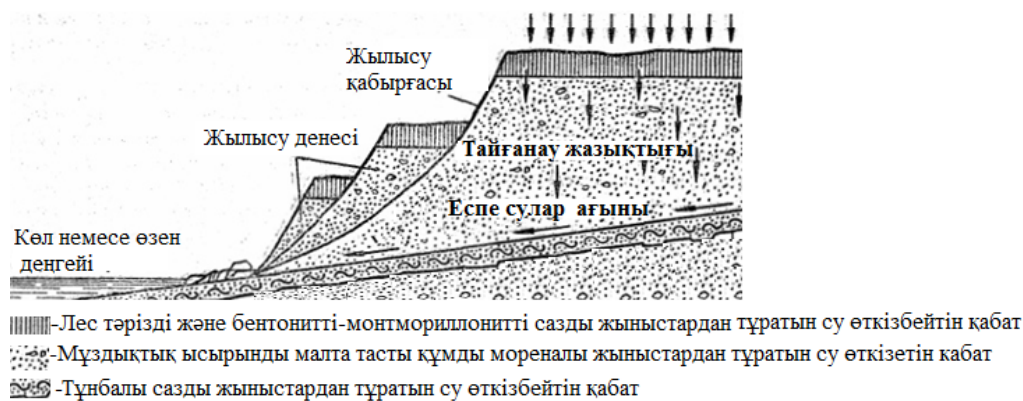
Сырғыма үрдісінен түзілген жер бедерінің шағын пішіндері басым аумақтың бірі ол Жетісу Алатауының солтүстік-шығыс бөлігіндегі Салқынбел тау аралық ойысындағы Сапақ, Бибақан, Тоқжайлау ауылдары орналасқан Шет Тентек, Орта Тентек, Төменгі Тентек өзендер аңғарлары (Физическая карта Джунгарского Алатау, 1985).

2021-2023 жылдар аралығында жүргізілген зерттеулер сырғыма үрдісі ежелгі төрттік мұзбасулардың абляция аймағында түзілген мореналы ысырындылардың бетіне шөккен қалыңдығы 70-100 см аспайтын бентонитті-монтмориллонитті және лесс тәрізді сазды жыныстардың сырғыуынан түзілетінін анықтадық.

Ұйымдастырылған экспедициялық зерттеулер барысында ашық геологиялық қималарда

жүргізілген өлшеулер, тау жыныстарының литологиялық құрамына жасалған талдаулар сырғыма үрдісі әдетте мореналы ысырынды жыныстар бетіндегі суға қаныққан әртүрлі сазды жыныстар массаларының тұтастығы кеміп олардың арасындағы байланыс үзілген жағдайларында ғана басталатынын көрсетті (1-сурет).

Олар әрдайым геологиялық және гидрогеологиялық факторлармен тікелей байланысты, мысалы, су өткізгіш құмды және оның бетіндегі, су өткізбейтін сазды шөгінді жыныстардан тұратын қабаттар кезектесіп және көлбеу орналасқан жағдайда жүзеге асады. Оған Шыбынды (1461 м), Қайаң (2385 м), Бес Бақан (2132м), Жүнжүрек (2586 м) тауларының аралығындағы Салқынбел тау аралық ойысындағы Төменгі Тентек, Орта Тентек, Шет Тентек өзендері алабының орта ағысындағы төрттік мұзбасулар нәтижесінде пайда болған мореналы төбелер мен өзен аңғарларының беткейлеріндегі бентонитті-монтмориллонитті және лесс тәрізді саздардың сырғыуынан түзілген сырғымалар мысал болады. Мұнда су өткізбейтін мореналы қабат сырғанау бетінің қызметін атқарады (Физическая карта Джунгарского Алатау, 1985; Құсайнов С.А., Аубакиров Б.Ж., 2003:185).



1-сурет – Салқынбел тау аралық ойысындағы Тентек өзені аңғарында жүретін сырғыма үрдісінің сызба-нұсқасы

Гравитациялық күштердің әсерінен бөлшектенген суға қаныққан борпылдақ сазды жыныстар көлбеулігі 15-20° асатын сырғанау бетімен бойлай төмен қарай сырғиды. Еркін сырғанау нәтижесінде беткей етегінде жиналған таужыныстардың үйінділері ысырындылар түзіледі (1-сурет).

2021-2023 жылдар аралығында жүргізілген зерттеу нәтижелерінде жинақталған бақылау, өлшеу мәліметтері Тентек өзені аңғарының беткейлерінде жүретін сырғымалар көктем мен жазда еріген қар, жаңбыр суларының сіңуі нәтижесінде өзен аңғарларының беткейінен гравитациялық күштер әсерінен мореналы ысырын-

ды жыныстадың бетіне шөккен суға қаныққан бентонитті-монтморимолитті және лесс тәрізді саздардың едәуір массасының сырғуы нәтижесінде түзілетін алапат деструктивті күшке ие болатынын және автомобиль жолдарына, электр желілеріне үлкен қауіп төндіретінін көрсетті (2-сурет).

Сырғымалардың өздеріне тән ерекше пішіндері болады, олар: а) жоғарғы құлама қабырға және осы қабырғамен шектелген сырғыма циркі; ә) сырғыма бөліктері және алаңша тәрізді сырғыма текшелері.

Сырғанау бетінің орналасу тереңдігіне байланысты олар 1 метрдей беткі, 5 метрге дейін таяз, 20 метрге дейінгі терең және 20 метрден асатын өте терең сырғымаларға бөлінеді. Сырғыма әдетте ылғалға қаныққан саз-балшықты тау жыныстарда қалыптасады. Су олардың та-

бан шегін сабын жаққандай жұмсартып, төмен сырғуына себепкер болады. Әсіресе беткей етегіндегі тіректен айрылса, таужыныстардың сырғыма үрдісінің қарқыны одан әрі арта түседі (Idrisov I.A., Mamaev S.A., Yusupov A.R., Magomedov R.A., 2015:155-159; Кенжеғалиева Б.С., Қарағұлова Р.Қ., Камалбекова А.Н., Алдаберген Ұ.Р., 2020:61-65).

Өзен аңғарларындағы лесс тәрізді саздақты жыныстардың сырғуы елді мекендердің тұрғын үйлеріне, автомобиль жолдарына, сонымен қатар, адам өміріне қауіп төндіреді. Оған 2010-2020 жылдар аралығында Шет Тентек өзені аңғарындағы Қабанбай-Көктұма автомобиль жолының бойындағы суға қаныққан қалың лессі саздақты шөгінділердің беткейден сырғуы нәтижесінде түзілген сырғымалар дәлел болады (2-сурет).



2-сурет – Тоқжайлау ауылының оңтүстік-шығыс шетіндегі Шет Тентек өзені аңғарындағы лесс тәрізді саздақты жыныстардың беткейден сырғуынан түзілген сырғымалар

2021-2023 жылдар аралығында жүргізілген экспедициялық зерттеу нәтижелері сырғымалардың басым бөлігі Шет Тентек өзені аңғарының сол жақ беткейіндегі Тоқжайлау ауылының оңтүстік-батыс, оңтүстік-шығыс, солтүстік шығыс шетінде, Төменгі Тентек өзені аңғарының сол және оң жақ беткейлерінде таралғанын көрсетті. Әсіресе, Сапақ ауылының солтүстік-батыс және Тоқжайлау ауылының оңтүстік және оң-

түстік-батыс шетінде тұрғын үйлер мен Қабанбай-Көктұма автомобиль жолына қауіп төндіруде (Zhou C.H., Yue Z.Q., Leec.F., Zhub.Q. & Wangz.H., 2001:325-332; Есжанова А.С., 2010: 3-7; Благовещенский В.П., 2013:69).

Жүргізілген экспедициялық зерттеулер нәтижесінде сырғымалардың таралған аумақтары мен олардың аудандары анықталды (1-кесте).

1-кестеге жасалған талдау нәтижелері сырғыма үрдісі ежелгі төрттік мұзбасуларының ысырынды мореналы жыныстарының бетіне шөккен бентонитті-монтмориллонитті және лесс тәрізді саздақтар таралған Төменгі Тентек және Шет Тентек өзендері аңғарында басым екенін көрсетті.

Экспедициялық зерттеулер барысында жиналған мәліметтерге жасалған талдаулар сырғыма үрдісі қалыңдығы 60-80 см асатын қар жамылғысы қарқынды еритін және жауын-шашын көп түсетін сәуір-мамыр айларында қарқынды жүреді деген қорытынды шығаруымызға мүмкіндік берді.

1-кесте – Тентек өзені алабының орта ағысындағы сырғыма үрдісі таралған аумақтары

Өзен аңғарлары	Таралған аумағы	Ауданы км ²
Төменгі Тентек өзені	Өзен аңғарының көлбеулігі 15-20° сол жақ беткей	7,57
Орта Тентек	Бибақан ауылының солтүстік-шығысындағы өзен аңғарының көлбеулігі 15-20° оң жақ беткейі	6,89
Шет Тентек	Тоқжайлау ауылы орналасқан өзен аңғарының оңтүстік шығыс, Солтүстік және солтүстік-шығыс шеті	19,3

Себебі, қыстай жауған қар мен көктемгі жауын-шашын суының борпылдақ сазды жыныстарға сіңуі нәтижесінде ылғалға қанығып, мореналы жыныстардың бетімен гравитациялық күштердің әсерінен баяу сырғыйды. Жинақталған мәліметтерге, геоморфолог ғалымдардың тұжырымдарына жасалған талдаулар Тентек өзені алабының орта ағысындағы сырғыма үрдісінің нәтижесінде қозғалған бірнеше ондаған мың текше метр лессі саздақты шөгінділердің Сапақ, Тоқжайлау ауылдарының оңтүстік-батыс және оңтүстік бөлігіндегі тұрғын үйлерді, автомобиль жолын басып қалу, өзен арнасын бөгеу қауіпін төндіруде (Zhang Y., Yang Z., Li L., Liu D., Liao Q. & Wang Y. (2003) 2000: 225-243; Халықов Е. Е., Тоғыс М. М., 2018:15-23).

Айтар ойымызды 1980-1985 жылдар аралығында Төменгі Тентек өзені аңғарының сол жақ беткейі саналатын түпкілікті жағалауында Қабамбай-Көктұма автомобиль жолының шамамен 2-3 шақырымының сырғыма әсерінен бұзылуына байланысты жаңадан жол салынуы, зақымданған жоғары вольтты электр желілерін қауіпсіз аумақтан қайта тартуға тура келуі дәлелдейді (3-сурет).

Салқынбел тау аралық ойысын қоршап жатқан Шыбынды (1461 м), Қайаң (2385 м), Бесбақан (2132м), Жүнжүрек (2586 м) тауларының суайрық жоталары жоғарғы девонның алевритті, тас көмір және пермь дәуірлерінің диабазды, құмтасты, сазды тақтатасты, кремнилі-карбонатты жыныстарынан тұрады (Физическая карта Джунгарского Алатау, 1985; Л.К.Диден-

ко-Кислицина, 2001; Құсайнов С.А., Аубакиров Б.Ж., 2003:185).

Жетісу Алатауының солтүстік-шығыс бөлігіндегі жоғарыда аталған аласа және орташа биік жоталардың аралығын бөліп жатқан Салқынбел тау аралық ойыстың беткі қабаты негізінен Рис және Вюрм мұзбасуларының қайту кезеңінде түзілген ысырынды мореналарынан және мұзбасу аралық кезеңде шөккен біршама жұмсақ бентонитті-монтмориллонитті және лесс тәрізді саздақты жыныстар ірі құрылымды сырғымалардың жүруіне қатысады (Құсайынов С.А., 2012:367; Акпамбетова К.М., Веселова Л.К., 2014:175).

Жетісу Алатауының жер бедері мен геологиялық құрылысын зерттеген белгілі геолог, әрі геоморфолог, ғалым Л.К.Диденко-Кислицинаның зерттеулеріне сәйкес сырғымалардың басым бөлігі Жетісу Алатауының солтүстік-шығыс бөлігіндегі Тентек, Жаманты өзендері аңғарларындағы тектогикалық жарықтар аймағында шоғырланған.

Зерттелетін аумақтардағы беткейлік экзогендік үрдістерге жататын сырғыма (сырғыма үрдісін екі топқа бөлуге болады. Олардың біріншісіне Тоқжайлау ауылының оңтүстік-батыс және оңтүстік-шығыс, шығыс бөлігіндегі Шет Тентек өзені аңғарының сол жақ және оң жақ беткейлерінде байқалатын үш белсенді сырғыма, ал екіншісі Орта Тентек және Төменгі Тентек өзендері аңғарының сол жақ және оң жақ беткейлеріндегі 4 тұрақтанған сырғыма ошақтары анықталды.



3-сурет – Төменгі Тентек өзені аңғарының сол жақ беткейлерінде сырғыма үрдісі тараған аумақтардың ғарыштан түсірілген түсірілімі

- Ескерту: 1. 1980-1985 жылдары сырғыма үрдісінен бұзылған қатты жабынды автомобиль жолы;
2. Бентонитті-монтмориллонитті және лесс тәрізді сазды жыныстардың сырғуынан түзілген сырғымалар;
3. Лесс тәрізді сазды және мореналы жыныстардың сырғуынан түзілген ірі сырғымалар;
4. Төменгі Тентек өзенінің арнасы

2021-2023 жылдар аралығында жүргізілген экспедициялық зерттеу нәтижелері 2012-2020 жылдар аралығында бентонитті монтмориллонитті және лесс тәрізді саздақты шөгінділер басым Шет Тентек өзені аңғарының сол жақ, оң жақ беткейлерінде сырғымалардың белсенділігінің біршама артқаны байқалуда. Ол қазіргі кезеңде Тоқжайлау ауылының шығыс, оңтүстік-шығыс және оңтүстік-батыс шетінде жергілікті тұрғындарға, әлеуметтік-экономикалық нысандарға қауіп төндіретін үш сырғыма ошағы пайда болып, олардың қозғалысы белсенділігі артуда. 11-13 жыл ішінде сырғыған тау жыныстарының сырғыма қабырғасының биіктігі 1,8-2 м, бірнеше бөліктен тұратын сырғыма денесінің ені 8-10 м жетіп шамамен 40-50 м ығысыты. Қазіргі кезеңде Қабанбай-Көктұма автомобиль жолынан небары 12-14 м қалды (2-сурет).

Сапақ ауылының солтүстік-батыс шетіндегі сырғымалардың ең ірісінің ұзындығы 60м, сырғыма қабырғасының биіктігі 1,2 м құрайды. Жүргізілген зерттеулер жоғарыда аталған аумақтағы сырғымалар 1973-1975 жылдар аралығында басталып 2000 жылға дейін созылды. Қазіргі кезеңде қозғалысы баяулаған.

Сапақ ауылының солтүстік-батыс шетіндегі сырғымалар үрдісінің белсенді дамуының бірін-

ші себебі сіңген еріген қар, көктемгі жаңбыр суларына қаныққан бентонитті-монтмориллонитті және лесс тәрізді саздақты жыныстардың лайға айналып, мореналы шөгінділердің бетімен баяу сырғуы (Когур О., 2004:13-35; Медеу А.Р., 2011; Благовещенский В.П.,2013)

Екіншісі, тектоникалық жарықтар аймағында қазіргі кезеңдегі жер қыртысындағы баяу қозғалыстардың әсері. Оған Сапақ ауылының солтүстік-батыс шетіндегі Қабанбай-Көктұма автомобиль жолынан 400-500 м қашықтықтағы сазды және мореналы жыныстарының қозғалуына түзілген сырғыма қабырғасының биіктігі 1-1,5 м, сырғыма денесінің ені 8-10 м, ұзындығы 60-70 м дейін жететін сырғыма үрдісі мысал болады (Акпамбетова К.М., Веселова Л.К., 2014:175; Есжанова А.С., 2010: 3-7; Alford, D. and Schuster, R.L., 2000:120-132).

Қорытынды

2021-2023 жылдар аралығында Тентек өзені алабының орта ағысындағы Салқынбел тау аралық ойысында жүргізілген экспедициялық зерттеулер беткейлік экзогендік бедер түзуші үрдістерге жататын сырғымалардың пайда болып дамуына жылдық орташа мөлшері 500-700

мм асатын жауын-шашынның мол түсуі, жерасты еспе суларының қозғалыстары мореналық ысырындылар бетіне шөккен ылғалға қаныққан бентонитті-монтмориллонитті және лесс тәрізді борпылдақ саздақты жыныстардың бөлшектеніп беткейлерден сырғуына әсер ететінін көрсетті.

Жинақталған мәліметтерге жасалған талдаулар зерттелген аумақтағы өзен аңғарларының беткейлеріндегі сырғыма үрдісіне әсер ететін төменде көрсетілген негізгі факторларды анықтауға мүмкіндік берді.

1. Көлбеулігі 15°-20° асатын өзен аңғарларының беткейіндегі сырғымалар негізінен қалыңдығы 0,8-1,5 м аспайтын мореналық ысырындылардың бетіндегі бентонитті-монтмориллонитті және лесс тәрізді шөгінділердің ұзақ жауған жаңбыр, еріген қар суынан ылайға айналу нәтижесінде гравитациялық күштердің әсерінен сырғуы нәтижесінде түзіледі.

2. 2010-2020 жылдар аралығында Шет Тентек өзені аңғарының сол жақ және оң жақ беткейлерінде сырғыма үрдісінің күшейіп, таралған аумағының артуын жауын-шашын мөлшерінің артуы мен қатар еспе сулар деңгейінің көтеріліп, бентонитті-монтмориллонитті және лесс тәрізді шөгінділерді қосымша ылғалдандыруымен түсіндіруге болады.

3. Төменгі Тентек, Орта Тентек, Шет Тентек өзендері аңғарларының беткейлерінде жүретін сырғыма үрдісіне зерттелетін аумақтағы жарықтар аймағында қазіргі тектоникалық қозғалыстардың жүруіде әсер етеді.

Жоғарыда аталған себептерге жасалған талдаулар сырғымалардың қозғалысының белсенділігін арттыруына борпылдақ шөгінді саздақты жыныстары қабаттарының беріктігі төмендеп, бөлшектенуі әсер етеді деген қорытынды шығаруымызға болады.

Сырғымалардың алдын алу үшін оларды тоқтатудың төменде көрсетілген бірқатар шараларын жүзеге асыру қажет. Өсімдіктердің жойылуына әкеп соғатын малды тиімсіз жаюдың, беткейлерден су ағатын арықтар жасауға, қауіпті аумақта құрылыстар салуға, тау жыныстарының қозғалыстарына әсер ететін жарылыстар жүргізуге тиім салу қажет.

Тентек өзені алабының орта ағысында сырғыма үрдісінің қауіпін азайту, алдын алу мақсатында мемлекет тарапынан қолдау көрсетіп, табиғатты тиімді пайдалану қағидаларын сақтап, табиғат қорғау және тұрғын үйлер мен әлеуметтік-экономикалық маңызы бар инфрақұрылымдарын қорғау шараларын жүзеге асыруы тиіс.

Әдебиеттер

Акпамбетова К.М., Веселова Л.К. Жалпы геоморфологияның терминологиялық түсіндірме сөздігі. Алматы, РБК. 2014.- 175 б.

Благовещенский В.П. Оценка и картографирование природных опасностей и рисков в горных районах Казахстана // Материалы международной конференции «Горные угрозы 2013». Природные катастрофы, изменение климата и вода в горных районах. – Бишкек, 2013. – 69 с.

Веселова Л.К., Қалықова Р.У. Жалпы геоморфология. Алматы: Қазақ университеті. 2007.-340 б.

Диденко-Кислицина Л.К. Кайнозой Юго – Восточного Казахстана: Геоморфология, Новейшая тектоника. История формирования рельефа и осадконакопчений, палеоэкология. Ч 1. Алматы, Ғылым, 2001. -183 с.

Есжанова А.С. Классификация экзогенных процессов в связи с оценкой геоморфологического риска (на примере юго-востока Казахстана) // Вестник КазНТУ. – Алматы, 2010. – No 4. – С. 3-7.

Кенжеғалиева Б. С., Қарағұлова Р. Қ., Камалбекова А. Н., Алдаберген Ұ. Р. Некоторые особенности развития опасных природных процессов в Иле Алатау/ Вопросы географии и геоэкологии №1 2020. – С.61-65.

Құсайынов С.А., Аубакиров Б.Ж. Төрттік геологиясы. –Алматы: Қазақ университеті, 2003.-185 б.

Құсайынов С.А. Жалпы геоморфология. – Алматы: Дәуір, 2012. – 367 б.

Медеу А. Р. Селевые явления Юго-Восточного Казахстана: Основы управления. –Алматы, 2011. –Т. 1. –284 с

Физическая карта Джунгарского Алатау. М 1:500 000.-М.: ГУГК, 1985.

Халыков Е. Е., Тоғыс М. М. Жетісу өңіріндегі жыралық эрозия мен басқа да бедер түзуші үдерістердің мониторингі/ География және геоэкология мәселелері №4 2018. 15-23 б.

Alford, D. and Schuster, R.L. (eds.) (2000) Usoi Landslide Dam and Lake Sarez—An Assessment of Hazard and Risk in the Pamir Mountains, Tajikistan, United Nations, Geneva, ISDR Prevention Series No. 1, 113. pp 120-132.

Bianchini S., Herrera G., Mateos R., Notti D., Garcia I., Mora O., Moretti S. Landslide activity

Cigna F., Bianchini S., Casagli N. How to assess landslide activity and intensity with Persistent Scatterer Interferometry (PSI): The PSI-based matrix approach // Landslides. 2013. V. 10. P. 267–283. <https://doi.org/10.1007/s10346-012-0335-7>.

Idrisov I.A., Mamaev S.A., Yusupov A.R., Magomedov R.A. Landslide processes in Dagestan in the 21st century. Trudy instituta geologii Dagestanskogo nauchnogo tsentra RAN [Proceedings of the Institute of Geology, Dagestan Scientific Centre, Russian Academy of Sciences]. 2015, no.64, pp. 155-159.

- Korup O. (2004) – Geomorphometric characteristics of New Zealand landslide dams. *Engineering Geology*, 73: pp. 13-35.
- maps generation by means of Persistent Scatterer Interferometry // *Remote Sensing*. 2013. V. 5. P. 6198–6222.
- Mondini A., Guzzetti F., Chang K.-T., Monserrat O., Martha T.R., Manconi A. Landslide failures detection and mapping using Synthetic Aperture Radar: Past, present and future // *Earth-Science Reviews*. 2021. V. 216. Art. No. 103574. 33 p. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103574>.
- Moretto S., Bozzano F., Mazzanti P. The Role of Satellite In-SAR for Landslide Forecasting: Limitations and Openings // *Remote Sensing*. 2021. V. 13. Art. No. 3735. 33 p. <https://doi.org/10.3390/rs13183735>.
- Zhang Y., Yang Z., Li L., Liu D., Liao Q. & Wang Y. (2003) – A super-large landslide in Tibet in 2000: background, occurrence, disaster, and origin, *Geomorphology*, 54: pp 225-243
- Zhou C.H., Yue z.Q., Leec.F., Zhub.Q. & Wangz.H. (2001) – Satellite image analysis of a huge landslide at Yi Gong, Tibet, China. *Quat. Journal Eng. Geol. and Hydrogeol.*, 34: pp 325-332.

References

- Akpambetova K.M, Veselova L.K. “Terminological interpretation of general geomorphology”. [Almaty, RBC],):- 175 p. (2014):- (In Kazakh)
- Alford, D. and Schuster, R.L. (eds.) *Usoi Landslide Dam and Lake Sarez—An Assessment of Hazard and Risk in the Pamir Mountains, Tajikistan*, United Nations, Geneva, ISDR Prevention Series No. 1, 113. pp 120-132. (2000)
- Bianchini S., Herrera G., Mateos R., Notti D., Garcia I., Mora O., Moretti S. [Landslide activity Blagoveshchensky V.P. “Assessment and mapping of natural dangers and risks in the mountainous regions of Kazakhstan” // *Materials of the International Conference “Mountain Threats 2013”*. [Natural disasters, climate change and water in mountainous areas]. – Bishkek, – 69 p. (2013): (In Russian)
- Cigna F., Bianchini S., Casagli N. [How to assess landslide activity and intensity with Persistent Scatterer Interferometry (PSI): The PSI-based matrix approach] // *Landslides*. (2013). V. 10. P. 267–283. <https://doi.org/10.1007/s10346-012-0335-7>.
- Didenko-Kislitsina L.K. “Kainozo Yugo – Vostochny Kazakhstan: Geomorphology, Newsiah Tectonics”. [Istoria formatted terrain and essadconapenium, Paleecology]. Ch 1. Almaty, science, . -183 p. (2001): (In Russian).
- Eszhanova A.S. “Classification of exogenous processes in connection with the assessment of geomorphological risk (for the example of southeast of Kazakhstan)” // *Bulletin of KazNTU*. -Almaty, -No 4.-S. 3-7. (2010): (In Russian)
- Halykov E. E., Togys M. M. “Monitoring of song erosion and other relief processes in Zhetysu region” // *Geography and geocology issues №4* p. 15-23. (2018): (In Kazakh)
- Idrisov I.A., Mamaev S.A., Yusupov A.R., Magomedov R.A. “Landslide processes in Dagestan in the 21st century. Trudy instituta geologii Dagestanskogo nauchnogo tsentra RAN” [Proceedings of the Institute of Geology, DagestanScientific Centre, Russian Academy of Sciences]. no.64, pp. 155-159. (2015): (In Russian).
- Kenzhekaliyeva B.S., Karakulova R. K., Kamalbekova A.N., Aldbergen U. R. [Some features of the development of hazardous natural processes in Ile Alatau] // *Questions of Geography and Geocology No. 1*.-P.61-65. (2020): (In Russian)
- Korup O. – Geomorphometric characteristics of New Zealand landslide dams. *Engineering Geology*, 73: pp. 13-35. (2004)
- Kusainov S.A, Aubakirov B.Zh. [Quaternary geology]. – Almaty: Kazakh University, .-185 p.(2003): (In Kazakh)
- Kusainov S.A. “General geomorphology”, [Almaty: era], – 367 p. (2012): – (In Kazakh)
- maps generation by means of Persistent Scatterer Interferometry] // *Remote Sensing*. (2013). V. 5. P. 6198–6222.
- Medeu A. R. “Selevy Yuntuing Yugo Vostochogo Kazakhstan”, [Own Control. -t. 1]. Almaty-284 p, (2011): (In Kazakh)
- Mondini A., Guzzetti F., Chang K.-T., Monserrat O., Martha T.R., Manconi A. [Landslide failures detection and mapping using Synthetic Aperture Radar: Past, present and future] // *Earth-Science Reviews*. (2021). V. 216. Art. No. 103574. 33 p. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103574>.
- Moretto S., Bozzano F., Mazzanti P. [The Role of Satellite In-SAR for Landslide Forecasting: Limitations and Openings] // *Remote Sensing*. (2021). V. 13. Art. No. 3735. 33 p. <https://doi.org/10.3390/rs13183735>.
- Physical map of Dzungarian Alatau. M 1: 500 000.-M.: GUGK, (1985): (In Russian).
- Veselova LK, Kalykova R.U. “General geomorphology”, [Almaty: Kazakh University], -340 p. (2007): (In Kazakh)
- Zhang Y., Yang Z., Li L., Liu D., Liao Q. & Wang Y. – A super-large landslide in Tibet in 2000: background, occurrence, disaster, and origin, *Geomorphology*, 54: pp 225-243, (2003)
- Zhou C.H., Yue z.Q., Leec.F., Zhub.Q. & Wangz.H. Satellite image analysis of a huge landslide at Yi Gong, Tibet, China. *Quat. Journal Eng. Geol. and Hydrogeol.*, 34: pp 325-332. (2001)

Zh.G. Berdenov^{1,*} , **Jan A. Wendt²** ,
R.Z. Safarov¹ , **Zh.O. O zgeldinova¹**

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan, Astana

²University of Gdańsk, Poland, Gdańsk

*e-mail: berdenov-z@mail.ru

FACTORS OF FORMATION OF STEPPE LANDSCAPES OF AKTOBE REGION

The article is devoted to the study of regional features of the steppe landscape structure of the Aktobe region. For a comprehensive analysis of the studied territory, a specialized landscape geoinformation system of the regional level was formed using GIS technology. The spatial data base was based on the characteristics of the components of the natural environment of the studied territory, exposed to annual anthropogenic impact. For the purposes of landscape analysis of the territory, we have formed a specialized landscape geoinformation system at the regional level of GIS generalization, based on the ArcGIS10.4.1 software. By such a GIS system, we mean an interactive system capable of collecting, systematizing, storing, processing, evaluating, displaying and distributing data and acting as a means of obtaining on its basis new information and knowledge about space-time phenomena. The study consists of several stages: generalization of analytical data, creation of a landscape map using the tools of overlay layers of ArcGIS, where the layers characterize the landscape structure component-by-component, as well as SRTM satellite images were used to create a digital relief model of the Aktobe region. The obtained research results mapping the steppe landscapes of the Aktobe region serve as a basis for studying the ecological situation of the territory, as well as assessing the structure of the studied territory.

Key words: geosystem, landscape, anthropogenic factors, natural factors, steppe landscapes, GIS, landscape map.

Ж.Г. Берденов^{1,*}, Ян А. Вендт², Р.З. Сафаров¹, Ж.О. Озгелдинова¹

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, Астана қ.

²Гданьский мемлекеттік университеті, Польша, Гданьск қ.

*e-mail: berdenov-z@mail.ru

Ақтөбе облысының дала ландшафттарының қалыптасу факторлары

Мақала Ақтөбе облысының дала ландшафты құрылымының аймақтық ерекшеліктерін зерттеуге арналған. Зерттелетін аумақты кешенді талдау үшін ГАЖ технологиясын қолдана отырып, аймақтық деңгейдегі мамандандырылған ландшафттық геоақпараттық жүйе құрылды. Кеңістіктік мәліметтер базасы жыл сайынғы антропогендік әсерге ұшырайтын зерттелетін аумақтың табиғи ортасының компоненттерінің сипаттамалары негізінде жасалды. Аумақты ландшафттық талдау мақсатында біз ArcGis10.4.1 бағдарламалық қамтамасыз ету негізінде ГАЖ жалпылаудың аймақтық деңгейінің мамандандырылған ландшафттық геоақпараттық жүйесін құрдық. Мұндай ГАЖ жүйесі арқылы біз деректерді жинауды, жүйелеуді, сақтауды, өңдеуді, бағалауды, картаға түсіруді және таратуды жүзеге асыра алатын және оның негізінде кеңістіктік-уақыттық құбылыстар туралы жаңа ақпарат пен білім алу құралы ретінде әрекет ететін интерактивті жүйе ретінде түсінеміз. Зерттеу бірнеше кезеңнен тұрады: талдамалық деректерді жинақтау, ArcGis қабаттарын қабаттастыру құралдарын пайдалана отырып, ландшафттық картаны жасау, мұнда қабаттар ландшафттық құрылымды құрамдас түрде сипаттайды, сондай-ақ Ақтөбе облысының рельефінің цифрлық моделін жасау үшін SRTM ғарыштық суреттері пайдаланылды. Зерттеу нәтижелері Ақтөбе облысының дала ландшафттарын картаға түсіру аумақтың экологиялық жағдайын зерттеуге, сондай-ақ зерттелетін аумақтың құрылымын бағалауға негіз болады.

Түйін сөздер: геожүйе, ландшафт, антропогендік факторлар, табиғи факторлар, дала ландшафттары, ГАЖ, ландшафт картасы.

Ж.Г. Берденов^{1*}, Ян А. Вендт², Р.З. Сафаров¹, Ж.О. Озгелдинова¹

¹Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Казахстан, г. Астана

²Гданьский государственный университет, Польша, г. Гданьск

*e-mail: berdenov-z@mail.ru

Факторы формирования степных ландшафтов Актыобинской области

Статья посвящена изучению региональных особенностей степной ландшафтной структуры Актыобинской области. Для комплексного анализа исследуемой территории была сформирована специализированная ландшафтная геоинформационная система регионального уровня с помощью ГИС-технологии. База пространственных данных составлялась на основе характеристик компонентов природной среды изучаемой территории, подвергающие ежегодному антропогенному воздействию. Для целей ландшафтного анализа территории нами была сформирована специализированная ландшафтная геоинформационная система регионального уровня генерализации ГИС, на основе программного обеспечения ArcGis10.4.1. Под такой системой ГИС мы понимаем интерактивную систему, способную реализовать сбор, систематизацию, хранение, обработку, оценку, отображение и распространение данных и выступающую как средство получения на ее основе новой информации и знаний о пространственно-временных явлениях. Исследование состоит из нескольких этапов: обобщение аналитических данных, создание ландшафтной карты с использованием инструментариев наложения слоев ArcGis, где слои характеризуют покомпонентно ландшафтную структуру, а также для создания цифровой модели рельефа Актыобинской области использовались космические снимки SRTM. Полученные результаты исследований картографирование степных ландшафтов Актыобинской области служат основой для изучения экологической обстановки территории, а также оценки структуры исследуемой территории.

Ключевые слова: геосистема, ландшафт, антропогенные факторы, природные факторы, степные ландшафты, ГИС, ландшафтная карта.

Introduction

At the end of the XX-th century, economic activity has significantly changed the natural landscapes within the borders of the Aktobe region. The anthropogenic impact on the environment has been a subject of extensive research, revealing significant consequences for ecosystems and natural processes. Anthropogenic activities, such as habitat destruction, overexploitation of resources, and introduction of invasive species, have led to a rapid decline in biodiversity. Species extinction rates have accelerated, disrupting ecosystems and diminishing their resilience. The release of pollutants into air, water, and soil, including industrial emissions, agricultural runoff, and plastic waste, has caused widespread environmental pollution. This pollution negatively affects human health, aquatic life, and terrestrial ecosystems.

Studying geosystems in conditions of anthropogenic impact is a difficult task. An integrated approach should be applied as a result of considerable complexity in the geoecological (landscape-ecological) study of geosystems. It should include several interrelated stages of the study (Lastochkin A.N., 2011: 980; Gel'dyeva G.V., Veselova L.K., 1992: 172; Homyakov P.M., Konishchev V.N., Pegov S.A., Smolina S.G., Homyakov D.M., 2000: 382).

Any type of human activity leads to changes in the components of the natural environment, but the magnitude of the impact depends on the type of activity and the scale of the impact. According to S.P. Gorshkov, the following types of anthropogenic activities can be distinguished: agricultural; forestry; water resources management; mining; communications and transport (outside the city); urban-industrial; entertainment and military.

In the historical process of human development, the anthropogenic impact on natural complexes has changed both in its intensity and in terms of impact factors. We use the concept of "anthropogenic load" When characterizing the anthropogenic impact on a certain time period (year) (Isachenko A.G., 2008: 320).

Anthropogenic load is a quantitative measure of the impact on the geosystem or its components, expressed in natural absolute or relative values and referred to the period during which the impact remained stable.

Anthropogenic modification is a change in one or two components of a natural geosystem under the influence of human economic activity.

Anthropogenic transformation is the creation of a new quality, the formation of a structural transformation of the natural geosystem with a radical change in its components.

Anthropogenic impact can affect various components of geosystems: soil, subsoil, vegetation, water bodies, fauna. It can have a different scale of impact (global, regional, local) and its intensity, the degree of danger, vary in the duration of exposure (long-term, short-term) and the nature of the impact (direct, indirect) (Muller F., Steinhardt U., 2003: 215-216; Isachenko A.G., 1980: 220).

As a result of anthropogenic impact on the landscape:

- the quality of landscape components deteriorates;
- inter-component connections in geosystems are broken or changed;
- the natural resources of the landscape are decreasing;
- environmental conditions are deteriorating;
- the quantity decreases and the quality of products deteriorates.

Materials and methods

Modern geosystems are usually divided into two main classes – natural and anthropogenic. Currently, on the one hand, there are no natural geosystems left that are not subject to anthropogenic influences to one degree or another, and on the other hand, there is a natural component in any anthropogenic system. Therefore, L.I. Mukhina considers the division of natural and anthropogenic principles of geosystems to be very conditional. In her opinion, the essence of modern geosystems is that they are NAG (natural-anthropogenic geosystems), having a dual qualitative certainty. The ecological situation in natural and anthropogenic systems depends on many factors: on natural conditions and the degree of resistance of geocoecosystems to anthropogenesis, on the nature and intensity of anthropogenic impact on the environment, on the reaction of the population to the manifestation of anthropogenesis, etc.

All these factors determining the properties of geocoecosystems as the living environment of people are distributed irregularly in the space of the geographical envelope. The role of technogenesis is great and diverse in the formation of ecological situations of natural and anthropogenic systems, which makes it necessary to know the regional features of technogenic impact on the natural environment and its management. There is a very close connection between the manifestation of anthropogenesis and the specifics of local physical and geographical conditions (Mil'kov F.N., 1986: 224).

Currently, the issues of regulation anthropogenic impacts on the landscape are relevant. Considering the Current state of the problem of normalizing anthropogenic loads on the landscape, T.D. Alexandrova (Aleksandrova T.D., 1990: 46-54) notes the need to take into account the features of spatial differentiation of the geographical envelope, but does not concern the structure of anthropogenic modifications of the landscape itself. The spatial aspect of regulation is related to the regional features of the landscape structure, which determine the magnitude of the economic potential of landscapes, the possibility of using natural resources, taking into account limiting natural factors (primarily load resistance). There are interesting developments in the field of landscape regulation by V.V. Ryumin. They proposed the norms of the structure of the anthropogenic landscape, that is, the areas that certain landscapes can occupy in conditions of anthropogenic use.

Today, a new direction in geographical science is rapidly developing – the study of landscapes under conditions of anthropogenic impact, which makes it possible to assess the extent of the use of the natural environment. In addition, the study of the processes occurring in landscapes in connection with their economic development makes it possible to assess, provide and exclude harmful consequences and find ways to optimally use landscapes (Beruchashvili N.L., Zhuchkova V.K., 2007: 203-218).

For the purposes of landscape analysis of the territory, we have formed a specialized landscape geoinformation system of the regional level of GIS generalization (Dueker K.J., URL 4: 2023), based on the ArcGIS10.4.1 software. By GIS system is understood an interactive system, capable of collecting, systematizing, storing, processing, evaluating, displaying and distributing data and acting as a means of obtaining on its basis new information and knowledge about spatio-temporal phenomena (Geospatial Analysis – a comprehensive guide, URL 1: 2023).

Several software products were used as means of entering information: ArcCatalog and its utilities – when entering spatial objects; Excel – digital data. The visualization process was provided by the ArcGIS software package, and spatial modeling and forecasting were provided by ArcMap programs.

The next step is to combine all the data into ArcGIS10.4.1 software (Tikunov V.S., 2005: 480). All information layers were combined within one database (Figure 1).

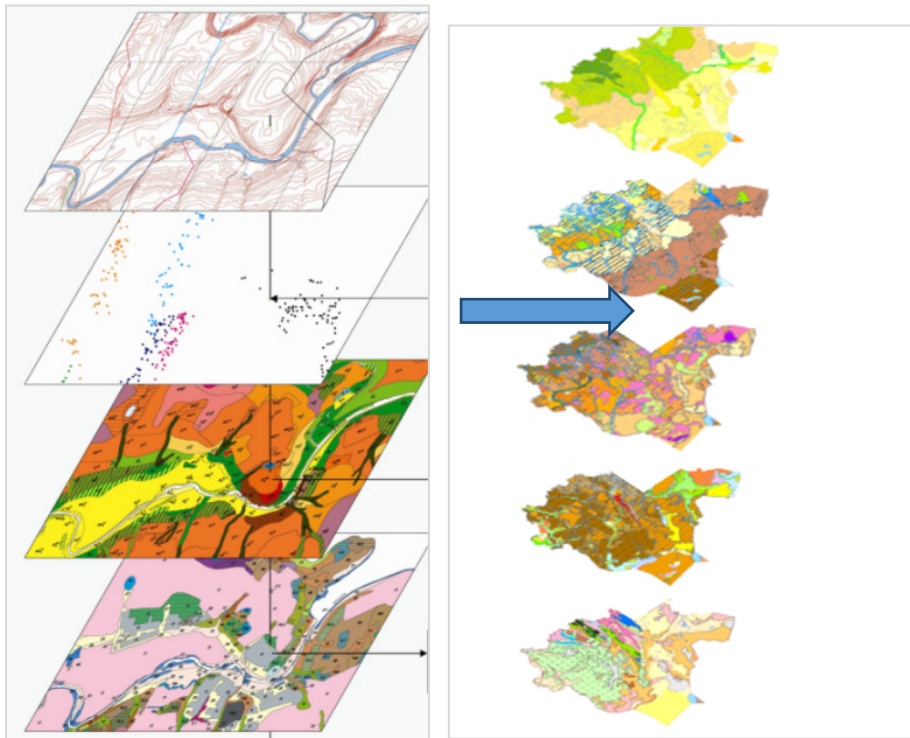


Figure 1 – Component-wise overlay of maps of creating a landscape map

At the stage of creating a landscape map, the principle of catenarity of the landscape structure was used. In the course of the work, the initial information was cleaned to remove small contours formed as a result of an inaccurate coincidence of boundaries transferred from maps created by different authors.

The Aktobe Region, is located in the western part of Kazakhstan. It is situated between approximately 47.5 to 53.5 degrees north latitude and 56.0 to 64.0 degrees east longitude. This region encompasses a diverse landscape that includes vast steppes, arid desert areas, and the Ural River, which serves as its western boundary. Aktobe Region is characterized by its strategic location in the western part of Kazakhstan, bordering Russia to the north and west, and several other regions of Kazakhstan to the east and south. The region's territory is 300,629 km², population 904,469 people.

Results and discussion

Depending on the characteristics of the geographical location of the region, the nature of nature is determined by the sharply continental climate, the shortage and uneven distribution of water resources, and the predominance of arid and semi-arid

landscapes. The diversity of natural conditions is characterized by the scale of the region's territory. Most of the region's territory is occupied by steppe plains; in the north are the southern spurs of the Ural Mountains. The Mugalzhar Mountains stretch in the central part.

The territory of Aktobe region is characterized by the predominance of hilly-plain spaces – plateaus and high plains. Figure 2 shows a physical and geographical map and the stages of creating the relief of the Aktobe region. To create a relief map, we used satellite images SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) – radar topographic survey, the coverage of which covers a large area of the earth's surface, with the exception of the northernmost, as well as oceans.

According to the original data of SRTM images, the necessary fragments for the study area were loaded using a grid-mapping (Figure 3).

1. Raster data sets were combined into one raster data set (ArcToolbox – Data Management – Raster – Raster Data Set – Mosaic)

2. Using the relief drawing function, we get an improved visual representation of the surface of the selected area (along the border of the Aktobe region) (Spatial Analyst – Surface – drawing)

3. Cut this study area from the images using the input objects as the cutting geometry

4. 4. The product of the image classification
5. 5. Construction of isolines for relief expression (Spatial Analyst –Surface – Isolines)
6. 6. The analysis of the obtained relief map of the Aktobe region allows us to conclude that the predominance of surfaces in the relief in the range of 100-200 m (more than 50% of the territory area). The maximum height is 650 m, the minimum height

is up to 100 m (Novakovskij B.A., Permyakov R.V., 2019: 175).

In the west, the region’s territory borders on the Caspian Lowland, in the south on the Ustyurt Plateau, on the southeast on the Turan Lowland, and on the north on the southern spurs of the Ural Mountains. Most of the region is a plain divided by river valleys 100-200 m high.

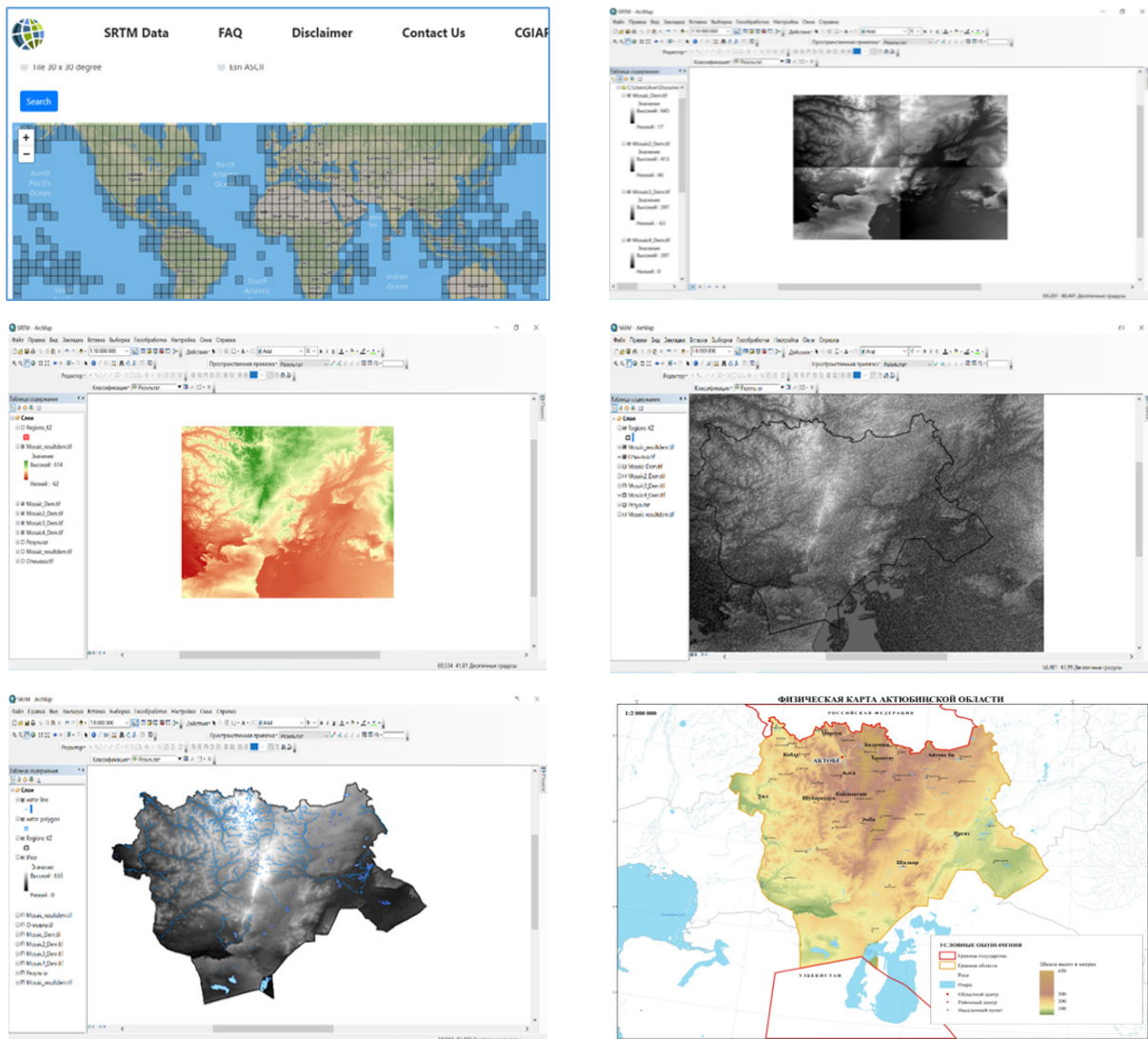


Figure 2 – Stages of creating a map and a map of the modern relief of the Aktobe region

The region’s inland position and the severe continental climate have led to a scarcity of surface water resources. The hydrographic network in this area is associated with the catchment areas of the Caspian and Aral Seas, as well as regions lacking local river flow. With the exception of the

Zhaiyk, Torgay, and Ulkeyk (Ulkeyak) rivers, all rivers in the region originate within its boundaries. The total surface water resources are estimated at approximately 3.25 cubic kilometers in an average water year, consisting of 2.83 cubic kilometers of local runoff and 0.65 cubic kilometers in low-water

years, including 0.41 cubic kilometers of local runoff.

There are more than 1,700 lakes in the region, of which 227 have an area of more than 1 km. The largest lakes are Zharkol, Baytakkol and Kurdym. Lakes for the most part are drainless shallow reservoirs, taking saucer-shaped depressions. Elongated lakes of erosive origin are located in the river valleys. Lakes, like rivers, are fed by atmospheric precipitation. In dry years, their level drops sharply, and some dry up completely, and in wet years they greatly increase in volume (URL 2: 2023).

Due to the water content of the Irgiz and Torgai rivers, all lakes are subject to significant fluctuations in the hydrological regime. The size and depth of lakes depend on the degree of their filling with water. The phenomena of swelling and overflow are cyclical.

In dry steppe conditions, all rivers of the territory under consideration play an important role as a source of water supply to settlements, land irrigation and livestock irrigation.

The main rivers of the region are Sagiz (510 km), Kobda, Emba (712 km), Ulkayak (349 km), Ilek (623 km). There are large rivers Torgai (825 km), Oil (800 km), Zhem (712 km), Yrgyz (593 km), Or (314 km) within the territory of the region.

The steppe region encompasses over 50% of Aktobe Region's land area and encompasses the Podural and Torgai plateaus, as well as the Mugalzhhar massif. This vast expanse can be further categorized into four subzones, running from north to south:

- Arid steppe, featuring feather grass on southern chernozem soils.
- Moderately dry turf-grass steppe, characterized by dark chestnut soils.
- Dry xerophytic grass-turf-grass steppe, found on chestnut soils.
- Wormwood-turf-grass steppe, distinguished by its presence on light chestnut soils.

Xerophytes predominate among the forbs: Galium, Potentilla, Phlomis tuberosa, noble yarrow, etc. There are a number of salt-tolerant species: Artemisia lercheana and Artemisia glauca, Kochia, Goniolimon tataricum, Tanacetum millefolium, Galatella. Feather-grass steppes are distributed in small hills on shaded soils, the vegetation of which included Stipa rubens, pennata, capillata, as well as Festuca, Helictotrichon desertorum, Koeleria и forbs (Rachkovskaya E.I., Ogar' N.P., Marynich O.V., 2012: 850-861).

Along with shrubs (Calligonum, Nitraria, sand acacia, astragalus) and black and white saxaul, semi-shrubs (teresken, Kochia, Artemisia and steppe grasses – Stipa pennata, Stipa capillata, sareptana, Festuca beckeri) take a large part in the vegetation cover.

Couch grass, reed, smallweed, Bolboschoenus, Carex, Puccinellia, Aeluropus predominate in meadows.

The latitude of the region's territory from north to south and from east to west, the flatness of the relief, the unevenness of the lithological and geological structure and the variety of conditions for the formation of groundwater determined the nature of the soil cover of the region. groundwater. territory. Aktobe region. For the region, as well as for the whole of Kazakhstan, a characteristic feature of soils is a strong complexity associated with the diversity of soil-forming rocks and the variety of conditions for the formation, formation and movement of groundwater. One of the main characteristics of soils in the region is the precise determination of the latitudinal zone of their territorial position.

Among the natural regionally specific factors that have a significant negative impact on the ecological situation, it is necessary to single out desertification, which a number of settlements are located in the zone of influence.

At present, the Aktobe region holds the leading position in Kazakhstan in terms of the magnitude and extent of human-induced influence on the natural environment. This prominence can be attributed to the enduring repercussions of historical industrial and agricultural activities within the region, ongoing robust hydrocarbon production, and the discernible effects of global environmental perturbations affecting the Aral ecosystem in this area.

The Aktobe region boasts abundant mineral resources, contributing substantially to Kazakhstan's mineral reserves. This region holds exclusive deposits of various minerals: 46.2% of the nation's chromite ores, 28.3% of nickel, 12% of titanium, 5.9% of cobalt, 5.6% of zinc, 3.6% of copper, 1.8% of gold, and 1.8% of bauxite. Mining activities have been ongoing for numerous decades, and the extensive scale of these operations has led to significant environmental pollution. (Website of Akimat of Aktobe region, URL 3: 2023).

At present, the primary contributors to environmental contamination in the Aktobe region encompass activities such as oil extraction, oil refining, transportation operations, chemical manufacturing, as well as the food, meat, and dairy industries, along

with transport-related activities. In recent years, drilling, well development, and oil production have proceeded continuously. Throughout this period, oil fields and their surrounding areas have experienced

substantial anthropogenic pollution, with the most significant impacts observed in the degradation of soils, contamination of groundwater and surface waters, as well as the disruption of local ecosystems.

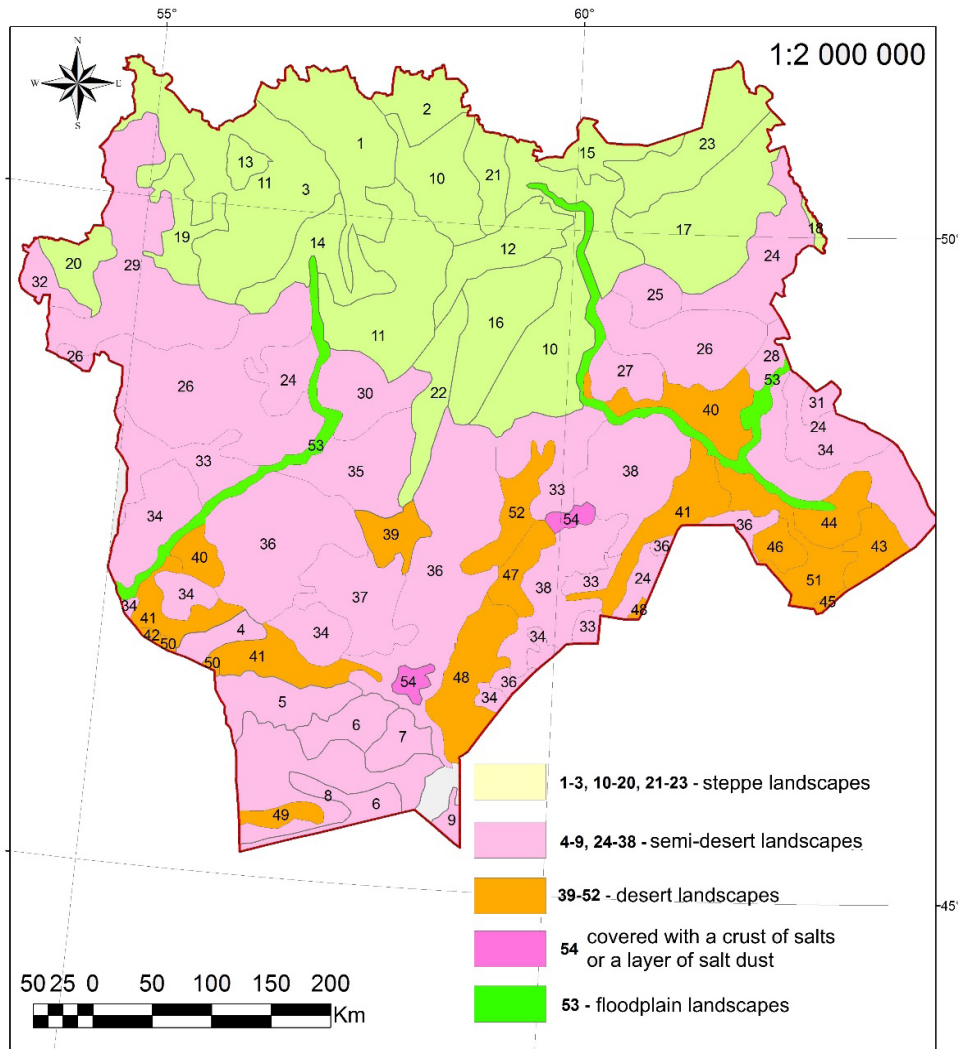


Figure 3 – Landscape zoning of Aktobe region

Some of the problematic issues are included in the register of environmental problems of Kazakhstan, and their solution is important not only for the Aktobe region, but also for the entire western region:

- pollution of the Ilek river by boron in the Aktobe region;
- pollution by ownerless waste of the industrial site of the former Alginsky chemical plant;
- contamination of the Ilek river by hexavalent chromium in the Aktobe region. Pollution of the

Ilek river by untreated wastewater of Akbulak JSC of Aktobe;

- emergency condition of the complex of treatment facilities in Aktobe;
- movement of sand on the territory;
- pollution of the air basin;
- problem of solid household waste;
- contamination of land by overburden dumps by mining enterprises.

Within Aktobe region, 53 landscapes were identified on the map and organized into a hierarchical

systematics as a result of their typological grouping with subsequent structural and genetic classification (Figure 3).

Steppe landscapes (1-3, 10-23) occupy more than half of the study area, covering the Torgai and Podural plateau, as well as the Mugalzhar massif.

In the northern part of the chernozem belt, the thickness of the chernozem layer reaches 70-80 cm, humus content up to 9%. Southward the layer of chernozem decreases, the amount of humus also decreases (up to 6%).

To the south of the chernozems, between 52° and 48°N, there are chestnut soils subdivided into dark chestnut soils of moderately dry steppe, typical chestnut soils of dry steppe and light chestnut soils of semidesert (Table 1).

Semidesert zone landscapes (4-9, 24-38). The climate of the semideserts is dry, much drier than in the northern zones.

The main soils of the semidesert zone are light chestnut soils. They differ from dark chestnut soils by lower humus content. In the upper layers of soil humus is only 2-3%. On plains and low areas with clay soil, solonetz occupy a significant place. Landscapes of the semidesert zone occur at relatively optimal moisture content and are used as pastures.

Desert zone landscapes (39-52). The desert zone covers the Ustyurt Plateau, the southern part of the Torgai Tableland – Turan Lowland (Priaralie) and is subdivided into two subzones – northern and southern desert. Desert landscapes are denudation plains and undulating accumulative plains with weak slope. Landscapes develop under insufficient moistening, under soil horizon moisture deficit. In this connection, saline soils, solonetz and solonchaks are widespread in the desert zone.

Conclusion

As a result of the research, there were 53 landscapes within the Aktobe region, which, as a result of their typological grouping, and then structural and genetic classification, were ordered into a hierarchical systematics. The results of component studies of geosystems, a three-dimensional relief model, satellite images, data from the Google Earth geo portal and topographic maps were used as the initial information for mapping geosystems of the Aktobe region. A landscape map is a complex cartographic model that characterizes a feature of the natural environment. The overlay method of various cartographic layers using a coordinate reference is used, thereby it allows to simplify the

process of overlay. To begin with, a topographic map of the studied territory is needed, and then maps of natural components, which provide information about geomorphological features, rocks, soils and vegetation of the studied territory (such maps can be found in the funds of research institutes). After that, it is necessary to create a database in GIS, which is the basis for the formation of thematic layers. And the final step is to combine all the data in ArcGIS 10.1. This allows us to systematize cartographic data, where we can visually assess the landscape structure of the studied territory.

The completed landscape map of Aktobe region was built according to the structural and dynamic principle of community typification and reflects the genetic origin, classification hierarchy.

To obtain landscape differentiation, a matrix table is filled in, where a characteristic is indicated for each polygon. As a result of typological grouping, a landscape map is created. The resulting landscape map serves as a basis for studying the ecological situation of the territory.

All types and subtypes of landscapes of the Aktobe region are represented by the class of plains and the subclass of lowland, elevation and hill-lowland landscapes, since hypsometrically the studied area is represented by a steppe plain. The relief has the features of an elevated plain with deposited sedimentary rocks, in places of exceeding a height of 300 meters.

Steppe landscapes occupy more than half of the studied territory, while covering the Torgai and Poduralsky plateaus, the Mugalzhar massif. The climate of the steppe zone is more continental. Summers are hot and dry. Winter is harsh and snowless. The average temperature in January is -16°-18 °C, in July – from +18 °C in the north to +23 °C in the south. Precipitation falls up to 300 mm per year, and their amount decreases from north to south. The climatic conditions of most of this zone allow farming.

All types and subtypes of landscapes of Aktobe region are represented by the class of plain and subclass of lowland, upland and shallow-soil-levelled landscapes, as in hypsometric relation the studied region is represented by steppe plain.

Acknowledgements

This research is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP19575017).

References

- Aleksandrova T.D. (1990) Normirovanie antropogenno-tekhnogennyh nagruzok na landshaft. Sostoyanie problemy. Vozmozhnosti i ogranicheniya. Izv. AN SSSR. Ser. Geogr [Rationing of anthropogenic-technogenic loads on the landscape. Problem state. Opportunities and limitations. Izv. USSR Academy of Sciences]. No. 1, pp. 46-54
- Beruchashvili N.L., Zhuchkova V.K. Metody kompleksnyh fiziko-geograficheskikh issledovanij [Methods of complex physical and geographical research] Uchebnik. M.: MGU. 2007, 203-218 p.
- Gel'dyeva G.V., Veselova L.K. Landshafty Kazahstana [Landscapes of Kazakhstan]. Alma-Ata: Gylym, 1992, 172 p.
- Homyakov P.M., Konishchev V.N., Pegov S.A., Smolina S.G., Homyakov D.M. Modelirovanie dinamiki geokosistem regional'nogo urovnya [Modeling the dynamics of geoecosystems at the regional level]. M.: Iz-vo MGU, 2000. 382 p.
- Isachenko A.G. Metody prikladnyh landshaftnyh issledovanij [Methods of applied landscape research]. L.: Nauka. 1980, 220 p.
- Isachenko A.G. Landscape structure of the Earth, settlement, nature management. St. Petersburg State University. 2008, 320 p.
- Lastochkin A.N. Obshchaya teoriya geosystem [General theory of geosystems]. SPb.: Izd-vo «Lema», 2011, 980 p.
- Mil'kov F.N. Fizicheskaya geografiya: uchenie o landshafte i geograficheskaya zonal'nost' [Physical geography: the doctrine of the landscape and geographical zonality]. Voronezh: Izd-vo Voronezh. un-ta, 1986, 224 p.
- Muller F., & Steinhardt U. (2003). Landscape modelling and landscape analysis. Ecological modelling. 215-216. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(03\)00137-6](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(03)00137-6)
- Novakovskij B.A., Permyakov R.V. Kompleksnoe geoinformacionno-fotogrammetricheskoe modelirovanie rel'efa: uchebnoe posobie [Complex geoinformation-photogrammetric modeling of relief: study guide]. M.: Publishing MIIGAK. 2019, 175 p. (in Russian)
- Rachkovskaya E.I., Ogar' N.P., Marynich O.V. (2012) Osnovnye zonal'nye tipy stepej Kazahstana. Mater. VI mezhdunar. simpoziuma «Stepi Severnoj Evrazii» [The main zonal types of the steppes of Kazakhstan. Mater. VI intl. Symposium "Steppes of Northern Eurasia"]. Orenburg: UrO RAN. pp. 850-861
- Segedin R.A. Rasskaz o geologii Aktyubinskoj oblasti i bogatstvah ee nedr [A story about the geology of the Aktobe region and the wealth of its bowels]. Aktobe, 2002, 24-95 p.
- Tikunov V.S. Geoinformatika [Geoinformatics]: uchebnik. M.: Izdatel'skij centr «Akademiya», 2005. 480 p.
- URL 1: Smith M.J., Goodchild M. F., Longley P. A., Geospatial Analysis – a comprehensive guide. Electronic book. URL: <http://www.spatialanalysisonline.com/output/> (accessed 17.05.2023).
- URL 2: The national hydrometeorological service of the Republic of Kazakhstan. Official website: <https://www.kazhydromet.kz/> (accessed 10.05.2023)
- URL 3: Website of Akimat of Aktobe region. Official website: <https://www.gov.kz/memleket/entities/aktobe?lang=ru> (accessed 10.05.2023)
- URL 4: Dueker K.J. "Geographic information systems and computer-aided mapping". Journal of American Planning Association. Vol. 53. Issue no 3. (1987). pp. 384-390 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0198971588900312?via%3Dihub> (accessed 10.05.2023)

N.S. Imamverdiyev

Institute of Geography, Ministry of Science and Education of Azerbaijan, Azerbaijan, Baku

e-mail: imamverdiyev.nicat@gmail.com

GEOSPATIAL ANALYSIS OF WIND INDICATORS AND TERRAIN IMPACTS IN DETERMINING OPTIMAL WIND FARM SITES IN AZERBAIJAN

In this study, a geographical analysis of wind meteorology indicators and land topography was conducted to determine the most suitable wind farm locations in Azerbaijan. Long-term wind meteorological gauge data, satellite data, and advanced meteorological modelling were used to characterize wind energy potential nationwide. This data includes measurements of wind speed, direction, and turbulence collected over an extended period. Then, Geographic Information Systems (GIS) tools were used to evaluate the wind farms in terms of topography, ecology, and economy and to place edges around the restriction areas. The analysis results identified several areas with high wind energy potential, including the Caspian Sea coast, Absheron-Khizi, and the East Zangezur economic rayon. This analysis reveals the profound impact of terrain on wind flow dynamics and highlights the importance of considering local topography in site selection. Areas with consistent and strong winds, often associated with mountain passes and coastal areas, are identified as prime areas for wind energy development. The study also evaluates the proximity of these promising locations to the existing power grid. It is aimed at ensuring efficient energy transmission by evaluating the cost-effectiveness of connecting potential wind power plant sites to the grid. This grid integration assessment guides decisions regarding selected locations' feasibility and economic viability.

Key words: renewable energy, energy assessment, GIS analysis, energy mapping, energy resources, wind speed.

Н.С. Имамвердиев

Әзірбайжан ғылым және білім министрлігі География институты, Әзірбайжан, Баку қ.

e-mail: imamverdiyev.nicat@gmail.com

Әзірбайжандағы жел электр станцияларының оңтайлы учаскелерін анықтауда жел көрсеткіштері мен жер бедерінің әсерін геокеңістіктік талдау

Бұл зерттеуде Әзірбайжандағы жел станцияларының ең қолайлы жерлерін анықтау үшін жел метеорологиясының көрсеткіштері мен жер рельефінің географиялық талдауы жүргізілді. Ұзақ мерзімді жел метеорологиялық өлшеуіш деректері, спутниктік деректер және кеңейтілген метеорологиялық модельдеу бүкіл ел бойынша жел энергиясының әлеуетін сипаттау үшін пайдаланылды. Бұл деректер желдің жылдамдығын, бағытын және ұзақ уақыт бойы жиналған турбуленттілік өлшемдерін қамтиды. Содан кейін географиялық ақпараттық жүйелер (GIS) құралдары жел электр станцияларын топография, экология және экономика тұрғысынан бағалау және шектеу аймақтарының айналасында жиектерді орналастыру үшін пайдаланылды. Талдау нәтижелері Каспий теңізінің жағалауын, Апшерон-Хизиді және Шығыс Зәңгезүр экономикалық ауданын қоса алғанда, жел энергиясының әлеуеті жоғары бірнеше аймақтарды анықтады. Бұл талдау рельефтің жел ағынының динамикасына терең әсерін ашады және учаскені таңдауда жергілікті жер бедерін ескерудің маңыздылығын көрсетеді. Жел энергетикасын дамытудың негізгі аймақтары ретінде жиі таулы асулармен және жағалаудағы аймақтармен байланысты тұрақты және күшті желдер бар аймақтар анықталған. Зерттеу сонымен қатар осы перспективалы орындардың қолданыстағы электр желісіне жақындығын бағалайды. Ол жел электр станцияларының әлеуетті учаскелерін желіге қосудың экономикалық тиімділігін бағалау арқылы тиімді энергия тасымалдауды қамтамасыз етуге бағытталған. Бұл желілік интеграцияны бағалау таңдалған орындардың орындылығы мен экономикалық өміршеңдігіне қатысты шешімдерді басшылыққа алады.

Түйін сөздер: қалпына келетін энергия, энергияны бағалау, ГАЗ талдау, энергия картасын жасау, энергия ресурстары, жел жылдамдығы.

Н.С. Имамвердиев

Институт географии Министерства науки и образования Азербайджана, Азербайджан, г. Баку
e-mail: imamverdiyev.nicat@gmail.com

Геопространственный анализ показателей ветра и воздействия местности при определении оптимальных мест ветряных электростанций в Азербайджане

В этом исследовании был проведен географический анализ показателей ветровой метеорологии и топографии местности для определения наиболее подходящих мест расположения ветряных электростанций в Азербайджане. Для характеристики потенциала ветроэнергетики по всей стране использовались данные долгосрочных ветрометеорологических измерений, спутниковые данные и передовое метеорологическое моделирование. Эти данные включают в себя измерения скорости, направления и турбулентности ветра, собранные за длительный период. Затем с помощью инструментов географических информационных систем (ГИС) была проведена оценка ветрогенераторов с точки зрения топографии, экологии и экономики и установлены границы зон ограничения. Результаты анализа выявили несколько районов с высоким ветроэнергетическим потенциалом, включая побережье Каспийского моря, Абшерон-Хизи и Восточную Зангезурского экономического района. Этот анализ показывает глубокое влияние рельефа местности на динамику ветровых потоков и подчеркивает важность учета местного рельефа при выборе участка. Районы с устойчивыми и сильными ветрами, часто связанные с горными перевалами и прибрежными зонами, определены как наиболее подходящие для развития ветроэнергетики. В исследовании также оценивается близость этих перспективных мест к существующей энергосистеме. Оно направлено на обеспечение эффективной передачи энергии путем оценки экономической эффективности подключения потенциальных ветроэлектростанций к сети. Эта оценка интеграции в энергосистему служит основой для принятия решений об экономической целесообразности выбранных мест.

Ключевые слова: возобновляемая энергия, энергетическая оценка, ГИС-анализ, энергетическое картирование, энергетические ресурсы, скорость ветра.

Introduction

Wind energy is a promising renewable energy source in Azerbaijan. The country has high wind energy potential, with average wind speeds of 5-7 meters per second in many areas. Wind energy can help expand Azerbaijan's exported energy balance and achieve climate change mitigation goals. The unique geographical features of Azerbaijan, including the windy coastal areas along the Caspian Sea, the mountainous areas in the northwest, and the topographic effects of the vast plains in the central parts, create a wind network in different directions. Understanding these variations in wind resources is critical to selecting optimal wind farm locations that maximize energy production and minimize installation costs. In addition, the interaction between wind patterns and terrain effects can significantly affect the efficiency and performance of wind turbines.

In this study, a methodological description of the estimation of wind energy resources is provided using a wind energy model in complex terrain. For example, AIOLOS, a mass-consistent code, was used to create a preliminary wind map of a region in northeast Algeria. The calculated results agree well

with the measured values for only one station located on the coast among the two stations considered (Abdeladim, 1996: 789-793).

The use of wind energy is becoming increasingly popular due to its non-polluting and renewable properties. There is an urgent need to develop field-based predictions for wind engineering that can be used for the optimal design of wind turbines and wind farms. Thus, for the Zafarana Project (Site-3) in the Gulf of Suez, the wind speed was analyzed based on monthly average data for 1 year and every 10 minutes for two days, summer days and winter days, to estimate the most appropriate method. Among the GIS-based spatial analysis methods examined, it is necessary to determine optimal areas with wind speed and power density. With this method, they were compared to the data provided to determine their accuracy based on root-mean-square errors. From the results obtained, the amount of energy production was calculated according to the average wind speed to estimate the wind speed distribution in the Zafarana wind farm in Egypt (Saleh, H., Aly, A., et al, 2012: 710-719).

Another study evaluates the regional climate model (WRF) demonstrators applied at medium to high resolution (10 km, 33 vertical layers) dur-

ing 1981–2000 in particularly complex and sensitive terrain (North-East Iberian Peninsula) to obtain average wind speed and direction. The model can reproduce geographic wind patterns, although it overemphasizes surface wind intensity compared to individual observations. Projections of average wind speed changes for 2031–2050 indicate a decrease in surface wind intensity. Energy density estimates at 60 m agl (typical hub height) indicate that the effects of wind speed attenuation may affect preferential areas for currently defined wind farm locations. Reductions of up to 20% in wind energy intensity have already been observed in the mid-21st century (Gonçalves-Ageitos, M., Barrera-Escoda, A. et al, 2015: 670-679).

Site selection in the development of wind energy resources is one of the most important decision-making studies in terms of energy production. This study, a new method integrating Geographic Information System (GIS), interval Analytic Hierarchy Process (IAHP), and stochastic VIKOR, was proposed to solve the problem of location selection of wind farms in Wafangdian region of China. Two main factors were used to determine suitable areas: biodiversity protection and production safety. Then, using IAHP, the weights of evaluation criteria including social impact, economic benefit, land and eco-environment protection were determined. Finally, the suitability indices of various alternatives were calculated with stochastic VIKOR and their ranking was used to determine areas with high suitability for wind farm locations. The results determined that 30.2% of the studied region is suitable for establishing wind energy facilities, but only 3.36% is quite suitable (Xu Y., Li Y., Zheng L. et al, 2020: 118222).

In other research, the possibility of installing wind farms in Iran's northeastern province of East Azerbaijan was evaluated using a combination of fuzzy geographic information systems (GIS) and the Analytical Network Process (ANP). The purpose of this article is site selection based on fuzzy logic and weighted linear combination (WLC). Overall, the results show that the combination of fuzzy logic, WLC, and MCDM has high accuracy and positioning in detecting optimum wind fields. The final map is divided into four classes: appropriate, moderately appropriate, relatively inappropriate, and inappropriate. The obtained results also show that the middle sections are the most suitable areas for establishing a wind power plant. However, the more specific results of this study show that some

regions in Haris, Tabriz, and Bostan Abad have a higher potential (Nasehi, S., Karimi, S., & Jafari, H., 2016: 116-124).

This study aims to integrate Geographic Information System-based Multi-Criteria Evaluation (GIS-MCE) models with economic frameworks to estimate the optimal purchasing price for electricity produced by wind turbines. 13 criteria maps were used and integrated using ordered weighted averaging (OWA) as a type of MCE model. The criteria were initially normalized based on the minimum and maximum values, and weights were assigned to each criterion using the best-worst method. The OWA model identified optimal site locations at various decision-risk levels. The economic efficiency of wind turbines and the potential purchasing price of electricity from turbines were also assessed in terms of net present value (NPV). The results show that the Ardabil and Southern Khorasan provinces of Iran had the most significant areas in the very suitable class for wind turbine installation (Shorabeh, S. N., Firozjaei, H. K. et al, 2022: 112).

Various studies have been conducted in different countries regarding the above research topic. In the study, the best one of the different methods according to the wind indicators of the country was determined, and the research was carried out in that direction.

Materials and methods

GIS spatial analysis was performed to determine the most optimal areas in the study. The succession was performed as follows: 1. Overlay Analysis: Wind data are overlaid with field data to identify areas with high wind potential, considering the terrain effects. 2. Restriction Criteria: Exclusion criteria have been established for ineligible areas, such as densely populated areas, protected areas, or areas where land use is conflicting. 3. Cost Analysis: The cost of developing wind farms in different locations was evaluated, considering factors such as land prices, infrastructure development, and grid connection. Then, weighted analysis was performed for site selection, and weights were assigned to various factors according to their importance (e.g., wind speed, terrain, cost), and a suitability map was created by combining these weighted factors. Then, multi-criteria decision analysis (MCDA) techniques were used to rank potential wind farm locations based on a weighted suitability map.

Results and discussion

A more detailed review of site selection and wind farm optimization covers the following:

1. Wind Source Assessment:

It is a critical first step in identifying suitable locations for wind farm installations in Azerbaijan. This includes collecting wind data over an extended period to understand wind power, speed, and variability in potential areas. For this, meteorological towers equipped with anemometers, fluegers, and other devices should be placed in various parts of the energy potential areas. These meteorological observation stations record the wind direction, speed, and turbulence data at different heights from the ground to determine suitable areas.

2. Geographical Features:

Azerbaijan has various geographical features, including plains, mountains, and coastlines. How these features affect wind patterns is analyzed. For example, these areas potentially become suitable for wind farms, as wind tends to accelerate along mountain passes and shorelines. With the data obtained, Geographic Information System (GIS) tools are used to create detailed maps of the terrain and help identify areas with suitable topography for wind power.

3. Proximity to Mains:

Proximity to the electricity grid is very important for the efficient transmission of the produced wind energy to the consumers. Because it is necessary to consider the distance between potential wind farm sites and existing or planned electricity infrastructure. Grid connection points and capacity assessments are made to determine the feasibility of connecting wind farms to the grid without significant infrastructure improvements.

4. Wind Farm Layout Optimization:

Once suitable areas have been identified, the next step is to optimize the layout and design of the wind farm for maximum energy production. This includes determining the number, type, and placement of wind turbines. Computer-aided design (CAD) and computational models are used to simulate wind flow through the selected area. These models take into account factors such as wind speed, direction, track effects, and terrain to optimize the layout.

5. Turbine Selection:

They will need to select the wind turbine models best suited to the specific wind conditions in the country. Turbines are available in a variety of sizes and configurations, and their choice affects energy production and efficiency. Factors such as rotor

diameter, hub height, and power curve characteristics will be considered to ensure the selected turbines are well-suited to the local wind source.

6. Environmental Impact Assessment:

During site selection and optimization, environmental impact assessments are carried out to assess potential ecological and societal effects. This includes assessing the impact on wildlife, habitats and local communities. To minimize adverse effects, mitigation strategies will be developed, such as adjusting turbine layouts to reduce bird strike risks.

7. Cost-Benefit Analysis:

It is conducting a cost-benefit analysis to determine the economic viability of the chosen site and layout. This analysis considers factors such as installation costs, maintenance costs, and expected energy output. Economic benefits such as job creation and potential revenue from energy sales are also included in the assessment.

The above-mentioned criteria were examined separately in this study, and the following results were obtained:

Azerbaijan's wind energy potential was determined by calculating the intervals and correlation coefficients of wind speed indicators based on the indicators received from meteorological stations (Ayyubov A.C., Hacıyev G.A., 1984: p. 133). In addition, F.A. Salmanova investigated ways to provide hot water to a country house based on solar and wind energy in the natural conditions of Absheron and the Caspian Sea coast (Salmanova F.A. 2012: 27). P.F. Rzayeva, Regionalization of Azerbaijan in terms of joint use of solar and wind energy for improving the social conditions of the population (Rzayev P.F., 2003: 37), O.M. Salmanov, Azerbaijan's wind energy resources and the possibilities of their use (Salmanov O.M., 2009: 56-67), M.A. Gurbanov and M.P. Rzayeva, simple solar and wind devices (Rzayev P.F., 2003: 37), A.M. Khammedov Possibility of using hybrid photoelectric generators and wind turbine devices in Azerbaijan (Khammedov A.M., 2012: 53-68). A.M. Huseynov Social acceptance of wind energy in Azerbaijan, Ch.M. Chuvarli and V. I. Jesman researched the conversion and use of wind and solar energy (Chuvarli Ch.M., Jesman V.I., 2003: 213).

Wind speed and power density were calculated for low, medium, and high relative heights of 10, 50, and 100 meters in energy potential areas. Analyzing the wind speed data of meteorological observation stations at a height of 50 m, it was determined that only 10.7% of the country's territory, or 9.2 thousand km² (5.5 m/s and above), is suit-

able for wind turbines (Fig. 1). The average annual wind speed in the aforementioned areas is 5.6 m/s, and the average power density is 390 W/m². According to these indicators, the total wind energy potential was calculated to be 800 MW because of the country's geographical situation, natural conditions, and economic infrastructure (The Global Wind Atlas, 2022). Based on the average 18% power factor of 10-meter-high turbines in Azerbaijan, the potential electricity production amount will be 2.4 billion kW (Aliyev, R.N., 2015: 92). This amount equals 8.6% of the 27.8 billion kilowatts of electricity produced in the country in 2021 (EaP Green, 2015: 33).

The average annual wind speed indicators in Azerbaijan for 1981-2020 were analyzed using the spatial analysis tool in ArcMap, divided into 8 parts, and the size of the wind energy potential areas was calculated. Thus, the areas with wind speeds of 2.5–

3.5 m/s for the placement of wind turbines are 3.0 thousand km² (3%) and 13.5 thousand km² (16%) for divisions I and II, respectively. Areas with low power (3.51-4.5 m/s) energy production potential were grouped within the III and IV divisions and were calculated separately at 20,000 km² (23%) and 16,000 km² (18%). The medium strength areas of the V and VI divisions with wind speeds between 4.51 and 5.5 m/s are 8 thousand km² (9%) and 17 thousand km² (20%), respectively (NASA MERRA-2 Data, 2020). The area of the territories within the VII and VIII divisions with high wind resources (5.51-6.5 m/s) and technical potential for the construction of wind power plants is 5.1 thousand (6) and 4.1 thousand km² (5%) (Fig. 1) Because the potential area of 9.2 thousand km² covers the Absheron Peninsula and the shores of the Caspian Sea, they are considered the most suitable areas for the construction of wind power plants.

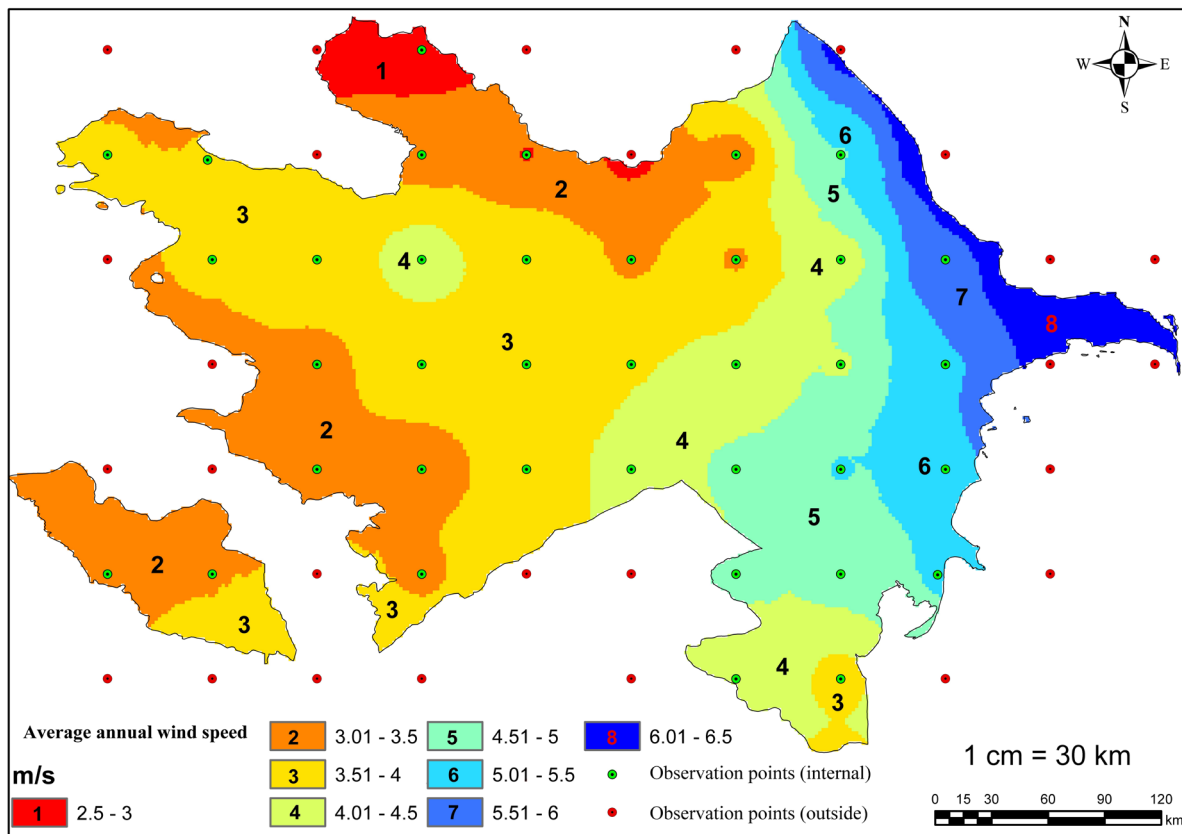


Figure 1 – Average annual wind speed of Azerbaijan (1981-2020) (NASA MERRA-2 Data, 2020)

Based on the MERRA-2 satellite database, the wind speed data of the last 40 years (1981-2020) at 84 locations in the country were analyzed and the average annual wind speed in Azerbaijan was determined to be 4.41 m/s. As can be seen from the graph, although an increase of 0.1 m/s was observed

in the average annual wind speed, the wind speed remained stable compared to 10 years. Also, the maximum average speed across the country was 9.67 m/s on Pirallahi Island and the minimum speed was 1.68 m/s in Gabala district (NASA MERRA-2 Data, 2020).

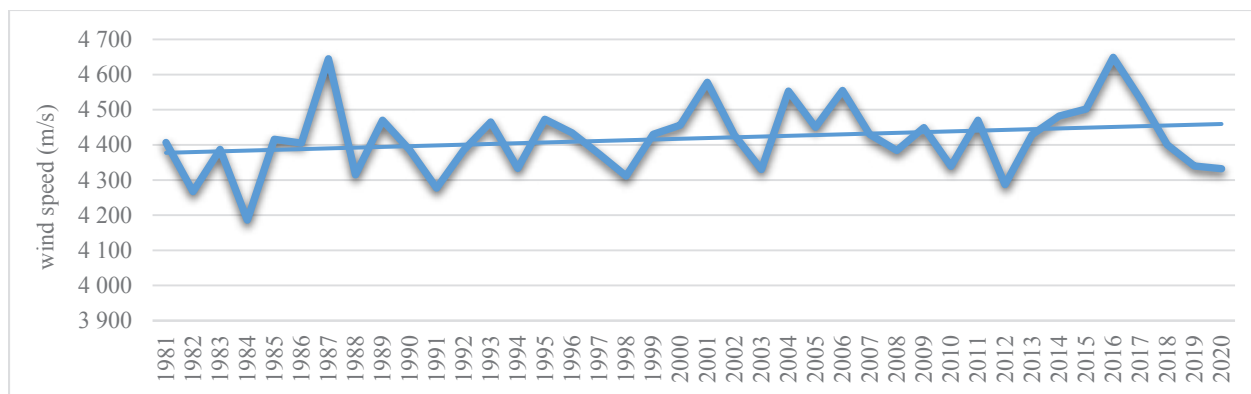


Figure 2 – Average annual wind speed in Azerbaijan for 1981-2020 (NASA MERRA-2 Data, 2020)

Comparative analysis of the data of existing measurement observation points prepared a wind speed map in Azerbaijan, Global Wind Atlas, Gmos-5 and Merra-2 satellites, Climate Atlas, Ecological Atlas and Geographical Atlas of the Republic of Azerbaijan (The Global Wind Atlas, 2022). The average annual minimum wind speed in the territory of the republic is 1.95 m/s, maximum 5.6 m/s and average 3.6 m/s. The areas where the average wind speed is higher than 3.5 m/s mainly cover the Absheron Peninsula (Fig. 3). Because of the analysis of the obtained data, it was determined that the wind speed measured by satellite is 0.81 m/s lower than the data of the existing observation points. For this purpose, the wind energy potential was studied based on the basic data of the Global Wind Atlas, another source (The Global Wind Atlas, 2022).

The areas with average wind speed are Sharur, Julfa and Ordubad districts of Nakhchivan. Only 560 km² of these regions have wind potential at a relative height of 50 meters. The average annual wind speed of NMR varies between 3-3.5 m/s, being much lower than in the Absheron region (Mammadova Z.M., 2015: 328). The geographical position of Nakhchivan creates a great pressure because of the movement of two air streams interacting with each other (cold air of arctic origin from the north and warm air mass of tropical origin from the south) and causes moderate winds in Julfa and Ordubad regions. In the Ganja-Dashkasan zone, the average

annual wind speed is 3-3.5 m/s and the number of windy days is 95 days (Ahmadov S.A., Novruzova S.N., 2019: 124-128).

Another region of the country, the southeastern coastal areas of the Mingachevir reservoir, has considerable wind energy potential. The average wind speed in the Lerik-Kelvaz zone at a relative height of 50 m is 5.5-6.5 m/s (Aliyev R.N., 2015: 368). Winds with a speed of 0-1 and 2.5 m/s in the northeast and southwest directions make up 80-85% of the mountainous areas of the Greater Caucasus. Although strong and hurricane-like winds are rare in these areas, their speed does not exceed 20 m/s. 2-5 m/s wind is observed in the plain part of Ganja-Gazakh, and 6-10 m/s in the foothill regions (The Global Wind Atlas, 2022).

At the same time, western and southeastern winds, with a speed of 0-1 and 2-5 m/s (80%) prevail due to breeze and mountain-valley circulation in Lankaran-Astara. It should be noted that starting from the 30s of the last century, both the wind speed and the number of windy days has been decreasing. The average annual wind speed in the country decreased by 12% in 1961-1990 according to climate norms. The decrease in wind speed is mostly observed in the Kura-Araz plain (47%), in the coastal areas (22%), and the least in the foothills and low mountain zones (9%). The modern climatic norm of the number of days with strong winds (15 m/s and more) has increased by more than 2 times

compared to the norms before the 1960s in most stations (81%) and has decreased by an average of 12% in other stations (19%) (Mammadov R.M., 2014: 147-149). In coastal areas, the number of days with strong wind is 52 days per year on average, and the highest number is observed in the Absheron Peninsula (Pirallahi-129 days), the least in the Lankaran plain (6 days) and the Kura-Araz plain (10-64 days) (NASA MERRA-2 Data, 2020).

Another region of Azerbaijan, that is included in wind energy potential zones, is Karabakh, where the strengthening of the economy is the country's priority. To determine the wind energy potential of the region and install wind power, in the first stage, meteorological measurement data on long-term wind speed, strength, and duration of annual windy days were collected and classified. According to data from satellite observation points, the average annual wind speed in the Karabakh economic region

varies from 2 to 4 m/s. The area of the regions with wind speeds up to 2 m/s is 9.8 thousand km² and includes the Tartar, Barda, Agdam, and Aghjabadi regions and the banks of the Araz River (fig. 2). Here, the number of days with an annual wind speed higher than 15 m/s is 10 days/year (The Global Wind Atlas, 2022). The number of days with wind speeds exceeding 15 m/s is between 10 and 20 days/year, including the 4.6 thousand km² areas with wind speeds between 2 and 4 m/s, the low mountainous part of Kalbajar, Lachin districts, and the surrounding areas of Shusha city. For the construction of wind turbines in the region, the number of days with an annual average wind speed of 4 m/s in 1.08 thousand km² is approximately 25 days. Areas with high energy potential include the Kalbajar region along the border with Armenia and the surrounding areas of the Murovdag range (NASA MERRA-2 Data, 2020).

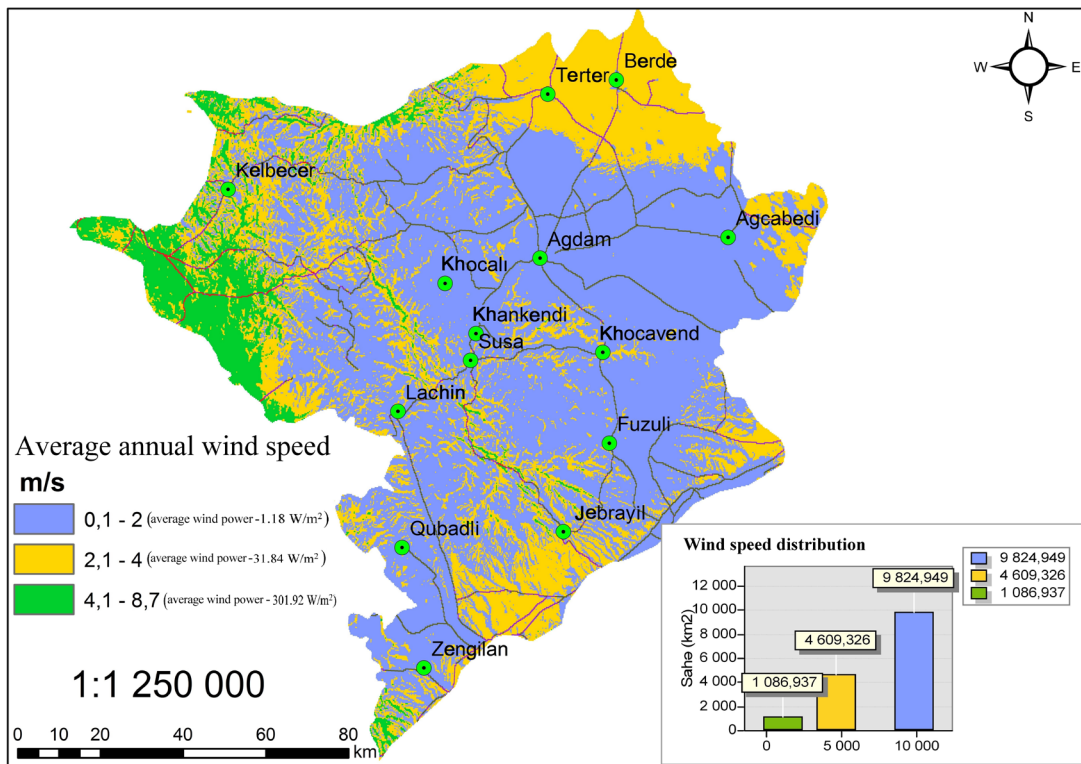


Figure 3 – Average annual wind speed indicators of the Karabakh region (50 m relative height) (NASA MERRA-2 Data, 2020)

As can be seen from figure 4, the areas with medium and high wind speeds in the Karabakh region include the territories of Kalbajar and Lachin regions. For this purpose, the average annual wind

speed map of those areas was prepared based on the global wind atlas. Wind speed is grouped into 3 parts by qualitative background method. About 582.3 km² or 15% of the total area where the wind

speed is between 6.5-13.8 m/s is suitable for the construction of medium-power wind turbines (red part) (NASA MERRA-2 Data, 2020). These works are useful for the development of the green economy in the Karabakh region, as well as for the

effective use of labor resources in the region. For this purpose, the government is preparing projects for the establishment of smart villages in Karabakh and plans to get all the energy from hydro, solar, and wind.

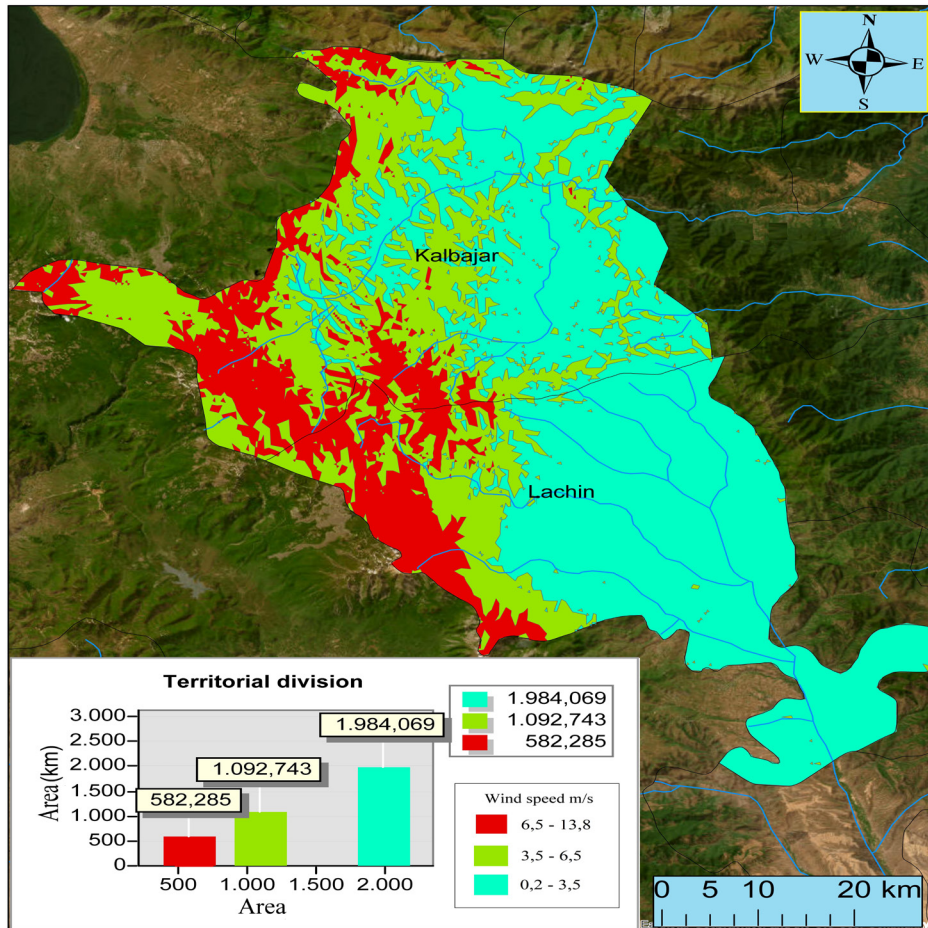


Figure 4 – Average annual wind speed of Kalbajar and Lachin regions (The Global Wind Atlas, 2022)

A main power density map was prepared according to the wind speed distribution map of areas with high wind speed in the region (Fig. 5). Power density is divided into 3 parts in this map, prepared by the quality background method. Areas where the wind speed is higher than 6.5 m/s correspond to a wind power density of 1000 W/m². This indicator rises to 6000 W/m² wind power density in mountainous areas above 3000 meters (The Global Wind Atlas, 2022). Although this makes the construction of wind turbines in the area inconvenient from an infrastructure point of view, it is possible to produce wind energy to a certain extent.

In Azerbaijan, the areas with high potential compared to the territory of the country are the Caspian Sea and the shores of the Absheron Peninsula of the Caspian Sea. The following table was prepared using the annual wind speed data in these areas. Zones with high suitability for the creation of wind farms in the country (wind speed 5.5-7 m/s) are the Caspian Sea coast of Khizi region, Yeni Yashma, Shurabad, Sitalchay, Gilazi, Garadag, Pirallahi and Chilov islands. Wind speed (4-5.5 m/s) medium favorable areas are Shubani, Puta, Umid and Gobustan settlements, the western part of Absheron peninsula Cheyildagh, Khizi and Siyazan

regions are low and medium mountainous areas (ANAS, 2004: 38). As can be seen from the table, although the wind speed in and around the Absheron Peninsula is over 6 m/s, this speed varies between

2-4 m/s in the northern and southern zones of the Caspian coast. It is not considered economically viable to build wind turbines in these low wind speed zones (fig. 1).

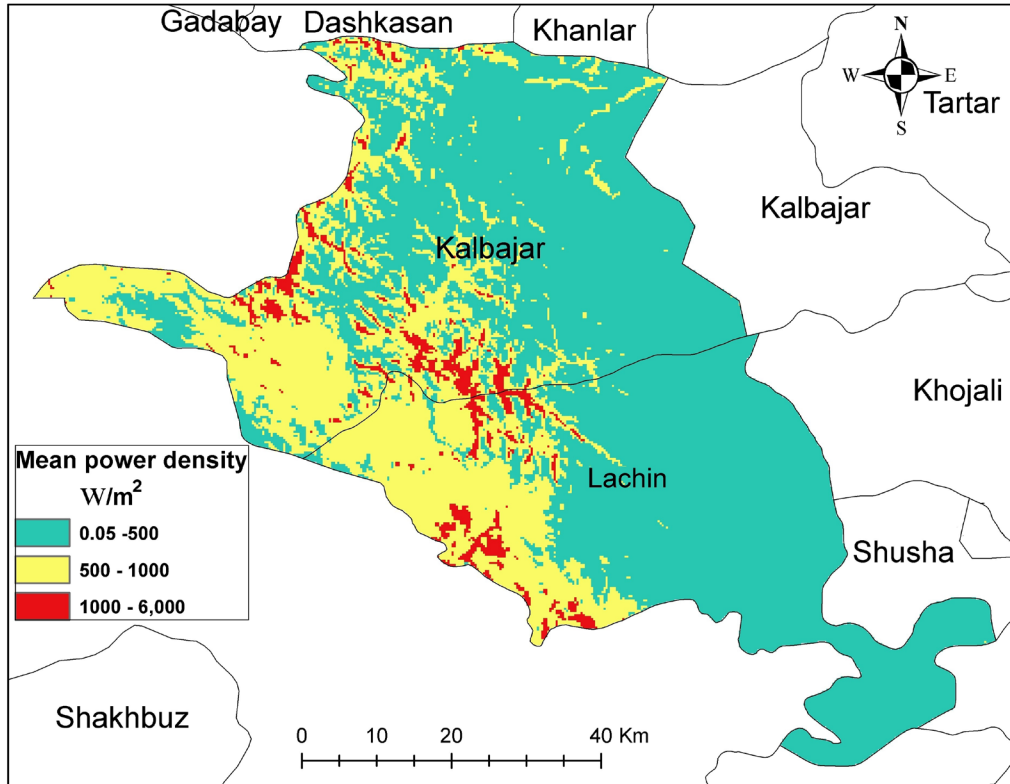


Figure 5 – The main power density of the Kalbajar and Lachin regions (The Global Wind Atlas, 2022)

Table 1 – Monthly and average annual wind speed in Caspian coastal areas (Mammadov R.M., 2018: 207)

Location	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Annual average
Shubani	8.1	8.8	8.7	8	7.4	8.5	8.9	8.1	8.2	7.5	6.9	7.2	8
Sungait	7.2	7.2	7.7	7	6.3	6.4	7	6.9	6.9	7.2	6.8	6.8	7
Putu	6.4	7.4	7.2	7	6.6	7.3	7.7	7.2	6.4	5.9	5.3	5.5	6.7
Pirallahi	6.9	7.1	7.2	6.4	5.9	6.2	6.6	6.5	6.5	6.7	6.6	6.6	6.6
Bina	6.3	6.7	7.3	6.7	6.6	6.7	7	6.3	5.8	6	5.8	5.8	6.4
Sangi Mughan	6	7	6.9	5.6	5.4	5.6	5.9	6.7	6.9	6.5	7.2	6.7	6.4
Baku (obser.)	6.1	6.6	6.9	6.5	6.2	6.5	6.8	6.3	6.2	6.1	5.7	5.6	6.3
Chilov Island	6.6	6.7	6.6	5.5	5.3	5.8	6.5	6.2	6.3	6.4	6.7	6.3	6.2
Oil Rocks	6.3	6.8	6.9	5.2	4.7	5.3	6.3	5.8	6.4	6.1	7.2	6.7	6.2
Mardakan	6/6	6.4	6.6	6	5.7	5.8	6.1	5.6	5.4	5.6	5.5	5.6	5.9
Mashtaga	6.2	6.4	6.7	6.1	5.6	5.7	6.1	5.6	5.3	5.4	5.3	5.4	5.8

Table continuation

Location	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Annual average
Shabran	4.3	4.2	4.6	5	4.3	4.6	4.6	5	4.6	4.2	4.3	4.1	4.5
Neftchala	3.7	4.1	4.8	4.4	4.4	4.4	4.3	4.3	4.2	4	3.9	3.7	4.2
Sarah Island	3.3	3.5	4.4	4.7	4.8	4.5	4	4	3.9	3.8	3.5	3.2	4
Olot	3.3	3.9	4	3.7	3.9	4.1	4.1	4.1	4.2	3.6	3.4	3.3	3.8
Astara	3.1	3	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.8
Xachmaz	2.1	2.3	2.4	2.5	2.4	2.5	2.3	2.4	2.3	2.1	2	2	2.3
Guba	1.7	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.1	2.1	1.9	1.8	1.7	1.7	1.9
Lankaran	1.5	1.7	1.7	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.9	1.4	1.8

Conclusion

Geospatial analysis has been used to identify several potential wind farm locations in Azerbaijan. This analysis is a powerful tool that can identify optimal wind farm locations in Azerbaijan. By carefully considering all relevant factors, the article states that geospatial analysis is based on determining the areas where wind farms can produce the most electricity and have the least impact on the environment.

GMOS MERA 2 and Global Wind Atlas databases were used for the purpose of locating wind power plants in areas with wind energy resources in the republic. As a result of the analysis carried out in the ArcGis program, it was determined that the area

of highly useful areas (Caspian coast of Khizi district, Shubani, Pirallahi, Chilov, etc.) is 0.33 thousand km². Wind energy potential areas of Azerbaijan are weak (2-4 m/s, 2.66 thousand km²-45.19%), medium (4-5 m/s, 1.72 thousand km²-29.17%) and high (5-7 m/s, 1, 51 thousand km²-25.64%) are grouped into 3 classes. The most optimal locations across the country have been determined and total energy production through stations in these areas has been calculated at 3.6 billion kWh.

Acknowledgements

Acknowledgements of support for the Ministry of Energy of the Republic of Azerbaijan are welcome.

References

- A brief overview of the results of the Strategic Environmental Assessment for the 2015-2020 Strategy for the use of alternative and renewable energy sources: / publisher, ETSN, AREA, REC Caucasus – Baku: EaP Green, – 2015. – 33 p.
- Abdeladim, K., Romeo, R., & Magri, S. (1996). Wind mapping of a region in the north-east of Algeria. *Renewable Energy*, 9, 789-793. [https://doi.org/10.1016/0960-1481\(96\)88401-1](https://doi.org/10.1016/0960-1481(96)88401-1).
- Ahmadov, S.A., Novruzova, S.N. (2019). Use of alternative energy sources and energy production of a modern biogas plant // Baku: News of the Azerbaijan Engineering Academy, Volume 11, No. 4, p. 124–128.
- Aliyev, R.N. (2015). Alternative energy and Ecology / R.N. Aliyev. – Baku: Teknur, – 368 p.
- Aliyev, R.N. (2015). Alternative energy and Ecology / R.N. Aliyev. – Baku: Teknur, – 368 p.
- ANAS, (2004). Prospects for the development of the use of alternative energy sources in the Republic of Azerbaijan: / compiled. Azerbaijan National Academy of Sciences (ANAS). Baku: Problems of energy, – No. 1, – 2004. – 38 p.
- Ayyubov, A.C. Hajiyev G.A. (1993). Agroclimatic Atlas of the Republic of Azerbaijan – Baku: Baku Cartography Factory, – 104 p.
- Chubarli, Ch.M. Jesman, V.I. (2003). – Wind and solar energy, its transformation and use / Ch.M.Chubarli, V.I.Jesman – Baku: Elm publishing house, – 213 p.
- Climatic resources of the Azerbaijan SSR (1984) / A.C. Ayyubov, G.A. Hacıyev – Baku: Elm, – 133 p.
- Gonçalves-Ageitos, M., Barrera-Escoda, A., Baldasano, J., Cunillera, J. (2015). Modelling wind resources in climate change scenarios in complex terrains. *Renewable Energy*, 76, 670-678. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2014.11.066>.
- Kardashov, R.H. Imamverdiyev, N.S. (2021). Geography of Karabakh and Eastern Zangezur: Natural-geographic conditions and socio-economic development potential // ANAS, Institute of Geography named after H.A. Aliyev, Chief editor. Z.N. Eminov. Baku. "OPTIMIST" LLC printing center. 536 p.

- Khammedov, A.M. (2012). The possibility of using hybrid photoelectric generators and wind turbines in the Republic of Azerbaijan // – Baku: Energy problems magazine, No. 2, – p. 53-68.
- Mammadov R.M., (2014). Geography of the Republic of Azerbaijan, Chief Editor, Acad. R.M. Mammadov Baku: c. 2: European Publishing, 2014. 530 p.
- Mammadov, R.M., (2018). Geographical atlas of the Republic of Azerbaijan [Map] / Baku Cartography Factory; scientific editor R.M. Mammadov, – Baku: – 207 p.
- Mammadova, Z.M. (2015). Electric power industry: geography of the Republic of Azerbaijan, economic, social and political geography. – Baku: European publishing house. – 328 p.
- NASA MERRA-2 Data, (2020), Power, Data Access Viewer v2.0.0, Prediction of Worldwide Energy Resource: [Electronic resource] / GMAO-5, MERRA-2 satellite. – December 1, URL: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>.
- Nasehi, S., Karimi, S., & Jafari, H. (2016). Application of fuzzy GIS and ANP for wind power plant site selection in East Azerbaijan Province of Iran. *Computational Research Progress in Applied Science & Engineering*, 2(03), 116-124.
- On the approval of the State Program on the use of alternative and renewable energy sources in the Republic of Azerbaijan (2004) // Baku: Baku city, October 21, 2004, 462 Decree of the President of the Republic of Azerbaijan dated October 21, 2004 No. 462.–page 6.
- Rzayev, P.F. (2003). Simple solar and wind devices / P.F.Rzayev, M.A.Gurbanov, M.P.Rzayeva, – Baku: Ecoil scientific-ecological association. – 30 p.
- Saleh, H., Aly, A., & Abdel-Hady, S. (2012). Assessment of different methods used to estimate Weibull distribution parameters for wind speed in Zafarana wind farm, Suez Gulf, Egypt. *Energy*, 44, 710-719. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2012.05.021>.
- Salmanov, O.M. (2009). Azerbaijan's wind energy resources and opportunities for their use // – Baku: Problems of energy, No. 2, – p. 56-67.
- Salmanova, F.A. (2012). Hot water supply of a village (garden) house based on solar and wind energy in the natural conditions of the Absheron and Caspian Sea coasts: / Ph.D. dis. abstract. / – Baku. – 27 p.
- Shorabeh, S. N., Firozjaei, H. K., Firozjaei, M. K., Jelokhani-Niaraki, M., Homaei, M., Nematollahi, O. (2022). The site selection of wind energy power plant using GIS-multi-criteria evaluation from economic perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 168, 112778.
- The Global Wind Atlas: (2022). Azerbaijan and regions. [Electronic resource] / The Danish Energy Agency (EUDP), The World Bank. 21 Mart, URL: <https://globalwindatlas.info/area/Azerbaijan>.
- Xu Y., Li Y., Zheng L., Cui L., Li S., Li W., Cai, Y. (2020). Site selection of wind farms using GIS and multi-criteria decision-making method in Wafangdian, China. *Energy*, 207, 118222. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118222>.

А.М. Сергеева^{1,*} , Е. Жадырасын¹ , Г.Ж. Шумакова² 

¹Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Қазақстан, Ақтөбе қ.

²Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

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

АҚТӨБЕ ҚАЛАСЫНДА ҚАЛАЛЫҚ ОРТАНЫ ДАМЫТУДЫҢ КӨЛІТІК-ИНФРАҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫ

Қалалық ортаның проблемалары ретінде қалалардың тез өсуі көліктік-инфрақұрылымдық жағдайды дамытуды қажет етеді. Халық пен қоғамдық көліктің өзара іс-қимылын есепке алмай, қалада көлікті ұтымды басқару мүмкін емес. Бұл өзара әрекеттесудің аумақтық ерекшеліктері мен заңдылықтарын білмеу және елемеу қаладағы көліктің дамуын дұрыс жоспарлауды, қаланың көлік-коммуникациялық ортасын және көлік қызметін бағалауды қиындатады. Жол желісі мен көлік инфрақұрылымының жай-күйі қала тұрғындарының өмір сүру сапасын жақсарту және қала экономикасын дамыту мүмкіндіктерін арттыру үшін маңызды болып саналады.

Мақалада Ақтөбе қаласының көліктік-инфрақұрылымдық жағдайлары талданады. Зерттеудің мақсаты – Ақтөбе қаласындағы қоғамдық көлік жүйелерінің дамуын саралау және олардың проблемаларын анықтау. Зерттеудің эмпирикалық негізі қала тұрғындарының әлеуметтік сауалнамаларының нәтижелері болды. Сауалнамаға қаланың әр ауданынан 500-дей адам қатысты. Сауалнама жауаптары ұпаймен және пайызбен есептеліп, талдауға пайдаланылды. Тұрақты даму тұрғысынан қазіргі уақытта Ақтөбедегі үлкен проблема – қала бойынша жүру үшін жеке көліктерді пайдаланатын халықтың үлесінің өсуі. Көлік жүйесінің экологияға теріс әсерін төмендету құралдарының бірі қоғамдық көлік жүйесін дамыту және танымал ету. Тұрғындар арасында жүргізілген сауалнамалардың нәтижелері азаматтардың жеке автокөліктен бас тартуға және көліктің неғұрлым экологиялық түрлеріне көшуге дайындығының төмен деңгейі туралы айтады. Қала тұрғындарының пікірлері қоғамдық көлікте қызмет көрсетудің соңғы 2022-2023 жылдары жоғарылағанын көрсетеді. Зерттеу қорытындылары іске асырылып жатқан көлік саясатын жетілдіру кезінде ірі қалалардың жергілікті өзін-өзі басқару органдарының қызметінде пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: қоғамдық көлік, көлік жүйесі, қала жолдары, көліктік инфрақұрылым, Ақтөбе қаласы.

A.M. Sergeyeva^{1,*}, Ye. Zhadyrassyn¹, G.Zh. Shumakova²

¹K. Zhubanov Aktobe regional university, Kazakhstan, Aktobe

²Abai Kazakh National Pedagogical University, Kazakhstan, Almaty

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

The transport and infrastructure conditions of developing the urban environment in the city of Aktobe

The rapid expansion of cities presenting the urban environment problems involves the development of transport and infrastructure conditions. To manage the city transport beneficially is possible only taking into consideration the interaction of the population and public transport. Not knowing and disregarding the regional features and principles of such interaction implies difficulties to work out the plan to correctly develop the urban transport, to assess the transport and communications system and transport services. The conditions of the road network and transport infrastructure are considered essential to enhance the life quality of the urban population and promote the opportunities for the development of the city's economy.

The article presents the analysis of the transport and infrastructure conditions of Aktobe city. The purpose of the study is to review the development of public transport systems in Aktobe and specify their problems. The empirical basis of the study was the data of social surveys held among the residents of the city. The survey involved about 500 people from different districts of the city. The survey results were calculated in points and percentage and then used for the analysis. In the context of permanent development a current big problem for Aktobe is the increase of the part of the population using personal vehicles to move through the city. One of the ways to reduce the negative impact of the transport system on the environment is the development and mainstreamification of the public transport system.

The results of the surveys held among the population point to a low level of people's being ready to refuse from using their own cars and to pass to more ecological transport. According to the opinion of the city residents the quality of the service in public transport has grown over the past 2022-2023. The results of the study can be applied in the work of local self-governments of major cities in the process of implementing transport policy.

Key words: public transport, transport system, city roads, transport infrastructure, the city of Aktobe.

А.М. Сергеева^{1,*}, Е. Жадырасын¹, Г.Ж. Шумакова²

¹Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, Казахстан, г. Актобе

²Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Казахстан, г. Алматы

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

Транспортно-инфраструктурные условия развития городской среды в городе Актобе

Быстрый рост городов как проблем городской среды требует развития транспортно-инфраструктурных условий. Рациональное управление транспортом в городе невозможно без учета взаимодействия населения и общественного транспорта. Незнание и игнорирование территориальных особенностей и закономерностей этого взаимодействия затрудняет правильное планирование развития транспорта в городе, оценку транспортно-коммуникационной среды города и транспортных услуг. Состояние дорожной сети и транспортной инфраструктуры считается важным для улучшения качества жизни горожан и повышения возможностей развития экономики города.

В статье анализируются транспортно-инфраструктурные условия города Актобе. Цель исследования – дифференциация развития систем общественного транспорта г. Актобе и выявление их проблем. Эмпирической основой исследования послужили результаты социологических опросов горожан. В опросе приняли участие около 500 человек из каждого района города. Ответы опроса были рассчитаны в баллах и процентах и использованы для анализа. С точки зрения устойчивого развития большая проблема в настоящее время в Актобе – это рост доли населения, использующего частный транспорт для передвижения по городу. Одним из средств снижения негативного воздействия транспортной системы на экологию является развитие и популяризация системы общественного транспорта. Результаты проведенных опросов населения говорят о низком уровне готовности граждан отказаться от личного автотранспорта и перейти на более экологичные виды транспорта. Отзывы горожан свидетельствуют о том, что количество услуг общественного транспорта за последние 2022-2023 годы увеличилось. Итоги исследования могут быть использованы в деятельности органов местного самоуправления крупных городов при совершенствовании реализуемой транспортной политики.

Ключевые слова: общественный транспорт, транспортная система, дороги города, транспортная инфраструктура, г. Актобе.

Кіріспе

Көлік жүйесінің жағдайы кез келген қаланың әлеуметтік-экономикалық дамуында маңызды рөл атқарады, ал елді мекен неғұрлым үлкен болса, оның мәні соғұрлым жоғары болады. Қазіргі заманғы қалаларды жоспарлау құрылымында көлік инфрақұрылымы қалалық ортаның басқа элементтері дамытын негіз болып табылады: тұрғын үй кешендері, өндірістік аймақтар, әлеуметтік нысандар, т.б. (Gössling, 2016). Қала микроаудандарының көліктік байланысы, қоғамдық жолаушылар көлігі жүйесінің жай-күйі халықтың өмір сүру жайлылығына тікелей әсер етеді. Көлік жүйесіндегі жағдайдың сипаттамасы ретінде көлікпен қамтамасыз ету қалалық ортаның сапасын бағалаудағы негізгі факторлардың бірі. Бұл басқа компоненттерге де әсер етеді: өйткені ол адамның қажеттіліктерін жүзеге асыруға күн-

делікті уақыт шығындарын анықтайды және көбінесе оларды шектейді (Yannis, Chaziris, 2022). Көлікпен қамтамасыз етуді тікелей зерттеумен қатар, ол туралы ақпарат әлеуметтік-экономикалық бағыттағы қолданбалы зерттеулерді жүргізу кезінде маңызды материал болып саналады: әлеуметтік инфрақұрылым объектілерін орналастыруды оңтайландыру, маркетингтік және басқа да бизнес-зерттеулерді ұйымдастыру. Көлікпен қамтамасыз ету жылжымайтын мүлік нарығының көптеген сегменттерінің серпінді дамуында, тауарлар мен қызметтерді сатудың әлеуметтік-коммерциялық инфрақұрылымы объектілерін орналастыруды оңтайландыруда маңызды рөл атқарады (Волкова, т.б., 2022).

Қалалық қоғамдық көлік ірі қаланың кеңістігін қалыптастырады. Тұрғындар пен қоғамдық көліктің өзара іс-қимылы – қала жұмысының маңызды көріністерінің бірі. Бұл өзара әрекеттесу-

ді зерттеу қаланы дамуын ұтымды жоспарлауға, қалалық аумақты және қалалық қоғамдық көлікті басқаруға мүмкіндік береді. Көлік желісі – желілік (магистральдық көшелер мен жолдардан) және тораптық элементтерден (аялдама пункттерінен және көлік желілерінің қиылыстарынан) тұратын көлік қаңқасын қалыптастырудың негізі болып табылады. Көлік желісінің ерекшеліктері көлік қаңқасының құрылымын және аялдама пункттерінің таралуын анықтайды, бұл қала тұрғындарына, оның тіршілігіне тікелей әсер етеді. Сондай-ақ, көлік желісінің қалалық қоғамдық көлік маршруттарының орналасуына және көліктің қолжетімділігіне де ықпалы зор. Маршруттардың сапарлар жасау мүмкіндігі мен қала аудандары арасындағы көлік байланысының баламалылығынан тұратын көліктік қызмет көрсету деңгейі көлік желісінің сипаттамаларымен үйлесімді дамиды. Қалалық қоғамдық көлік жылжымалы құрам бірліктерінің санына, оның қозғалыс қарқындылығына, ал көліктік қызмет көрсету жылжымалы құрамның эргономикалық сипаттамаларына, оның сыйымдылығына байланысты (Уткин, 2008).

Жолаушылар тасымалы саласындағы ең өзекті мәселелерге автобустардың қанағаттанарлықсыз жағдайы, кестенің бұзылуы және қызметкерлердің кәсібилігі жатады. Қазақстандағы көлікті жақсы жұмыс істейтін жүйе ретінде емес, тасымалдау моделі ретінде сипаттауға болады. 1990 жылдары құрылған жүйе реформалауды қажет етеді. Негізгі қадамдар автобус паркін жаңартуды, маршруттық желіні оңтайландыруды, жолаушылар ағынын есепке алудың ашық әдістерін енгізуді және қоғамдық пайдалану үшін қолайлы жағдайлар жасауды қамтуы тиіс. Көлік инфрақұрылымын тиімді басқару жолаушылар тасымалы жүйелерінің үздіксіз жұмысын, тиімділігін және тұрақты жұмысын қамтамасыз ету үшін маңызды. Инфрақұрылымды басқарудың сенімді жүйесін дамыта отырып, көлік органдары қол жетімділікті жақсарты алады, тиімділікті арттырады, еңбекті қорғауды қамтамасыз етеді, экологиялық мәселелерді шешеді және негізделген жоспарлау мен шешім қабылдауды жүзеге асырады (Śleszyński, т.б., 2023; Rasca, Saeed, 2022).

Ірі қалалардағы көлік жүйесінің негізгі орнын түсіну көлікті жоспарлау процесінде жүйелік тәсілді қолданудың қажетті алғышарты. Бұл мұнда қандай жүйелер мен көлік түрлері жұмыс істейтініне, олардың қалалық коммуникация жүйесіне тікелей әсеріне, сондай-ақ олардың

қалаға ұзақ мерзімді, басқаша айтқанда, қалалық орта мен өмір сапасына қалай әсер ететініне қарай реттеледі. Көлік жүйелерінің функцияларын, сондай-ақ олардың қалаларда атқаратын рөлін ең жалпы сипаттаудан осы жүйелерге қойылатын негізгі талаптар туындайды. Бір жағынан, көлік жүйесі адамдар мен тауарларды тасымалдаудың тиімді қызметтерін ұсынуы керек; екінші жағынан, көлік басқа қызмет түрлерімен және қызметтермен функционалды интеграцияланған қаланың құрамдас бөліктерінің бірі болады. Көлік инфрақұрылымы қала экологиясын және оның тұрғындарының өмір сүру сапасына зиянын тигізбеуі үшін оны тиімді қалыптастыруды қажет етеді (Javanmard, т.б., 2023).

Қалалық көлік жүйесінің негізгі көрсеткіштері ретінде ұйымдастыру және қозғалыс қауіпсіздігін; жолаушылар мен жүк тасымалы көлемінің көрсеткіштерін; қоғамдық және жеке көлікті пайдалану жиілігінің арақатынасын; қоршаған ортаға әсер ету көрсеткіштерін бөліп көрсетуге болады. Қалалардың көлік жүйелеріне қойылатын негізгі талаптарға мыналар жатады (Рамазан, Нохатов, 2023):

- қозғалыстың жүйелілігі мен сенімділігі;
- уақыт шығындарын азайту;
- жолаушылар қауіпсіздігі;
- ресурстарды ұтымды пайдалану;
- техникалық және экономикалық тиімділік;
- сәулет-жоспарлау және экологиялық талаптар.

Көлік инфрақұрылымы тек жолдарды, көпірлерді және басқа да жол құрылыстарын, автотұрақтарды, ақылы тұрақ аймақтарын ғана емес, сонымен қатар қалалық қоғамдық көлік паркін және онымен байланысты құрылыстарды да қамтиды. Осылайша, көлік инфрақұрылымын пайдалану қызметтердің тұтас кешені болып саналады. Көлік инфрақұрылымын пайдалану маршруттық желіні қалыптастыруды, қоғамдық көлік жұмысының материалдық-техникалық базасын қамтамасыз етуді, жол жүру тарифтері мен жеңілдіктерді айқындауды көздейді (Zhao, Hu, 2019).

Әрбір автокөлік кәсіпорнында өндірісті ұйымдастыру мен жоспарлаудың негізгі міндеті көлік жұмысын барынша арттыру және жолаушылар тасымалы арқылы халыққа қызмет көрсету сапасын жақсарту мақсатында барлық ресурстарды ұтымды үйлестіру және пайдалану болып табылады (Kraft, т.б., 2022). Қазақстанның кез-келген қаласында көлік мәселесін сәтті шешу үшін ұйымдастырушылық шаралар қажет.

Бұл іс-шараларға қаланың көше-жол желісінің өткізу қабілетін арттыру, жол жүру уақытын азайту бойынша ұсыныстар кешені, жаңа көлік объектілерін салу және қолда бар көлік объектілерін реконструкциялау, қалалық маршруттардағы жолаушылар ағынын тексеру, қаланың көлік инфрақұрылымын кешенді жаңғырту, т.б. кіреді. Қазіргі жағдайда экономиканың одан әрі дамуы жақсы жолға қойылған көліктік қамтамасыз етуді мүмкін емес (Сидоров, Ситников, 2021; Малышева, 2020).

«Ақтөбе қаласын дамытудың 2021-2025 жылға дейінгі орта мерзімді келешектік даму» бағдарламасын әзірлеу кезінде ауқымды жұмыс жүргізілді-қолданыстағы стратегиялық жоспарлар зерделенді, қала өмірінің барлық салаларындағы ахуал талданды, тұрғындардың мыңдаған өтініштері өңделді. Нәтижесінде әкімдік пен тартылған сарапшылар даму бағдарламасының негізгі мақсаттарын анықтады – бұл Ақтөбеде жайлы қалалық орта құру.

Ақтөбе қаласының басты проблемасы – жол желісі мен оның өткізу қабілеті. Қалада көлік кептелісі болмау үшін немесе оны азайту мүмкіндіктері жол айрықтары, айналма жолдар салу қажет; кейбір жағдайларда көшелердің жүру бөлігін кеңейту мәселесі туындайды, ал бұл өте қиын. Жол желісінің жай-күйін ескере отырып, көліктің жылжымалы құрамының түрін таңдау керек. Жаппай автокөлік жүргізу көліктің жұмысын қамтамасыз ететін сервистік қызметтердің үлкен кешенін құру қажеттілігін тудырады. Қала аумағында жеке көлік тұрақтарын ұйымдастыру, қала орталығында ұжымдық гараждар, оның ішінде көпқабатты үйлерде гараждар салу күрделі мәселе болып отыр. Кейбір жаңа тұрғын үйлерде бірінші қабаттар мен жертөлелер гараж ретінде жобаланған, бұл тұрғындарға ыңғайлы.

Қазіргі маңызды аспектілердің бірі – үздіксіз трансферттерді қамтамасыз ету және үшін әртүрлі көлік түрлерін бір жүйеге біріктіру. Жолаушылардың қауіпсіздігі де маңызды, оған бағдарламалар, жаяу жүргіншілер өткелдері, теміржол өткелдеріндегі шлагбаумдар және т. б. енгізу арқылы қол жеткізіледі. Тұрақты техникалық қызмет көрсету және уақтылы жаңарту көлік инфрақұрылымы апаттар қаупін азайтады және оның жұмысын оңтайландырады. Интеллектуалды технологиялар мен автоматтандыруды енгізу жолаушыларға қызмет көрсету сапасын, кідірістерді азайту және операциялық тиімділікті арттыруды жақсарта алады. Қоғамдық көлік, велосипедпен жүру және жаяу жүргіншілер аймақ-

тары сияқты тұрақты тасымалдау нұсқаларын ынталандыру және инфрақұрылымды дамыту кезінде экологиялық таза технологиялар мен материалдарды пайдалану шығарындыларды азайтуға көмектеседі (Cao, Shahraki, 2023).

Көлік мәселелерін шешудің талқыланған тәсілдері айтарлықтай ерекшеленеді. Кейбір елдерде қалалардың өсуімен үйлестірілген жалпы логистикалық көлік саясаты жүргізілсе, басқаларында көбінесе мүдделер мен мақсаттардың қақтығысына әкелетін қарсы шаралар қабылданады (Lovelace, 2021). Қалалар мен автомобильдердің қарым-қатынасын анықтайтын үш негізгі саяси бағытты бөлуге болады. Біреуі дәстүрлі қаланы қолдауға, екіншісі жеке көліктерді барынша пайдалануға бағытталған. Осы екі полюстің арасында қаланың шекараларында қозғалыс қажеттіліктерімен оңтайлы қарым-қатынас орнатуға бағытталған шаралардың кең орта тобы жатыр. Көлік саясатының осы үш бағытын келесідей анықтауға болады:

1. Көлік қозғалысын қалаға кедергі келтірмейтіндей етіп шектеу;
2. Автокөлік қозғалысын мүмкіндігінше ыңғайлы ету үшін қала жолдарын қайта құру;
3. Қаланың және оның біртұтас интермодальды көлік жүйесінің өзгеру процестерін үйлестіру.

Тұрақты дамуға көшу контекстінде қоршаған ортаға ең аз әсер ететін тұрақты жұмыс істейтін көлік жүйелерін қалыптастыру маңызды. Осыған байланысты зерттеу мақсаты – Ақтөбе қаласындағы көлік жүйесінің даму бағыттарын сипаттау және қалалық ортаны дамытудың көліктік-инфрақұрылымдық жағдайларын саралау.

Зерттеудің ғылыми жаңалығының элементтері Ақтөбе қаласындағы көлік жүйелерінің жұмысын бағалау, сондай-ақ олардың тұрақты дамуға көшуіндегі кедергілерді анықтау.

Зерттеудің гипотезасы келесідей болды: Ақтөбе қаласының көлік инфрақұрылымын дамыту күрделі сипатқа ие әрі ол көптеген факторларға тәуелді. Оларды анықтау және бағалауда қазіргі әлеуметтік-экономикалық жағдайларды ескере отырып, оны қолданудың тиімділігін зерттеуді қамтамасыз ететін әдістерді әзірлеу мен жетілдіруді талап етеді.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Экономикалық, әлеуметтік және саяси қызметтің күрделі жүйесі болып табылатын қалалардың табиғатын ескере отырып, қалалық қыз-

меттің күрделі құрылымын түсіну және оның болашақ кеңістіктік дамуын болжау үшін көптеген әртүрлі зерттеу тәсілдері қолданылды. Әдістемелік тұрғыдан алғанда, халық пен қалалық қоғамдық көліктің өзара әрекеті географиялық әдебиеттерде толық ашылмаған. Қазақстандық зерттеулердің басым көпшілігі Алматы, Астана қалаларының көліктік инфрақұрылымдарын зерттеуге арналған (Кенеспаева, т.б., 2023; Молгаждаров, Базарбекова, 2017; Сорокина, 2014).

Зерттеу тиімді және бәсекеге қабілетті көлік инфрақұрылымын, транзит пен көлік қызметтерін дамыту, сондай-ақ көлік-коммуникация кешенінің жұмыс істеуінің технологиялық және институционалдық ортасын жетілдіру негізінде Қазақстанның 2025 жылға дейінгі Стратегиялық даму жоспары әрі қарай экономикалық өсуге және Қазақстан Республикасы халқының өмір сүру деңгейін арттыруға жәрдемдесуге негізделген бағдарламаға сәйкес орындалды (Қазақстан Республикасы көлік жүйесінің инфрақұрылымын дамытудың және ықпалдастырудың 2020 жылға дейінгі мемлекеттік бағдарламасы).

Көлік жағдайын жақсарту Қазақстанның көптеген қалаларында, соның ішінде Ақтөбеде де өңірлік саясаттың мақсаттарының бірі болып табылады. Қазір Ақтөбенің көлік торабын дамыту бағдарламасы аясында қаланың көлік мәселелерін шешуде қоғамдық көліктің рөлі артып келеді. Мәселелердің барлығында халықтың қауіпсіздігін бағалау үлкен маңызға ие. Геоақпараттық және картографиялық әдістерді қолдана отырып, мұндай зерттеулердің танымалдылығының өсуі келесі факторларға байланысты: геоақпараттық жүйелер, модельдеу технологияларының дамуы мен қол жетімділігінің артуы; жаһандық навигациялық жүйелерді пайдалану; кеңістіктік деректердің жаңа әрі жалпыға қолжетімді көздерінің пайда болуы. Зерттеуде ГАЗ әдісі қолданылып картосхемалар құрастырылды.

Қазіргі жағдайда қалалардың ауқымды зерттеулерінің оның ішінде, әкімшілік-аумақтық бөліну ерекшеліктерін, халықты орналастыру сипатын, көлік жүйесін ұйымдастыру және жұмыс істеу ұстанымдарын ескере отырып, халықтың қоғамдық көлік қызметтерімен қамтамасыз етілуін бағалаудың ғылыми негізделген әдістемесін әзірлеу маңызды. Әдістемені қалыптастыру және енгізу ағымдағы міндеттерді шешудің кешенділігін ғана емес, сонымен қатар көлікпен қамтамасыз етуді зерттеудің жаңа бағыттарын бастауға және дамытуға мүмкіндік береді.

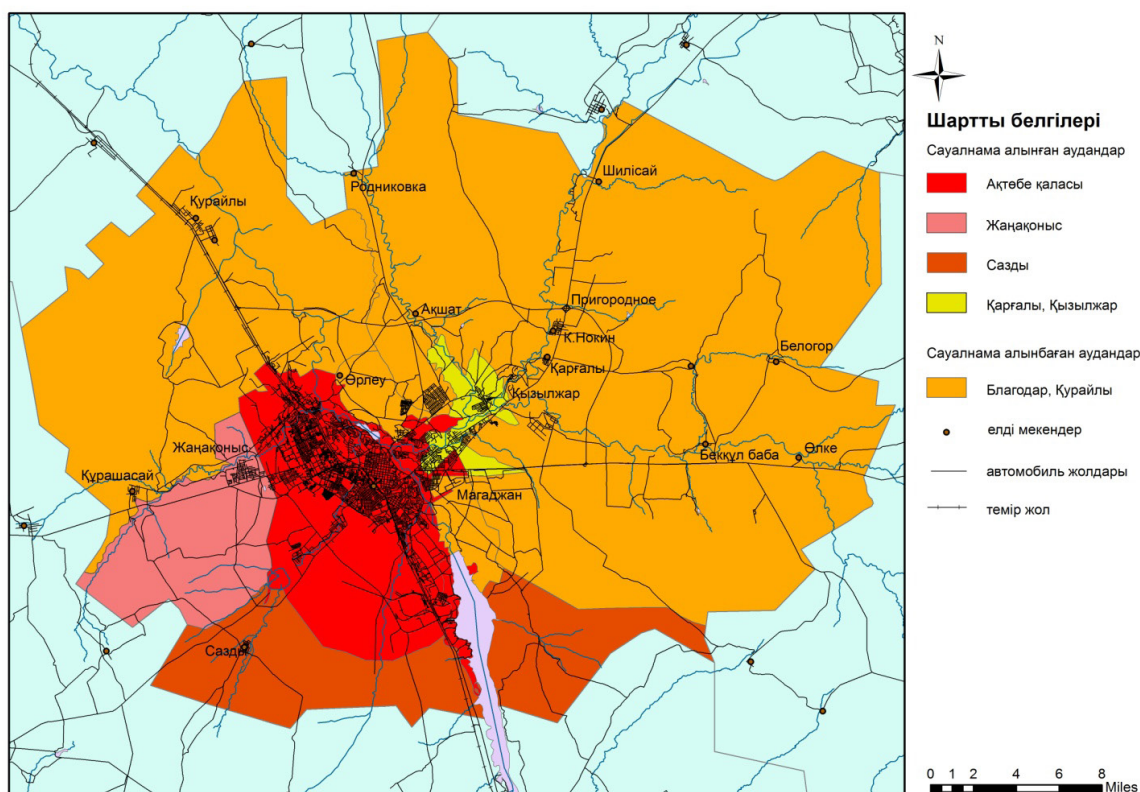
Қазіргі уақытта Ақтөбе қаласында урбандалу процесі белсенді жалғасуда. 2021 жылдың басында халық саны Ақтөбе қаласының шегінде (оның ішінде 39 кент Қарғалы, Магадан, Жаңақоныс, 41 разъезд және т.б.) 512,4 мың адамды құрады. Жалпы жоспарда аумақты қалалар ауылдық округтердің жерлері және елді мекендердің қалаға қосылуы есебінен кеңейту көзделген (Ақтөбе агломерациясын аумақтық дамытудың өңіраралық схемасын бекіту туралы, 2018). 2022 жылы халық саны 556,1 мыңға дейін өсті. Бұл қоғамдық көлік жүйесіне жүктеменің өсуіне, ал екінші жағынан, жеке көліктер санының көбеюіне әкеледі. Сонымен бірге кептелістердің пайда болуы, қоршаған ортаға теріс әсердің артуы секілді мәселелер маңызды орын алып отыр.

Зерттеудің әдіснамалық базасы кешенді және жүйелі тәсілдерге, экономикалық-статистикалық әдістерді, сондай-ақ салыстырмалы талдау, жалпылау және синтез әдістерін қолдануға негізделген. Жұмыстың эмпирикалық негізі Ақтөбе қаласы тұрғындарының қала ортасы жағдайларын бағалау бойынша алынған сауалнама деректері болды. Сауалнамаға қатысқан қала тұрғындарының жас ерекшеліктері 18 жастан 75 жасқа дейінгі аралықты қамтыды. Сауалнамаға 501 адам қатысты (1-кесте).

1-кесте – Респонденттердің жауаптарын іріктеу туралы толық ақпарат (N = 501)

Сипаттамалары	Пайыз
Жынысы:	
Ер	59,4
Әйел	40,6
Жасы:	
Жастар, студенттер (18–34)	34
Орта жастағы адамдар (35–54)	36
Егде жастағы адамдар (≥ 55)	30
Білімі:	
Орта негізгі	57,7
Жоғары	42,3

Қалалардың әртүрлі бөліктерінде тұру ерекшеліктерін анықтау үшін олардың аумағы бірнеше шағын аудандарға бөлінді. Ақтөбенің қалалық ортасын дамытудың көліктік-инфрақұрылымдық жағдайларын бағалауда 8, 11, 12 микроаудандар, Батыс, Сазды, Бауырластар, Жаңақоныс, Қарғалы, Қызылжар, т.б. аудандарда тұратын тұрғындардан сауалнама алынды (1-сурет).



1-сурет – Сауалнама алынған Ақтөбе қаласы мен оның маңындағы елді мекендер

Сауалнама сұрақтары 1-10 ұпай беру арқылы бағаланды. Жұмыстың соңғы бөлігінде контент-талдау әдісін қолдана отырып, Ақтөбе қаласының жергілікті өзін-өзі басқару органдары көлік жүйелерінің тұрақты дамуға көшуі үшін жүзеге асырылатын бірқатар шаралар мен құралдар анықталды.

Зерттеудегі 2018 жылғы сауалнама деректері Ақтөбе қалалық әкімшіліктің қала ортасын зерттеуге орай жүргізілген жұмыстарынан алынды (Ақтөбе қаласының 2016-2020 жылдарға арналған Аумақтық дамыту бағдарламасы). Ақтөбе қаласының аумағы 2015 жылдан бері қарқынды түрде ұлғаюда. Осыған орай қала орталығы мен қаламаңында қоғамдық көлік және көлік кептелісі мәселелері көтеріліп келеді.

Аталған мақсатқа жету үшін жұмыс барысында келесі міндеттер қарастырылады:

1. Көлік жүйелері мен олардың қала тұрақтылығына ықпалының теориялық мәселелері қаралды;

2. Тұрғындардың әлеуметтік сауалнамасының деректері негізінде Ақтөбе қаласының көлік жүйесінің жұмысына халықтың қанағаттанушылығына баға берілді;

3. Қалалардың көлік саласын дамыту проблемалары және жергілікті өзін-өзі басқару органдары іске асыратын оларды еңсеру жөніндегі шаралар анықталды.

Зерттеушілер жиі қолданатын және белгілі бір қаланың көлік жүйесінің жұмысын бағалауға мүмкіндік беретін әдістердің бірі – оларда тұратын халықтан тікелей сұрау (Абилов, т.б., 2017; Секушина, Пахнина, 2023). Бұл әдістердің басты артықшылығы – олар қоғамдық көлік саласындағы кемшіліктерді анықтауға мүмкіндік береді. Сонымен бірге қалалардың көлік жүйелерінің жұмысын бағалауда кешенді тәсілді қолдану өте маңызды, өйткені халықтың пікірі өте субъективті, өйткені адамдар негізінен қалалық көлік пен инфрақұрылымның тиімділігі тұрғысынан емес, өз қажеттіліктерін қанағаттандыру тұрғысынан ғана талқылайды.

Зерттеу нәтижелері және талқылау

Қалалық көлік жүйесінің маңызды сипаттамалары – бұл қала шекарасындағы көше мен жол желісінің құрылымы мен жағдайы. Ақтөбеде қаланың орталық бөлігіндегі көлік инфрақұ-

рылымына жоғары жүктеме қазіргі көкейкесті мәселе. 2015-2022 жылдар аралығында қалада жергілікті маңызы бар автомобиль жолдарының жалпы ұзындығы 651-ден 831 км-ге дейін өсті (Аймақтық Бағдарлама 2021-2025 жылдарға арналған Ақтөбе қаласын дамыту, 2021). 2020 жылғы мәліметтер бойынша жолдардың 46,1%-ы қатты жабынға ие. Қалада көрсеткіштердің оң динамикасы байқалмайды. 2023 ж. Ақтөбеде ұзындығы 48 км жолдарды, көшелерді жөндеу және салу бойынша 30 жобаны аяқтау жоспарланды. 30-дан 17 жоба – жаңа, ал 13 жоба 2022 жылдан қалған өтпелі жоба. Жоба бойынша Ә. Молдағұлова даңғылы, Есет батыр, Сәтбаев, Тәуелсіздік көшелеріндегі жолдар қайта жаңартылып, Ақтөбе-Орск тас жолына дейінгі Ақжар-2-ге баратын көпір жолы аяқталды. Осы іс-шараларды іске асырудың негізінде қалада жалпыға ортақ пайдаланылатын автомобиль жолдарының үлесі төмендеді.

Ақтөбе тұрғындарынан алынған сауалнама нәтижелері аталған іс-шараларды іске асыру елді мекендердің көлік жүйесінің проблемаларын шешуге едәуір дәрежеде ықпал етеді деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді. 2018 жылы ақтөбеліктердің 89%-ы тротуарлар мен жаяу жүргіншілер жолдарының нашар жағдайын маңызды проблема деп санаса, 2023 жылы респонденттердің 61%-дан астамы ғана осындай пікірде болды. Қала жолдары мен көлік инфрақұрылымының сапасын бағалай отырып, тұрғындар автожанармай құю станцияларымен (10 ұпайдың 9,4-ын), жаяу жүргіншілер жолдарымен, бағдаршамдармен (7,5 ұпай), жолдарды жайластыру, жабдықтау, жол белгілері, қоршаулармен (6,3 ұпай) қамтамасыз ету деңгейіне баға береді. Керісінше автобус аялдамаларының сапасына (5,3 ұпай), жол төсемінің тегістігі (4 ұпай), сондай-ақ жолдың өткізу қабілеті мен жүктеме деңгейі (5,2 ұпай) төменгі бағаға ие болды (2-сурет).



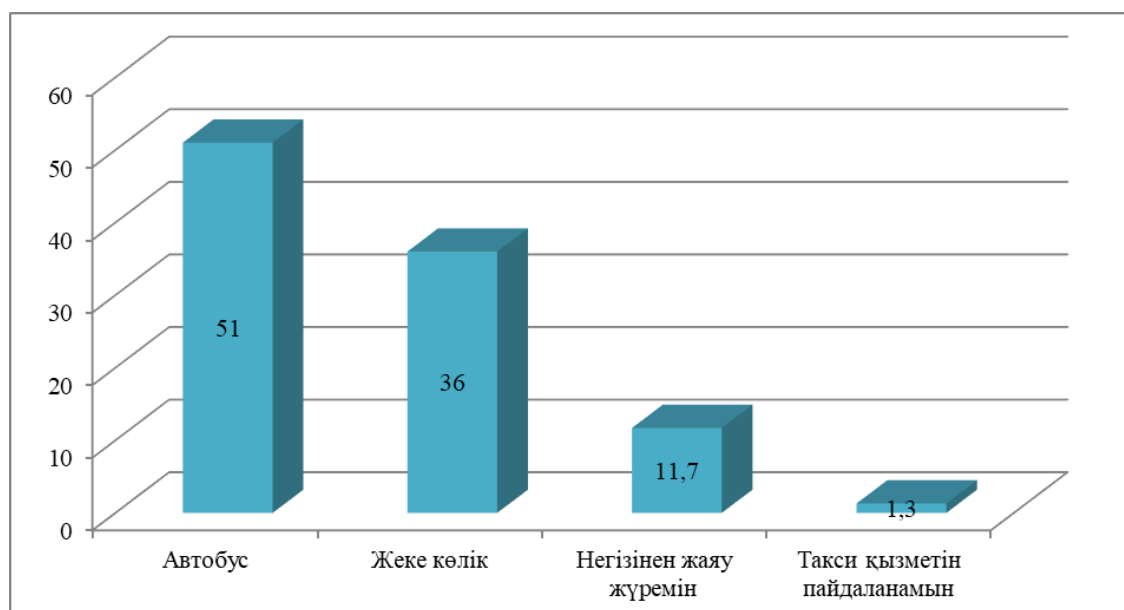
2-сурет – Ақтөбе қаласы мен оның маңындағы елді мекендердегі тұрғындардың қала жолдарының сапасын бағалауы (сауалнама қорытындысы бойынша құрастырылған)

Қалада автобустар жолаушылар тасымалында басты орын алады. Басқа көлік түрлері қарастырылмаған. Қала көлемі үлкейген сайын қоғамдық көлікпен қала тұрғындарын қамтамасыз ету қиын. Қаланың экологиялық жағдайының нашарлауына да троллейбус, трамвай секілді көлік түрлерін дамытпауы кері әсер етеді. Қаладағы автобус маршруттарының жалпы саны – 53 бірлік. Қала аумағында жолаушыларды тұрақты тасымалдау маршруттарына қызмет көрсетумен 4 автопарк айналысады. Ақтөбе автобусы – төрт ұйым қызмет көрсететін Ақтөбе қаласының автобус маршруттарының желісі (“Автопарк”, “Табыс Ақтөбе”, “Qala Trans” және “Ақжайық автопарк”). Қалалық автобустар желісі қала аумағын ғана емес, қаламаңын және саяжай массивтерін де қамтиды.

Бірінші автобус желісі 1927 жылы Ақтөбеде іске қосылды және автобус 1982 жылға дейін

Ақтөбе троллейбусы іске қосылғанға дейін қоғамдық көліктің жалғыз түрі болды. 2000 жылдары қаладағы троллейбустар саны жыл сайын азайып, 2013 жылы троллейбус паркінің жұмысы тоқтатылды. 2021 жылы көлік компанияларының кірістерін ұлғайтуға мүмкіндік беретін қолма-қол ақшасыз төлем жүйесі толығымен енгізілді. Бұл инвесторлар үшін қолайлы жағдай туғызды және Ақтөбеде басқа қалалардан тасымалдаушылар жұмыс істей бастады: Алматыдан “Qala Trans” 2021 жылы, Атыраудан “Ақжайық автопарк” 2022 жылы келді. Сөйтіп бәсекелестік пайда болды, тасымалдаушылар жаңа автобустар сатып алып, тасымалдау сапасы жақсара бастады.

Респонденттердің 51%-ы автобустарды қала бойынша қозғалу үшін пайдаланады. Жеке көлікті 36%-дан астамы, негізінен тұрғындардың тек 11%-ы ғана жаяу жүреді, ал 1,3%-ы такси қызметіне жүгінеді (3-сурет).



3-сурет – Респонденттер қолданатын негізгі көлік түрлері (Ақтөбе қаласы мен оның маңындағы елді мекендерден алынған сауалнама қорытындысы бойынша құрастырылған)

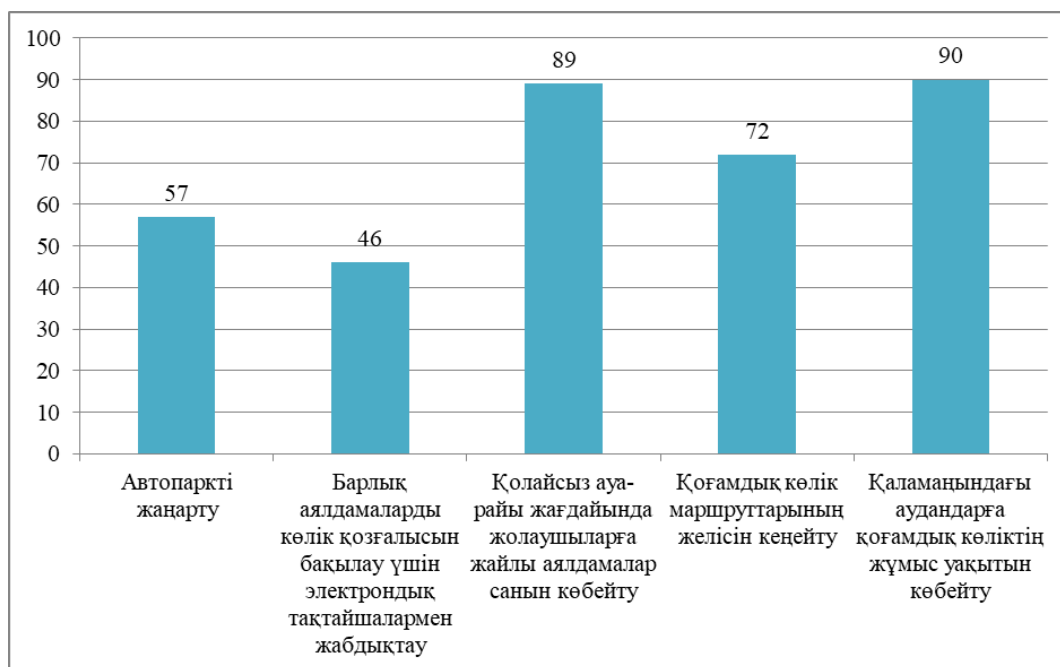
2023 ж. қала тұрғындарының қоғамдық көлік жұмысына қанағаттану деңгейі айтарлықтай өсті. Мысалы, егер 2018 жылы тұрғындардың тек 37,8%-ы көліктің техникалық жарақтандырылуына (тұтқалардың, аялдамаларды автоматты түрде жариялау жүйесінің, арбаларға арналған орындардың болуы) қанағаттанса, 2023 жылы – 72,7% болып отыр. Жылжымалы құрамды жаңарту аясында қалалық маршруттарға

жаңа автобустар берілді. Респонденттердің 57%-ы автопаркті жаңарту, қоғамдық көлік қызметтерінің сапасын арттырудың бірінші кезектегі шараларының бірі деп санайды.

Қаланың қоғамдық көлігінің жұмысына қатысты және азаматтардың қала бойынша жүру тәсілдерін таңдауына әсер ететін маңызды аспектілердің бірі – тарифтік саясат. 2018-2023 жылдардағы қоғамдық көліктегі жол жүру құ-

нының динамикасын талдау барысында жол ақысының бірнеше есе өскенін байқауға болады. Ақтөбе қаласында 2018 жылдан бастап қалалық қоғамдық көлікте жол жүру құны картамен 80 теңгені, қолма-қол 150 теңге құрайды, ал бұған дейін автобустен жүру ақысы 55 теңге болды. Бұл ретте тасымалдаушылар жақын арада сервисті жақсарту бойынша бірқатар шарттарды орындауға міндеттелді. Мәселен, 2019 жылға дейін барлық автобустарда электрондық билеттеуді енгізу, GPS-навигаторларды орнату, жұмыстағы барлық кемшіліктерді жою. Бірақ осы салада әлі біраз жасалатын шаралар бар екендігі тұрғындар сауалнамасынан анықталды. Марш-

руттар желісін кеңейту (72%), сондай-ақ жолаушылар үшін үшін аялдамалардың жайлылығын арттыру (89%) және қоғамдық көлікте жүруге арналған көлік карталарының қозғалысын бақылау үшін оларды электрондық тақталармен жаратандыру проблемасы аса өзекті емес. Қалада 2021 жылы 100-ге жуық қоғамдық көлік аялдамасы жөнделді, бірақ ол қала тұрғындары үшін жеткіліксіз деп саналады. Алынған сауалнама қорытындылары бойынша тұрғындардың басым көпшілігі қаламаңына қатынайтын автобустардың аздығын, аялдамалардың жайсыздығын, қоғамдық көлік желісін көбейтуді көрсеткен (4-сурет).

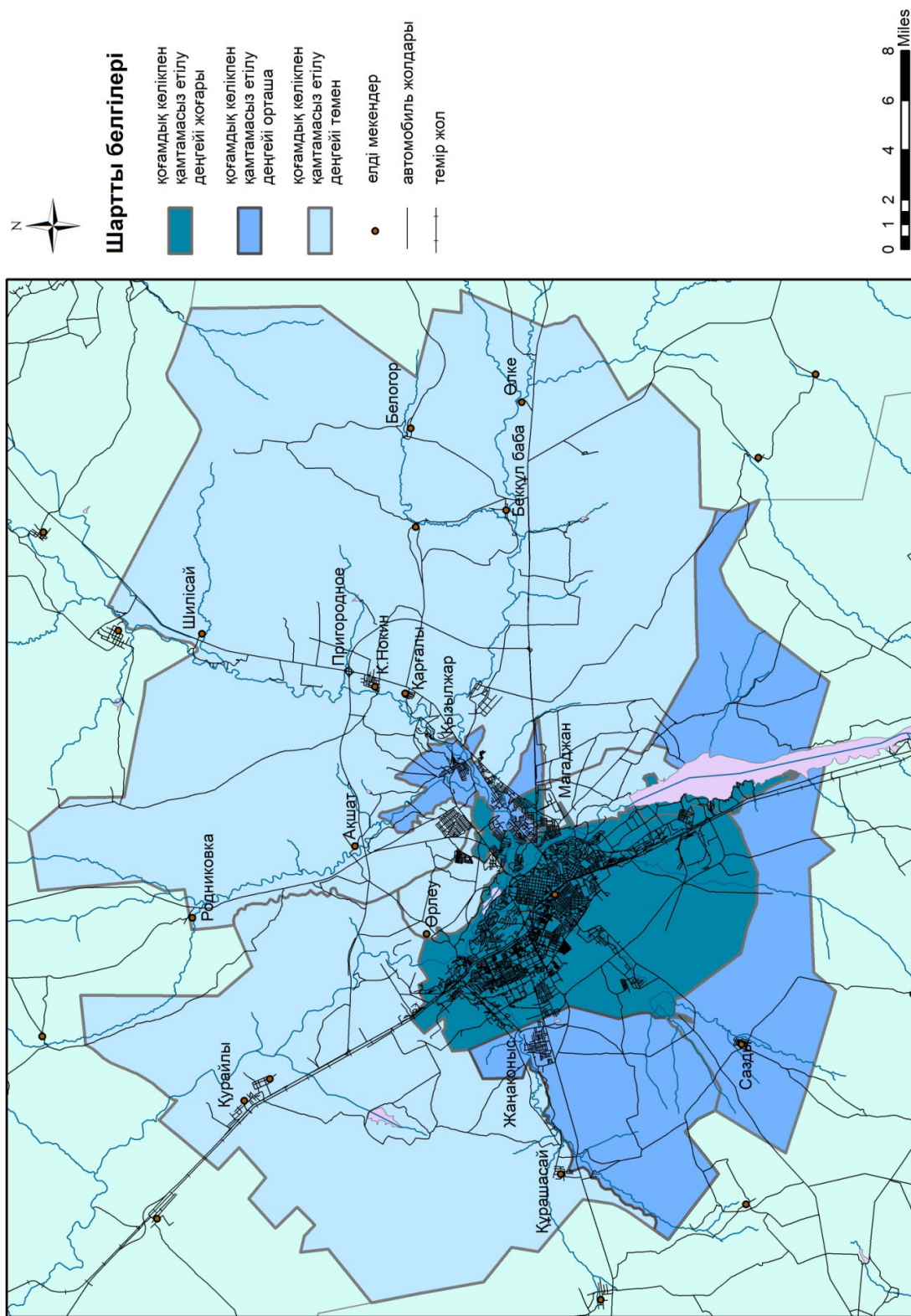


4-сурет – Қоғамдық көлік қызметтерінің сапасын арттыру мақсатында қала тұрғындарына ұсынылған сауалнама жауаптары, (пайызбен)

(Ақтөбе қаласы мен оның маңындағы елді мекендерден алынған сауалнама қорытындысы бойынша құрастырылған)

Сауалнама қорытындылары мен авторлардың зерттеулері бойынша қоғамдық көлікпен қамтамасыз етілу деңгейі 5-суретте берілген. Қаламаңына қатынайтын автобустар көлемі шағын әрі таңғы, кешкі уақытта адам санының көптігінен қиындықтар туындайды. Қоғамдық көлікпен

қала орталығы ғана қажетті деңгейде қамтамасыз етілген. Сазды, Жаңақоныс, Қызылжар, Ақжар секілді аудандар орташа, ал Қурайлы, Қарғалы, Пригородное, т.б. қалаға қатынап жұмыс жасайтын тұрғындар үшін әлі де қоғамдық көлік желісімен қамтамасыз етілу деңгейі төмен.



5-сурет – Ақтөбе қаласы мен оның маңындағы елді мекендердегі қоғамдық көлікпен қамтамасыз етілу деңгейі (авторлардың құрастыруымен)



6-сурет – Ақтөбе қаласының көшелеріндегі көлік кептелістері

Қаланың микроаудандарының байланысын арттыруға және автомобиль кептелістерінің санын азайтуға кедергі келтіретін Ақтөбе қаласының проблемаларының бірі – қолданыстағы жол инфрақұрылымына, атап айтқанда көпірлерге жоғары жүктеменің болуы. Қаланың орталық бөлігін теміржол магистралі екіге бөліп тұр, бұл Заречный, Орталық және Батыс аудандарына қол жетімділікті қиындатады. Осы мәселені шешу үшін қала билігі жаңа көпірлер, көшелер мен жол айрықтарын салу есебінен қаланың орталығындағы көлік кептелісі мәселесін шешкісі келді. 6-суреттен қаладағы көлік кептелісінің сызбасын көреміз.

Қаланың тарихи өзегі негізгі доминант болып табылады, одан төрт бағытта үш айналма жолмен бір құрылымға біріктірілген негізгі жалпы қалалық магистральдар өтеді. Магистральдық аумақтардың құрылысы микроаудандар мен тұрғын аудандардың тікбұрышты жүйесі. Негізгі жаңа құрылысты батыс, шығыс және ішінара солтүстік бағыттардағы жаңа көлік сақиналары арасында жүргізу ұсынылады. Осы кірме магистральдардың бойында тұрғын аудандардың тарихи орталығымен және перифериямен өзара байланысты қала құрылысы тораптарының жүйесін құру ұсынылады.

Ақтөбенің орталық аудандарының орналасуы мен дамуы, қалалық көше-жол желісі мен аула аумақтары негізінен социалистік нормалар бойынша қалыптасқан. Қазір қаланың барлық қиылыстары салынып үлгерді және оларды қайта құру кезінде қолданыстағы инженерлік коммуникацияларды ауыстыру бойынша үлкен көлемдегі жұмыстардың қажеттілігі туындайды. Ойластырылмаған қайта құрудың негізінде қала құрылысының кейбір жаңа аудандарында 2,0-ге жуық жанама коэффициентті көлік байланыстары бар. Қазір қалада жол кептелісін азайтуға бағытталған жобалар жүзеге асырылуда. Жобаны іске асырудың негізінде қолданыстағы көпірлер мен жол өтпелеріне жүктеме екі еседен астам төмендеуі мүмкін, сондай-ақ қала орталығын жеке және жүк көлігімен айналып өту кезінде қалалық аудандардың өзара көлік байланысы жақсарады. Сонымен қатар, аталған инфрақұрылымдық жобаның кейбір элементтерін іске асыруда белгілі бір қиындықтар туындайды.

Соңғы жылдардағы басты мәселелердің бірі – жеке автомобиль көлігін пайдаланушылар санының айтарлықтай өсуі. Ақтөбе қаласы бойынша шамамен 90 000-нан астам жеке автокөлік бар. Социализм кезінде қалалардың бас жос-

парлары 1000 тұрғынға шаққанда 50 (150) жеке машиналар нормасы бойынша әзірленді. Қазір қалада автокөлік саны көп. Қаланың автотұрақтарға деген қажеттілігі тек 30% қанағаттандырылған. Ақтөбе қаласындағы автотұрақ тапшылығы қазір өткір мәселелердің бірі. Қалалардың тұрақты дамуы тұрғысынан жағымсыз үрдістердің бірі – жеке автомобиль көлігін пайдаланушылар санының өсуі. Бұл ретте халық арасында жүргізілген сауалнамалардың нәтижелері қала тұрғындарының көпшілігінің бензинмен немесе дизель отынымен, газбен жұмыс істейтін жеке автокөліктен бас тартуға және неғұрлым экологиялық таза жүріп-тұру құралдарын пайдалануға көшуге құлықсыздығын көрсетеді.

Қорытынды

Зерттеу нәтижесінде қаладағы көлік жүйелерінің жұмысы және олардың дамуының тұрақтылығын арттыру мәселелері туралы бірқатар тұжырымдар жасауға болады. Тұтастай алғанда, 2018-2023 жылдар кезеңінде Ақтөбе қаласында жергілікті маңызы бар жолдардың ұзындығы мен жол жабынының сапасын жақсарту көрсеткіштері өсті. Ақтөбе қаласы бойынша көше-жол желісінің қазіргі ұзындығы 528,7 км құрайды, оның ішінде: жүрдек қозғалыс жолдары – 39,3 км, жалпықалалық маңызы бар магистральдық көшелер – 101 км, аудандық маңызы бар магистральдық көшелер – 75,1 км, жергілікті маңызы бар көшелер мен жолдар – 257,46 км. көше-жол желісінің қолданыстағы тығыздығы 2,9 км/км² құрайды. Қалада автомобиль жолдарының, темір жолдардың автожолдармен және өзендермен қиылысында қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ететін 70 жасанды құрылыс жұмыс істейді. Оның ішінде теміржол көпірлері – 8 бірлік, автожол көпірлері – 41 бірлік, жаяу жүргіншілер көпірі – 1 бірлік, теміржол өткелдері – 2 бірлік, көлік жол айрығы – 6 бірлік, эстакадалар – 7 бірлік, жер үсті жаяу жүргіншілер өткелдері – 5 бірлік (Ақтөбе облысының жолаушылар көлігі және автомобиль жолдары басқармасы деректері, 2023).

Қала тұрғындарының сауалнамаларына сүйене отырып, тротуарлар мен жолдардың нашар жағдайы, қала аудандарындағы көлік байланысының жеткіліксіздігі төмендеді деп айтуға болады. 2023 жылы тұрғындардың жартысынан көбі қоғамдық көліктің қызмет көрсету деңгейіне жартылай қанағаттанды. Қалада автобус ең танымал көлік түрі болып қала береді. Қала

тұрғындарының қоғамдық көліктің жұмысына, атап айтқанда оның техникалық жабдықтауына, маршруттар санына, қозғалыс жиілігіне және жолаушыларға қызмет көрсетуге қанағаттану деңгейін арттыру оң үрдіс болып табылады. Мұндай оң динамика көбінесе қалалардың жергілікті өзін-өзі басқару органдарының қоғамдық көлік жүйелерінің жұмысын жақсарту бойынша іс-шаралар кешенін жүзеге асыруына байланысты.

Қорыта келгенде, қоршаған ортаға теріс әсер ету деңгейін төмендетуді қамтамасыз ететін көлік құралдары мен көлік инфрақұрылымы объектілерін жаңғырту; экологиялық таза отын түрлерін пайдаланатын көлік құралдарының санын ұлғайту; ақылды қалалық көлік технологияларын енгізу және дамыту, велосипедтер мен скутерлерді бірлесіп пайдалану жүйелерін құру және танымал ету жөніндегі жобаларды іске асыру жоспарлану керек. 2023 жылдан бастап жазғы кезеңде қалада электр скутерлер мен самокаттар саны көбейді. Қаладағы экологиялық

жағдайды жақсарту мақсатында электромобильдер, велосипед, скутерлер, самокаттар санын көбейту қолға алыну қажет.

Сонымен қатар, қалада да жергілікті өзін-өзі басқару органдары жүзеге асыратын саясатта қалалық көлік жүйелерінің тұрақты даму траекториясына көшу векторы байқалмайды. Ақтөбе қаласының стратегиялық даму құжаттарында қоғамдық көліктің жұмысын жақсартуға, сондай-ақ экологиялық қауіпсіз көліктің үлесін арттыруға және велосипед көлігі үшін ғана инфрақұрылымды дамытуға назар аударылған. Бірақ веложүргіншілерге жасалған жолақтар қаланың әр аумағында түрліше сипатта.

Ақтөбе қаласының жылдан-жылға өсіп келе жатқандығын ескерсек, қаланың экологиялық жағдайын жақсарту, қала тұрғындарына қолайлы көліктік-инфрақұрылымдық жағдай жасауда халық пен қалалық қоғамдық көліктің өзара әрекеттесуін географиялық зерттеудің негізгі бағыттарын анықтау және талдау жүргізу маңызды.

Әдебиеттер

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

Ақтөбе облысының жолаушылар көлігі және автомобиль жолдары басқармасы деректері

Ақтөбе агломерациясын аумақтық дамытудың өңіраралық схемасын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2018 жылғы 3 наурыздағы № 109 қаулысы. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P180000109> (қарау күні 26.08.2023)

Ақтөбе қаласының 2016-2020 жылдарға арналған Аумақтық дамыту бағдарламасы. <https://www.gov.kz/memleket/entities/aktobe-akt/documents/details/117957?lang=ru> (қарау күні 25.07.2023)

Ақтөбе қаласының 2021-2025 жылдарға арналған Аумақтық дамыту бағдарламасы. <https://www.gov.kz/memleket/entities/aktobe-akt/documents/details/117957?lang=ru> (қарау күні 27.08.2023)

Волкова И.Н., Крылов П.М., Евдокимов М.Ю. Проблемы и перспективы территориальной организации и территориального планирования региональной транспортной системы (на примере Свердловской области) // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». – 2022. – Т. 32. – № 2. – С. 192-204.

Gössling S. Urban transport justice // *Journal of transport Geography*. – 2016. – Vol. 7. – Т. 54. – P. 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.05.002>

Zhao P., Hu H. Geographical patterns of traffic congestion in growing megacities: Big data analytics from Beijing // *Cities*. – 2019. – Т. 92. – P. 164-174. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.03.022>

Кенеспаева Л.Б., Рафиков Т.К., Карменова Н.Н., Мусагалиева А.Н. Проблемы и перспективы развития транспортной инфраструктуры города Алматы // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. – 2023. – № 1. – С. 44-53.

Kraft S., Blažek V., Marada M. Exploring the daily mobility rhythms in an urban environment: Using the data from intelligent transport systems // *Geografie*. – 2022. – Vol. 127. – № 2. – P. 127-144. <https://doi.org/10.37040/geografie.2022.004>

Қазақстан Республикасы көлік жүйесінің инфрақұрылымын дамытудың және ықпалдастырудың 2020 жылға дейінгі мемлекеттік бағдарламасы және «Мемлекеттік бағдарламалар тізбесін бекіту туралы» Қазақстан Республикасы Президентінің 2010 жылғы 19 наурыздағы № 957 Жарлығы. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/U1400000725> (қарау күні 27.09.2023)

Lovelace R. Open source tools for geographic analysis in transport planning // *Journal of Geographical Systems*. – 2021. – Vol. 23 – P. 547-578. <https://doi.org/10.1007/s10109-020-00342-2>

Малышева Е. В. Анализ комфортности транспортной системы города Самары // Градостроительство и архитектура. – 2020. – Т. 10. – №4. – С. 157-164.

Молгаждаров А.С., Базарбекова М.М. Основные аспекты и проблемы автомобильного транспорта города Алматы // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. – 2017. – №1. – С. 82-89.

Рамазан Б., Нохатов М. Көше-жол торабын босатуда көлік ағындарын өткізу сипаттамасы // ҚазККА хабаршысы. – 2023. – Т. 124. – №1. – С. 136-142.

Rasca S., Saeed N. Exploring the factors influencing the use of public transport by commuters living in networks of small cities and towns // *Travel Behaviour and Society*. – 2022. – Vol. 28. – P. 249-263. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2022.03.007>

Секушина И.А., Пахнина С.Ю. Тенденции и проблемы развития транспортных систем крупных городов Вологодской области // *Проблемы развития территории*. – 2023. – Т. 27. – № 1. – С. 27-46.

Сидоров В.П., Ситников П.Ю. Географический анализ дорожного движения и парковочного пространства в крупном городе (на примере г. Ижевска) // *Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле»*. – 2021. – Т. 31. – №4. – С. 474-483.

Сорокина Т. Е. Транспортный комплекс города Астаны // *Вопросы географии и геоэкологии*. – 2014. – №3. – С. 3-9.

Śleszyński P., Olszewski P., Dybicz T., Goch K., Niedzielski M. The ideal isochrone: Assessing the efficiency of transport systems // *Research in Transportation Business & Management*. – 2023. – Т. 46. – P. 100779. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100779>

Сао В., Шахраки А. А. Planning of Transportation Infrastructure Networks for Sustainable Development with Case Studies in Chababar // *Sustainability*. – 2023. – Т. 15. – №6. – p. 5154. <https://doi.org/10.3390/su15065154>

Уткин А. А. Методика изучения территориальной организации общественного транспорта в крупном городе // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*. – 2008. – №1. – С. 43-49.

Javanmard R., Lee J., Kim J., Liu L., Diab E. The impacts of the modifiable areal unit problem (MAUP) on social equity analysis of public transit reliability // *Journal of Transport Geography*. – 2023. – Т. 106. – P. 103500. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103500>

Yannis G., Chaziris A. Transport system and infrastructure // *Transportation research procedia*. – 2022. – Vol. 60. – P. 6-11. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.12.002>

References

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

Aqtobe obly'sy'ny'n zholaushy'lar koli'gi' zhəne avtomobil' zholdary' basqarmasy' derekteri'

Aqtobe aglomeraciyasyn aumaqtyq damytudyn onirarlyq skemasyn bekitu turaly Qazaqstan Respublikasy Okimetin 2018 zhylygy 3 nauryzdagy № 109 qaulysy. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P1800000109> (Date of review 26.08.2023)

Aqtobe qalasy'ny'n 2016-2020 zhy'ldarga arналган Aumaqty'q damy'tu bagdarlamasy' [Territorial Development Program of Aktobe for 2016-2020] <https://www.gov.kz/memleket/entities/aktobe-akt/documents/details/117957?lang=ru> (Date of review 25.07.2023)

Aqtobe qalasy'ny'n 2021-2025 zhy'ldarga arналган Aumaqty'q damy'tu bagdarlamasy' [Territorial Development Program of Aktobe for 2021-2025] <https://www.gov.kz/memleket/entities/aktobe-akt/documents/details/117957?lang=ru> (Date of review 27.08.2023)

Volkova I.N., Krylov P.M., Evdokimov M.Yu. (2022). Problemy i perspektivy territorial'noj organizacii i territorial'nogo planirovaniya regional'noj transportnoj sistemy (na primere Sverdlovskoj oblasti). *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya «Biologiya. Nauki o Zemle»*. Т. 32, № 2, P. 192-204.

Gössling S. (2016). Urban transport justice. *Journal of Transport Geography*. Vol. 7, T. 54, P. 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.05.002>

Zhao P., Hu H. (2019). Geographical patterns of traffic congestion in growing megacities: Big data analytics from Beijing. *Cities*. Т. 92, P. 164-174. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.03.022>

Kenespaeva L.B., Rafikov T.K., Karmenova N.N., Musagalieva A.N. (2023). Problemy i perspektivy razvitiya transportnoj infrastruktury goroda Almaty // *Vestnik VGU. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*. № 1, P. 44-53.

Kraft S., Blažek V., Marada M. (2022). Exploring the daily mobility rhythms in an urban environment: Using the data from intelligent transport systems. *Geografie*. Vol. 127, № 2, P. 127-144. <https://doi.org/10.37040/geografie.2022.004>

Qazaqstan Respublikasy kolik zhyjesinin infraqyrylymyn damytudyn zhane yqpaldastyrudyn 2020 zhylyga dejingi memlekettik bagdarlamasy zhane “Memlekettik bagdarlamalar tizbesin bekitu turaly” Qazaqstan Respublikasy Prezidentinin 2010 zhylygy 19 nauryzdagy № 957 Zharlyғы. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/U1400000725> (qarau kyni 27.09.2023)

Lovelace R. (2021). Open source tools for geographic analysis in transport planning. *Journal of Geographical Systems*. Vol. 23, P. 547-578. <https://doi.org/10.1007/s10109-020-00342-2>

Malysheva E. V. (2020). Analiz komfortnosti transportnoj sistemy goroda Samary. *Gradostroitel'stvo i arhitektura*. Т. 10, №4, P. 157-164.

Molgazhdarov A.S., Bazarbekova M.M. (2017). Osnovnye aspekty i problemy avtomobil'nogo transporta goroda Almaty. *Vestnik Kazahskoj akademii transporta i kommunikacij im. M. Tynyspaeva*. №1, P. 82-89.

Ramazan B., Nohatov M. (2023). Kəshe-zhol torabyn bosatuda kelik aryndaryn otkizu sipattamasy. *QazKKA habarshysy*. Т. 124, №1, P. 136-142.

Rasca S., Saeed N. (2022). Exploring the factors influencing the use of public transport by commuters living in networks of small cities and towns. *Travel Behaviour and Society*. Vol. 28, P. 249-263. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2022.03.007>

Sekushina I.A., Pahnina S.Yu. (2023). Tendencii i problemy razvitiya transportnyh sistem krupnyh gorodov Vologodskoj oblasti. *Problemy razvitiya territorii*. Т. 27, № 1, P. 27-46.

Sidorov V.P., Sitnikov P.Yu. (2021). Geograficheskij analiz dorozhnogo dvizheniya i parkovochnogo prostranstva v krupnom gorode (na primere g. Izhevskaja). *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya «Biologiya. Nauki o Zemle»*. Т. 31, № 4, P. 474-483.

Sorokina T. E. (2014). *Transportnyj kompleks goroda Astany. Voprosy geografii i geoekologii.* №3, P. 3-9.

Śleszyński P., Olszewski P., Dybicz T., Goch K., Niedzielski M. (2023). The ideal isochrone: Assessing the efficiency of transport systems. *Research in Transportation Business & Management.* T. 46, P. 100779. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100779>

Cao B., Shahraki A. A. (2023). Planning of Transportation Infrastructure Networks for Sustainable Development with Case Studies in Chabahar. *Sustainability.* T. 15, № 6, P. 5154. <https://doi.org/10.3390/su15065154>

Utkin A. A. (2008). Metodika izucheniya territorial'noj organizacii obshchestvennogo transporta v krupnom gorode. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya.* №1, P. 43-49.

Javanmard R., Lee J., Kim J., Liu L., Diab E. (2023). The impacts of the modifiable areal unit problem (MAUP) on social equity analysis of public transit reliability. *Journal of Transport Geography.* T. 106, P. 103500. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103500>

Yannis G., Chaziris A. (2022). Transport system and infrastructure. *Transportation research procedia.* Vol. 60, P. 6-11. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.12.002>

У.А.Токбергенова^{1,*}, Б.Т. Сатвалдиев², О.Л. Раздобудько²,
П.А. Бакирбаева², А. Рапбек²

¹Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

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

*e-mail: tokbergen75@mail.ru

ШЫМКЕНТ АГЛОМЕРАЦИЯСЫ АУМАҒЫНДАҒЫ ЖЕРДІ ТҰРАҚТЫ ПАЙДАЛАНУ ҚАҒИДАЛАРЫ

Қала мен аудандардың даму жағдайларын ескере отырып, негізінде қала аумағындағы жер ресурстарын тиімді пайдалану әлеуметтік-экономикалық жүйе ретінде жүргізіледі. Қалалық жоспарлау, көлік жүйелері, сумен жабдықтау, санитария, қалдықтарды басқару, апат қаупін азайту, ақпаратқа қол жеткізу, білім беру және әлеуетті арттыру – осы мәселелердің барлығы тұрақты қалалық дамуға қатысты. Тұрақты даму тұжырымдамасы, экологиялық қауіпсіздік қағидаттарына және қарқынды игерілетін аумақтарда жер пайдалануды ескеретін тиісті ғылыми-технологиялық қағидаттарға негізделуге тиіс.

Елдің әлеуметтік-экономикалық өміріндегі түбегейлі өзгерістер жер меншігі қатынастарының өзгеру жағдайларын, тұрақты дамуды қамтамасыз ету талаптарын және аймақтық, мемлекеттік билік пен басқарудың рөлін күшейтудің заманауи тенденцияларын ескере отырып, Жер ресурстарын басқару процестерін жүзеге асырудың жаңа тұжырымдамалық қағидаларын әзірлеуді талап етеді. Бұл көбінесе жерді пайдаланудың қазіргі заманғы тәжірибесі ауылшаруашылық жерлерін пайдалану тиімділігінің төмен деңгейін көрсететіндігімен байланысты.

Жер және басқа да табиғи ресурстар бүкіл әлем халқы үшін өмірлік негіз болып табылады. Осы ресурстарға қол жеткізу құқығы климаттың өзгеруіне, табиғи апаттарға, түрлі қақтығыстарға және басқа да жағымсыз факторларға көбірек ұшырайды. Жалпы ресурстарды әлсіз басқару экономикалық өсуді және қоршаған ортаны тұрақты пайдалануды тежейді. Керісінше, табиғи ресурстарды жауапты басқару әлеуметтік және экономикалық дамуға ғана емес, сондай-ақ қоршаған ортаны қорғау және климаттың өзгеруі сияқты мәселелерді оң шешуге ықпал етеді. Осы мақалада агломерация аумағындағы жер пайдалану қағидалары ұсынылған және жер ресурстары мен қоғам арасындағы ұзақ мерзімді, көп мақсатты және экономикалық тиімді қарым-қатынас көрсетілген.

Түйін сөздер: жер ресурстары, жерді пайдалану, ауылшаруашылық жерлер, қала, тұрақты пайдалану, кластер, экотуризм, ерекше қорғалатын табиғи аумақтар.

U.A. Tokbergenova^{1,*}, B.T. Satvaldiyev², O.L. Razdobudko²,
P.A. Bakirbayeva², A. Rapbek²

¹Abai Kazakh National Pedagogical University, Kazakhstan, Almaty

²Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

*e-mail: tokbergen75@mail.ru

Principles of sustainable land use in the territory of Shymkent agglomeration

Taking into account the development conditions of the city and districts, effective use of land resources in the urban area is carried out as a socio-economic system. Sustainable urban development – the city plan, transport hubs, water supply, sanitation, waste disposal, disaster risk prevention, the ability to obtain information, education and capacity building are all related to these issues. The foundations of sustainable development should be formulated on the principles of environmental safety and relevant scientific and technological principles that take into account the use of land in intensively developed territories.

Cardinal changes in the socio-economic life of the country require the development of new conceptual principles for the implementation of land management processes, taking into account the conditions of changing land ownership relations, the requirements for sustainable development and current trends in strengthening the role of regional, state authorities and management. As a rule, modern practice of land use is associated with the fact that the use of agricultural land shows a low level of efficiency.

Land and other natural resources are the lifeblood of the world's population. The right of access to these resources is more susceptible to climate change, natural disasters, various conflicts and other negative factors. Poor management of shared resources hinders economic growth and sustainable use of the environment. On the contrary, responsible management of natural resources contributes not only to social and economic development, but also to the positive solution of issues such as environmental protection and climate change. This article presents the rules of land use in the territory of the agglomeration and shows long-term, multi-purpose and cost-effective relations between land resources and society.

Key words: land resources, land use, agricultural land, city, sustainable development, cluster, ecotourism, specially protected natural areas.

У.А. Токбергенова^{1,*}, Б.Т. Сатвалдиев², О.Л. Раздобудько²,
П.А. Бакирбаева², А. Рапбек²

¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Казахстан, г. Алматы

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

*e-mail: tokbergen75@mail.ru

Принципы устойчивого землепользования на территории Шымкентской агломерации

Эффективное использование земельных ресурсов на территории города проводится с учетом условий развития города и районов как социально-экономической системы. Городское планирование, транспортные системы, водоснабжение, санитария, управление отходами, снижение риска бедствий, доступ к информации, образование и повышение потенциала — все эти вопросы касаются устойчивого городского развития. Должна быть определена концепция устойчивого развития на принципах экологической безопасности и соответствующих научно-технологических принципах, учитывающих землепользование на интенсивно осваиваемых территориях.

Разработка новых концептуальных принципов реализации процессов управления земельными ресурсами требует существенных изменений в социально-экономической жизни страны с учетом условий изменения отношений земельной собственности, условий обеспечения устойчивого развития и современных тенденций усиления роли региональной, государственной власти и управления. Как правило, современная практика землепользования связана с демонстрацией низкого уровня эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения.

Земля и другие природные ресурсы являются жизненной основой для населения всего мира. Право доступа к этим ресурсам больше подвержено изменению климата, стихийным бедствиям, различным конфликтам и другим негативным факторам. Слабое управление общими ресурсами сдерживает экономический рост и устойчивое использование окружающей среды. Напротив, ответственное управление природными ресурсами способствует не только социальному и экономическому развитию, но и позитивному решению таких вопросов, как охрана окружающей среды и изменение климата. В данной статье представлены правила землепользования на территории агломерации и показаны долгосрочные, многоцелевые и экономически эффективные отношения между земельными ресурсами и обществом.

Ключевые слова: земельные ресурсы, землепользование, сельскохозяйственные земли, город, устойчивое использование, кластер, экотуризм, особо охраняемые природные территории.

Кіріспе

Шымкент қаласы Оңтүстік өңірдегі ірі агломерацияға айналуы қаланың экономикалық, әлеуметтік және мәдени әлеуетінің нәтижесі. Шымкент агломерациясының жер ресурсы қоғамда қабылданған қағидаларға сәйкес қаланың табиғи-климаттық ерекшеліктеріне қарай әр түрлі дәрежеде пайдаланылады. Қазіргі таңда Шымкент агломерациясы үшін жер байлығын шаруашылық түрінде тиімді пайдалануды ескере отырып, жерді тұрақты пайдаланудағы маңызы ерекше.

Әлемде дамыған елдер қатарына ену үшін қабылданған стратегия аясында, агломерация — елдің экономикалық маңызы бар екені көрсетілген. Алғашқы урбанистік орталықтардан кейін тұрған Шымкент, халықты заманауи сапалы біліммен, медицинамен, әр түрлі саладағы қызмет түрлерімен, инфрақұрылым шоғырланған аймақтармен қамтамасыз етеді. Қазіргі уақытта аумақтық ұйымдастыру және Шымкент агломерациясы аумағындағы жерлерді ауыл шаруашылығы мақсатында ұтымды пайдалану үшін, жерлердің құнарлылығын сақтау және арттыруды, ауыл шаруашылығы дақылдарының негізгі өнімділі-

гін сақтау, топырақ құрамының құнарлылығы және мелиоративті күйін сақтау мен жақсартуды, жайылымға түсетін мал шаруашылығы өнімдерін өндіру кезінде қолайлы жүктемелерді қамтамасыз етумен қатар, шаруашылық айналымынан ауыл шаруашылығы алқаптарының шығып кетпеуін болдырмауды, ауыл шаруашылығы дақылдарынан қалған қалдықтар мен жанама өнімдерді ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің өңделген учаскелерінде өртеуге жол бермеуді атап көрсете аламыз.

Жерді тұрақты және ұтымды пайдалану және оны ауыл шаруашылығы мақсаттары үшін және тұтастай алғанда халықтың салауатты өмір салты үшін сақтау мәселесі осы өзекті мәселенің әртүрлі салалардағы маңыздылығын болжайды. Шымкент агломерациясының экологиялық әлеуетін сақтау үшін қалалық және қала маңындағы жер пайдаланудың орнықты саясатын қолдану қажет.

Қала аумағындағы жер ресурстарын ұтымды пайдалану экономика саласында тоқтаусыз даму үстінде. Қала мүддесінің күрделі әлеуметтік жүйе ретіндегі дәрежесіне жер ресурстарын пайдаланудың сәйкес келуі, қала аумағы жер ресурстарын тұтынудың тиімділігі деп түсіндіріледі (Н.Ә. Назарбаевтың Қазақстан халқына Жолдауы, Астана қ., 2012 жылғы 14 желтоқсан).

Шымкент агломерациясы – Шымкент қаласын, оның маңындағы және оған іргелес аудандарды қамтитын агломерация. Қазіргі уақытта Шымкент агломерациясында ел халқының шамамен 10%-ы тұрады, бұл оны Қазақстандағы ең ірі агломерациялардың біріне айналдырады.

Өңірлерді дамыту бағдарламасына сәйкес Шымкент агломерациясы (Алматы және Астана қалаларымен қатар) бірінші деңгейдегі агломерация ретінде айқындалған.

Шымкент агломерациясының жер көлемі 1573,5 мың га аумақты қамтыса, Шымкент қаласының жалпы ауданы 116,28 мың га құрайды.

Шымкент агломерациясына: орталығы – Шымкент қаласы, Арыс қалалық әкімшілігі қала орталығымен, Бәйдібек, Түлкібас, Қазығұрт, Төлеби ауданы Леңгер қаласымен, Ордабасы және Сайрам аудандары ауыл орталықтарымен кіреді (ҚР Үкіметінің 2018 жылғы 16 қарашадағы № 767 қаулысынан).

Материалдар мен зерттеу әдістері

Зерттеудің теориялық және әдіснамалық негізін ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлер-

ді пайдалану мен топырақтың құнарлығын жақсарту және сақтау бойынша іс-шараларды салыстырмалы, кешенді зерттеуді қамтамасыз етуші жүйелік әдіс құрады.

Бастапқы мәліметтер әдеби көздерден жиналды. Зерттеу нысанына байланысты барлық жинақталған нақты материалдарға талдау жасалды.

Екіншіден, жергілікті атқарушы органдар мен жер қатынастарын басқару органдарының мәліметтерінен аумақтың жер ресурсының сапалық жағдайлары мен гидрологиялық ерекшеліктері туралы нақты мәліметтер алынды.

Жұмыстың ақпараттық негізі ретінде Қазақ су шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының (ҚазСШҒЗИ), Ұлттық статистика комитеті Шымкент қаласы бойынша департаментінің, Мемлекеттік жер кадастрының автоматтандырылған ақпараттық жүйесі және техникалық қамтамасыз ету басқармасының қалалық, облыстық және өңірлік филиалдарының материалдары алынып отыр.

Мақаланы жазу барысында дәстүрлі және заманауи әдістер қолданылды. Соның ішінде аумақтағы жер ресурстарын тиімді пайдалану және тұрақты жер пайдалану мәселелеріне талдау жасауда статистикалық, салыстырмалы, талдау, тарихи және геоақпараттық әдістер қолданылды.

Зерттеу нәтижелері және талқылау

Шымкент – алып жатқан аумағы бойынша бірінші және Республикада халық саны бойынша Алматыдан кейінгі екінші қалалық агломерацияны құрайтын, еліміздің ең ірі өнеркәсіптік, сауда және мәдени орталықтарының бірі.

Қала статусты Шымкент қаласының агломерациясын аумақтық дамыту жөнінде аймақтық схемасы бекітіліп, ұсынылғаннан соң алды. Өңірлік схемасы Қазақстан Республикасының сәулет, қала құрылыс қызметінің саласындағы заңнамаларға, аймақты ұйымдастырудың экологиялық, әлеуметтік-экономикалық мәселелерін реттейтін нормативтік құқықтық, техникалық құжаттарға сай тағайындалған. (Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2018 жылғы 22 ақпандағы № 74 жарлығы)

Қазақстан Республикасының қалалық агломерацияларында қалыптасқан жер пайдалану жүйесінің қағидаларын анықтау жер қатынастарын реформалауға, қалалық агломерациялардың Жер ресурстарын басқарудың қазақстандық моделін әзірлеу қажеттілігіне байланысты өзекті болып отыр. «Қазақстан

Республикасының Жер кодексі», «Қазақстан Республикасының фермерлік және шаруа қожалықтары туралы», «Қазақстан Республикасында агроөнеркәсіптік кешенін дамыту жөніндегі 2013-2020 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасын бекіту туралы» және т.б. қабылданған заңнамалық актілерге қарамастан, ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерді пайдалану тиімділігі жақсармай тұр.

Елді мекен жерлер Шымкент агломерациясындағы жалпы ауданы 286 158,3 га құрайды.

Қалалық және ауылдық елді мекендердің жалпы ауданы Шымкент қаласының жобалаудың есептік мерзімін ескере отырып, 291 080,15 га құрайды.

1-кестеде көрсетілгендей, агломерация орталығы Шымкент қаласы, Арыс қалалық әкімшілігі (оның ішінде Арыс қаласы), Бәйдібек, Түлкібас, Қазығұрт (оның ішінде Қазығұрт ауылы), Төлеби (оның ішінде Ленгер қаласы), Ордабасы және Сайрам аудандары (оның ішінде Манкент және Сайрам ауылдары) кіреді.

1-кесте – Шымкент агломерациясының халық саны (қалалар мен аудандар бойынша) (ҚР агроөндірістік кешенін дамыту бағдарламасы 2017-2021)

Аудандар/қалалық әкімшіліктер/қалалар	Аудан орталығы	Алаңы мың км ²	Халық саны 2021 ж.
Шымкент қ.	-	1,2	1 109 381
Арыс қ.	-	7,6	76 863
Бәйдібек ауданы	Шаян ауылы	7,2	54 360
Қазығұрт ауданы	Қазығұрт ауылы	4,1	108 497
Ордабасы ауданы	Темірлан ауылы	2,7	122 287
Сайрам ауданы	Ақсукеңт ауылы	1,1	218 555
Төлеби ауданы	Леңгір қаласы	3,0	120 564
Түлкібас ауданы	Тұрар Рысқұлов ауылы	2,3	113 027
Барлығы		29,2	1 923 534

Басты жоспарлау торабының жолында жоғары құндылықты кіші аймақтар, оңтүстік өңірдің жоспарлау орталықтарын байланыстыратын қала құрылысы шоғырланады. Шымкент агломерациясының өңіраралық схемасы негізгі және екінші кезектегі жоспарлау осьтері айқындалған, мұнда негізгі жоспарлау орталығы Шымкент қаласы – Шымкент агломерациясының ядросы болып табылады. Агломерация ядросынан басқа, тартылыс орталықтары Арыс, Сарыағаш қалалары мен Т. Рысқұлов ауылы. Олар тиісті аудандардың әкімшілік орталықтары болып табылады.

Шымкент қаласының агломерациясы өңіраралық схемасы аумақты дамыту перспективаларын және оның инфрақұрылымға ұзақ мерзімді қажеттілігін айқындайтын қала құрылысы стратегиясы болып табылады. Шымкент агломерациясының өңіраралық схемасы ережелерін іске асыру кезектілігі, қаржыландыру көздері және көлемі бюджет мүмкіндіктерін ескере отырып, мемлекеттік бағдарламалар мен

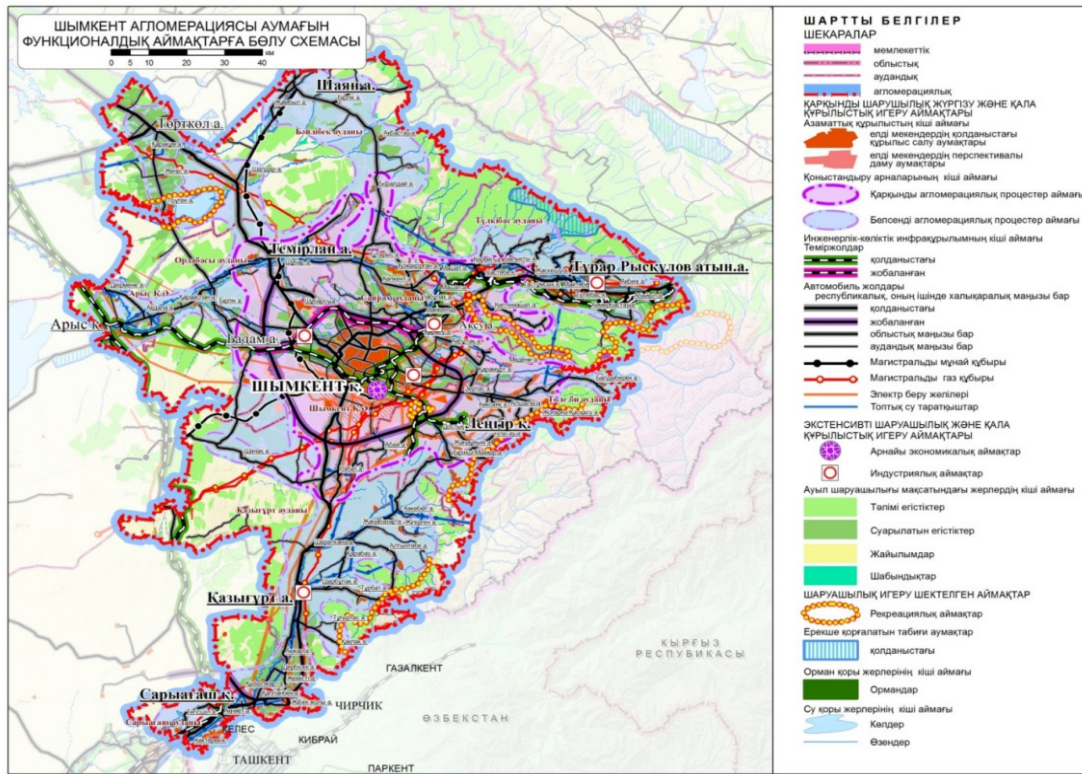
аумақтарды дамыту бағдарламалары деңгейінде айқындалады.

Шымкент агломерациясының өңіраралық схемасының негізгі міндеттері:

1) Шымкент агломерация аумағының шекараларын анықтау;

2) агломерацияны дамытудың ұтымды тұстарын қалыптастыру мақсатында аумақтың шекарасына кіретін әкімшілік-аумақтық бірлестіктердің мақсаттарын ескере отырып, жобаланатын аумақтың тиімді жоспармен ұйымдастырылуын анықтау;

3) территория аумағын функционалдық аймақтарға бөлу, халықты қоныстандыру және өндірістік күштерді орналастыру жүйесін толықтыру, инженерлік, көліктік, әлеуметтік және рекреациялық инфрақұрылымдарды дамыту, аумақтарды қауіпті техногендік және табиғи апаттардан қорғау, аумақтың экологиялық жағдайын жақсарту және қоршаған ортаны қорғауға негізделген ұсыныстар кешенін дайындау.



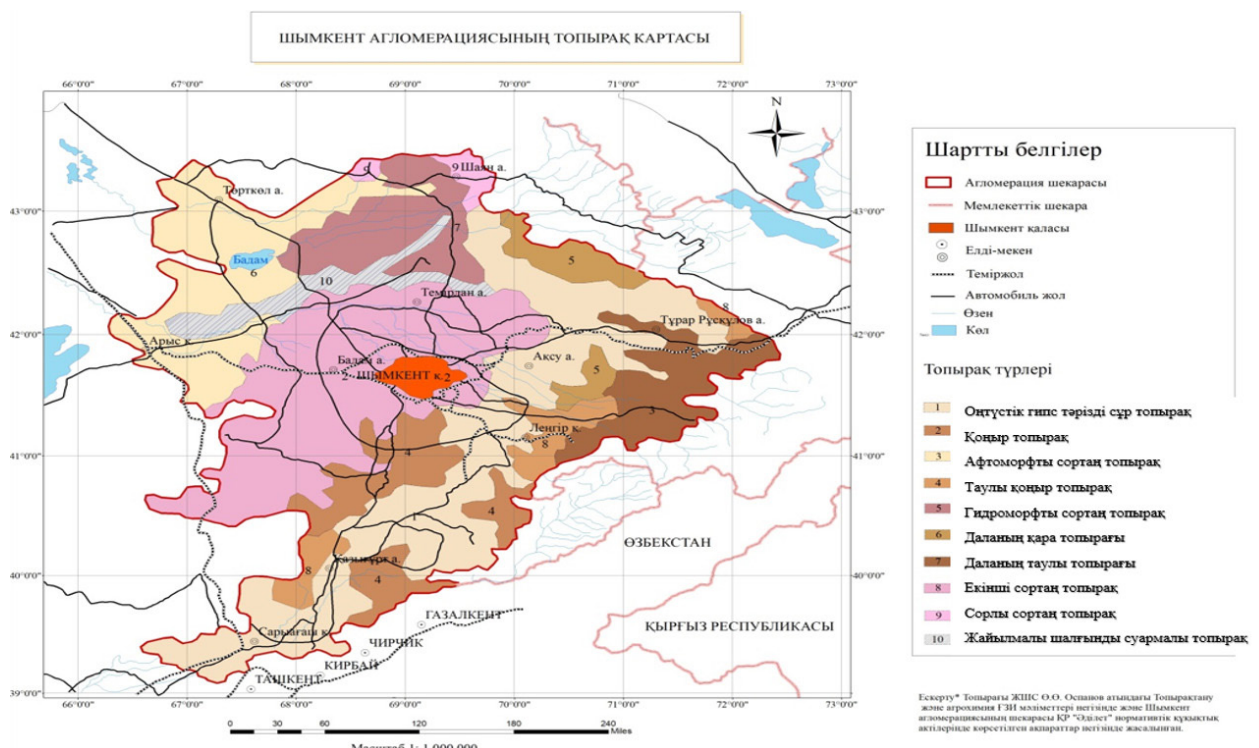
1-сурет – Шымкент агломерациясы аумағын функционалдық аймақтарға бөлу схемасы (Шымкент қаласының әкімшілігі мәліметтері негізінде автор құрастырған)

1-суретте көріп отырғандай, Шымкент агломерациясы аумағын функционалдық аймақтарға бөлу схемасында Шымкент агломерациясын ұзақ мерзімді дамытудың жобалық ұсыныстары көрсетілген. Сондай-ақ, мемлекеттік, облыстық, аудандық және агломерациялық шекаралар айқын бөлінген.

Қарқынды шаруашылық жүргізу және қала құрылыстық игеру аймақтары, соның ішінде азаматтық құрылыстың кіші аймағы (елді-мекендердің қолданыстағы құрылыс салу аумақтары және елді-мекендердің перспективалы даму аумақтары), қоныстандыру арналарының кіші аймағы (қарқынды агломерациялық процестер аймағы және белсенді агломерациялық процестер аймағы), инженерлік-көліктік инфрақұрылымның кіші аймағы (теміржолдар және автомобиль жолдары), сонымен қатар экстенсивті шаруашылық және қала құрылыстық игеру аймақтары (арнайы экономикалық аймақтар, индустриялық аймақтар және ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің

кіші аймағы), шаруашылық игеру шектелген аймақтар схема бетінде ұсынылған.

Шымкент қаласы агломерациясының топырақ картасында көрсетілген топырақ түрлеріне, жерді пайдалануына қарай ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлер, елді-мекендердің (қалалардың, кенттердің және ауылдық елді-мекендердің) жерлері, өнеркәсіптер, көлікке, қорғаныс және ауыл шаруашылығына арналмаған жерлер, ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың, сауықтыру мақсатындағы, рекреациялық және тарихи-мәдени мақсаттағы жерлер, орман қорының жерлері, су қорының жерлері болып пайдаланылуда. Топырақ түрлері, оңтүстік гипс тәрізді сероземдар, қоңыр дамыған, афтоморфты сортаң, таулы қоңыр топырақ, гидроморфты сортаң, даланың таулы черноземдері, сондай-ақ даланың таулы топырағы, екінші сортаң, сорлы сортаң және жайылмалы шалғынды суармалы топырақ түрлері кең тараған.



2-сурет – Шымкент агломерациясы аумағының топырақ картасы
(Карта ЖШС Ө.Ө. Оспанов атындағы Топырақтану және агрохимия ҒЗИ мәліметтері негізінде және Шымкент агломерациясының шекарасы ҚР “Әділет” нормативтік құқықтық актілерінде көрсетілген ақпараттар негізінде автор құрастырған)

2-суретте көрсетілгендей, агломерация аудандары топырақты ауыл шаруашылығы мақсатында, соның ішінде егістік алқаптары 100984 га Қазығұрт ауданы бойынша жоғарғы өнім алды, сондай-ақ бұл аудан шабындық 30902 га және жайылым алқаптарынан 133881 га жақсы көрсеткіш көрсетті. Түлкібас ауданы көп жылдық екпелер алқаптарынан 3979 га құнарлы жердің септігінен жоғарғы өнім алды. Егістік жерлер жалпы өнім алатын көз болғандықтан, айтарлықтай маңызы бар деп есетеледі. Оның құрамына енетін бидай, арпа, дәнді жүгері, күнбағыс, мақта, мақсары, картоп, көкөністер, қауын және көпжылдық шөптер аудан бойынша қаншама пайызды алып отырғанын көре аламыз. 52,3% бидай өнімін Арыс қаласынан, 6,2% арпа өнімін Түлкібас ауданынан, 4,7% дәндік жүгеріні, 4,3% күнбағыс дақылдарын және 19,9% мақта өнімін Ордабасы ауданынан, 30,8% мақсары дақылдарын Қазығұрт ауданынан, 2,3% картопты Төлеби ауданынан, Сайрам ауданынан 8,6% көкөністерді, Арыс ауданынан 12,2% қауын жемістерін және көпжылдық шөптер жоғарыда

атап өткендей 41,4%-бен Түлкібас ауданынан өндіріліп, 2020 жылы егістік жерлерді пайдаланудан жақсы көрсеткіш көрсетіп отыр.

Қоршаған табиғи ортаны экстенсивті игеру аймақтары

Қоршаған ортаны жан-жақты игеру аймақтары интенсивті және экстенсивті ауылшаруашылық қызметтерінің кішігірім аумақтарын қамтып отыр.

Ауыл шаруашылығына арналған жерлер 2020 жылғы қараша айының нәтижесі бойынша 1056443,67 га-ды, соның ішінде егістікке арналған жерлер – 499673,07 га-ды, ал суармалы жерлер – 121620 га-ды, шабындыққа арналған жерлер – 48946,8 га-ды және жайылым жерлер – 386203,8 га-ды алып жатыр. Мал шаруашылығын дамыту перспективасына байланысты Арыс қалалық әкімшілігінен 642 га жер, Бәйдібек ауданынан 5000 га жер, Қазығұрт ауданынан 1358 га жер, Ордабасы ауданынан 4000 га жер, Сайрам ауданынан 1026 га жер, Сарыағаш ауданынан 3287,18 га жер, Төлеби ауданынан 394 га босалқы жер қатарынан шабындықтар

мен жайылымдарды есептік (2030 жыл) жобалау мерзіміне ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерге ауыстыру немесе жайылымдық жайылым ретінде пайдалану қажет. Олардың жалпы ауданы 15707,18 га құрайды.

Қоры және арнайы жер қоры жерлерінде орналасқан, ауыл шаруашылығы айналымына ауданы 9412 га егістік тыңайған жерлерді тарту қарастырылады, алайда тозу процестерін болдырмау, жасыл екпелерді сақтау және көбейту мақсатында бүкіл аумақта бейімдеу-ландшафтық тәсілді енгізу шартымен.

Шымкент агломерациясының 2030 жылға қарай өрескел маманданып ауыл шаруашылығының дақылдарын өндіру, көкөніс пен жеміс жидек өнімдері, мұнайдың өңделу есебінен туындаған өнімдері, тоқыма өнімдері, құрылыс заттары, металлургия өнімдері, машина жасау, химия өнеркәсібін жатқыза аламыз.

Шымкент агломерациясы экономикасының басты салаласы ауыл шаруашылығы болып саналады. Осыған орай қаланың аудандары бойынша шаруашылықты жетілдіру алғышарт болып табылады.

2030 жылға тыңайған жерлер мен босалқы жерлерді ауыл шаруашылығы айналымына тарту есебінен ауыл шаруашылығы жерлерін 1081562,85 га дейін өсіру көзделіп отыр (Шымкент агломерациясын аймақтық дамытудың өңіраралық схемасын бекіту туралы ҚР Үкіметінің 2018 ж. 22 ақпандағы № 74 қаулысы).

Сондай ақ, 90%-дан астам мал шаруашылығының өнімдері халық шаруашылығында өндіріледі, бұл ірі ауқымды селекциялық және малды асылдандыру жұмысын жүргізуге, ғылыми негізделген егіс айналымын сақтауға, заманауи технологияларды кеңінен пайдалануға, өндіріс процестерін механикаландыруға және автоматтандыруға мүмкіндік бермейді (Түркістан облысы әкімдігінің 2020 жылғы 13 ақпандағы № 27 қаулысы. Түркістан облысының Әділет департаментінде 2020 жылғы 14 ақпанда № 5427 болып тіркелді).

Шымкент агломерациясына ең жақын орналасқан аудандардың жалпы жер қоры Арыс (765,4 мың га), Бәйдібек (723,3 мың га), Қазығұрт (403 мың га), Ордабасы (259,4 мың га), Төлеби (360,4 мың га) және Түлкібас (227,5 мың га) құрайды. Оның ішінде, суармалы егістік пен айналысатын Арыс қалалық әкімшілігінің ауыл

шаруашылығы мақсатындағы жерлерінің ауданы 455,8 мың га, Ордабасы ауданында 218 мың га және Сайрам ауданында 79,2 мың га жуық. Бұл агломерацияға жақын орналасқан Арыс, Ордабасы және Сайрам ауданындағы бау-бақша, көкөністермен айналысатын шаруа қожалықтарының өнімдерін болашақта Шымкент қаласына тасымалдауға үлкен мүмкіндік туғызады, сонымен қатар агломерациядағы халықты көкөніс, бау-бақша өнімдерімен қамтамасыз етуге өте қолайлы болып табылады. Ал, Төлеби (93,3 мың га), Түлкібас (148,5 мың га) аудандарындағы шаруа (фермер) қожалықтары агломерациядағы халықты дәнді дақылдар, майлы дақылдар және жеміс – жидектермен қамтамасыз етуге үлкен әлеуеті бар. (2- кесте)

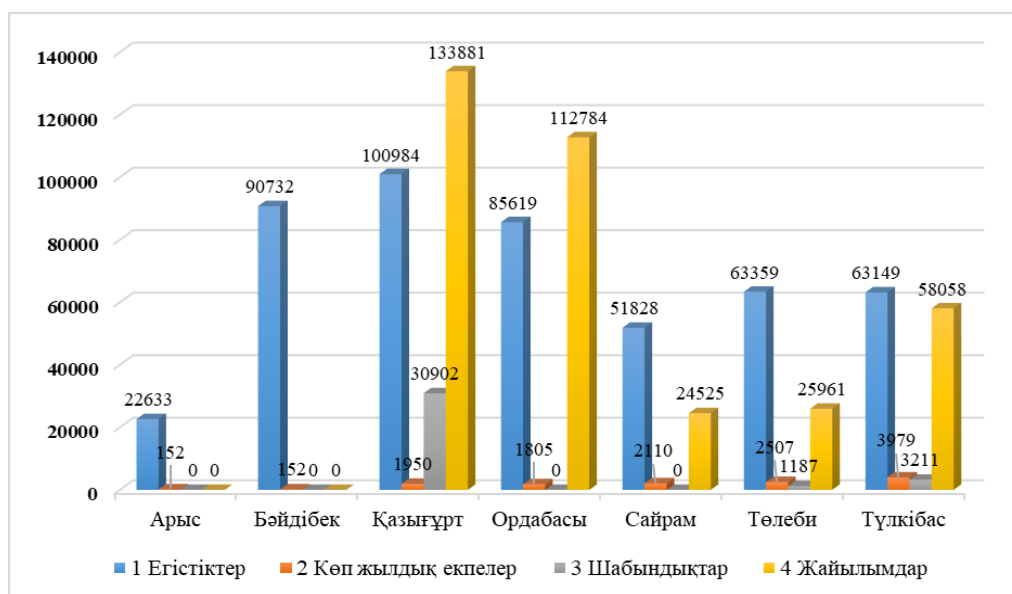
Бұл агломерациядағы шаруа (фермер) қожалықтарының өнімдерін сатуға және Шымкент қаласындағы шоғырланған халықты азық түлікпен қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, агломерацияға жақын орналасқан аудандардың ішінде Қазығұрт (275,3 мың га) және Бәйдібек (560,4 мың га) аудандарында жайылымдық, шабындық жерлерінің көп болуы, осы аудандардағы шаруа (фермер) қожалықтарының Шымкент қаласындағы халықты мал шаруашылығы өнімдерімен (ет, сүт, жұмыртқа және т.б.) қамтамасыз етуге үлкен әлеуеті бар. Екінші жағынан Шымкент қаласы осы шаруа қожалықтарының тауарын тұтынушы ретінде олардың шаруашылығын одан сайын дамытуға мүмкіншілік береді.

Ауыл шаруашылық кооперациялары және ауыл шаруашылығының шикізат көздерін кейіннен өңдеуге Шымкент агломерациясының аумағына кіретін Түлкібас, Сайрам, Сарыағаш және Ордабасы аудандарының құнарлы жерлері мүмкіндік береді. Басқа аудандарда мал санын арттыру, мал союға арналған цех жасау, ет және сүтті өңдеумен айналысатын кәсіпорындарды үлкейту және жаңа кәсіпорындар салу мақсатында жайылым жерлерді ұлғайтуға болады.

Келешекте агломерацияның өңдеуші кәсіпорнына шикізат көздерін одан әрі тұрақты жеткізуді қамтамасыз етуге, ауыл шаруашылығы дақылдарын өсіруді арттыру, яғни ауыл шаруашылығы кооперациялары мен агроөнеркәсіптік кешенді интеграциялау негізінде, сонымен қатар жылыжайларды, шаруашылықтың бір қатарын дамытуға толыққанды мүмкіндік береді.

2-кесте – Шымкент агломерациясы аудандары бойынша 2020 жылғы жер туралы мәліметтері, га (Шымкент агломерациясының құрамына кіретін аудандар бойынша жер туралы 2020 жылғы статистикалық ақпараттар негізінде автор құрастырған)

№	Жер туралы ақпараттар	Жалпы алаңы (га) аудандар бойынша						
		Арыс	Бәйдібек	Қазығұрт	Ордабасы	Сайрам	Төлеби	Түлкібас
1	Ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлер	458785	560372	275298	218058	79166	93288	148518
2	Елді-мекендердің (қалалардың, кенттердің және ауылдық елді мекендердің) жері	25233	73847	39702	21163	22342	61531	23137
3	Барлығы өнеркәсіп, көлік, қорғаныс және ауыл шаруашылығына арналмаған жерлер	6896	3653	2274	2975	1940	3745	5448
4	Барлығы ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың, сауықтыру мақсатындағы, рекреациялық және тарихи-мәдени мақсаттағы жерлер	28018	36485	76573	0	0	146997	49958
5	Орман қорының жерлері	161985	24726	60	4821	243	0	0
6	Су қорының жерлері	4972	1165	424	8522	1028	197	143
7	Босалқы жерлер	79506	23091	8429	3892	10042	622	300
8	Барлық жерлер	765395	723339	403060	259431	114761	306380	227504



3-сурет – Шымкент агломерациясы аудандары бойынша 2020 жылғы ауыл шаруашылығы алқаптарының құрамы (ҚР статистика департаменті мәліметтері негізінде автор құрастырған)

3-суретте көрсетілгендей, табиғи-климаттық және ландшафттық ерекшеліктеріне байланысты Шымкент агломерациясына кіретін (таулы аймақтарда орналасуына байланысты) Түлкібас,

Төлеби және Қазығұрт, Сайрам аудандарында табиғи жайылымдық жерлер мен шабындық жерлердің айтарлықтай қоры бар. Бұл осы аудандардағы шоғырланған мал шаруашылығы

саласына маманданған ауыл шаруашылығы кәсіпорындары мен шаруа (фермер) қожалықтарының Шымкент қаласын сапалы ет-сүт өнімдерімен қамтамасыз етуге мүмкіндігі өте жоғары болып келеді. Бұл өнімдері тасымалдау үшін Шымкент агломерациясындағы жол тораптары өте жиі, әрі қолайлы орналастырылған, яғни өнімнің бұзылмай көрсетілген орнына жеткізілуіне мүмкіндік береді.

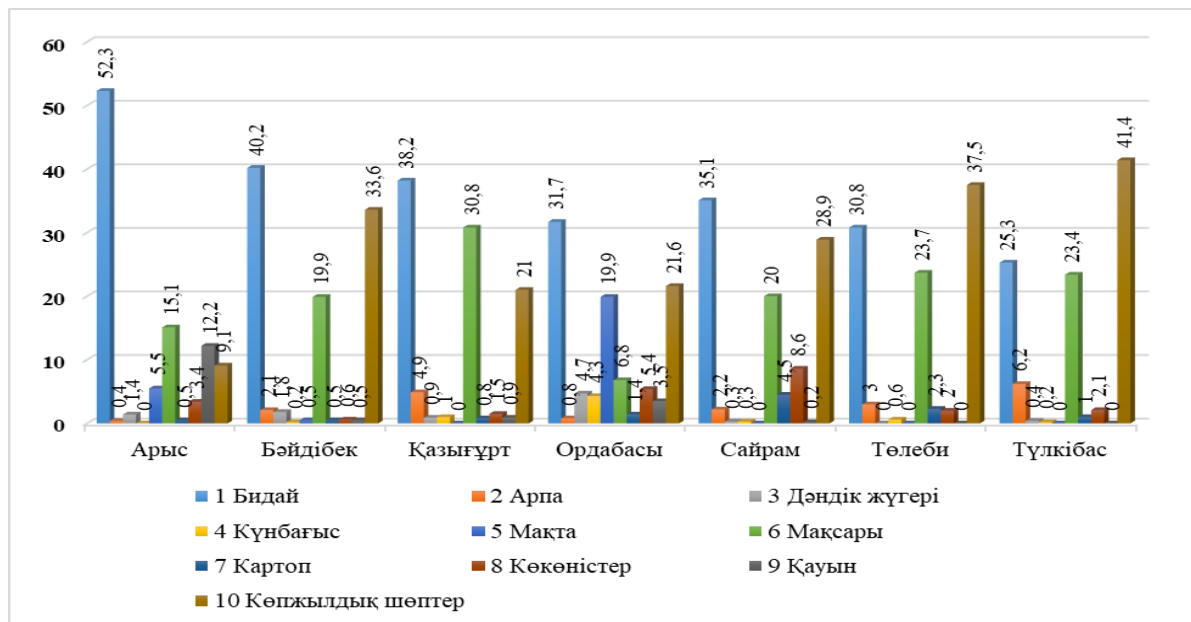
Ірі компаниялар тауарлар мен қызметтерді ұсақ өнім берушілер арасындағы нық байланысты ауыл шаруашылығын дамыту үшін ретке келтіру қажет. Мысал ретінде, азық-түлікті өңдеу жөніндегі компаниялармен ұзақ уақыт келісімшарттарды жасайтын ұсақ шаруашылықты алуға болады. Шымкент және Арыс қалалары, аудандары 2020 жылға қарай 1,8 есеге, 2030 жылға қарай 4,5 есеге есептік деректерге сәйкес ауыл шаруашылығының жалпы өнімінің көлемі артады екен (ҚР Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігі Ұлттық статистика бюросы 2020 жылғы мәліметтер).

Ауыл шаруашылығы саласын жаңғырту және қала құраушы база болуға қабілетті ұсақ тауарлы өндірістен орта және ірі тауарлы өндіріске көшу ауылдық аумақтар халқының кетуін азайту үшін ұсынылады. ҚР Президенті

Н.Ә. Назарбаевтың 2017 жылғы 31 қаңтардағы “Қазақстанның Үшінші жаңғыруы: жаһандық бәсекеге қабілеттілік” атты Қазақстан халқына Жолдауына сәйкес 5 жыл ішінде 500 мыңнан астам шағын фермерлер мен үй шаруашылықтарды кооперативтерге біріктіру үшін барлық жағдайды жасау қажет.

Ауылдық елді мекендерді одан әрі дамытуға белгіленген жоспарлау, құрылыс салу және абаттандыру жобалары әзірленуі тиіс, онда ауыл халқының еңбек қызметі мен өмір сүру жағдайларын жақсартуға, ауылдық жерлерде тұрудың үстемін арттыру үшін негіздер жасауға арналған өзара байланысты іс-шаралар кешені анықталатын болады.

Шымкент агломерация аумағының құрамындағы Түлкібас, Сарыағаш, Ордабасы және Сайрам аудандары көкөністерді, бақша дақылдарын, майлы дақылдар және т.б. өсірумен айналысатын негізгі аудандар болып табылады. Алайда, бұл аудандар өсімдік шаруашылығының жалпы түсімі, көлемі бойынша Түркістан облысындағы Сарыағаш, Келес, Мақтаарал және Жетісай сияқты аудандарға жол береді. Бұл дегеніміз агломерацияға кіретін аудандардағы шаруа қожалықтарының өнімдерін өзіндік құнының төмендеуіне алып келеді.



4-сурет – Шымкент агломерациясы аудандары бойынша 2020 жылғы егістік жерлерді пайдалану құрылымы,% (ҚР статистика департаменті мәліметтері негізінде автор құрастырған)

Бұл мәселелерді шешу үшін агломерацияның аумағына кіретін аудандардағы ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының және шаруа (фермер) қожалықтарының бәсекеге қабілетті болуын талап етеді. Дегенмен, агломерация аумағына кіретін аудандардағы ауыл шаруашылығы кәсіпорындары мен шаруа (фермер) қожалықтарының өз өнімдерін өткізуге облыстағы басқа шалғайда орналасқан аудандарға қарағанда мүкіндігі жоғары. Біріншіден, еліміздің үшінші ірі қаласы Шымкентке жақын орналасуы, екіншіден, ауыл шаруашылығы өнімдерін тасымалдауға жол тораптарының жиі және қолайлы болуы.

Қала халқын қоныстандырудағы жетілдіру шаралары

Шымкент агломерациясы елдің оңтүстік аймағының тірек орталығы ретінде қалыптасуда. Республикадағы жалпы халық санының 10%-ы, яғни 1,8 млн. адам Шымкент агломерациясының аумағында халқының санын құрап отырған 367 елді мекеннен тұрады. Осы тұста қаланың тұрғындарының саны – 992,5 мың адам (55,1%), ауыл тұрғындарының саны – 808,5 мың адам (44,9%). Агломерацияның халық тығыздығы – 184,8 адам / км².

Шымкент қаласындағы агломерация 367 елді мекенді қамтиды ол 98,9%-ды 363 ауылдық елді мекен алып отыр.

Орта есеппен 2016 ж. басында Шымкент агломерациясының құрамындағы жалпы ауыл тұрғындарының тығыздығы 87,1 адам / км² құрап, ал ең жоғары тығыздығымен 186,7 адам / км² сипатталған аудан бұл Сайрам.

Агломерациядағы орташа ауылдық елді мекендердегі адам саны 2202 адамды құрады. Айтарлықтай жоғарғы көрсеткіш көрсеткен Сайрам ауданы – 4738 адам.

Агломерация бойынша ауылдық елді мекендер желісінің тығыздығы орташа алғанда 1000 км² аумаққа 25,2 елді мекенді құрады. Ең жоғары көрсеткіш Сарыағаш ауданында – 1000 км² аумаққа 62,6 елді мекеннен.

Орташа қашықтық ауылдық елді мекендер арасында 6,3 километрді құрады. Сарыағаш ауданының ауылдық елді мекендері бір – бірінен 4,0 шақырым ең жақын қашықтықта орналасқан.

Шымкент агломерациясының құрамына кіретін ауылдық елді мекендердің 39,7%-ын үлкен ауылдар, 37,7%-ын орта ауылдар, 17,1%-ын ірі ауылдар және бар болғаны 5,5%-ын шағын ауылдар құрайды.

Сайрам ауданының ауылдары ірі ауылдық елді мекендердің негізгі бөлігін құрайды, ал

Түлкібас ауданында шағын елді мекендердің басым бөлігі орналасқан.

Шымкент агломерациясында балалар халқының жоғары жас құрылым үлесін көрсетеді (балалардың үлесі – 35,5%, орташа республикалық 28,4%). Бұл көрсеткіш елдің басқа өңірлерімен салыстырғанда бала туудың жоғары екенімен байланысты.

Еңбекке қабілетті жастағы халықтың үлес салмағы 57,5%-ды құрады (республика бойынша 60,8%), яғни көрсеткіштің төмендігі байқалады.

Шымкент агломерациясында халық үлесінің еңбекке қабілетті жастан асқан көрсеткіші орташа республикалық көрсеткіштен төмен (ел бойынша орташа 10,8% болғанда 7,0%).

Халық санының елді мекендерде өсуі негізінен халықтың табиғи өсуінің жоғары болуына байланысты болды. Табиғи өсу коэффициенті Шымкент агломерациясында 1000 тұрғынға 23,81 адамды құрайды. Бәйдібек ауданына (1000 тұрғынға 17,76 адам) ең төмен көрсеткіш, ал Сарыағаш ауданына (1000 тұрғынға 28,03 адам) ең жоғары көрсеткіш тән.

Оң көші-қон сальдосы жыл сайын Шымкент агломерациясының құрамына кіретін қалалар мен аудандар бөлінісінде тек Шымкент қаласында ғана қалыптасады, ал қалған елді мекендерде халық кетуі байқалады. Мәселен, көші-қонның теріс сальдосы 2015 жылы 9,3 мың адамды құрады.

Шымкент агломерациясының демографиялық ахуалының қалыптасқаны халықтың теріс көші-қон сальдосынан айтарлықтай асып түсетін табиғи өсімнің жоғары көрсеткіштері салдарынан халық санының тұрақты жоғары артуымен сипатталады, бұл перспективада халық санының едәуір өсуіне ықпал ететін болады.

Жасты жылжыту әдісін қолдана отырып Шымкент агломерациясының халық санының болжамы есептелген. 2020 жылға қарай болжамға сәйкес Шымкент агломерациясының халқы 185093 адамға немесе 10,3%-ға ұлғаяды және 1986087 адамды құрайды, 2030 жылға қарай есептік агломерация халқының саны базалық кезеңге қарағанда 534779 адамға немесе 29,7%-ға ұлғаяды және 2335773 адамды құрайды. Ауыл халқының агломерация ядросына көші-қонының қарқынды процесі Шымкент агломерациясы тән, және бұл әлеуметтік инфрақұрылымға, инженерлік-көліктік және еңбек ету орындарының болуын ескермей жүктеме жасайды.

Шымкент қаласының маңында тұрғындарды қоныстандыру жөнінде жүйесін дамытудың жобалық шешімдерді әзірлеу жөніндегі ұсы-

ныстарды оның қала шегіндегі аймақты (қарқынды агломерациялық процестер аймағы) қоныстандыру жүйесін жетілдіруге бағытталуы қажет. Қала маңындағы аймақты қоныстандыру жүйесін дамыту процесі халықтың өсуіне, елді мекендердің стихиялық артуына жол бермеу қажеттілігімен байланысты, әдетте, кешенді қызмет көрсету жүйесінде проблемалардың пайда болуына, сонымен қатар жұмыс орындарын қамтамасыз етуге әкеледі (Қазақстан Республикасының Жер кодексі, 2003).

Агломерациялардың дамуы дамушы және өнеркәсіптік дамыған елдерге тән және жаһандық заңды процесс болып табылады. Агломерациялық процесс тек ірі қалалармен ғана байланысты емес, ол үшін объективті жағдайлары бар орта және шағын қалаларға да қолданылуы мүмкін. (Giglio, V. J., Luiz, O. J., & Ferreira, C. E. L., 2020)

Шет елдерде жер пайдалану және жер қатынастары мәселелері де өзекті және шешуді талап етеді, мысалы Еуропалық Одақ елдерінде мынадай проблемалар бар: ұлттық үкіметтерде тасталған жерлердің тізілімін немесе карталарын жүргізу бойынша халықаралық міндеттемелер жоқ; жерді рекультивациялау бойынша халықаралық стандарттар жоқ; экономикалық, әлеуметтік және экологиялық шығындарды немесе қалалардың өсуінен түсетін пайданы немесе қалаларды дамытудың басқа да модельдерін бағалауға арналған құралдар жеткіліксіз. (Глазовский Н.Ф., Гордеев Н.Ф., Сдасюк Г.В., 2005)

Қалаларда жер пайдалануды жоспарлауды тұрақты даму қағидаттарына негізделген және мұқият жоспарланған және басқарылатын экологиялық, экономикалық, әлеуметтік және қала құрылысы сипатындағы бастамалармен қолдау көрсетілетін мемлекеттің жақсы ақпараттандырылған саясаты негізінде жүзеге асыру қажет (Babette Wehrmann, 2005, William J., 2005).

Шымкент агломерациясында ерекше қорғалатын аймақтарды, аумағындағы басқа санаттағы жер ресурсымен қатар ұтымды пайдалану қажеттілігін арттыруда.

Шымкент агломерациясының перспективті экономикасына ықпал ететін және әлеуметтік даму аймағындағы ерекше қорғалатын табиғи аумақтар мақсатындағы жер телімдерінің ауданы (бұдан әрі – ЕҚТА) 96105,23 га құрап жатыр.

2020 – 2030 жылдарға арналған Шымкент агломерациясының биологиялық алуан түрлілігін сақтау туралы басты жобалық ұсынымдарға:

1) Арыс өзенінің бастауының маңайы, Боралдай шатқалы шегіндегі Боралдай мен Қашқарата өзендерінің сағасы кластерлік учаскелер ретінде қосу салдарынан Ақсу-Жабағылы мемлекеттік табиғи қорығын ұлғайту;

2) мемлекеттік табиғи қаумалдарды атап өтілгендер қатарына жалпы барлық негізгі орнитологиялық аймақтарды қосу салдарынан құру;

3) маңызды жергілікті мемлекеттік табиғат ескерткіштерін ұйымдастыру;

4) заңды тұлға мәртебесі жоқ қазіргі ЕҚТАның (қаумалдар, табиғат ескерткіштері және т.б.) дәрежесін бағалау және мәртебесін арттыру жағына қарай қайта қарау жатады.

Шымкент агломерациясының аумағының бір шеті ерекше реттеу жүйесі бар аймаққа кіреді. Шымкент агломерациясының аумағында республикалық маңызы бар 1 қорық, 1 мемлекеттік табиғи парк, 3 мемлекеттік табиғи қаумал шоғырланған. Негізі Шымкент агломерациясының табиғи қоры экологиялық туризмді жақсартып дамыту үшін ыңғайлы туристік және рекреациялық аумақтардың көркеюін жоспарлады.

Ордабасы ауданында Бадам және Бөген су қоймаларына жақын жердегі аймақтарда ұлттық стильдегі этнографиялық саябақтарды экологиялық туризмді дамыту үшін орналастыру керек (Шымкент агломерациясын аумақтық дамытудың өңіраралық схемасын бекіту туралы ҚР Үкіметінің 2018).

Экожүйенің деградацияға ұшырауы ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың жер ресурсын экологиялық туризмді дамытуға кері әсерін тигізеді және оны қорғауды талап етеді (Hansen, 2013).

Соңғы жылдары дамушы мемлекеттерде тұрақты даму үшін экономаны өсіру қажеттілігі жиі талқыланады, бірақ экономиканы дамыту үшін табиғи ресурстарды ұтымды пайдаланып, мемлекеттің әлеуметтік даму келешегі мен тұрақты дамудың “жасыл” бағыты ескерілмей жатады (UNWTO, Madrid, 2012).

Шымкент агломерациясының тұрақты “жасыл” дамуында ерекше қорғалатын аумақтарды ұтымды пайдалану, туризмді дамыта отырып, агломерация экономикасына кірістерді тартуға да септігін тигізеді. Ол үшін мемлекет тарапынан қолдау көрсету қажет.

Қорытынды

Шымкент агломерациясында өндірістік күштерді орналастыру аудандардың инвестициялық тартымдылығын арттыруға, жұмыс жасап тұрған өндірістерді технологиялық жаңартуға және жаңғыртуға аса назар аудару керек.

Агломерация өзегінің шекарасынан тыс жерлерде инвесторлар үшін тартымды жағдайлар жасай отырып, өнеркәсіптің дәстүрлі салаларының кәсіпорындарын және осы аймақтарда, оның ішінде Түлкібас, Қазығұрт аудандарындағы жұмыс жасап тұрған индустриялық аймақтардың және Ордабасы ауданындағы іске қосылатын индустриялық аймақтың аумағында тиісті өндірістік және көліктік-инженерлік инфрақұрылымды орналастырған орынды.

Транзиттік әлеуетті одан әрі дамыту мақсатында отандық өндірушілер өнімдерінің сыртқы және ішкі нарықтарға шығуын қамтамасыз ету және Еуропа мен Қытай, орта және Оңтүстік-Шығыс Азия арасындағы транзиттік жүк ағындарына қызмет көрсету үшін Шымкент қаласында көлік-логистикалық орталығын салу көзделеді. Осыған ұқсас көлік-логистикалық орталықтар Сарыағаш ауданында өз жұмыстарын атқару керек.

Шымкент агломерациясының перспективалы мамандануы 2030 жылға қарай ауыл шаруашылығы, тамақ, тоқыма, мұнай және мұнай өнімдерін, құрылыс материалдарын, металлургия, машина жасау, химия өнеркәсібінің өнімдерін өндіру болып қалады. Шымкент қаласы Алматы және Астана қалаларынан кейін елдің ірі қаржылық, мәдени және іскерлік орталықтарының бірі рөлін атқаратын елдің ең ірі қаласы ретінде позициялану керек.

Агломерация аймағының жер мен табиғи ресурстарды қорғауды және оны ұтымды пайдалануды қамтамасыз ету қажеттілігі туындайды:

1) жер қойнауындағы пайдалы қазбаларды заңсыз өндіруін қатаң бақылау және оларға деген жауапкершілікті арттыру;

2) ауданы 1,6 мың га агломерацияның әсерінің салдарынан бүлінген жерлерінде топырақты қайта қалпына келтіру жұмыстарын жүргізу;

3) қала территориясында 18,53 га алаңында «Оңтүстікполиметалл» ӨК» АҚ қорғасын зауытының салдарынан бүлінген жерлерді фиторемедиациялау бойынша іс-шараларын жүргізу;

4) Шымкент қаласында ауыр металдармен және улы химикаттармен ластанған топырақ жамылғысын көму үшін полигон салу;

5) ағаштардың тұзға және шаңға төзімді түрлерінен қорғағыш жасыл белдеулер құру арқылы шөлейттенуге ұшыраған аудандардағы елді мекендер айналасында көшпелі құмдарды бекіту;

6) ауыл шаруашылығы жерлерінің тозуын төмендету және одан әрі болдырмау үшін егін шаруашылығының бейімделген экологиялық-ландшафттық жүйесін енгізу;

7) қолданылатын агрохимикаттар көлемін төмендету үшін топырақты өндеудің ресурсты үнемдейтін және экологиялық қауіпсіз технологияларын қолдану;

8) жерлердің өндіріс және тұтыну қалдықтарымен ластануын болдырмау;

9) топырақ құнарлылығының жағдайы мен серпініне мемлекеттік бақылауды жүзеге асыру;

10) топырақ жамылғысының жағдайын мониторингтік зерттеу ұсынылады (Шымкент агломерациясын аумақтық дамытудың өңіраралық схемасын бекіту туралы ҚР Үкіметінің 2018).

Әдебиеттер

Об утверждении Межрегиональной схемы территориального развития Шымкентской агломерации. Постановление Правительства Республики Казахстан от 22 февраля 2018 года № 74. // Информационно-правовая система «Әділет» // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1800000074#z911>

Об утверждении Программы по развитию агропромышленного комплекса в Республике Казахстан на 2013-2020 гг. «Агробизнес-2020». Постановление Правительства Республики Казахстан от 18 февраля 2013 г. № 151 // Информационно-правовая система «Әділет» // <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1300000151>.

Обзорно-аналитический портал // <https://strategy2050.kz/ru/news/51244/>

Овчинникова Н.Г. Формирование механизма обоснования устойчивого землепользования // Terra Economicus (Экономический Вестник Ростовского государственного университета). – 2009. – Т. 7, № 2. – С. 41-44.

United Nations Environment Programme and World Tourism Organisation, “Tourism in the Green Economy,” Background Report, UNWTO, Madrid, 2012.

William J. McCluskey, Riël C.D. (2005) *Franzse Land Value Taxation: An Applied*. – Ashgate: Business & Economics, – 263 p.

Willy H Verheye (2008) *Land use, land cover and soil sciences*. – Oxford: Department of Geography, – 52 p.

Глазовский Н.Ф., Гордеев Н.Ф., Сдасюк Г.В. Устойчивое развитие сельского хозяйства и сельских территорий. Зарубежный опыт и проблемы России. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. – 615 с.

ЖШС Ө.Ө. Оспанов атындағы Топырақтану және агрохимия ҒЗИ жет. Сапаров А.С. – Алматы, 2018

Земельный кодекс Республики Казахстан от 20.06.2003, №442-5 (с изменениями и дополнениями по состоянию на 29.06.2018 г.) [текст]– Алматы: Норма-К, 2016. – 140 с.

Земельный кодекс Республики Казахстан. Кодекс Республики Казахстан от 20 июня 2003 года № 442. Статья 1. Земельный фонд Республики Казахстан. // Информационно-правовая система «Әділет» https://adilet.zan.kz/rus/docs/K030000442_#z419

Кодекс Республики Казахстан от 9 января 2007 года № 212-III «Экологический кодекс Республики Казахстан» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 05.10.2018 г.) [текст]

Международное информационное агенство // http://www.inform.kz/ru/proekt-razvitiya-aglomeracii-shymkenta-obsudili-v-akimate-yuko_a3082052

Постановление Правительства Республики Казахстан № 1297 от 4 ноября 2011 г.: об утв.: Правил рационального использования земель сельскохозяйственного назначения. // Информационно-правовая система «Әділет» // <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1100001297>.

Проект «Эколого-демографическое обследование сельских территорий Алматинской области», 2004. – 268 с.

Рунова Т.Г., Волкова И.Н., Нефедова Т.Г. Оценка антропогенного воздействия на среду для целей управления природопользованием // Известия РАН. Серия географическая. – 1994. – № 1. – С. 31 -41.

Указ Президента РК о Концепции перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007-2024 гг. от 14 ноября 2006 г.

Шымкент агломерациясын аумақтық дамытудың өңіраралық схемасын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2018 жылғы 22 ақпандағы № 74 қаулысы

Babette Wehrmann (2005) Land Use Planning: Concept, Tools and Applications. Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ); Division Rural Development, Global Food Security, Bonn, Germany, March, – 266 p.

Giglio, V. J., Luiz, O. J., & Ferreira, C. E. L. (2020). Ecological impacts and management strategies for recreational diving: A review. *Journal of Environmental Management*, 256, 109949. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109949>

Hansen, “The Ecotourism Industry and the Sustainable Tourism Eco-Certification Program (STEP),” *International Relations and Pacific Studies, University of California, San Diego*, 2013. [.irps.ucsd.edu/assets/021/8446.pdf](https://irps.ucsd.edu/assets/021/8446.pdf)

Land Value Taxation in Britain for the Benefit of the Community: History, Achievements and Prospects // Nathaniel Lichfield and Owen Connellan. – Lincoln: Institute of Land Policy Working Paper, Encyclopaedia Britannica; Micropaedia, 1997. – №9. – 414 p.

Lozano-Oyola M., Blancasa F. J., González M. and Caballero R., “Sustainable Tourism Indicators as Planning Tools in Cultural Destinations,” *Journal Ecological Indicators*, Vol. 18, 2012, pp. 659-675. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.01.014>

Luca Salvati (2014) Land availability vs conversion by use type: A new approach for land take monitoring // *Ecological Indicators*. – №36. – P. 221– 223.

Mills E.S., Hamilton B.W. (1984) *Urban Economics*. Glenview (Illinois). – London: Scott; Foresman and Company, 420 p.

References

Babette Wehrmann (2005) Land Use Planning: Concept, Tools and Applications. Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ); Division Rural Development, Global Food Security, Bonn, Germany, March, – 266 p.

Giglio, V. J., Luiz, O. J., & Ferreira, C. E. L. (2020). Ecological impacts and management strategies for recreational diving: A review. *Journal of Environmental Management*, 256, 109949. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109949> [Crossref], [PubMed], [Web of Science®], [Google Scholar]

Glazovskij N.F., Gordeev N.F., Sdasjuk G.V. (2005) *Ustojchivoe razvitie sel'skogo hozjajstva i sel'skih territorij. Zarubezhnyj opyt i problemy Rossii. [Sustainable development of agriculture and rural areas. Foreign experience and problems of Russia]*. – М.: Partnership of scientific publications, 615 p.

Hansen, “The Ecotourism Industry and the Sustainable Tourism Eco-Certification Program (STEP),” *International Relations and Pacific Studies, University of California, San Diego*, 2013. [.irps.ucsd.edu/assets/021/8446.pdf](https://irps.ucsd.edu/assets/021/8446.pdf)

International News Agency // http://www.inform.kz/ru/proekt-razvitiya-aglomeracii-shymkenta-obsudili-v-akimate-yuko_a3082052

Jekologicheskij kodeks Respubliki Kazahstan (2007) (s izmenenijami i dopolnenijami po sostojaniju na 05.10.2018 g.) (2018) [Code of the Republic of Kazakhstan dated January 9, 2007 No. 212-III “Environmental Code of the Republic of Kazakhstan” (with changes and additions as of 05.10.2018)]

JShS Ө.Ө. Оспанов атындағы Топырақтану және агрохимия ҒЗИ жет. Сапаров А.С. – Алматы, 2018

Land Value Taxation in Britain for the Benefit of the Community: History, Achievements and Prospects // Nathaniel Lichfield and Owen Connellan. – Lincoln: Institute of Land Policy Working Paper, Encyclopaedia Britannica; Micropaedia, 1997. – №9. – 414 p.

Lozano-Oyola M., Blancasa F. J., González M. and Caballero R., “Sustainable Tourism Indicators as Planning Tools in Cultural Destinations,” *Journal Ecological Indicators*, Vol. 18, 2012, pp. 659-675. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.01.014>

Luca Salvati (2014) Land availability vs conversion by use type: A new approach for land take monitoring // *Ecological Indicators*. – №36. – P. 221– 223.

Mills E.S., Hamilton B.W. (1984) *Urban Economics*. Glenview (Illinois). – London: Scott; Foresman and Company, 420 p.

Ob utverzhenii Programmy po razvitiju agropromyshlennogo kompleksa v Respublike Kazahstan na 2013-2020 gg. «Agrobiznes-2020» (2013) [On approval of the Program for the development of the agro-industrial complex in the Republic of Kazakhstan for 2013-2020. “Agribusiness 2020”. Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan dated February 18, 2013 No. 151]. Information and legal system “Adilet” // <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1300000151>.

On the approval of the Interregional scheme of territorial development of the Shymkent agglomeration. Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated February 22, 2018 No. 74. // Information and legal system “Adilet” // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1800000074#z911>

Ovchinkova N.G. (2009) Formirovanie mehanizma obosnovaniya ustojchivogo zemlepol'zovaniya [Forming a mechanism for justifying sustainable land use]. *Terra Economicus (Economic Herald of Rostov State University)*, V. 7, № 2. – P. 41-44.

Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan (2011) Pravila racional'nogo ispol'zovaniya zemel' sel'skohozjajstvennogo naznachenija [Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan No. 1297 of November 4, 2011: on the ratification: Rules for the rational use of agricultural land.] Information and legal system “Adilet” // <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1100001297>.

Proekt «Jekologo-demograficheskoe obsledovanie sel'skih territorij Almatinskoy oblasti» (2004) [The project “Ecological and demographic survey of rural areas of Almaty region”]. Almaty, 268 p.

Review and analytical portal // <https://strategy2050.kz/ru/news/51244/>

Runova T.G., Volkova I.N., Nefedova T.G. (1994) Ocenka antropogenno go vozdeystviya na sredu dlja celej upravlenija prirodopol'zovaniem [Evaluation of the anthropogenic impact on the environment for environmental management purposes]. *News of the Russian Academy of Sciences. Geographical series*, № 1., p. 31 -41.

Shymkent aglomeratsiiasyn aýmaqtyq damytydyń óniraralyq shemasyn bekity týraly Qazaqstan Respýblıkasy Úkimetiniń 2018 jylǵy 22 aqpandaǵy № 74 qaýlysy

Ukaz Prezidenta RK o Konceptii perehoda Respubliki Kazahstan k ustojchivomu razvitiju na 2007-2024 gg. (2006) [Decree of the President of the Republic of Kazakhstan on the Concept of transition of the Republic of Kazakhstan to sustainable development for 2007-2024]. November 14

United Nations Environment Programme and World Tourism Organisation, “Tourism in the Green Economy,” Background Report, UNWTO, Madrid, 2012.

William J. McCluskey, Riël C.D. (2005) *Franzse Land Value Taxation: An Applied*. – Ashgate: Business & Economics, – 263 p.

Willy H Verheye (2008) *Land use, land cover and soil sciences*. – Oxford: Department of Geography, – 52 p.

Zemelny kodeks Respýblıkı Kazahstan. Kodeks Respýblıkı Kazahstan ot 20 uýnia 2003 goda № 442. Statia 1. Zemelny fond Respýblıkı Kazahstan. // Informatsionno-pravovaja sistema «Adilet» https://adilet.zan.kz/rus/docs/K030000442_#z419

Zemel'nyj kodeks Respubliki Kazahstan (2018) [The Land Code of the Republic of Kazakhstan of June 20, 2003, No. 442-5 (with changes and additions as of June 29, 2018)]. Almaty: Norma-K, 140 p

А.Р. Тулебаева¹ , **А.К. Толепбаева^{2,3,*}** ,
А.Б. Бейсенова³ , **Р.Қ. Қарағұлова^{2,3}** 

¹Алакөл мемлекеттік табиғи қорығы, Қазақстан, Үшарал қ.

²География және су қауіпсіздігі институты, Қазақстан, Алматы қ.

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

*e-mail: akmaral1980@mail.ru

ГАЗ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, АРАЛТӨБЕ ҮШ АРАЛЫНЫҢ ӨСІМДІК ЖАМЫЛҒЫСЫН БАҒАЛАУ

Мақала Аралтөбе үш аралының флорасын далалық жұмыстар кезінде түгендеп, өсімдік жамылғысының қазіргі жағдайын талдауға және алынған нәтижені ГАЗ технологиясының көмегімен бағалауға арналған.

1968 жылы реликті шағаланың алғашқы бірегей колониясының ашылуынан кейін, қорықты құрудың негізі болған Алакөл көлінің үш аралына да соңғы жылдары ерекше назар аударылып, аумақты қорғау бойынша да белсенді жұмыстар жүргізілгенмен де, аралдардың өсімдік жамылғысын зерттеу назардан тыс қалып отырды. Қазіргі таңда Аралтөбе аралдары туристерді қатты тартатын жер болып отырғандықтан, өсімдіктер жамылғысы мен жануарлар дүниесін қорғау жұмыстары өте маңызды болып тұр.

Жүргізілген жұмыстың мақсаты өсімдік жамылғысының жағдайы туралы объективті, толыққанды деректер алу, түгендеу, талдау жасау және ГАЗ технологиясын қолдана отырып, Аралтөбе аралдарының өсімдіктер картасын құру болды.

Осыған орай, 2016 жылдан бастап 2020 жылға дейінгі аралықта авторлармен Аралтөбенің үш аралының флорасын далалық жұмыстар кезінде, маршруттық-барлау әдісінің негізінде зерттей отырып, алғаш рет оларды түгендеу жұмыстары жүргізілді. Барлық бақылаулар жыл сайын, бағаланатын өсімдік түрінің гүлдену кезеңі мен жеміс беру кезінде жүргізілді.

Өсімдіктерді бақылау үшін екі алаң таңдап алынды, гербарий жиналып, сипаттама жасалды. Осы зерттеулерге байланысты, қорық үшін өсімдіктердің жаңа түрлері тіркелді. Нәтижесінде, ГАЗ көмегімен Аралтөбенің өсімдік картасы жасалды.

Түйін сөздер: Алакөл, Аралтөбе, өсімдік жамылғысы, флораны түгендеу, ГАЗ, өсімдік картасы.

A.R. Tulebayeva¹, A.K. Tolepbayeva^{2,3,*}, A.B. Beisenova³, R.K. Karagulova^{2,3}

¹Alakol State Nature Reserve, Kazakhstan, Usharal

²Institute of Geography and Water Security, Kazakhstan, Almaty

³Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

*e-mail: akmaral1980@mail.ru

Assessment of vegetation cover of three Araltobe islands using gis technologies

The article is devoted to the evaluation of the results obtained during field work using GIS technologies in the inventory of flora and analysis of the current state of vegetation on the example of the three islands of Araltobe.

In 1968, in order to preserve the unique colony of the relict seagull, a nature reserve was created on three islands of Lake Alakol, but despite active efforts to protect the environment, the study of soils and vegetation of the territory is not carried out. Currently, the Araltobe Islands are a place that attracts tourists, so the protection of vegetation and wildlife is very important.

The purpose of the work was to obtain objective, complete data on the state of vegetation cover, inventory, analysis and creation of a vegetation map of the Araltobe Islands using GIS technologies.

In this regard, from 2016 to 2020, during field work based on the route-reconnaissance method, authors studied the flora for the first time and carried out their inventory of the three islands of Araltobe. All observations were carried out annually, during the flowering and fruiting period of the evaluated plant species.

Two sites for observing plants were selected, a herbarium was collected and described. According to these studies, new plant species have been registered for the reserve. As a result of all the analyses and evaluation, a vegetation map of Araltobe was created using GIS.

Key words: Alakol, Araltobe, vegetation cover, flora inventory, GIS, vegetation map.

А.Р. Тулебаева¹, А.К. Толепбаева^{2,3,*}, А.Б. Бейсенова³, Р.К. Карагулова^{2,3}

¹Алакольский государственный природный заповедник, Казахстан, г. Ушарал

²Институт географии и водной безопасности, Казахстан, г. Алматы

³Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

*e-mail: akmaral1980@mail.ru

Оценка растительного покрова трех островов Аралтөбе с использованием ГИС-технологий

Статья посвящена оценке полученных результатов в ходе полевых работ с использованием ГИС-технологий при инвентаризации флоры и анализа современного состояния растительности на примере трех островов Аралтөбе.

В 1968 для сохранения уникальной колонии реликтовой чайки был создан заповедник на трех островах озера Алаколь, но, несмотря на активные усилия по охране окружающей среды, изучение почв и растительности территории не проводится. В настоящее время острова Аралтөбе являются местом, привлекающим туристов, поэтому охрана растительности и дикой природы очень важна.

Целью проведенной работы было получение объективных, полных данных о состоянии растительного покрова, проведение инвентаризации, анализа и создание карты растительности островов Аралтөбе с использованием ГИС-технологий.

В связи с этим с 2016 по 2020 годы в ходе полевых работ на основе маршрутно-рекогносцировочного метода авторами впервые была изучена флора и проведена их инвентаризация трех островов Аралтөбе. Все наблюдения проводились ежегодно, в период цветения и плодоношения оцениваемых видов растений.

Выбраны две площадки для наблюдения за растениями, собран и описан гербарий. Для заповедника благодаря этим исследованиям были зарегистрированы новые виды растений. В результате всех анализов и оценке была создана карта растительности Аралтөбе с использованием ГИС.

Ключевые слова: Алаколь, Аралтөбе, растительный покров, инвентаризация флоры, ГИС, карта растительности.

Кіріспе

Өсімдік жамылғысы жердегі экожүйелердің маңызды компоненттерінің бірі болып табылады. Бұл атмосфера, гидросфера, биосфера және педосфера арасындағы байланыс. Өсімдік жамылғысындағы өзгерістер және оларға әсер ететін факторлар, экология мен геология саласындағы зерттеулердің маңызды нүктелерінің бірі болып табылады (Z. Jun, 2019:608; Li C, 2017:157; Duo A, 2016:103).

Өсімдік жамылғысы аймақтық экожүйенің тұрақтылығын және экологиялық қауіпсіздікті бақылауда маңызды. Әсіресе құрғақ аймақтарда өсімдік жамылғысының өзгеруі шөлейттенуді көрсетіп, оны зерттеу барысында маңызды рөл атқарады (Qi N, 2012:0211; Zhang C, 2016:271).

Қазіргі уақытта биологиялық әртүрлілікті сақтауға көп көңіл бөлінеді және далалық зерттеулер келесі функцияларды орындайды: бұл биологиялық әртүрлілікті қалпына келтіру деңгейі және оның сақталуын болжау, толық зерт-

телмеген аумақтарды зерттеу, сонымен қатар биологиялық әртүрлілік деңгейі туралы қосымша түсінік беру. Мұның бәрі өсімдік жамылғысының күйін және антропогендік әсердің динамикасын зерттеудің негізгі шарттары болып табылады (Yao JQ, 2018:1503; Li Z, 2015:12,345; Zhang, C, 2022:21; Lu YH, 2015:8).

Соңғы уақытта өсімдік жамылғысының өзгеру динамикасын зерттеуде қашықтықтан зондаудың және ГАЗ-ның жаңа әдістері кеңінен қолданылуда. Мұндай жүйелер ақпаратты жинайды, сақтайды, талдайды, оның графикалық интерпретациясын қамтамасыз етеді, сонымен қатар деректер негізінде талдау жасауға да болады (Georg B., 2018:27).

2004-2005 жылдары Алакөл-Сасықкөл көлдер жүйесінің өсімдік жамылғысына зерттеу жүргізілген, бірақ аралдардың өсімдіктері ондай егжей-тегжейлі зерттелмеді. Толық зерттеу 2016 жылы Алакөл қорығының ғылыми бөлімі «Аралтөбе Үш аралының флорасын түгендеу және өсімдік жамылғысының жағдайын ба-

ғалау» тақырыбы бойынша жұмыс жасағанда ғана басталды. Нәтижесінде Алакөл қорығының аумағы үшін өсімдіктердің жаңа түрлері анықталып, тіркелді. 2016 жылдан бастап, Алакөл мемлекеттік табиғи қорығында тұрақты жұмыс істейтін ғылыми қызметкерлер ұжымы, зерттеу аумағының өсімдік жамылғысының өзгеруіне жүйелі зерттеулер мен бақылаулар жүргізуде (М.Ж. Бурлибаев, 2007:124; Тулебаева А.Р., 2020:283; Тулебаева А.Р., 2018). Мұның бәрі экожүйелер мен олардың жекелеген компоненттерінің жай-күйі туралы көптеген деректердің жинақталуын, сондай-ақ ақпаратты жинау мен сақтаудың жеткілікті үйлесімді жүйесін пысықтауды қамтамасыз етеді. Осы орайда өсімдік жамылғысының өзгеру динамикасын зерттеуде, мониторинг жасалған аумақтағы материалдарды жинап, оларды бірыңғай геодеректер базасына енгізу мақсатында және

оның графикалық интерпретациясын қамтамасыз ету мақсатында картаға түсіру үшін ГАЖ қолданылады (Қарағұлова Р.Қ., 2015:8).

Қашықтықтан зондтаудың және ГАЖ-ның жаңа әдістері, қолда бар ақпаратты жедел басқаруға, жобаланған аумақтың қазіргі ландшафттық-экологиялық жағдайына сандық талдау жасауға мүмкіндік береді.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Мақалада сипатталған үш арал Алакөлдің ең терең теңіз бөлігінде, солтүстік-шығысында орналасқан. Ұзындығы 17 км және алып жатқан аумағы 40 км-ге дейін болатын бұл аралдар, шағын архипелагқа ұқсайды. Халық арасында аралдарды Тасты деп атайды. Олар оңтүстіктен 30-40 км, батыстан 40-50 км және шығыс жағалаудан 14-15 км қашықтықта орналасқан (1-сурет).



1-сурет – Алакөл қорығындағы Аралтөбенің үш аралы (Google Earth Pro)

Олар жер қыртысының жарығы жүретін сызығында орналасқан болуы керек және оны солтүстік-батыс кеңеюінің тар тектоникалық блогы ретінде көл бетінен жоғары көтерілген орта девон мен төменгі карбонның түпкі палеозой жыныстарының шығуы білдіреді. Аралдық көтеріңкі жерлер, сұр-қоңыр шөлді, аз дамымаған, қатты тасты топырақтарда сирек шөлейт жердің өсімдіктерімен жабылған, біртіндеп төмендей беретін террасалық кертпештермен қоршалған. Төбелердің табаны қиыршық тасты-малтатасты, саздақтар мен кішігірім сорлардан тұрады.

Жағалау бойында ұсақ қиыршық тастар мен малтатастар, сондай-ақ ашық жағажайлары бар шағын лагун типті шығанақтар бар. Жағалау сызығының конфигурациясы жыл сайын дерлік өзгереді, себебі аралдар әр көктемде ағынмен тасымалданатын мұздың үлкен массасының әсер етуіне ұшырайды. Аралдар арасындағы бұғаздарда күшті су ағындары байқалады.

Үлкен Аралтөбе – солтүстік-батыстан оңтүстік-шығысқа созылып жатқан, шырдары тегіс қырқа түріндегі ең ірі арал. Аралдың ұзындығы – 8 км, ені – 5,7 км, ауданы – 26,5 шаршы км.

Теңіз деңгейінен биіктігі – 88,4 метр. Түпкі тау жыныстары борпылдақ делювиалды шөгінділер қабатымен жабылған, ол жерде шөл өсімдіктері дамыған. Жалпы Үлкен Аралдың өсімдіктері жусанды-көкпекті.

Орта Аралтөбе – батыстан шығыс бағытқа қарай созылып жатқан, теңіз деңгейінен 53-60 метр биіктікте жатқан, шыңдары тегіс тасты-қиыршықтасты шоқы түріндегі арал. Бұл аралдың ұзындығы – 1,5 км, ені 0,5 км, ауданы – 0,7 км. Үлкен Аралтөбе аралынан 4,5 км және Кіші Аралтөбеден 1,5 км қашықтықта орналасқан. Оңтүстік және батыс беткейлері белесті. Жағалауы қиыршық тасты-құмды болса, аралдың оңтүстік-батыс бөлігі түпкі тау жыныстары жалаңаштанып, көрініп жатқан, жарқабақты болып келеді.

Кіші Аралтөбенің ұзындығы 3,2 км, ені – 1,1 км, ауданы – 2 км². Бұл айтарлықтай биік құзды арал, теңіз бетінен 150 метр биіктікте жатыр, сұр – жасыл туфты алевролитті және псаммофитті туфтардан тұрады, шөгінді жыныстардың жұқа қабатымен жабылған (Отчет Алакольского запов., 2020:12; Е.А. Казанская, 1965:88; М.Ж. Бурлибаев, 2007:124).

Өсімдіктерді зерттеу бойынша далалық жұмыстар негізгі бақылау алаңдары үшін қысқаша далалық легенданы құрастыра отырып, аумақтық бірліктерді бағалайтын, маршруттық-барлау әдісімен жүргізілді. Зерттеу барысында Аралтөбенің үш аралының флорасы түгенделіп, талданып, гербарий жиналды.

Барлық бақылаулар жыл сайын, бағаланатын өсімдік түрінің гүлдену кезеңі мен жеміс беру кезінде жүргізілді. Эфемерлер үшін бұл көктем мезгілі болса, дәнді дақылдар үшін – жаз мезгілі, жусан мен алабұта үшін – күз кезі болды. 20-дан 25 м-ге дейінгі мониторингтік алаңда фитоценоздың стандартты геоботаникалық сипаттамасы жасалды, оның ішінде координаттары, өсудің экологиялық жағдайларының ерекшеліктері, фитоценоздың жалпы проективті жобалық жабылуы, түрлердің тізімі, олардың қалыңдығы, биіктігі, таралуы, өміршеңдігі және дамудың фенологиялық фазасы көрсетілген.

Мониторинг төменде көрсетілген әдістер бойынша жүргізілді: 1) нақты экожүйелер тән индикаторларды – түрлердің доминанттылығының (даралар саны) өзгерістерін есепке алу; 2) түрлер динамикасы үрдістерінің белгісін бекіту және бағалау; 3) жобалық аумақты қамтуын есепке алу (азаю, тұрақтылық, ұлғаю). Бақылаулар экологиялық қатардың таңдаулы негізгі мониторингтік аумақтарында жүргізіледі.

Далалық зерттеу кезінде алынған деректерді өңдеу барысында, оны бір геодеректер базасына жинақтап, мұрағаттауға, деректерді жоғары дәлдікпен картографиялық бейнелеуге және жеке компоненттердің немесе қоршаған орта факторларының өзгеруіне байланысты әртүрлі сценарийлерді модельдеуге мүмкіндік беретін ГАЗ технологиясы қолданылды.

Зерттеу нәтижелері және талқылау

Аралдардың өсімдік жамылғысы шөлейтті және сұр-қоңыр шөлді, аз дамымаған бірдей типті, қатты тасты топырақтарда өседі.

2017 жылы екі аралында ғана, яғни Үлкен және Кіші Аралтөбеде екі тұрақты өсімдіктерді бақылау алаңы салынды. Орта Аралтөбе аралында құстардың тығыз қоныстануына байланысты бақылау алаңын салу мүмкін болмады.

Үлкен Аралтөбе аралының шығыс жағындағы құмды жағалауда алғашқы мониторингтік алаң салынды. Мониторинг алаңның көлемі 100 м², жағалау бойындағы аумақты және аралдық қыраттың етегін алды. Координаттары 46°11'420" , 81°47'747" с.е. (2-сурет).



2-сурет – Үлкен Аралтөбе аралындағы 1-ші мониторинг алаңы

Алаңда жапырақты жыңғылдың бір данасы тіркелді, бірақ кейінгі жылдары орнынан табылмады, себебі аралдық жағалауларға ағынмен тасымалданатын мұздың үлкен массасы қатты әсер етеді.

Сондай-ақ, бұл мониторингтік алаңда оңтүстік қамысы, әдемібасты қызшөп, бидайық, құм

жусаны, шашақты жусан, түйе табан шырмауық, татар сүтшөбі, лессинг бозы, көкпек, сарсазан, мүйіз пішінді теріскен сияқты шөптесінді өсімдіктер де өседі. Далалық зерттеу кезінде анықталған бұл өсімдіктердің сипаттамасы 1-кестеде берілген.

1-кесте – Үлкен Аралтөбе аралындағы анықталған өсімдік түрлері

№№	Өсімдік атаулары	Сипаттамасы
11	Оңтүстік қамысы (<i>Phragmites australis</i>) –	<i>Астық тұқымдасы</i> . Жалпақ жапырақтары мен қуатты ұзын тамырсабақтары бар өсімдік. Шілдеден қыркүйек айына дейінгі аралықта гүлдейді. Ол өзендер мен көлдердің жағасында, дөңес құмдар арасындағы ойпаттарда, су басқан шалғындарда, кейде сортаңдарда және суармалы жерлерде арамшөп ретінде өседі. Үлкен Аралтөбе аралының шығыс жағындағы лагуналық көлдердің жағасында өсетіндігі тіркелген.
22	Әдемібасты қызшөп (<i>Gonilimon callicomum</i>)	<i>Қорғасыншөптер тұқымдасы</i> . Биіктігі 10-40 см болатын көпжылдық өсімдік. Мамыр айынан бастап шілде айына дейінгі аралықта гүлдейді және жеміс береді. Үлкен Аралтөбенің аралдық қырқасының етегіндегі малтатастардан жиналды.
33	Бидайық (<i>Agropyron fragile</i>)	<i>Астық тұқымдасы</i> . Көпжылдық. Шілде айында гүлдейді. Өзен маңы террасаларының құмдары мен құмды далаларда өседі. Үлкен Аралтөбе аралында, төбенің етегіндегі құмды топырақта өседі.
44	Құм жусаны (<i>Artemisia arenaria</i>)	<i>Күрделі гүлділер тұқымдасы</i> . Биіктігі 50-75 см болатын бұта. Шілде айында гүлдейді. Кіші Аралтөбенің шығыс жағындағы аралдық қыратта өседі. Сондай-ақ, Үлкен Аралтөбеде де кездеседі, үлкен аумақты алып жатыр.
55	Шашақты жусан (<i>Artemisia scoparia</i>)	<i>Күрделі гүлділер тұқымдасы</i> . Екі жылдық өсімдік. Шілде айынан тамыз айына дейінгі аралықта гүлдейді. Ол жеңіл саздақтар мен құмды топырақтарда, далалық сортаңды шалғынды, далалық және шөлді зоналарда өседі. Үлкен Аралтөбе аралынан, төбенің етегіндегі құмды топырақтан жиналды.
66	Түйе табан шырмауық (<i>Cynanchum sibiricum</i>)	<i>Түйешырмауықтар тұқымдасы</i> тұқымдасы. Көпжылдық. Маусым айынан бастап, шілде айына дейінгі аралықта гүлдейді, жеміс беру тамыз айынан бастап, қыркүйек айына дейінгі аралықта. Үлкен Аралтөбе аралының шағын мүйісінің жағалауындағы малтатастардан жиналды.
77	Татар сүтшөбі – (<i>Latua tatarica</i>)	<i>Астра тұқымдасы</i> . Биіктігі 30-100 см болатын, тамырлары күшті, көпжылдық өсімдік. Мамырдан шілдеге дейін гүлдейді, маусымнан қыркүйекке дейін жеміс береді. Қазақстанның барлық аудандарында кездеседі. Үлкен Аралтөбе аралының солтүстік-шығысындағы құмды топырақтан жиналған.
88	Лессинг бозы (<i>Stipa lessingiana</i>)	<i>Астық тұқымдасы</i> . Көпжылдық өсімдік. Маусым айынан тамыз айына дейінгі аралықта гүлдейді. Үлкен Аралтөбенің аралдық қырқасының етегіндегі құмды топырақтан жиналды.
99	Көкпек (<i>Atriplex cana</i>)	<i>Алабұта (Маревые) тұқымдасы</i> . Биіктігі 20-50 см болатын бұта. Шілдеден қыркүйек айына дейінгі аралықта гүлдейді және жеміс береді. Кіші Аралтөбе аралынан, қиыршық тасты құмдағы жартастың етегінен жиналды. Көкпек барлық үш аралда да кездеседі, кең аумақтарды алып жатыр.
110	Сарсазан (<i>Halocnemum strobilaceum</i>)	<i>Алабұта (Маревые) тұқымдасы</i> . Биіктігі 5-40 см болатын бұта. Гүлденуі және жеміс беруі тамыздан қазан айына дейінгі аралықта болады. Сорларда, өзен аңғарларындағы көтеріңкі және сула сортаңдарда және де тұзды көлдердің жағасында өседі. Үлкен Аралтөбе аралында, төбенің етегіндегі, көл жағасына жақын жердегі құмды топырақтан жиналған.
111	Мүйіз пішінді теріскен (<i>Krascneninnikovia ceratoides</i>)	<i>Алабұта (Маревые) тұқымдасы</i> . Биіктігі 40 – 100 см болатын бұта. Шілдеден қыркүйек айына дейінгі аралықта гүлдейді. Далада, тасты және қиыршық тасты беткейлерде өседі. Таулы-орманды және альпі белдеулерін қоспағанда, Қазақстанның барлық аумағында кездеседі. Орта Аралтөбенің қиыршық тасты беткейлерінен жиналды.

*Далалық зерттеу мәліметтерінің негізінде автормен құрастырылған

Бес жыл ішінде мониторинг алаңындағы өсімдіктердің түрлік құрамы өзгерді, ал өсімдіктердің жағдайы жауын-шашынға тікелей байланысты. Ең су жоқ болған, қиын жағдай 2020 жылы болды, бұл жылы жауын-шашын өте аз болғандығы тіркелді, тіпті болмады деп айтуға да болады (Ұлттық статистика деректері, 2023).

Мониторинг алаңында бастапқы жылдары үш деңгейді байқауға болатын – жапырақты жыңғыл, қамыс және шөптесінді өсімдіктер түрлері. Бірақ, 2020 жылы тек екі деңгейі ғана бар. Алаңның көп бөлігін жусан, көкпек, сарсазан, теріскен сияқты шөлді өсімдік түрлері алып жатыр. Жағалай бойымен қамыс белдеу түрінде өседі. Көптеген өсімдіктер өрмекші торларымен жабылған, жоғарыда аталған өсімдіктің түрлерінен қамыс жақсы өседі, оның биіктігі 2 метрге жетеді. Аралдың жағалауының бойында жапырақты жыңғыл үш жерде кездеседі: бірінші жапырақты жыңғыл – $46^{\circ}12'304''$, $81^{\circ}44'642''$, екінші жапырақты жыңғыл – $46^{\circ}12'299''$, $81^{\circ}44'629''$, үшінші жапырақты жыңғыл – $46^{\circ}12'324''$, $81^{\circ}44'661''$ (3-сурет).



3-сурет – Жапырақты жыңғыл
(Үлкен Аралтөбе аралы)

Жапырақты жыңғыл – (*Tamarix hispida*) – Жыңғылдар тұқымдасына жатады. Биіктігі 1,5 – 4 м бұта немесе кішкентай ағаш. Шілдеден қыркүйекке дейін гүлдейді.

Екінші мониторингтік алаңның орнын Кіші Аралтөбе аралындағы жазықты аралдық қыраттан таңдадық. Алаңның ауданы 100 м², координаталары $46^{\circ}06'150''$, $81^{\circ}53'511''$ с.е. (4-сурет).



4-сурет – Кіші Аралтөбе аралындағы
2-ші мониторинг алаңы

Мониторинг алаңында саржаудың бірнеше данасы тіркелген – $46^{\circ}06'104''$, $81^{\circ}53'536''$. Саржау (*Truchanthemis karataviensis*) – Күрделі гүлділер тұқымдасы. Биіктігі 8-44 см болатын көпжылдық өсімдік. Мамырдан шілдеге дейін гүлдейді. Ол қиыршық тасты және тасты беткейлерде, кейде сазды жерлерде өседі. Кіші Алакөл ауданының қиыршық тасты топырақты жерлерінен жиналған, сондай-ақ, Кіші Аралтөбенің қиыршық тасты көтеріңкі жерлерінде де кездеседі (5-сурет).



5-сурет – Саржау (Кіші Аралтөбе аралы)

Сондай-ақ, тікенді лақан, гмелин аққурайы және аласа рауғаш, софия сарымаласының сирек шоғырлары кездеседі. Бұл өсімдіктердің барлығы осы фитоценологиялық жағдайға жақсы бейімделген. Сынақ алаңының көп бөлігін тығыз топтар түрінде жусан, сарсазан, көкпек сияқты шөлді өсімдіктер алып жатыр.

Осы жерде тұран-жоңғар түрі – тасбұйырғын – $46^{\circ}06'093''$, $81^{\circ}53'511''$ бақылауға алынды. Ол бақылау алаңы орналасқан, қыраттың етегін алып жатыр. Тасбұйырғұн (*Nanophyton erinaceum*) – Алабұта (Маревые) тұқымдасы. Биіктігі 5-15 см болатын бұта. Тамыздан қыркүйек айына дейін гүлдейді. Тұран – Жоңғар түрі. Кіші Аралтөбе аралының шығыс жағындағы жартастың етегінен қиыршық тасты, дамымаған топырақты жерден жиналды.

Сонымен қатар, сынақ алаңына қарай бір данада, қиыршық тасты топырақта Алтай қызғалдағы – $46^{\circ}06'136''$, $81^{\circ}53'528''$, пияздың жабайы түрі – айғыр жуа табылды – $46^{\circ}06'107''$, $81^{\circ}53'536''$ (6-сурет).



6-сурет – Айғыр жуа (Кіші Аралтөбе аралы)

Айғыр жуа (*Allium galanthum*) – Лалагүлділер тұқымдасы. Биіктігі 20-50 см болатын көпжылдық өсімдік. Маусым-шілде айларында гүлдейді. Барлық бөліктері жеуге жарамды. Ол

қиыршық тасты және тасты шөлді далаларда өседі. Кіші Аралтөбенің қиыршық тасты беткейлерінде кездеседі.

Алтай қызғалдағы (*Tulipa altaica*) – Лалагүлділер тұқымдасы. Биіктігі 10-35 см болатын көпжылдық өсімдік. Баданасы жұмыртқа тәрізді, қалыңдығы 1-2 см, жапырақтары 2 – 4 болады, бұйра және жақын орналасқан. Ашық сары, сырты күлгін түсті. Мамыр айында гүлдейді. Кіші Аралтөбеден табылды, дегенмен гүлдеу кезінде аралдарға жету қиын.

Шығыс жағында көбіне көкпекті-тасбұйырғенді-жусанды өсімдік өссе, аралдың батыс жағы жартасты, өсімдік жамылғысы жоқ. Солтүстік-шығыс жағалауында оңтүстік қамыс жіңішке жолақпен өседі. Солтүстік жағында Зайсан сексеуілінің популяциясы табылды – $46^{\circ}06'671''$, $81^{\circ}53'150''$, саны 15 дана (7-сурет).



7-сурет – Зайсан сексеуілі (Кіші Аралтөбе аралы)

Зайсан сексеуілі (*Haloxylon ammodendron*) – Алабұта (Маревые) тұқымдасы. Биіктігі 1-2 метр болатын бұта, қатты және қисық тармақталған бұтақты, көбінесе бұтағының қабығы ақшыл-сұр және жасыл, қарапайым гүлді, жемісі қою-жасыл түсті. Кіші Аралтөбенің солтүстігінде кездеседі, саны 15 бұта ғана. Жағдайы гүлденген, бұталардың биіктігі 70 см-ден 200 см-ге дейін болады.

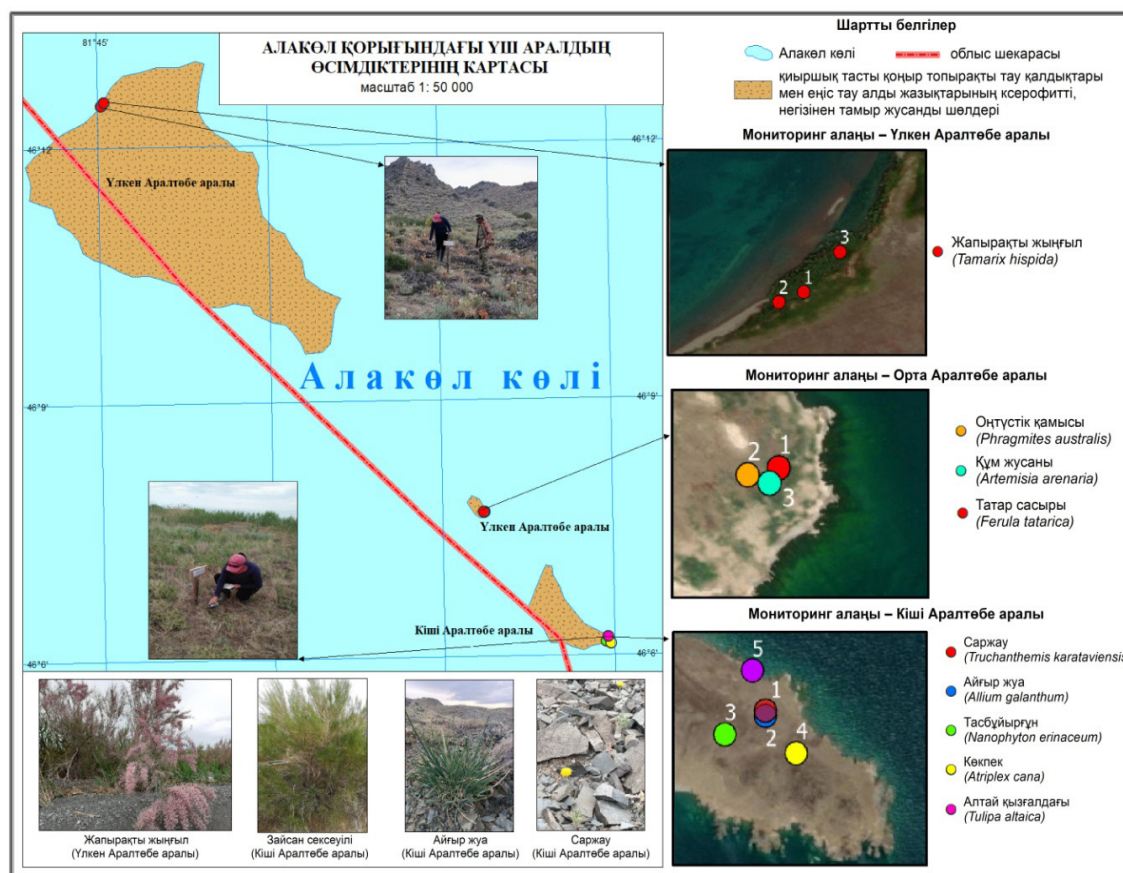
Орта Аралтөбе аралында шыңы жайпақтау жартасты-қиыршық тасты шоқы бар. Оңтүстік және батыс беткейлері белесті. Жағалау белдеуі

қиыршық тасты-күмды, аралдың оңтүстік-батыс бөлігі тау жыныстары көрініп жатқан жартасты. Мұндағы негізгі өсімдіктер теріскен, көкпек, жусан түрлерінен тұрады. Сондай-ақ, сасырдың, желкек, сарымаланың көктемгі түрлері өседі. Көптеген құстар аралды толығымен зерттеуге мүмкіндік бермейді. Мұнда бақылау алаңы салынбаған, тек өсімдіктердің кейбір түрлері тіркелген. Жоғарыда айтып өткендей, құстардың көптігі аралды толығымен зерттеуге мүмкіндік бермейді. Мұнда мониторинг алаңы салынбаған, тек өсімдіктің кейбір түрлері ғана тіркелген.

Жалпы 2016-2020 жж. Аралтөбе үш аралының флорасын түгендеу барысында барлығы 30 өсімдік түрі анықталып, бақылау жұмыстары жасалды, гербарий жиналып, толыққанды сипаттама жасалды. Бұл өсімдіктердің ішінде қорық аумағы үшін сирек кездесетін өсімдіктердің бірнеше түрі ерекшеленеді. Бұл – саржау (*Truchanthemis karataviensis*), ол Алакөл

қазаншұңқырының, ареалдың солтүстік-шығыс шекарасында орналасқан, эоцен дәуірінің реликті өсімдігі болып табылады. Тек Кіші Аралтөбе аралындағы шоқының төбесіндегі қиыршық тасты жердің 5 м² аумағында, небәрі 10 дана ғана кездесті. Сондай-ақ, Кіші Аралтөбе аралының солтүстігінде Зайсан сексеуілі (*Haloxylon ammodendron*) кездесетіндігін атап өтуге болады, онда 15 бұта тіркелді. Осы жерде саны азайып бара жатқан түрге жататын, Алтай қызғалдағы (*Tulipa altaica*) да кездеседі (Отчет Алакольского запов., 2020:12; А.Р.Тулбаева, 2020:283; А.Р.Тулбаева, 2018).

Жоғарыда қарастырылған 2016-2020 жж. Аралтөбе үш аралының флорасын түгендеу мақсатында жүргізілген, далалық геоботаникалық зерттеулер кезіндегі жинақталған деректерді пайдалана отырып, ГАЗ көмегімен Аралтөбе үш аралының өсімдіктерінің картасы жасалды (8-сурет).



8-сурет – ArcGIS программасында жасалған Аралтөбе үш аралының Аралтөбе үш аралының өсімдіктерінің картасы (Автормен құрастырылған)

Бұл картада 2016-2020 жж. Аралтөбе өсімдіктерін зерттеуде жинақталған деректер, яғни мониторинг алаңы мен онда кездесетін өсімдік түрлерінің таралуы визуализацияланған. Деректерді толыққанды қабылдау мен түсінуде визуализациялау тиімді әдістердің бірі болып табылады.

Қорытынды

Аралдардың өсімдік жамылғысының жалпы сипаты, оның ландшафттық фонын негізінен алабұта (Маревые) тұқымдастығына жататын жусандар мен бұталары кұрайды. Бұл ландшафттық фонда боз, бидайық, жусанның шөптесінді қабаты айқын байқалады. Сондай-ақ, рауғаш, жыңғыл, сексеуілдің бірен-саран түрлері кездеседі. Зерттеу нәтижесінде Кіші Аралтөбе аумағы үшін өсімдіктердің жаңа түрлері болып табылатын саржау, айғыр жуа, Алтай қызғалдақтары

тіркеуге алынды. Жалпы, аралдардың өсімдіктері айтарлықтай тұрақты. Қазіргі уақытта жоғары қабаттағы өсімдіктер басқарудың белсенді формаларын қажет етпейді, ерекше қорғалатын табиғи аумақтардың экожүйелеріне кешенді мониторинг жүргізу шеңберінде олардың жай-күйін бағалауды жалғастыру қажет.

Бакылау жылдарында өткізілген іс-шаралардың қорытындысы бойынша үш Аралдың жер бедері сипатталды. Өсімдіктерді бакылау үшін, мониторингтік алаңдар салынды, оларға толық сипаттама беріліп, төлқұжаттар жасалды. Гербарий жиналып, жиналған түрлер өсімдіктердің түрлері анықталды және сипаттама берілді. Сирек кездесетін өсімдік түрлерінің (саржау, айғыр жуа, Алтай қызғалдақ) координаттары жазылып, картаға түсірілді. Ең бастысы, ГАЖ технологиясын қолдана отырып, Алакөл көлінің үш аралының өсімдік картасы жасалды.

Әдебиеттер

- Бурлибаев М.Ж., Курочкина Л.Я. Глобально значимые водно-болотные угодья Казахстана [Алаколь-Сасыккольская система озер]. Астана, 41 (2015):124-125
- Казанская Е.А. Морфология и динамика берегов оз. Алаколь [Алакольская впадина и ее озера]. Алматы, (1965):88-121.
- Қарағұлова Р.Қ., Тулебаева А. Р., Толепбаева А.К. Оценка, мониторинг состояния растительного покрова Алакольского заповедника и картографирование с применением ГИС технологии. Вестник КазНУ. Серия географическая. – №2,41 (2015):С.8.
- Отчет научно-исследовательской работы. Инвентаризация и растительности Алакольского заповедника за 2016-2020. – Талдықорған, 2020. – 12 с.
- Тулебаева А.Р. Описание растительности островов Аралтөбе озера Алаколь. Молодой учёный, № 43 (333) (2020):283.
- Тулебаева А.Р. Флора и растительность Алакольского заповедника [Труды Алакольского государственного природного заповедника]. Талдықорған, 4 (2018).
- Ұлттық статистиканың ресми сайты. Атмосфералық жауын-шашын [жүгінген уақыты 10 сәуір 2023]. – URL: https://old.stat.gov.kz/for_users/ecologic_indicators/ecologic_indicator/atmospheric_precipitation
- Bareth G., Waldhoff G. (2018). GIS for Mapping Vegetation. *Earth Syst. Environ. Sciences.* 1-27. doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.09636-6
- Duo A., Zhao W., Qu X., Jing R., Xiong K. (2016). Spatio-temporal variation of vegetation coverage and its response to climate change in North China plain in the last 33 years. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* 53, 103–117. doi: 10.1016/j.jag.2016.08.008
- Li C, Zhao SQ, Fang JY (2017). Vegetation cover change and driving factors in Fujian Province between 1975 and 2014. *Chin. J. Plant Ecol.* 41(2), 157–164. doi: 10.17521/cjpe.2016.0223
- Li, Z., Y. Chen, W. Li, H. Deng, and G. Fang (2015). Potential impacts of climate change on vegetation dynamics in Central Asia, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 120, 12,345–12,356, doi:10.1002/2015JD023618
- Lü, Y., et al. (2015). Recent ecological transitions in China: greening, browning and influential factors. *Sci Rep* 5, 8732. doi:10.1038/srep08732
- Nie, Q., Xu, J., Li, Z., and Hong, Y. (2012). Spatial-temporal Variation of Vegetation Cover in Yellow River Basin of China during 1998-2008. *Sci. Cold Arid Regions* 4 (3), 0211–0221. doi:10.3724/SP.J.1226.2012.00211
- Yao, J., Chen, Y., Zhao, Y. et al. (2018). Response of vegetation NDVI to climatic extremes in the arid region of Central Asia: a case study in Xinjiang, China. *Theor. Appl. Climatol.* 131, 1503–1515. doi: 10.1007/s00704-017-2058-0
- Zhang J., Liu Y., Zhou D., Zhang Q. & Chen W. (2019). Spatial-temporal character of vegetation cover and its influence factors in the Shule River Basin China, during 1985–2011. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal.* 26 (3), 608–620. doi: 10.1080/10807039.2018.1528437
- Zhang, C., Lu, D., Chen, X., Zhang, Y., Maisupova, B., Tao, Y. (2016). The spatiotemporal patterns of vegetation coverage and biomass of the temperate deserts in Central Asia and their relationships with climate controls. *Remote Sens. Environ.* 175, 271–281. doi:10.1016/j.rse.2016.01.002
- Zhang, C., Yao, X., Wang, G. et al. (2022). Temporal and Spatial Variation of Land Use and Vegetation in the Three-North Shelter Forest Program Area from 2000 to 2020. *Sustainability.* 14 (16489), 21. doi:10.3390/su142416489

References

- Bareth G., Waldhoff G. (2018). GIS for Mapping Vegetation. *Earth Syst. Environ. Sciences*. 1-27. doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.09636-6
- Burlibayev M.ZH., Kurochkina L.YA. Globalno znachimyye vodno-bolotnyye ugodya Kazakhstan [Alakol-Sasykkolskaya sistema ozer]. Astana, 41 (2015):124-125: – (In Russian).
- Duo A., Zhao W., Qu X., Jing R., Xiong K. (2016). Spatio-temporal variation of vegetation coverage and its response to climate change in North China plain in the last 33 years. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* 53, 103–117. doi: 10.1016/j.jag.2016.08.008
- Karağūlova R.K., Tulebayeva A. R., Tolepbayeva A.K. Otsenka, monitoring sostoyaniya rastitelnogo pokrova Alakolskogo zapovednika i kartografirovaniye s primeneniyyem GIS tekhnologii. *Vestnik KazNU. Seriya geograficheskaya*. – №2,41 (2015):8: – (In Russian).
- Kazanskaya Ye.A. Morfologiya i dinamika beregov oz. Alakol [Alakolskaya vpadina i yeye ozera]. Almaty, (1965):88-121: – (In Russian).
- Li C, Zhao SQ, Fang JY (2017). Vegetation cover change and driving factors in Fujian Province between 1975 and 2014. *Chin. J. Plant Ecol.* 41(2), 157–164. doi: 10.17521/cjpe.2016.0223
- Li, Z., Y. Chen, W. Li, H. Deng, and G. Fang (2015). Potential impacts of climate change on vegetation dynamics in Central Asia. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 120, 12,345–12,356, doi:10.1002/2015JD023618
- Lü, Y., et al. (2015). Recent ecological transitions in China: greening, browning and influential factors. *Sci Rep* 5, 8732. doi:10.1038/srep08732
- Nie, Q., Xu, J., Li, Z., and Hong, Y. (2012). Spatial-temporal Variation of Vegetation Cover in Yellow River Basin of China during 1998–2008. *Sci. Cold Arid Regions* 4 (3), 0211–0221. doi:10.3724/SP.J.1226.2012.00211
- Otchet nauchno-issledovatel'skoy raboty. Inventarizatsiya i rastitelnosti Alakolskogo zapovednika za 2016–2020. – Taldykorgan, 2020. – 12 s. – (In Russian).
- Tulebayeva A.R. Flora i rastitelnost Alakolskogo zapovednika [Trudy Alakolskogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika]. Taldykorgan, 4 (2018): – (In Russian).
- Tulebayeva A.R. Opisaniye rastitelnosti ostrovov Araltobe ozera Alakol. *Molodoy uchonyy*, № 43 (333) (2020):283: – (In Russian).
- Últtyk statistikanyñ resmi sayty. Atmosferalyk zhaun-shashyn [zhügingen uakyty 10 sәuir 2023]. – URL: https://old.stat.gov.kz/for_users/ecologic_indicators/ecologic_indicator/atmospheric_precipitation
- Yao, J., Chen, Y., Zhao, Y. et al. (2018). Response of vegetation NDVI to climatic extremes in the arid region of Central Asia: a case study in Xinjiang, China. *Theor. Appl. Climatol.* 131, 1503–1515. doi: 10.1007/s00704-017-2058-0
- Zhang J., Liu Y., Zhou D., Zhang Q. & Chen W. (2019). Spatial-temporal character of vegetation cover and its influence factors in the Shule River Basin China, during 1985–2011. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. 26 (3), 608–620. doi: 10.1080/10807039.2018.1528437
- Zhang, C., Lu, D., Chen, X., Zhang, Y., Maisupova, B., Tao, Y. (2016). The spatiotemporal patterns of vegetation coverage and biomass of the temperate deserts in Central Asia and their relationships with climate controls. *Remote Sens. Environ.* 175, 271–281. doi:10.1016/j.rse.2016.01.002
- Zhang, C., Yao, X., Wang, G. et al. (2022). Temporal and Spatial Variation of Land Use and Vegetation in the Three–North Shelter Forest Program Area from 2000 to 2020. *Sustainability*. 14 (16489), 21. doi:10.3390/su142416489

2-бөлім
**КАРТОГРАФИЯ
ЖӘНЕ ГЕОИНФОРМАТИКА**

Section 2
**CARTOGRAPHY
AND GEOINFORMATICS**

Раздел 2
**КАРТОГРАФИЯ
И ГЕОИНФОРМАТИКА**

G.B. Mustakhimova^{1*}, Y.Kh. Kakimzhanov¹, Tiede Dirk²

¹Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

²University of Salzburg, Austria, Salzburg

*e-mail: m-galiya@inbox.ru

MONITORING OF CROP GROWTH PARAMETERS USING TEMPORAL SAR AND OPTICAL REMOTE SENSING DATA IN THE KARASAI DISTRICT, ALMATY REGION

Using Remote sensing data is essential in monitoring agricultural crop phenology and food security. The availability of optical and SAR imagery can provide the best insights into understanding the behavior of temporal characteristics of phenological stages of multiple agricultural crops. The study was carried out in the region situated in the Karasai district of Almaty region using the temporal Sentinel-1 data and Sentinel-2 optical data during the growth period of agricultural crops. NDVI values from the Sentinel-2 and Multitemporal VH/VV backscatter intensity from Sentinel-1 SAR with the sample data were used to characterize the backscatter and vegetation stage behavior of multiple crops. Crop growth parameters were calculated using Google Earth Engine platform. Google Earth Engine is a cloud-based platform that allows users to visualize and analyze satellite images of the Earth and make geospatial analysis. The results indicate that the phenological stages of the agricultural crop growth cycle may be recognized and distinguished based on the temporal variations of NDVI values and in SAR parameters that were detected. Also according to the result of the study it is visible that the trend charts of backscattering values are quite correlated with the NDVI value. NDVI with backscatter values of VV/VH can be considered as one of the beneficial tools for distinguishing and analyzing the phenological changes of different types of agricultural crops.

Key words: crop growth parameters, backscatter intensity parameters, NDVI, Sentinel-1, Sentinel-2.

Г.Б. Мустахимова^{1*}, Е.Х. Какимжанов¹, Тиде Дирк²

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

²Зальцбург университеті, Аустрия, Зальцбург қ.

*e-mail: m-galiya@inbox.ru

Алматы облысы Қарасай ауданында уақытша радиолокациялық және қашықтықтан зондаудың оптикалық бейнелерін пайдалана отырып, дәнді дақылдардың өсу параметрлерін бақылау

Қашықтықтан зондау деректерін пайдалану ауыл шаруашылығының дәнді дақылдарының фенологиясын бақылау және азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін маңызды. Оптикалық және радиолокациялық кескіндердің болуы бірнеше ауыл шаруашылығының дәнді дақылдарының фенологиялық кезеңдерінің уақыт сипаттамаларына жақсы түсінуге мүмкіндік береді. Зерттеу ауыл шаруашылығының дәнді дақылдарының вегетациялық кезеңінде Sentinel-1 уақыт аралық суреттерін және Sentinel-2 оптикалық деректерін пайдалана отырып, Алматы облысы Қарасай ауданы Жалпақсай ауылында орналасқан егіншілік алқабында жүзеге асырылды. Sentinel-2 суреттерінен алынған NDVI мәндері және Sentinel-1 радиолокациялық суреттерінен алынған VH/VV кері шашырау қарқындылығының көп уақыттық көрсеткіштері бірнеше дәнді дақылдардың кері шашырау көрсеткіштері мен вегетациялық күйінің сипаттамасын сипаттау үшін пайдаланылды. Дәнді дақылдардың өсу параметрлері Google Earth Engine платформасы арқылы есептелді. Google Earth Engine-бұл пайдаланушыларға жердің спутниктік суреттерін визуализациялауға және талдауға және геокеңістіктік талдау жасауға мүмкіндік беретін бұлтты платформа. Нәтижелер ауыл шаруашылығының дәнді дақылдарының өсу циклінің фенологиялық кезеңдерін NDVI мәндерінің уақытша вариациялары мен радар параметрлері негізінде тануға және ажыратуға болатынын көрсетеді. Сондай-ақ, зерттеу нәтижелері бойынша кері шашырау мәндерінің трендік графиктері NDVI мәндерімен өте сәйкес келетіндігін көруге болады. VV/VH кері шашырау мәндері бар NDVI әртүрлі ауыл шаруашылығының дәнді дақылдарының фенологиялық өзгерістерін ажырату және талдау үшін пайдалы құралдардың бірі ретінде қарастырылуы мүмкін.

Түйін сөздер: дәнді дақылдардың өсу параметрлері, кері шашырау қарқындылығының параметрлері, NDVI, Sentinel-1, Sentinel-2.

Г.Б. Мустахимова^{1*}, Е.Х. Какимжанов¹, Тиде Дирк²¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы²Зальцбургский университет, Австрия, г. Зальцбург

*e-mail: m-galiya@inbox.ru

Мониторинг параметров роста зерновых культур с использованием временных радарных и оптических снимков дистанционного зондирования в Карасайском районе Алматинской области

Использование данных дистанционного зондирования имеет важное значение для мониторинга фенологии сельскохозяйственных культур и обеспечения продовольственной безопасности. Доступность оптических и радарных изображений может обеспечить лучшее понимание поведения временных характеристик фенологических стадий нескольких сельскохозяйственных культур. Исследование проводилось в местности, расположенной в Карасайском районе Алматинской области, с использованием временных снимков Sentinel-1 и оптических данных Sentinel-2 в период вегетации сельскохозяйственных культур. Значения NDVI из снимков Sentinel-2 и многовременные показатели интенсивности обратного рассеяния VV/VV из радарных снимков Sentinel-1 с выборочными данными использовались для характеристики показателей обратного рассеяния и поведения вегетационного состояния нескольких сельскохозяйственных культур. В качестве параметров роста зерновых культур были выделены показатели вегетационного индекса NDVI и показатели значения обратного рассеяния VV/VH. Параметры роста зерновых культур были рассчитаны с применением алгоритма на языке JavaScript в платформе Google Earth Engine. Google Earth Engine — это облачная платформа, которая позволяет пользователям визуализировать и анализировать спутниковые снимки Земли и проводить геопространственный анализ. Результаты показывают, что фенологические стадии цикла роста сельскохозяйственных культур можно распознавать и различать на основе временных вариаций значений NDVI и параметров радарных снимков. Также по результатам исследования видно, что графики трендов значений обратного рассеяния вполне коррелируют со значениями NDVI. NDVI со значениями обратного рассеяния VV/VH можно рассматривать как один из полезных инструментов для различия и анализа фенологических изменений различных видов сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: Параметры роста зерновых культур, параметры интенсивности обратного рассеяния, NDVI, Sentinel-1, Sentinel-2.

Introduction

One of the essential components of crop management is knowing agricultural growing trends and crop spatial distribution. For effective farmer and decision-maker interventions during the phenological phases, such as fertilization, pesticide application, and irrigation, crop phenology monitoring and the detection of the main phenological stages are essential (Xie et al., 2022). Additionally, the temporal and spatial variances of phenology changes can be valuable information for the differentiation of various vegetation types, particularly crops.

Due to the lower economic efficiency, bigger area, and significant seasonal and spatial variation, obtaining crop information using traditional survey methods is quite problematic. The more efficient method for resolving this issue is using remote sensing technology (Kumar et al., 2021). So far, the monitoring of plant dynamics has been hampered by the unavailability of satellite time series with high temporal and spatial resolution. A new era began with the launch of the first Sentinel satellite, developed

by the European Space Agency, which provided a large and unprecedented amount of free data for the operational needs of the Copernicus program. Sentinel-1A, the first SAR satellite launched in April 2014, has started to provide a multi-temporal series of SAR images (C-band) with an excellent time interval of 12 days. For Sentinel-1B, launched in April 2016, data delivery is expected every 6 days. Sentinel-2A, the optical satellite launched in June 2015, provides data every 10 days. For Sentinel-2B, the time interval is 5 days (Veloso et al., 2021).

Vegetation indices are typically used to monitor crop phenology in optical satellite images. Optical data (such as Sentinel-2, Landsat 8, and MODIS) have been widely utilized to investigate the relationship between plant optical characteristics and photosynthetic activity (Veloso et al., 2021). Due to its strong correlation with several biophysical measures, including leaf area index, leaf nitrogen content, and grain yield NDVI is one of the most widely used vegetation indices (Venancio et al., 2020). For example, Kganyago (2021) analyzed the changes in the winter-planted areas between the reference year (2019) and COVID-19 year (2020)

using Sentinel-2 Multispectral Imager (MSI) data and Google Earth Engine (GEE) Cloud Computing Platform.

SAR data is less frequently employed in agricultural areas than optical data. However, recently, with a new generation of high-resolution SAR data, particularly since the Copernicus program Sentinel-1 C-band high spatial-temporal resolution images became available, SAR data has started to attract interest, especially for its benefit of having its source of energy, making it almost independent of weather conditions (Elders et al., 2022). Evaluation of the backscattering coefficient features at a different stage of growth is an alternative for other crops (Tuvdendorj et al., 2022). Thus, in the study (Nasirzadehdizaji et al., 2019) multi-temporal polarimetric Sentinel-1 SAR images were used to examine the various crop varieties' temporal backscatter changes and crop growth stages. According to the reported variations in backscatters, they discovered that important information regarding crop status may be retrieved from the backscattering analysis, such as estimating irrigation and harvesting time. A vegetation index from dual-pole (DpRVI) SAR data was published by Mandal et al. (2020) comparing the cross and co-pole scattering ratio, the dual-pole radar vegetation index (RVI), the polarimetric radar vegetation index (PRVI), and the dual polarization SAR vegetation index (DPSVI) with the temporal Compare analysis of biophysical variables of plants at different phenological stages. Compared to other indices, the results showed that the DpRVI index has a high correlation and good retrieval accuracy with the biophysical parameters of the selected plant species (Nasirzadehdizaji et al., 2019).

The superiority of Synthetic Aperture Radar (SAR) technology has created various opportunities in agricultural studies, mainly for crop monitoring and management. Thus, Nasirzadehdizaji et al. (2019) observed that polarimetric composite images for different dates are useful to roughly identify plant species and have been validated by the application of classification methods in the study area. Gansukh et al. (2020) monitored wheat using normalized differential vegetation index, vegetation water content, and backscatter value from VV, and VH channels in Bornuur Soum of Tuv Province, Mongolia. Umutoniwase et al. (2021) indicated

that the backscatter coefficient of the VH polarization and the polarimetric decomposition parameters showed high sensitivity to rice growth.

Sentinel-1 has been used in numerous studies to classify crops to avoid S2 constraints. According to various research studies, using S1 and S2 images as input can result in high accuracy (Tuvdendorj et al., 2022).

The availability of a powerful processing framework is crucial for making approaches operationally applicable. The Google Earth Engine (GEE), which allows for the cloud-based processing of petabytes of satellite data, has recently become known as a tempting high-performance computing platform. GEE offers robust computational capacity for processing data at a global scale and even enables the development and training of well-known machine learning algorithms (Salinero-Delgado et al., 2022)

This paper aims to analyze temporal variations of NDVI time series from available cloud free Sentinel-2 optical data, Multi-temporal C-band VH and VV polarized Sentinel-1 SAR data of corn, spring oats, oats, winter wheat, sugar beet, soy, spring barley, corn, safflower, winter barley, and the correlation of their trend behavior. The ability of these data to distinguish between the crops was investigated.

To monitor the phenology of agricultural crops, LLP “Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant growing” was chosen as the object of study (Figure 1). The Institute is located 22 km west of Almaty and 4 km east of Kaskelen.

The territory of the institute is located on the foothill plain of the Zailiysky Alatau, within 700-800 m above sea level, and represents the watershed of the Aksai and Kaskelen rivers. From north to south, it is crossed by the Kazachka River with steep steep banks, with a narrow floodplain (50-100 m), often swampy. The depth of groundwater in the middle part of the territory (along the valleys and logs) is 5-6 m, and in the hilly-ridged part it is 10-20 m or more (Erlepesov M.N, Tegisov T.A. 1975).

Materials and methods

All the calculation in this study was made according Google Earth Engine which represents magnificent and powerful tool for cloud stored data calculation of space images.

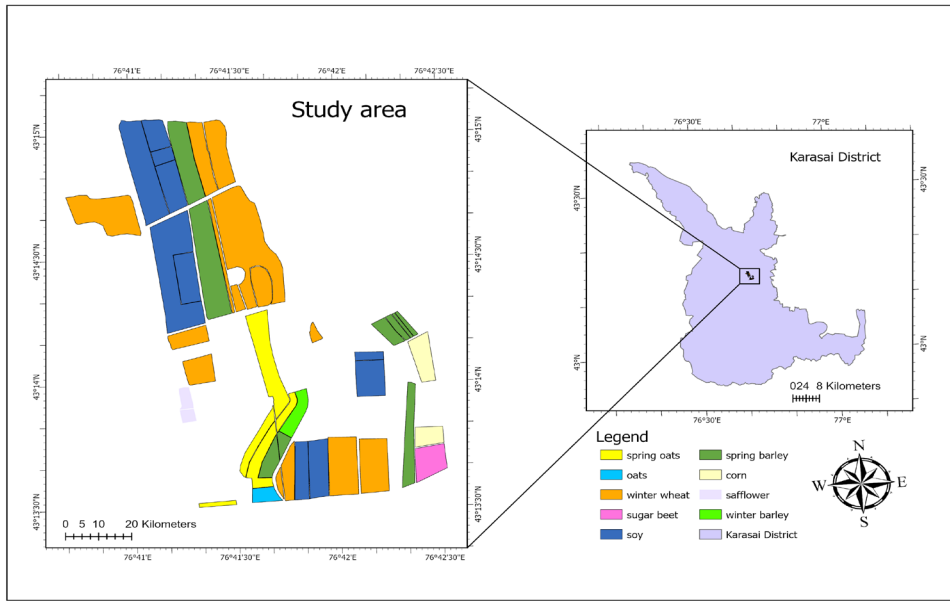


Figure 1 – Location of the study region and representation of the crop areas

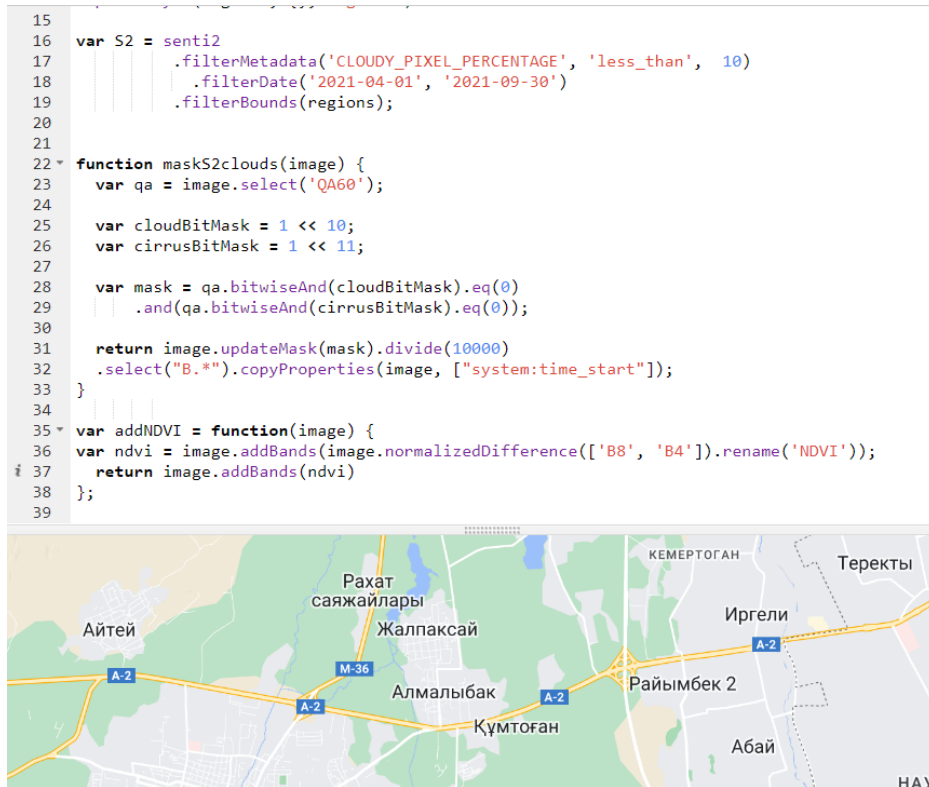


Figure 2 – The code for analysis Sentinel 2 data

In this study Sentinel 2 and Sentinel 1 space images were used. Calculation of NDVI and VV/VH backscattering coefficient values were made with the code. See figure 2 and figure 3.

Samples Selection and Set

Initially, the shapefiles of the study area were created in ArcGIS from the map of crop types 2021 conducted by LLP “Kazakh Research Institute of

Agriculture and Plant growing” with the WGS 84 UTM 43N zone projection system and imported into the Google Earth Engine code editor.

Table 1 – Area of study regions

Type of crop	The study area (sqm)
corn	65314.16
oats	17567.43
Winter wheat	746078.42
Winter barley	28992.38
safflower	20695.03
Sugar beet	43946.25
soy	575686
spring oats	170888.66
spring barley	319976.71

The main sample types are winter barley, safflower, corn, spring barley, soy, sugar beet, winter wheat, oats, and spring oats. The area of each study region is represented in Table 3.

Sentinel 2 data preprocessing

The Sentinel 2 data were filtered by choosing images with clouds less than 10% from April to

September 2021. The clouds were masked with maskS2clouds function. The shapefiles were merged into one variable, called “region” and then the boundaries were buffered (-10m) to take more precise areas of the crops. Then the Sentinel 2 data were filtered by choosing images with clouds less than 10% from April to September 2021. The clouds were masked with maskS2clouds function. See Table 1.

Vegetation index calculation (NDVI)

Spectral vegetation index NDVI (Rouse, J.W et al., 1974) was calculated in GEE with function addNDVI (See Table 2) using the surface reflectance values of the crops. This indice was formulated by using the following equation:

$$NDVI = \frac{rNIR - rRed}{rNIR + rRed}$$

where rRed, rNIR are the surface reflectance values of Band 4 (red, 0.64–0.67 μm), Band 5 (near-infrared, 0.85–0.88 μm) in the Sentinel-2 images.

Sentinel 1 data preprocessing

The Sentinel 1 data were filtered by choosing images from April to September 2021.

The preprocessing of VV/VH backscattering analysis data were made according the code in GEE (See Figure 3).

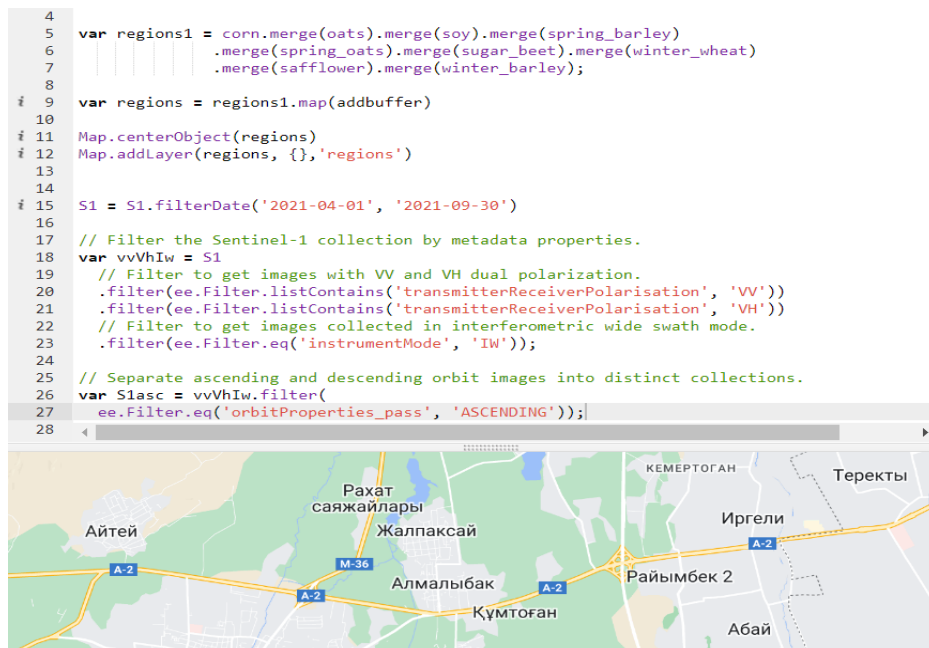


Figure 3 – The code for analysis Sentinel 1 data

Results and discussion

In this section, the results of the study are reported. The preliminary results obtained from Sentinel-1 and Sentinel-2 have been presented as well as the spatial distribution of the study areas (Section 3.1, Section 3.2) in the Karasai region from April to September 2021. Temporal profiles of crops are also presented in these sections as a scatter plot is

shown. The graphs were obtained in Excel as a result of exporting values in CSV format from Google Earth Engine.

NDVI temporal analysis of crops

The NDVI value for major crops area – corn, oats, soy, spring barley, spring oats, sugar beet, winter wheat, safflower, and winter barley – between April and September 2021 was mapped in Figure 2 and Figure 3.

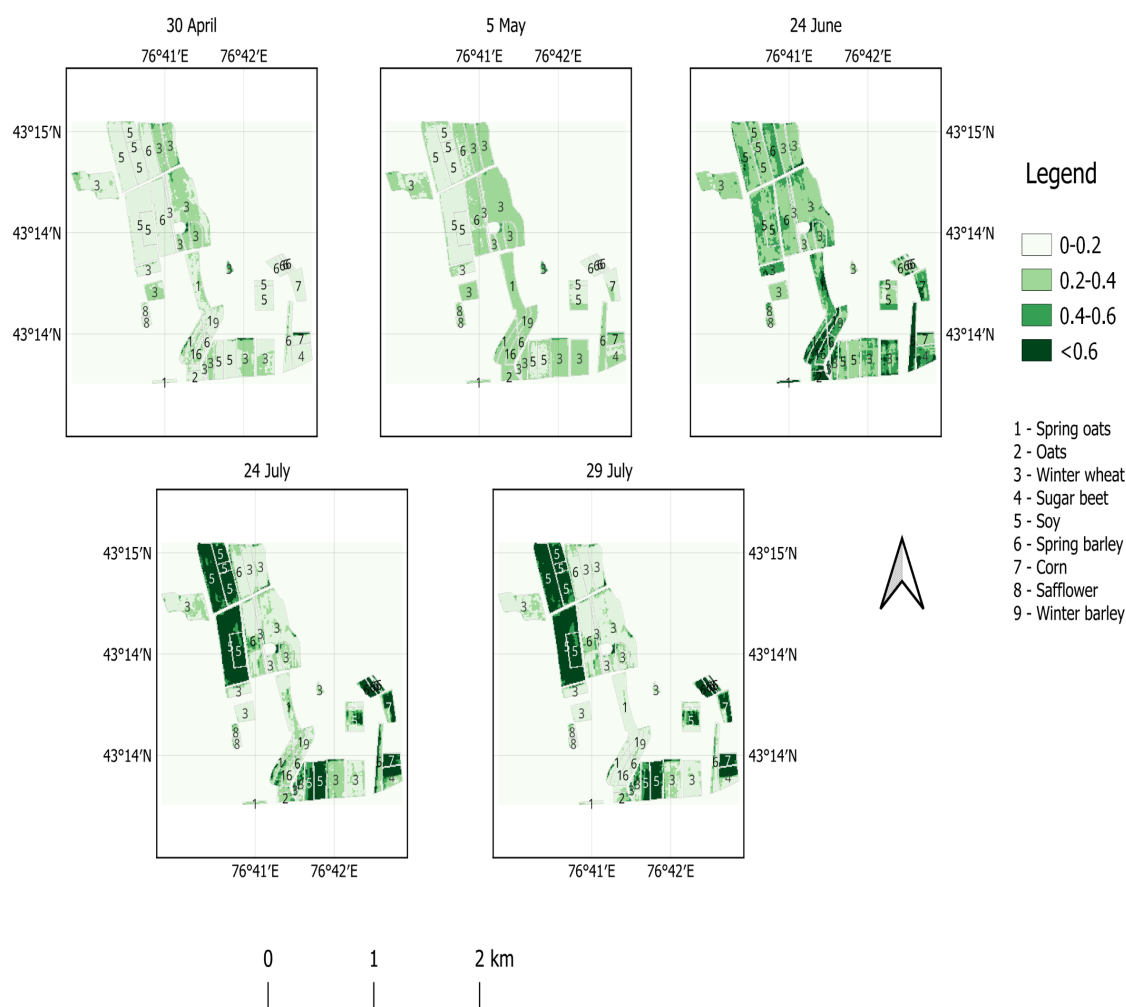


Figure 4 – Spatial distribution of NDVI values in the study region from April to July

For visual interpretation, the NDVI values are divided into four classes. The difference between dark and light green in each image indicates the vegetation stage.

It is obvious that NDVI varies throughout the growth cycle by viewing the images through their acquisition dates.

Through the visual interpretation, it is evident that the greenest values ($>0,6$) belong to oats (June), corn and soy (from July to September). For most of the crops from April to the beginning of May, the NDVI values are slightly green $<0,2$ which indicates the earlier stages of growth period while from June start decreasing which indicates the decline in vegetation.

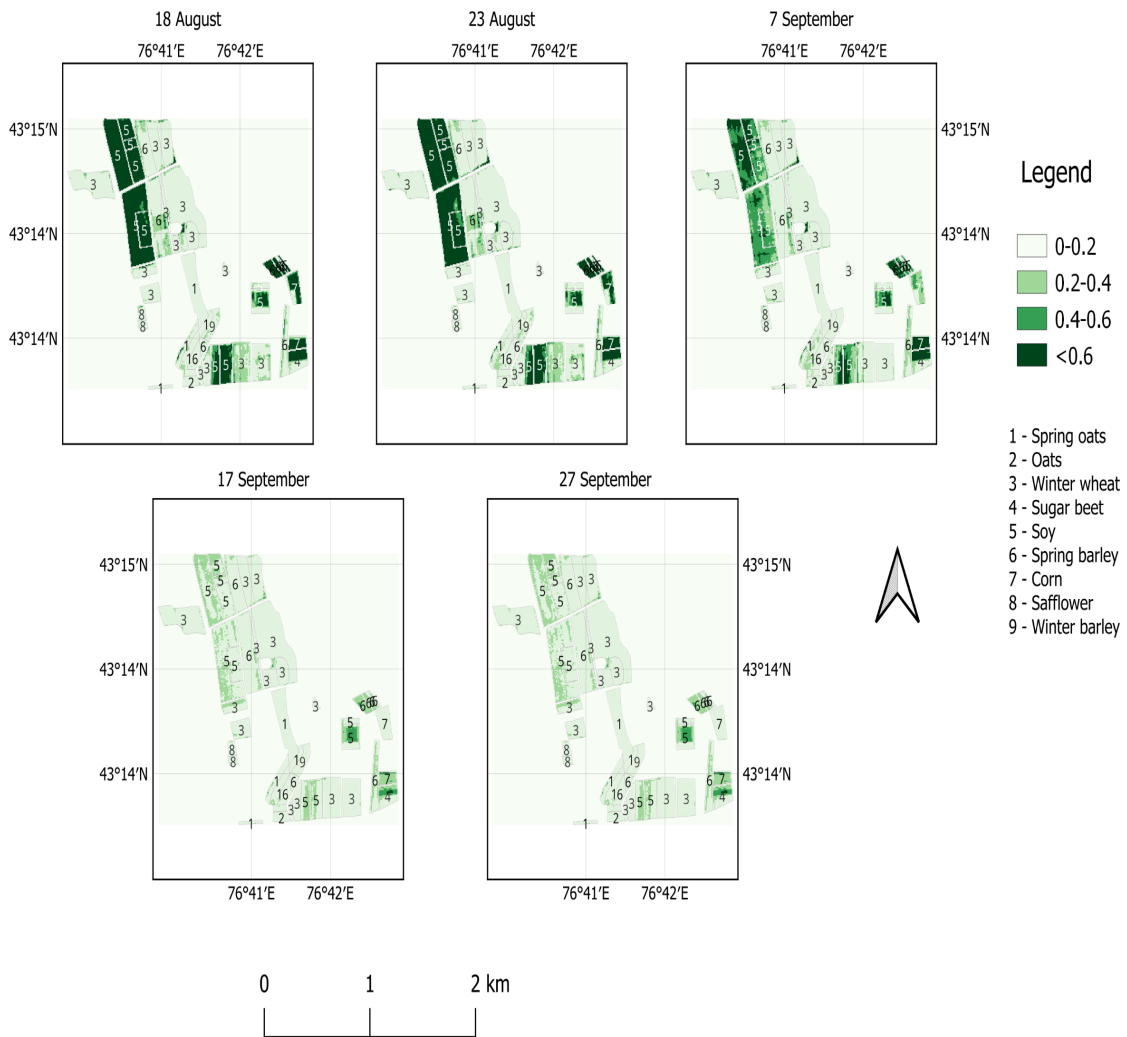


Figure 5 – Spatial distribution of NDVI values in the study region from August to September

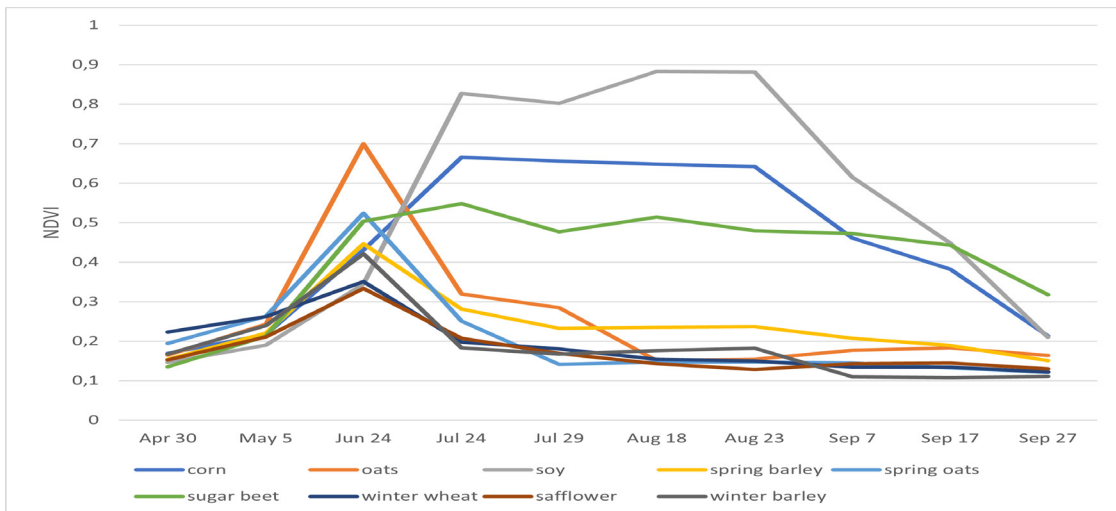


Figure 6 – Temporal NDVI profiles of crops grown in the Karasai district using multispectral Sentinel-2 images

The spectral plot for studying major crops is shown in Figure 6. In the plot, the germination is marked by the beginning of the rising spectral profile. From Figure 4, it is evident that the germination time for most of the crops is late April (Apr 30). The maximum biomass period according to the plot and Table 2 occurs approximately in June for spring barley(0,446), safflower(0,333), winter wheat(0,351),

winter barley(0,421), oats(0,699), late July for sugar beet (0,548), during July for corn(0,665) and late August for soy (0,883). Leaf senescence is evident in late August for soy and corn, mid-September for sugar beet, and July for oats, spring oats, spring barley, winter barley, winter wheat, and safflower. These differentiating spectral characteristics were taken advantage of by distinguishing various crops.

Table 2 – Mean NDVI values of the crops grown in the Karasai district

date	corn	oats	soy	spring barley	spring oats	sugar beet	winter wheat	safflower	winter barley
Apr 30	0,169	0,165	0,146	0,154	0,194	0,135	0,223	0,152	0,167
May 5	0,217	0,243	0,19	0,22	0,263	0,212	0,262	0,211	0,239
Jun 24	0,431	0,699	0,345	0,446	0,524	0,504	0,351	0,333	0,421
Jul 24	0,665	0,319	0,827	0,281	0,251	0,548	0,198	0,207	0,183
Jul 29	0,656	0,285	0,802	0,232	0,141	0,477	0,18	0,169	0,167
Aug 18	0,648	0,151	0,883	0,235	0,147	0,514	0,154	0,143	0,176
Aug 23	0,642	0,154	0,881	0,237	0,147	0,479	0,15	0,128	0,182
Sep 7	0,461	0,177	0,615	0,207	0,145	0,472	0,134	0,143	0,11
Sep 17	0,382	0,183	0,448	0,189	0,132	0,443	0,134	0,145	0,107
Sep 27	0,213	0,164	0,21	0,151	0,121	0,318	0,122	0,13	0,111

Therefore, in the early stages of growth, healthy vegetation had a limited growth rate that was related to the NDVI since the photosynthetic process was constrained by many variables, including temperature and chlorophyll concentration. Then, because of the appropriate temperatures, rising chlorophyll content, and other factors, the growth rate rose. Due to a lack of nitrogen, a lack of water, a change in temperature, etc., the development rate slowed down in the later stages (Lambers et al., 2008).

Spatial distribution and the temporal variations of the backscattering intensity of crops

The sensitivity of C-band Sentinel-1 SAR to crop phenological stages in our test site was demonstrated by visual interpretation of multi-

temporal images of VH and VV backscattering power (see Figure 7 and Figure 8). The difference between the dark gray and the white in each image indicates the VH backscattering intensity and the contrast between dark blue and light blue is shown by the values of VV backscattering intensity.

The backscattering intensity values of crops as the NDVI values trend varies throughout the growth cycle. According to the maps and the charts it is obvious that in the period of the growth cycle, the higher values belong to soy and corn. And the lower values for both backscattering values for most of the crops are observed in April, between August and September, and in June for VV backscattering intensity.

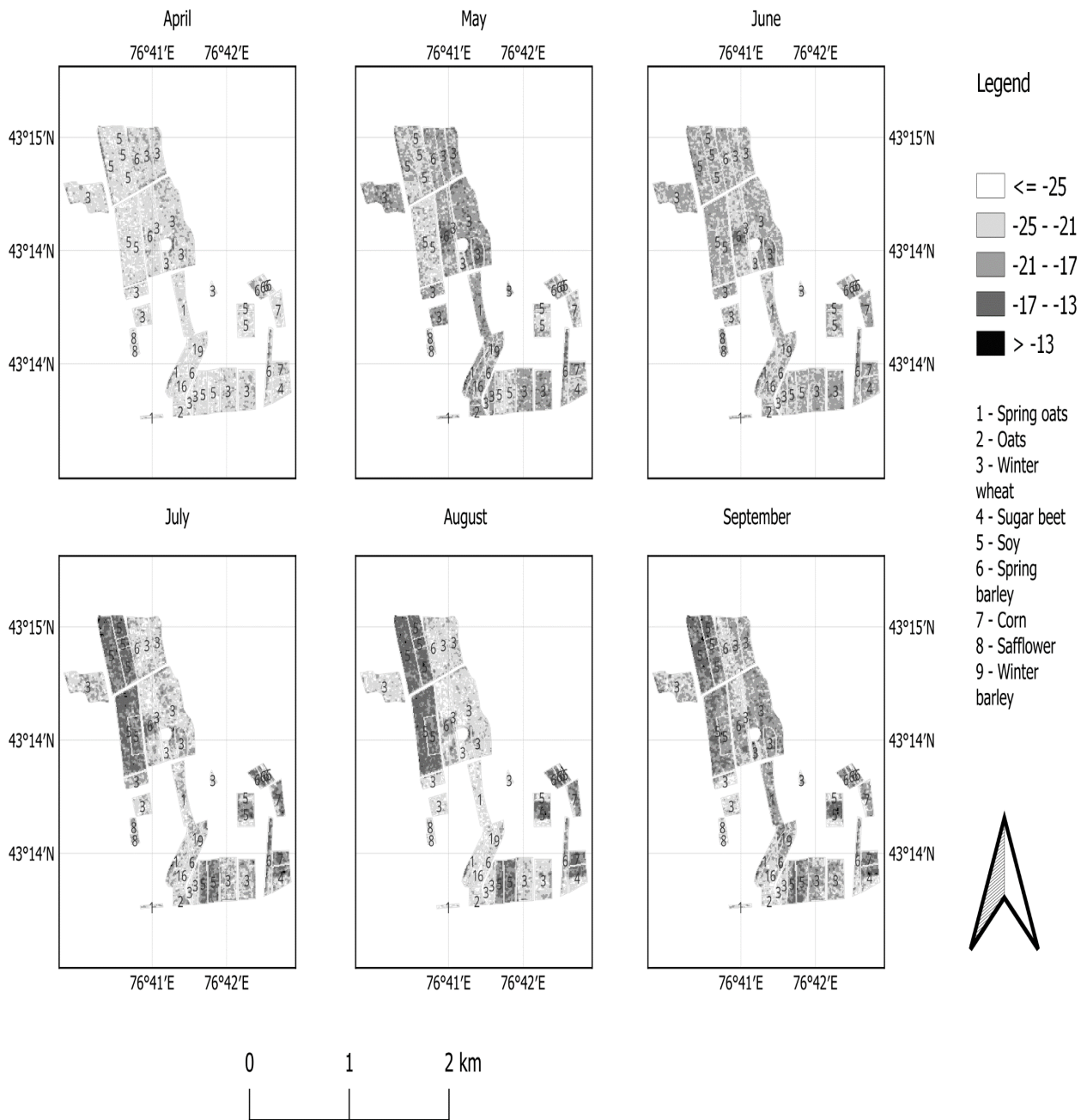


Figure 7 – Monthly interval spatial distribution of the VH backscattering coefficient values in the study region using Sentinel-1 images from April to September

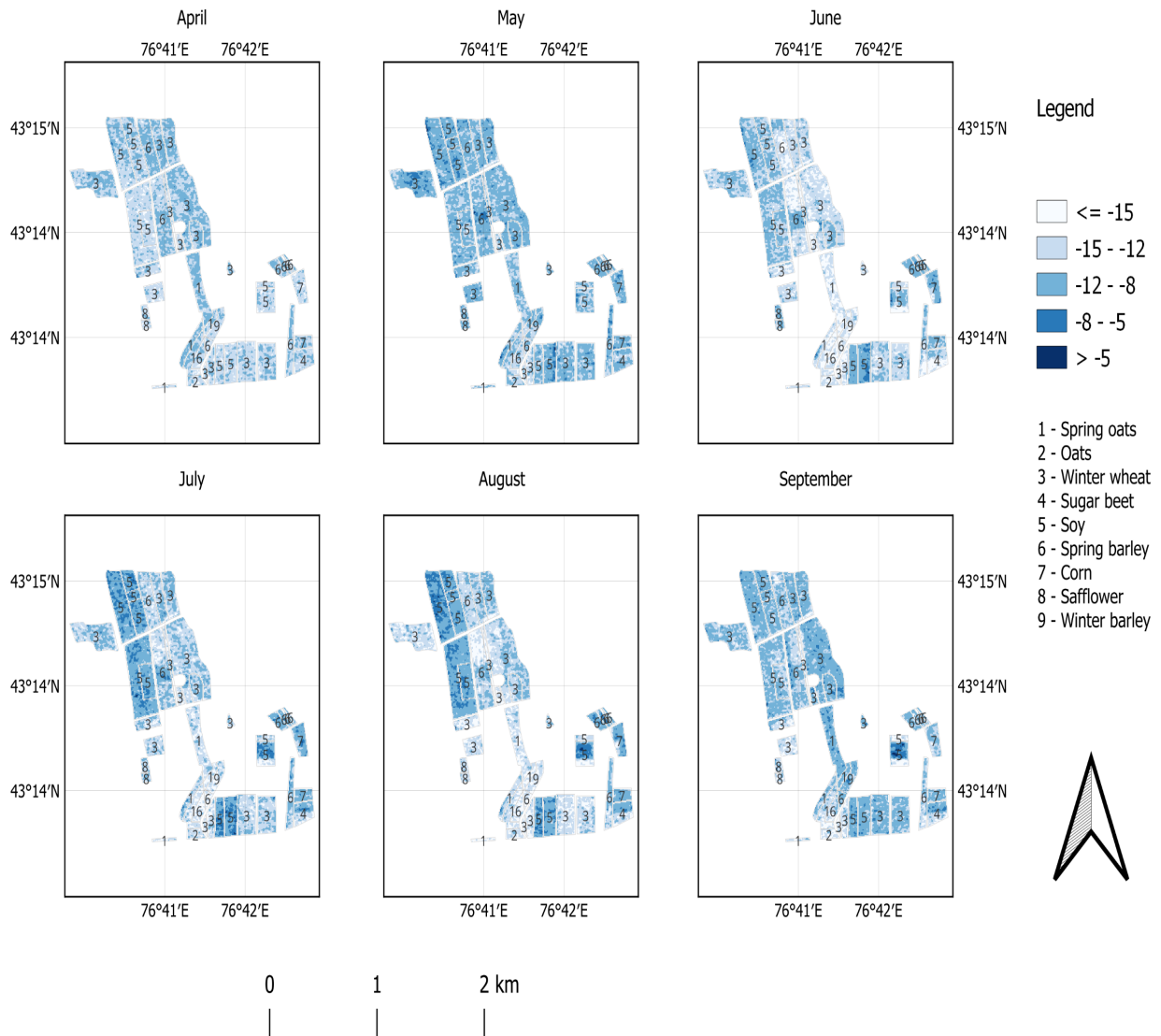


Figure 8 – Monthly interval spatial distribution of the VV backscattering coefficient values in the study region using Sentinel-1 images from April to September

If to look at the chart (Figure 9), it is evident that the remarkable increase of backscattering intensity of VH is observed in late May reaching a high stage on 21 May with the corresponding values (as shown in Table 3) of -18,85, -16,53, -18,97, -17,194, -16,82, -18,798, -17,246, -17,632, -17,661 dB for corn, oats, soy, spring barley, spring oats, sugar beet, winter wheat, safflower, winter barley respectively. This change implies the period of the beginning of full biomass period (21 May). In the period of higher biomass values for most of the crops according to

Figure 7 and Table 2, it is observed that relatively higher values are obtained on 26 June with the values of -18,27 dB for corn, -18,8 dB for oats, -20,24 dB for soy, -20,078 dB for spring barley, -19,383 dB for spring oats, -18,116 dB for sugar beet, -20,268 dB for winter wheat, -19,517 dB for safflower. Through the period between July and August, most cereals have lower marks, while soy and corn experienced higher values compared with the other crops, with soy having the highest value of -14,389 dB on 20 July.

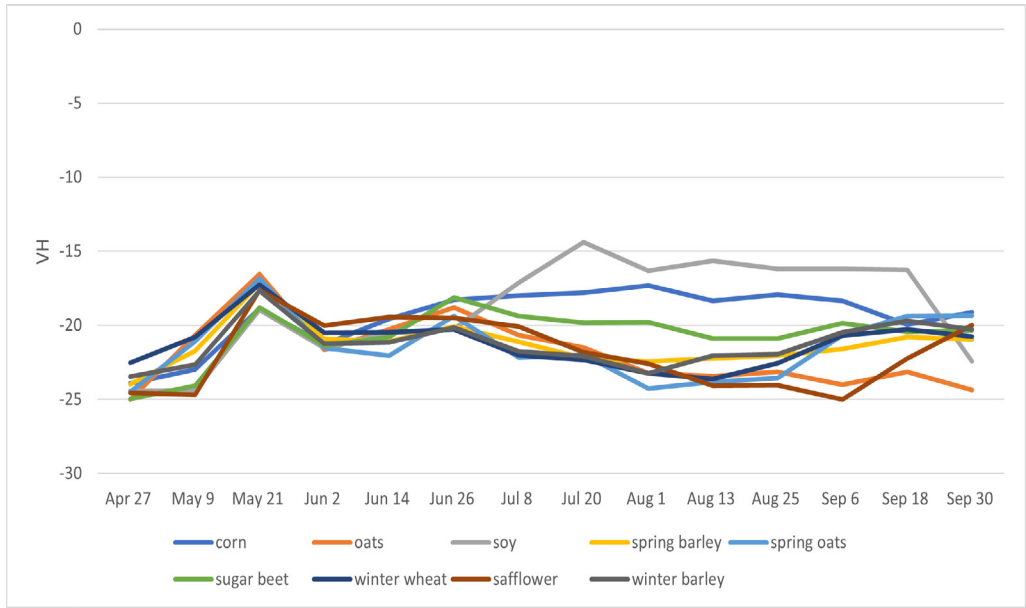


Figure 9 – The backscatter values (dB) of crops on multi-temporal Sentinel-1 images in VH polarization

Similar to the VH backscattering coefficient (Figure 10), the VV backscattering coefficient values also significantly increase at the beginning of the chart reaching the highest values (as shown in Table 4) of -8,581 dB for corn, -10,93 dB for oats, -7,467 dB for soy, -9,457 dB for spring barley,

-11,404 dB for spring oats, -9,729 dB for sugar beet, -9,652 dB for winter wheat, -9,323 dB for safflower, -10,246 dB for winter barley on 21 May. Same as in Figure 7 from June to September it is observed that VV exhibited lower values, while corn and soy obtained higher values compared to other crops.

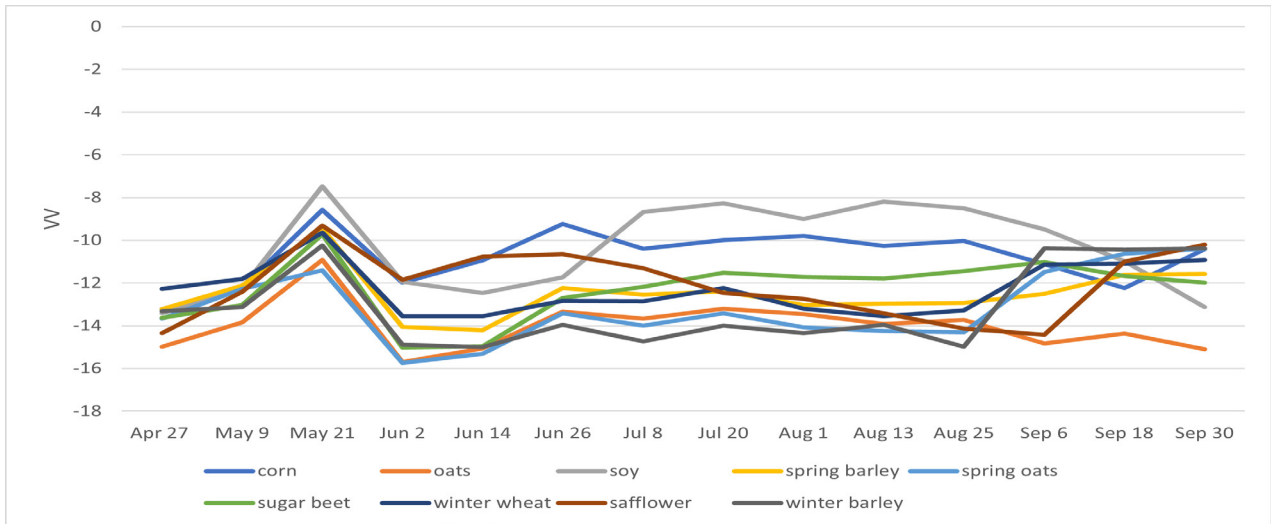


Figure 10 – The backscatter values (dB) of crops on multi-temporal Sentinel-1 images in VV polarization

The radar backscattering intensity gives valuable information about the shapes and properties of the crops. SAR sensors are sensitive to significant crop structural elements like height, shape, leaves, and stems in crop fields (Soria-Ruiz et al., 2007).

Table 3 – Backscatter intensity values of temporal VH band for the crops in the Karasai district region from April to September 2021

Date	corn	oats	soy	spring barley	spring oats	sugar beet	winter wheat	safflower	winter barley
Apr 3	-21,146	-20,266	-21,811	-21,513	-20,997	-21,544	-21,904	-22,222	-21,776
Apr 15	-23,919	-24,406	-24,28	-22,911	-24,447	-24,321	-23,551	-24,979	-24,452
Apr 27	-23,91	-25,02	-24,44	-23,967	-24,503	-24,964	-22,527	-24,546	-23,45
May 9	-22,98	-20,67	-24,4	-21,73	-21,098	-24,074	-20,802	-24,703	-22,663
May 21	-18,85	-16,53	-18,97	-17,194	-16,82	-18,798	-17,246	-17,632	-17,661
Jun 2	-21,29	-21,68	-21,55	-20,914	-21,533	-21,389	-20,499	-20,02	-21,255
Jun 14	-19,56	-20,29	-20,55	-21,087	-22,055	-20,809	-20,486	-19,437	-21,159
Jun 26	-18,27	-18,8	-20,24	-20,078	-19,383	-18,116	-20,268	-19,517	-20,139
Jul 8	-18,01	-20,65	-17,12	-21,128	-22,176	-19,394	-22,003	-20,078	-21,769
Jul 20	-17,79	-21,5	-14,39	-22,196	-21,999	-19,829	-22,354	-21,84	-22,07
Aug 1	-17,33	-23,25	-16,31	-22,426	-24,26	-19,809	-23,238	-22,597	-23,249
Aug 13	-18,35	-23,45	-15,64	-22,255	-23,805	-20,9	-23,615	-24,088	-22,061
Aug 25	-17,94	-23,15	-16,18	-22,042	-23,567	-20,881	-22,567	-24,056	-21,943
Sep 6	-18,34	-24,01	-16,21	-21,601	-20,678	-19,87	-20,692	-25,016	-20,465
Sep 18	-19,95	-23,14	-16,25	-20,782	-19,368	-20,453	-20,273	-22,255	-19,711
Sep 30	-19,13	-24,36	-22,42	-20,948	-19,347	-20,341	-20,755	-19,985	-20,293

In the figures the backscattering values at the beginning of the growing stage present relatively similar values and regarding the mid-stage of the growth period crops have significant differences

in backscatter values due to variations in the physical characteristics of the crops and the SAR's sensitivity to the geometrical features of the patterns.

Table 4 – Backscatter intensity values of temporal VV band for the crops in the Karasai district region from April to September 2021

Date	corn	oats	soy	spring barley	spring oats	sugar beet	winter wheat	safflower	winter barley
Apr 3	-11,126	-10,689	-10,532	-10,576	-10,001	-11,013	-11,275	-11,396	-11,144
Apr 15	-14,013	-14,246	-12,265	-12,121	-11,535	-13,443	-12,848	-13,923	-14,451
Apr 27	-13,23	-14,99	-13,42	-13,216	-13,662	-13,626	-12,267	-14,355	-13,323
May 9	-12,22	-13,84	-12,24	-12,117	-12,273	-13,029	-11,806	-12,402	-13,137
May 21	-8,581	-10,93	-7,467	-9,457	-11,404	-9,729	-9,652	-9,323	-10,246
Jun 2	-11,99	-15,7	-11,95	-14,062	-15,745	-15,015	-13,555	-11,851	-14,891
Jun 14	-10,95	-15,06	-12,47	-14,208	-15,32	-14,96	-13,553	-10,776	-15,003
Jun 26	-9,245	-13,35	-11,73	-12,233	-13,409	-12,708	-12,846	-10,657	-13,957
Jul 8	-10,4	-13,68	-8,668	-12,548	-14,007	-12,173	-12,852	-11,316	-14,729
Jul 20	-10	-13,21	-8,261	-12,397	-13,418	-11,523	-12,229	-12,47	-14,006
Aug 1	-9,792	-13,47	-9,005	-13,039	-14,07	-11,719	-13,204	-12,746	-14,349

Table continuation

Date	corn	oats	soy	spring barley	spring oats	sugar beet	winter wheat	safflower	winter barley
Aug 13	-10,27	-13,93	-8,194	-12,967	-14,253	-11,799	-13,546	-13,423	-13,955
Aug 25	-10,02	-13,73	-8,505	-12,927	-14,317	-11,435	-13,286	-14,131	-14,991
Sep 6	-11,12	-14,83	-9,486	-12,516	-11,485	-11,022	-11,139	-14,418	-10,389
Sep 18	-12,24	-14,37	-10,98	-11,625	-10,637	-11,669	-11,088	-11,001	-10,429
Sep 30	-10,43	-15,1	-13,12	-11,582	-10,4	-11,988	-10,912	-10,202	-10,37

The results also indicate that there is an association between Sentinel-1 SAR backscatter values and plant variables during the different phenological stages.

Conclusion

According to the results of the study of satellite images, the period of higher biomass values for most crops was observed around in June and NDVI values ranged from 0,3 to 0,7. Leaf senescence is evident in late August in soy and corn, mid-September in sugar beet, and July in oats, spring oats, spring barley, winter barley, winter wheat, and safflower. Also, it is observed that among all of the crops oats,

soy and corn showed higher NDVI values during the growth stages. The trend charts of backscattering values are quite correlated with the NDVI values trend. However, the maximum values for most of the crops are observed in the period of the beginning of full biomass and range between -6 and -12 dB in VV and -20 and -15 dB in VH. Thus, this study has found that NDVI with backscatter values of VV/VH can be considered one of the effective tools for distinguishing and analyzing the phenological changes of different types of crops. The reviewed method may be helpful for agriculture management and monitoring of crop identification and cropland mapping, crop growth stages, crop damage/health monitoring, precision agriculture, etc.

References

- Elders, A., Carroll, M. L., Neigh, C. S. R., D'Agostino, A. L., Ksolll, C., Wooten, M. R., & Brown, M. E. (2022). Estimating crop type and yield of smallholder fields in Burkina Faso using multi-day Sentinel-2. In *Remote Sensing Applications: Society and Environment* (Vol. 27, p. 100820). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100820>
- Erlepesov M.N, Tegisov T.A. Kaskelen experience farm // scientific bases of complex economy. Editio. "Kainar – Alma-Ata, 1975. – 5-97 pp.
- Gansukh, B., Batsaikhan, B., Dorjsuren, A., Jamsran, C., & Batsaikhan, N. (2020). Monitoring wheat crop growth parameters using time series sentinel-1 and sentinel-2 data for agricultural application in Mongolia. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences: Vol. XLIII-B3-2020* (pp. 989–994). Copernicus GmbH. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-xliii-b3-2020-989-2020>
- Nasirzadehdizaji, R., Cakir, Z., Balik Sanli, F., Abdikan, S., Pepe, A., & Calò, F. (2021). Sentinel-1 interferometric coherence and backscattering analysis for crop monitoring. In *Computers and Electronics in Agriculture* (Vol. 185, p. 106118). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106118>
- Kganyago, M. (2021). Using sentinel-2 observations to assess the consequences of the COVID-19 lockdown on winter cropping in Bothaville and Harrismith, South Africa. In *Remote Sensing Letters* (Vol. 12, Issue 9, pp. 827–837). Informa UK Limited. <https://doi.org/10.1080/2150704x.2021.1942582>
- Kumar, D. A., Srikanth, P., Neelima, T. L., Devi, M. U., Suresh, K., & Murthy, C. S. (2021). Monitoring of Spectral Signatures of Maize Crop using Temporal SAR and Optical Remote Sensing data. In *International Journal of Bio-resource and Stress Management* (Vol. 12, Issue 6, pp. 745–750). Puspaa Publishing House. <https://doi.org/10.23910/1.2021.2482>
- Lambers, H., Chapin III, F.S., Pons, T.L., 2008. *Plant physiological ecology* Second Edition. Springer Science and Business Media, 600, ISBN: 978-0-387-78340-6 e-ISBN: 978-0-387-78341-3 DOI: 10.1007/978-0-387-78341-3
- Mandal, D., Kumar, V., Ratha, D., Dey, S., Bhattacharya, A., Lopez-Sanchez, J.M., McNairn, H., Rao, Y.S., 2020. Dual polarimetric radar vegetation index for crop growth monitoring using sentinel-1 SAR data. *Remote Sensing Environ.* 247, 111954.
- Nasirzadehdizaji, R., Sanli, F. B., & Cakir, Z. (2019). Application of sentinel-1 multi-temporal data for crop monitoring and mapping. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences: Vol. XLII-4/W18* (pp. 803–807). Copernicus GmbH. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-xlii-4-w18-803-2019>

Rouse, J.W.; Haas, R.H.; Schell, J.A.; Deering, D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. NASA Spec. Publ. 1974, 351, 309.

Salinero-Delgado, M., Estévez, J., Pipia, L., Belda, S., Berger, K., Paredes Gómez, V., & Verrelst, J. (2021). Monitoring Cropland Phenology on Google Earth Engine Using Gaussian Process Regression. In *Remote Sensing* (Vol. 14, Issue 1, p. 146). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/rs14010146>

Soria-Ruiz, J., Y. Fernandez-Ordóñez, H. McNairn, and J. Bugden-Storie, 2007. Corn monitoring and crop yield using optical and RADARSAT- 2 images, Proc. of International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Barcelona, ES, Jul. 23-27, pp. 3655-3658.

Tuvdendorj, B., Zeng, H., Wu, B., Elnashar, A., Zhang, M., Tian, F., Nabil, M., Nanzad, L., Bulkhbai, A., & Natsagdorj, N. (2022). Performance and the Optimal Integration of Sentinel-1/2 Time-Series Features for Crop Classification in Northern Mongolia. In *Remote Sensing* (Vol. 14, Issue 8, p. 1830). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/rs14081830>

Umutoniwase, N., & Lee, S.-K. (2021). The Potential of Sentinel-1 SAR Parameters in Monitoring Rice Paddy Phenological Stages in Gimhae, South Korea. *Korean Journal of Remote Sensing*, 37(4), 789–802. <https://doi.org/10.7780/KJRS.2021.37.4.9>

Veloso, A., Mermoz, S., Bouvet, A., Le Toan, T., Planells, M., Dejoux, J.-F., & Ceschia, E. (2017). Understanding the temporal behavior of crops using Sentinel-1 and Sentinel-2-like data for agricultural applications. In *Remote Sensing of Environment* (Vol. 199, pp. 415–426). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.07.015>

Venancio, L. P., Filgueiras, R., Cunha, F. F. da, Silva, F. C. dos S., Santos, R. A. dos, & Mantovani, E. C. (2020). Mapping of corn phenological stages using NDVI from OLI and MODIS sensors. In *Semina: Ciências Agrárias* (Vol. 42, Issue 5, pp. 1517–1534). Universidade Estadual de Londrina. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n5p1517>

Xie, G., & Niculescu, S. (2022). Mapping Crop Types Using Sentinel-2 Data Machine Learning and Monitoring Crop Phenology with Sentinel-1 Backscatter Time Series in Pays de Brest, Brittany, France. In *Remote Sensing* (Vol. 14, Issue 18, p. 4437). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/rs14184437>

3-бөлім
**МЕТЕОРОЛОГИЯ
ЖӘНЕ ГИДРОЛОГИЯ**

Section 3
**METEOROLOGY
AND HYDROLOGY**

Раздел 3
**МЕТЕОРОЛОГИЯ
И ГИДРОЛОГИЯ**

С.К. Алимкулов , А.А. Турсунова , М.Р. Жиенбаев ,
А.Р. Загидуллина* , А.А. Сапарова 

Институт географии и водной безопасности, Казахстан, г. Алматы

*e-mail: zagidullina_a_88@mail.ru

ПРОБЛЕМА ВОДНЫХ ОТНОШЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОАЗИАТСКИХ СТРАН В ТРАНСГРАНИЧНОМ БАССЕЙНЕ РЕКИ СЫРДАРЬЯ

В статье раскрыта проблематика совместного использования, управления, охраны водных ресурсов и водоления в трансграничных речных бассейнах. Рассмотрены противоречия центральноазиатских стран в подходах к решению водных проблем в зависимости от географических особенностей их расположения и геополитической ситуации в регионе. На примере трансграничной реки Сырдарья проведен анализ подписанных межправительственных Соглашений и механизма вододеления, анализ выполнения межгосударственных обязательств по вододелению.

Показано, что за период с 1992 по 2019 гг. фактический приток на территорию Казахстана по р. Сырдарья всегда был выше установленного лимита в годовом отношении, однако в вегетационный период, когда вода необходима для орошения сельскохозяйственных культур, доля притока воды составляла лишь треть годового объема, что не соответствует критерию справедливого вододеления. Подача воды по межгосударственным каналам за тот же период была стабильно ниже согласованного лимита, т.е. положения вододеления не соблюдаются. При этом поступающий сток имеет высокую степень минерализации, т.к. в среднем течении, на территории Узбекистана, в русло реки Сырдарья сбрасываются большие объемы коллекторно-дренажных вод.

Даны некоторые рекомендации по решению проблем водно-энергетического комплекса, сложившихся в регионе.

Ключевые слова: дефицит воды, трансграничный бассейн, водные отношения, вододеление, Центральная Азия, река Сырдарья.

S.K. Alimkulov, A.A. Tursunova, M.R. Zhienbayev,
A.R. Zagidullina*, A.A. Saparova

Institute of Geography and water security, Kazakhstan, Almaty

*e-mail: zagidullina_a_88@mail.ru

Water-related problems of Central Asian countries in the transboundary basin of the Syrdarya river

The article deals with the problems of sharing water, water resources management, protection of water resources in transboundary river basins. Discussed are the contradictions of the Central Asian countries in their approaches to solving water problems, depending on the geographical features of their location and the geopolitical situation in the region. On the example of the transboundary river Syrdarya, an analysis of the signed intergovernmental agreements and the mechanism of water allocation, an analysis of the fulfillment of interstate obligations on water allocation was carried out.

It is shown that for the period from 1992 to 2019 the actual inflow into the territory of Kazakhstan along the Syrdarya river has always been above the established limit in annual terms, however, during the growing season, when water is needed for irrigation of crops, the share of water inflow was only a third of the annual volume, which does not meet the criterion of fair water allocation. Water supply through interstate canal over the same period was consistently below the agreed limit, i.e. water distribution provisions are not respected. At the same time, the incoming runoff has a high degree of mineralization, because in the middle reaches, on the territory of Uzbekistan, large volumes of collector-drainage waters are discharged into the channel of the Syrdarya River.

Some recommendations are given for solving the problems of the water and energy complex that have developed in the region.

Key words: water deficit, transboundary basin, water relations, water allocation, Central Asia, Syrdarya river.

С.К. Алимкулов, А.А. Турсунова, М.Р. Жиенбаев,
А.Р. Загидуллина*, А.А. Сапарова
География және су қауіпсіздігі институты, Қазақстан, Алматы қ.
*e-mail: zagidullina_a_88@mail.ru

Траншекаралық Сырдария өзені алабындағы Орталық Азия елдерінің су қатынастары мәселесі

Мақалада трансшекаралық өзен алаптарында су ресурстарын бірлесіп пайдалану, басқару, қорғау және бөлу мәселелері ашылады. Орталық Азия елдерінің су мәселелерін шешу тәсілдеріндегі қайшылықтары олардың орналасуының географиялық ерекшеліктеріне және аймақтағы геосаяси жағдайға байланысты қарастырылды. Траншекаралық Сырдария өзенінің мысалында қол қойылған үкіметаралық келісімдерге және су бөлу механизміне, су бөлу бойынша Мемлекетаралық міндеттемелердің орындалуына талдау жүргізілді.

1992 жылдан 2019 жылға дейінгі кезеңде Сырдария өзені бойынша Қазақстан аумағына нақты ағынды жыл сайын белгіленген лимиттен жоғары болғаны көрсетілген, алайда вегетациялық кезеңде ауыл шаруашылығы дақылдарын суару үшін су қажет болған кезде келетін ағынды үлесі жылдық көлемнің үштен бір бөлігін ғана құрады, бұл әділ су бөлу критерийіне сәйкес келмейді. Сол кезеңде мемлекетаралық каналдар арқылы су беру келісілген лимиттен тұрақты төмен болды, яғни су бөлу жағдайы сақталмады. Бұл ретте, өзеннің орта ағысында, Өзбекстан аумағында Сырдария өзенінің арнасына коллекторлық-кәріздік сулардың үлкен көлемі тасталатындықтан келетін ағындының минералдану деңгейі жоғары болып табылады.

Өңірде қалыптасқан су-энергетикалық кешен мәселелерін шешу бойынша кейбір ұсыныстар берілді.

Түйін сөздер: су тапшылығы, трансшекаралық алап, су қатынастары, су бөлісу, Орталық Азия, Сырдария өзені.

Введение

На сегодняшний день человечество наряду с научно-техническим прогрессом, ростом мировой экономики и увеличением численности населения имеет глобальные проблемы истощения и загрязнения природных ресурсов, среди которых особую обеспокоенность вызывает дефицит пресной воды. Он связан не только с локальной нехваткой питьевой воды и недоступностью ее для санитарно-гигиенических целей в отдельных регионах и странах, но и со всё возрастающим спросом на воду при производстве продовольственных и непродовольственных товаров, использовании в промышленности, в сельском хозяйстве, при выработке электроэнергии.

По мере увеличения спроса на воду обостряется конкуренция за нее между основными водопотребителями. Конкуренция имеет наиболее дестабилизирующие последствия в трансграничных речных бассейнах, пересекающих межгосударственные границы. В таких бассейнах эффективное использование водных ресурсов, задача изначально экономическая и экологическая, приобрело стратегическое значение для обеспечения национальной безопасности каждой из соседствующих стран. В силу географических особенностей (расположение территории

страны в зоне формирования речного стока) ряд государств имеет возможность ограничивать доступ соседей к трансграничным водным ресурсам или использовать такую возможность как рычаг политического давления. Водный фактор стал непосредственно влиять на расстановку сил и характер межгосударственных отношений, получила распространение гидро-гегемония – превосходство одного государства над другими по причине контроля над водными ресурсами (Chellaney, 2013: 18-24; Zeitoun and Allan, 2008: 3-12; Giordano and Wolf, 2003: 164; Лихачева, 2015: 63-77).

В XX веке нефть называли черным золотом, в XXI столетии воду называют голубым золотом – источником богатства, власти и вместе с тем причиной войн. Борьба за пресную воду становится причиной открытых конфликтов и вооруженных столкновений. Самая известная «водная» война – арабо-израильская: на протяжении 46 лет (1948-1994 гг.) за установлением контроля над истоками реки Иордан боролись страны Ближнего Востока. Известны также военные конфликты вокруг р. Нил в Африке, р. Меконг в Юго-Восточной Азии, рр. Инд, Ганг и Брахмапутра в Южной Азии, р. Ла-Плата в Латинской Америке и др. (Кочетков, 2011: 38-40; Лихачева, 2015: 105-150; Рысбеков, 2009: 22-29, 31-43, 129-133; Данилов-Данильян, 2009: 53-55; Проблема-

Объект исследования. Река Сырдария – одна из величайших рек Центральной Азии, образуется при слиянии Нарына и Карадарии и несет свои воды с востока на запад по Ферганской межгорной долине, при выходе из нее поворачивает на северо-запад, где течет посреди Голодной Степи, между песками Кызылкум и Каракум к Туранской низменности и впадает в Малое Аральское море. Длина Сырдарии составляет 2212 км, от истоков Нарына – 3019 км. Площадь водосборного бассейна оценивается в 462 тыс. км² (Ресурсы, 1969: 26; Пальгов, 1959: 23-30; Достай и др., 2012: 16-17). Верховья р. Сырдария (бассейны рек Нарын и Карадария), где формируется основной сток, расположены главным образом на территории Кыргызстана; Ферганскую долину делят Кыргызстан, Таджикистан и Узбекистан; среднее течение (Голодная степь) занимает часть владений Узбекистана, Казахстана и Таджикистана; в нижнем течении р. Сырдария полностью протекает по территории Казахстана (рисунок 1).

Материалы и методы исследования

Проведен контент-анализ опубликованных работ известных водников и политологов, специализирующихся на водных проблемах центральноазиатского региона, рассмотрены межправительственные Соглашения по использованию водных ресурсов трансграничной реки Сырдария (Соглашение, 1992; Соглашение, 1993; Нукуская декларация, 1995; Соглашение, 1998; Соглашение, 2005). Использованы информационно-аналитические материалы официального сайта www.cawater-info.net, являющегося Порталом знаний о водных ресурсах и экологии Центральной Азии международной координационной водохозяйственной комиссии (МКВК), Схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Сырдарии с притоками (СКИОВР) (Схема, 2008а; Схема, 2008б). Для анализа выполнения межгосударственных обязательств по гарантированному притоку р. Сырдария на границу Республики Казахстан были произведены гидрологические расчеты на основе данных о фактических среднемесячных и среднегодовых расходах воды по р. Сырдария в створе выше устья р. Келес, а также по межгосударственным каналам Достык, Зах, Ханым, Большому Келесскому магистральному каналу (БКМК) и другим каналам Бозсуского тракта за период с 1992 по 2019 гг.

Результаты и обсуждение

История водных отношений региона – это прежде всего история ирригации. Расцвет интенсивного освоения водных ресурсов и развития орошения в бассейне приходится на период Советской власти в Центральной Азии. В это время произошли крупномасштабные изменения в водном хозяйстве бассейна, в том числе строительство 5-ти крупных водохранилищ с ГЭС: Токтогульского на р. Нарын (Кыргызстан), Андижанского на р. Карадария (Узбекистан), Кайраккумского на р. Сырдария (Таджикистан), Чарвакского на р. Чирчик (Узбекистан) и Шардаринского на р. Сырдария (Казахстан). В результате сток главной реки оказался зарегулированным на 93 %, т. е. при согласованном режиме работы каскада водохранилищ в бассейне р. Сырдария не должен был быть дефицит воды даже в крайне засушливые годы.

Распределение и использование водных ресурсов между тогда еще союзными республиками централизованно определялось Министерством водного хозяйства СССР, исходя из единого плана развития региональной экономики и сельского хозяйства. Составлялись Схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов (СКИОВР), где указывались доли республик по каждому водохозяйственному участку р. Сырдария. При этом приоритет отдавался ирригации, прежде всего, орошаемому земледелию в Казахстане и Узбекистане, которые, в свою очередь, осуществляли поставку топливно-энергетических ресурсов (угля, газа, мазута и др.) в Кыргызстан и Таджикистан для выработки необходимого объема электроэнергии в ТЭЦ (Проблемы..., 2011: 62-65; Жильцов, 2016: 294; Мусагалиева и др., 2023: 191-192).

Таким образом каскад Нарын-Сырдаринских водохранилищ работал в едином ирригационном режиме, накапливая воду в зимний период и отпуская ее в летнее время для полива сельскохозяйственных культур. При этом потребности в воде природных комплексов игнорировались, что в конечном счете привело к небезызвестной Аральской катастрофе.

Ситуация изменилась с распадом СССР. Как выражается известный политолог Жильцов С. С. (Жильцов, 2015: 93; Жильцов, 2016: 289), распалась так называемая система «общего котла». Новые независимые республики устремились использовать водные ресурсы бассейна р. Сырдария в собственных интересах, возник конфликт

верхних и нижних водопотребителей: Кыргызстан и Таджикистан, не имея своих топливно-сырьевых ресурсов, решили развивать гидроэнергетику и перевели работу водохранилищ на своей территории, прежде всего Токтогульского (Кыргызстан), на энергетический режим с повышенными расходами в холодное время года, тогда как Узбекистан и Казахстан, расположенные ниже по течению реки, используют воду для орошаемого земледелия и им необходимы повышенные расходы в теплый вегетационный период года. Согласно (Рахматов и Хасанов, 2023: 201), попуски из Токтогульского вдхр. до 1991 г. в среднем зимой составляли 3,53 км³, летом – 7,93 км³, после 1992 г. соответствующие значения составляют 7,59 и 5,73 км³. Межотраслевые конфликты переросли в межгосударственные.

В целях решения спорных вопросов совместного использования водных ресурсов трансграничной р. Сырдарья проводился ряд встреч между уполномоченными лицами независимых государств, где были достигнуты следующие Соглашения (Жильцов, 2016: 290-291; Бекнияз и др.; Кеншимов; Толеубаева, 2012: 31-32):

– Межправительственное Соглашение между Республикой Казахстан, Кыргызской Республикой, Республикой Узбекистан, Республикой Таджикистан и Туркменистаном «О сотрудничестве в сфере совместного управления использованием и охраной водных ресурсов межгосударственных источников» от 18 февраля 1992 г. (подписано в г. Алматы, РК) (Соглашение, 1992). Стороны договорились сохранить принятый в советское время порядок водodelения между республиками. В рамках этого Соглашения образована Межгосударственная координационная водохозяйственная комиссия (МКВК) – орган пяти правительств, доверивших Министерством (Госкомитетам, Департаментам) водного хозяйства непосредственные функции по управлению и развитию водных ресурсов, по поддержанию устойчивости природных и гидроэкологических процессов на трансграничных водах;

– Соглашение от 26 марта 1993 г. (подписано в г. Кызылорда, РК) об образовании Международного Фонда спасения Арала (МФСА) – международной организации, содействующей реализации проектов по водным, экологическим и социально-экономическим направлениям зоны Аральского моря и Приаралья (Соглашение, 1993);

– «Нукуская декларация государств Центральной Азии и международных организаций по проблеме устойчивого развития бассейна

Аральского моря» от 20 сентября 1995 г. (г. Нукус, Узбекистан) (Нукуская декларация, 1995);

– Соглашение между Правительствами Республики Казахстан, Кыргызской Республикой и Республики Узбекистан «Об использовании водно-энергетических ресурсов Нарын-Сырдарьинского каскада водохранилищ» от 17 марта 1998 г. (Соглашение, 1998). Республика Таджикистан присоединилась к данному Соглашению в 1999 году;

– с 1999 по 2003 годы ежегодно подписывались Межправительственные Соглашения, впоследствии Протокол «Об использовании водно-энергетических ресурсов Нарын-Сырдарьинского каскада водохранилищ в зависимости от водности года».

С 2004 года Республика Узбекистан отказалась подписывать ежегодный протокол, предпочитая двухсторонние протокола между государствами бассейна Аральского моря, в том числе по бассейну р. Сырдарья.

Из всех выше перечисленных Соглашений фактическое сотрудничество между странами Центральной Азии в трансграничном бассейне реки Сырдарья осуществляется в рамках Соглашения «О сотрудничестве...» 1992 года и Соглашения «Об использовании...» 1998 года. Основным механизмом этих Соглашений является бартер между странами региона: дополнительно выработанная каскадом Нарын-Сырдарьинских ГЭС электроэнергия передается в Республики Казахстан и Узбекистан, которые поставляют в эквивалентном объеме уголь, газ, топочный мазут и электроэнергию как компенсацию за накопление воды в водохранилище в зимнее время и передачу электроэнергии обратно в Кыргызстан (Жильцов, 2015: 92).

Однако данный механизм больше не устраивает страны региона. Страны верховья придерживаются позиции, что подписанные соглашения по трансграничным водным ресурсам ущемляют их интересы. В 2011 г. Кыргызстан принял закон «О межгосударственном использовании водных объектов, водных ресурсов и водохозяйственных сооружений». В Кыргызстане предлагают пересмотреть механизмы взаиморасчетов с соседними странами за использование своих гидроузлов в ирригационном режиме. В этих целях выдвигаются предложения по введению платы за воду как за отдельный ресурс с экономическим значением или выплат компенсаций за содержание водной инфраструктуры (Ауелбаев, 2009: 13-18).

Схожие взгляды отстаивает Таджикистан, который настойчиво продвигает идею строительства новых крупных гидроэнергетических объектов на трансграничных реках. На его территории идет строительство Рогунской ГЭС на р. Вахш (правая составляющая Амударии), в 2018-2019 гг. уже были запущены первые два гидроагрегата. Экологические и техногенные риски (расположение в зоне высокой сейсмичности, оползневых и селевых процессов, а также наличия под основанием плотины Ионахшского тектонического разлома, заполненного каменной солью) не уменьшают решимости Таджикистана достроить данный объект (Жильцов, 2015: 97; Janusz-Pawletta and Gubaidullina, 2015: 198, 200). Электроэнергию, выработанную Рогунской ГЭС, планируется поставлять в Пакистан в рамках проекта CASA-1000. Это крупнейший энергетический проект Central Asia – South Asia (Центральная Азия – Южная Азия), который предполагает строительство трансграничной высоковольтной линии электропередачи (ЛЭП), которая свяжет энергетические системы Кыргызстана и Таджикистана с Афганистаном и Пакистаном. Данный проект реализуется с 2012 года и начало коммерческой эксплуатации запланировано на 2024 год (Цель проекта...), что, несомненно, вызывает опасения у Узбекистана и Казахстана ввиду вполне ожидаемого жесткого дефицита и так недостаточного в нижнем течении количества водных ресурсов р. Сырдария.

С недавнего времени в процесс распределения трансграничных водных ресурсов в Центральной Азии подключился Афганистан, ранее не участвовавший в вододелении. В 2022 г., через год после прихода к власти талибов, Афганистан на своей территории начал строить крупный отводной канал Коштета из реки Амудария (Афганистан...; С какими...; В Центральной...), который напрямую усугубит ситуацию с доступностью воды в Узбекистане и Туркменистане, и косвенно в Казахстане, т.к. с уменьшением водности Амударии увеличится нагрузка на Сырдарию.

Кроме того, существует проблема, связанная с изношенностью ирригационной сети и деградацией (засолением) почв.

Страны нижнего течения вынуждены реагировать на политику своих соседей, контролирующую сток трансграничных рек и строить дополнительные емкости для удержания зимнего повышенного стока. Республика Узбеки-

стан построила водохранилище в Арнасайском понижении, которое исключило возможность катастрофических сбросов из Шардаринского водохранилища в аварийных случаях и в экстремально многоводные годы. При этом повышенные зимние расходы, сбрасываемые верхними ГЭС, сопоставимы с весенними паводками в многоводные годы, тогда как зимняя естественная пропускная способность русла р. Сырдария в нижнем течении не превышает 350 м³/с. Как отмечается в (Рахматов и др.: 2023, 209), это привело к паводкам зимой, а летом к искусственно маловодью. Вследствие этого с 1992 г. ежегодно в зимний период возникали чрезвычайные ситуации затопления прибрежных территорий и населенных пунктов в Южном Казахстане (Туркестанская и Кызылординская области) (Шулепина), особенно сложным выдался 2008 (13 тысч...).

В новых условиях Казахстан вынужденно построил в 2008-2011 гг. противопаводковый Коксарайский контррегулятор (ниже Шардаринского водохранилища). Основной его задачей является накопление избыточных зимних расходов воды в течение 3-4 месяцев с последующей подачей ее для нужд Кызылординской области и в водные экосистемы низовой реки.

Таким образом, несмотря на наличие действующих межправительственных Соглашений, стороны не исполняют возложенные на себя обязательства по обеспечению совместного управления водными ресурсами трансграничной реки Сырдария. Вододеление по сути осуществляется согласно советской Схеме комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Сырдария, разработанной в 1979 году.

Проведем анализ выполнения гарантированного притока воды по р. Сырдария на границу Республики Казахстан. В соответствии с документом «Уточнение схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Сырдария, Корректирующая записка», утвержденным Протоколом заседания Научно-технического совета Минводхоза СССР № 413 от 29 февраля 1984 г., в отношении Казахской ССР был установлен гарантированный лимит среднегодового притока к Шардаринскому водохранилищу в размере 12 км³ в год (из нормативного поверхностного стока 37,88 км³), с допустимым снижением в маловодные годы при гарантированной обеспеченности 90 % – до 10 км³ (без учета возвратных вод). Также определен лимит стока по межгосударственным кана-

лам (БКМК, Ханым, Зах, Ачинау и др. каналы Бозсуского тракта) из р. Чирчик в объеме 1,25 км³/год и по магистральному каналу Достык из створа Фархадского гидроузла на р. Сырдарья в объеме 1,38 км³/год.

За современный период с 1992 по 2019 гг. среднемноголетнее значение фактического притока воды по р. Сырдарья на территорию Казахстана составило 17,7 км³, динамика притока по годам приведена на рисунке 2. Красными линиями выделены значения установленных лимитов притока: сплошной штриховкой – лимит 12 км³ для средних по водности лет (50 %-ной обеспеченности) и маловодных лет (75 %-ной обеспеченности), пунктирной штриховкой – ли-

мит 10 км³ для очень маловодных лет (90 %-ной обеспеченности). Как видим, за период 1992-2019 гг. среднегодовой фактический приток не опускался ниже красных линий, т.е. всегда был выше установленного лимита, однако во внутрigoдовом разрезе (вегетационный и межвегетационный периоды) имеется значительное уменьшение стока в вегетационный период. За исключением отдельных лет, доля притока вегетационного периода составляет от 10 до 39 % от годового, тогда как до 1992 г. этот показатель варьировался в пределах 48 %, т.е. половина установленного лимита поступала в вегетационный период, что является одним из важных критериев в обеспечении справедливого водodelения.

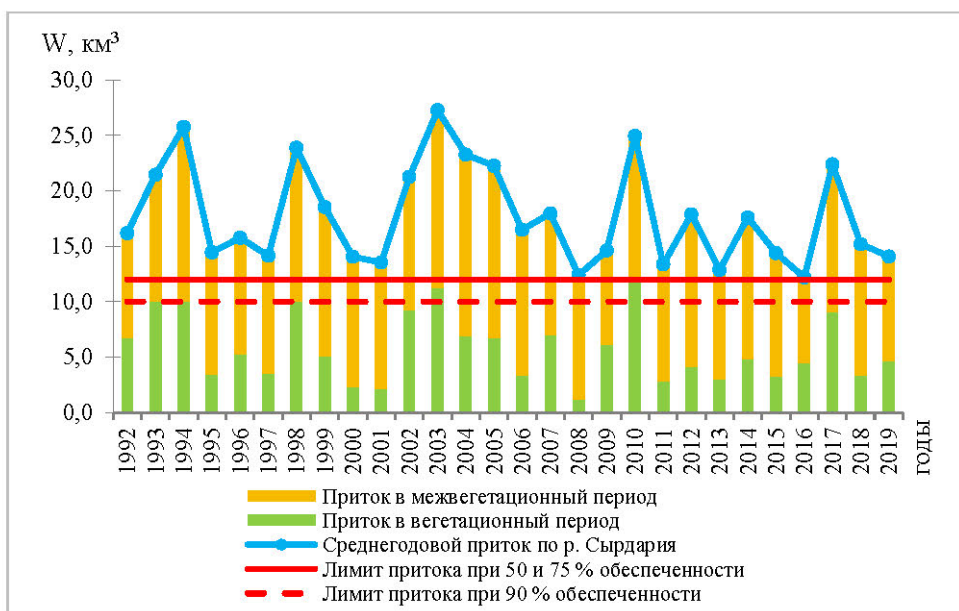


Рисунок 2 – Динамика притока воды по р. Сырдарья на территорию Казахстана

Помимо притока по р. Сырдарья для экономики и населения Южного Казахстана большое значение имеет подача воды по магистральному каналу Достык из р. Сырдарья со створа Фархадского гидроузла на поля орошения Мактааральского района и по межгосударственным каналам БКМК (Большой Келесский магистральный канал), Ханым, Зах из р. Чирчик в Сарыагашский и Келесский районы, где вода помимо орошения используется для питьевых нужд. На рисунке 3 изображена динамика подачи воды по межгосу-

дарственным каналам на территорию Казахстана, где наглядно видно, что по каналу Достык фактический приток воды за 1992-2019 гг. был всегда ниже установленного лимита 1,38 км³, по каналам БКМК, Ханым, Зах, за исключением двух лет (2016 и 2019 гг.), фактический приток воды был ниже установленного лимита 1,25 км³. Таким образом, подача воды на территорию Казахстана по межгосударственным каналам осуществляется с нарушением установленных лимитов.

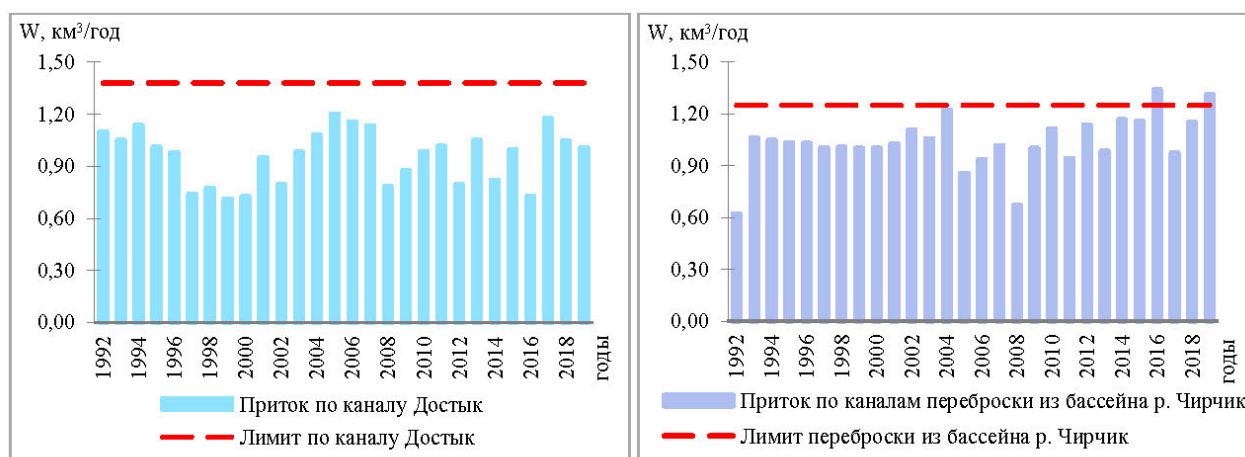


Рисунок 3 – Динамика подачи воды по межгосударственным каналам на территорию Казахстана

Анализ выполнения межправительственных обязательств по совместному использованию водных ресурсов р. Сырдария показывает, что за современный период с 1992 по 2019 гг. среднегодовой фактический приток на территорию Казахстана по главному руслу всегда был выше утвержденного лимита в годовом отношении, однако в вегетационный период, когда вода необходима для орошения сельскохозяйственных культур, доля притока воды составляет лишь треть годового объема. По межгосударственным каналам Достык, БКМК, Ханым, Зах подача воды была стабильно ниже установленного лимита, т.е. положения вододеления не соблюдаются. К тому же поступающий сток имеет высокую степень минерализации, т.к. неочищенные возвратные коллекторно-дренажные воды сбрасываются в русло основной реки, а их, в силу орографических особенностей, в бассейне р. Сырдария на территории Узбекистана (Ферганская долина, Ташкентский оазис) формируется до 63 % (Якубов и др., 2011: 46). Укрупненно оценивая долю возвратных вод в размере 50 % от поступающего стока, становится ясно, что лишь в отдельные годы поступление «свежей» воды соответствует согласованному лимиту.

Казахстану необходимо неотложно предпринимать усилия и меры для обеспечения притока воды к Шардаринскому водохранилищу в соответствии принципу справедливого вододеления, а также подачи воды по межгосударственным каналам согласно установленного лимита. Также необходимо инициировать перед узбекской стороной создание межправительственной комиссии по охране окружающей среды и строго контролировать качество поступающего стока.

Выводы

Водохозяйственная политика, придерживаемая странами Центральной Азии в течении последних двадцати лет, сосредоточена на обеспечении своих национальных водной и энергетической безопасности и игнорирует неразрывность и взаимосвязанность управления трансграничными водными ресурсами. Образовавшийся клубок противоречий по вопросу совместного использования водно-энергетического потенциала трансграничного бассейна реки Сырдария приобретает все более политизированный характер. Вероятнее всего страны бассейна будут продолжать осуществлять капиталоемкие и заведомо невыгодные стратегии по созданию альтернативной инфраструктуры самообеспечения, исключая при этом региональное сотрудничество. Это приведет страны региона к сценарию «всеобщего проигрыша» (Интегрированное..., 2008: 73). Так, по данным ПРООН, сегодня регион ежегодно теряет 5 % регионального ВВП (Кирсанов, 2006: 6). Только энергетическая интеграция и оптимизация водохозяйственной системы могут решить возможные кризисные ситуации в регионе.

Отсутствие четкого законодательства, регулирующего использование гидроресурсов трансграничных рек, также затрудняет поиск взаимовыгодных решений. Отдельным пунктом стоит вопрос регулирования качества воды. Переговоры стран, расположенных в верхнем и нижнем течении, должны выходить за рамки величин сбрасываемых объемов воды и показателей выработки электроэнергии. Речь должна идти о разработке совместных действий и стратегий по совместному управлению водно-энергетиче-

ских ресурсов региона, решению экологических проблем, формированию общего рынка электроэнергии и учету потребностей стран нижнего течения в водных ресурсах в вегетационный период. Только в этом случае страны Центральной Азии смогут снять острые противоречия и установить добрососедские отношения.

Пока ситуация не поменяется коренным образом, для Казахстана стоит задача ускоренного

подписания двустороннего Соглашения с Узбекистаном о совместном управлении и использовании трансграничных водных объектов с обязательным включением в Перечень объектов межгосударственного пользования совместно с каналами Достык, Большой Келесский магистральный, Зах, Ханым и других каналов Бозсусского тракта, находящихся в коммунальной собственности.

Литература

13 тысяч человек остались бездомными из-за наводнения на юге Казахстана [Электронный ресурс]. – URL: <https://rus.azattyq.org/a/1180951.html>

Ауелбаев Б., Ержанов Т. Политика стран Центральной Азии и водно-энергетические проблемы региона // Analytic (Казахстан). – 2009. – № 3. – С. 13-18.

Афганистан строит огромный канал для забора воды из реки Амударья. Это может повлиять на ситуацию с доступностью воды в Центральной Азии. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.newscentralasia.net/2023/02/20/afghanistan-stroit-ogromnyu-kanal-dlya-zabora-vody-iz-reki-amudarya-eto-mozhet-povliyat-na-situatsiyu-s-dostupnostyu-vody-v-tsentralnoy-azii/>

Бекнияз Б.К., Кеншимов А. К., Нарбаев М.Т. История развития межгосударственных водных отношений в бассейне р. Сырдарьи [Электронный ресурс]. – URL: <https://kazaral.org/istoriya-razvitiya-mezhgosudarstvennykh-vodnykh-otnoshenij-v-bassejne-r-syrdari/>

В Центральной Азии может начаться невиданная борьба за воду. Афганистан строит грандиозный канал на трансграничной реке Амударье. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.ng.ru/dipkurer/2023-01-29/11_8646_water.html

Данилов-Данильян В.И. Водные ресурсы мира и перспективы водохозяйственного комплекса России. – М., 2009. – 88 с.

Достай Ж.Д., Алимкулов С.К., Сапарова А.А. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Ресурсы речного стока. Возобновляемые ресурсы поверхностных вод юга и юго-востока Казахстана. – Алматы, 2012. – Т. VII, Кн. 2. – 360 с.

Жильцов С., Бименова А. Политика стран Центральной Азии в области использования водных ресурсов трансграничных рек // Центральная Азия и Кавказ. – 2015. – Т. 18. – № 1. – С. 90-100.

Жильцов С. С. Политика стран Центральной Азии в области использования водных ресурсов трансграничных рек. // Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. «Водные ресурсы Центральной Азии и их использование», посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни». – Алматы, 2016. – С. 288-296.

Интегрированное управление водными ресурсами: от теории к реальной практике. Опыт Центральной Азии. Под ред. Духовного, Соколова, Мантритилаке. – Ташкент: НИЦ МКВК, 2008. – 364 с.

Кеншимов А. К. Межгосударственные водные отношения Республики Казахстан. Доклад к заседанию ПРООН. Алматы, 13-15.10.2010 [Электронный ресурс]. – URL: https://unece.org/fileadmin/DAM/env/water/meetings/Assessment/Almaty%20workshop/pdf/day1/Kenshimov_KZ_UNDP_1310.pdf

Кирсанов И. Битва за воду в Центральной Азии // Независимый обозреватель стран Содружества. – 2006. – № 12. – С. 4-7.

Кочетков В.В., Пак Е.В. «Водные войны»: дефицит водных ресурсов как причина и инструмент международных конфликтов // Вестник Московского университета. Серия 12: политические науки, 2011. – №5. – С. 35-47.

Лихачева А. Б. Дефицит воды как фактор современных международных отношений. Дисс. ... канд. полит. наук: 23.00.04. – М.: НИУ ВШЭ, 2015. – 219 с.

Мусагалиева Г.М., Оспанова А.Н., Кушкumbaев С.К. Особенности управления водными ресурсами в бассейне реки Сырдарья и перспективы трансграничного сотрудничества // Вестник Евразийского национального университета им. Гумилева. Серия: Политические науки. Регионоведение. Востоковедение. Тюркология. – 2023. – Т. 142. – №. 1. – С. 190-197.

Нукусская декларация государств Центральной Азии и международных организаций по проблемам устойчивого развития бассейна Аральского моря [Электронный ресурс]. – URL: <http://cawater-info.net/library/rus/nukus.pdf>

Пальгов Н. Н. Реки Казахстана. – Алма-Ата: АН КазССР, 1959. – 100 с.

Проблемы пресной воды. Глобальный контекст политики России. – Москва: МГИМО-Университет, 2011. – 87 С.

Рахматов Н.Р., Хасанов Х. Техническое совершенствование управления трансграничными водными ресурсами бассейна Сырдарьи // Innovative Development in Educational Activities. – 2023. – Т. 2. – №. 13. – С. 198-205.

Рахматов Н. Р., Хасанов Х., Бобоназаров Ж. Управление водными ресурсами реки Сырдарьи // Innovative Development in Educational Activities. – 2023. – Т. 2. – №. 13. – С. 206-211.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Средняя Азия. Бассейн р. Сырдарии. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – Т. 14. – Вып. 1. – 512 с.

Рысбеков Ю.Х. Трансграничное сотрудничество на международных реках: проблемы, опыт, уроки, прогнозы экспертов // Под ред. В.А. Духовного. – Ташкент: НИЦ МКВК, 2009. – 203 с.

С какими трудностями столкнется Узбекистан из-за строящегося в Афганистане канала Коштета? [Электронный ресурс]. – URL: <https://podrobno.uz/cat/obchestvo/s-kakimi-trudnostyami-stolknetsya-uzbekistan-iz-za-stroyashchegosya-v-afganistane-kanala-kosh-tepa/>

Соглашение между Республикой Казахстан, Республикой Кыргызстан, Республикой Узбекистан, Республикой Таджикистан и Туркменистаном «О сотрудничестве в сфере совместного управления использованием и охраной водных ресурсов межгосударственных источников» от 18 февраля 1992 г. (подписано в г. Алматы, РК) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.cawater-info.net/library/rus/icwc1.pdf>.

Соглашение о совместных действиях по решению проблемы Аральского моря и Приаралья, экологическому оздоровлению и обеспечению социально-экономического развития Аральского региона (1993) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.cawater-info.net/library/rus/gov7.pdf>.

Соглашение между Правительствами Республики Казахстан, Кыргызской Республикой и Республики Узбекистан «Об использовании водно-энергетических ресурсов Нарын-Сырдаринского каскада водохранилищ» от 17 марта 1998 г. [Электронный ресурс] – URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30725879.

Соглашение между Правительством Республики Узбекистан и Правительством Республики Таджикистан о сотрудничестве в области рационального использования водных и энергетических ресурсов в период: февраль 2005 года – апрель 2006 года (2005) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.cawater-info.net/syrdarya-knowledge-base/pdf/uz-tj-2005.pdf>.

Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Сырдарии с притоками. Том I. Книга 1. Сводная записка. – Алматы, 2008 – 156 с.

Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Сырдарии с притоками. Том III. Использование водных ресурсов, водохозяйственные балансы. Мероприятия. Книга 6. Водохозяйственные расчеты и балансы. – Алматы, 2008. – 58 с.

Толеубаева Л.С. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Водообеспеченность Республики Казахстан: состояние и перспективы. – Алматы, 2012. – Т. XXI. – 238 с.

Цель проекта CASA-1000 – разумное использование природных ресурсов [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.casa-1000.org/ru/o-casa-1000/>

Шулепина Н. Зимний паводок на Сырдарии [Электронный ресурс]. – URL: <http://kungrad.com/ara1-3/book/pavodok/>

Якубов М. А., Якубов Х. Э., Якубов Ш. Х. Коллекторно-дренажный сток Центральной Азии и оценка его использования на орошение //Ташкент, НИЦ МКВК. – 2011. – 188 с.

Chellaney B. Water, Peace, and War: Confronting the Global Water Crisis. Rowman&Littlefield, 2013. – 426 p.

Espindola B.I., Ribeiro W.C. Transboundary waters, conflicts and international cooperation – examples of the La Plata basin // *Water International*, 2020. – Vol. 45 (4). – P. 329-346.

Giordano M.A., Wolf A.T. Sharing waters: Post-Rio international transboundary water management. //Natural resources forum. – Blackwell Publishing Ltd, 2003. – Vol. 27, No 2, P. 163-171.

Gleick P. H. Water and conflict: fresh water resources and international security // *International security*. – 1993. – P. 79-112.

Janusz-Pawletta B., Gubaidullina M. Transboundary water management in Central Asia. Legal Framework to Strengthen interstate cooperation and increase regional security //Cahiers d'Asie centrale, No 25, 2015, P. 195-215.

Muluye G. Canada-US Columbia River Treaty: A Review //Springer Geography, 2021. – P. 107-115.

Zeitoun M., Allan J.A. Applying hegemony and power theory to transboundary water analysis // *Water Policy*. – 2008. – Т. 10. – №. 2. – С. 3-12.

References

Auelbaev B., Erzhanov T. Politika stran Central'noj Azii i vodno-jenergeticheskie problemy regiona // *Analytic (Kazakhstan)*. – 2009. – № 3. – S. 13-18. (In Russian)

Afganistan stroit ogromnyj kanal dlja zabora vody iz reki Amudar'ja. Jeto mozhet povlijat' na situaciju s dostupnost'ju vody v Central'noj Azii. [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.newscentralasia.net/2023/02/20/afganistan-stroit-ogromnyj-kanal-dlya-zabora-vody-iz-reki-amudarya-eto-mozhet-povlijat-na-situatsiyu-s-dostupnostyu-vody-v-tsentralnoj-azii/>

Beknijaz B.K., Kenschimov A. K., Narbaev M.T. Istorija razvitiya mezhgosudarstvennyh vodnyh otnoshenij v bassejne r. Syrdarii [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://kazaral.org/istoriya-razvitiya-mezhgosudarstvennyx-vodnyx-otnoshenij-v-bassejne-r-syrdarii/> (In Russian)

Cel' proekta CASA-1000 – razumnoe ispol'zovanie prirodnyh resursov [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.casa-1000.org/ru/o-casa-1000/>

Chellaney B. Water, Peace, and War: Confronting the Global Water Crisis. Rowman&Littlefield, 2013. – 426 p.

- Danilov-Danil'jan V.I. Vodnye resursy mira i perspektivy vodohozhajstvennogo kompleksa Rossii. – M., 2009. – 88 s. (In Russian)
- Dostaj Zh.D., Alimkulov S.K., Saparova A.A. Vodnye resursy Kazahstana: ozenka, prognoz, upravlenie. Resursy rechnogo stoka. Vozobnovljaemye resursy poverhnostnyh vod juga i jugo-vostoka Kazahstana. – Almaty, 2012. – T. VII, Kn. 2. – 360 s. (In Russian)
- Espindola B.I., Ribeiro W.C. Transboundary waters, conflicts and international cooperation – examples of the La Plata basin // *Water International*, 2020. – Vol. 45 (4). – P. 329-346.
- Giordano M.A., Wolf A.T. Sharing waters: Post-Rio international transboundary water management. // *Natural resources forum*. – Blackwell Publishing Ltd, 2003. – Vol. 27, No 2, P. 163-171.
- Gleick P. H. Water and conflict: fresh water resources and international security // *International security*. – 1993. – P. 79-112.
- Integrirovannoe upravlenie vodnymi resursami: ot teorii k real'noj praktike. Opyt Central'noj Azii. Pod red. Duhovnogo, Sokolova, Mantritolake. – Tashkent: NIC MKVK, 2008. – 364 s. (In Russian)
- Jakubov M. A., Jakubov H. Je., Jakubov Sh. H. Kollektorno-drenaznyj stok Central'noj Azii i ozenka ego ispol'zovanija na oroshenie // Tashkent, NIC MKVK. – 2011. – 188 s. (In Russian)
- Janusz-Pawletta B., Gubaidullina M. Transboundary water management in Central Asia. Legal Framework to Strengthen interstate cooperation and increase regional security // *Cahiers d'Asie centrale*, No 25, 2015, P. 195-215.
- Kenshimov A. K. Mezhhgosudarstvennye vodnye otnoshenija Respubliki Kazahstan. Doklad k zasedaniju PROON. Almaty, 13-15.10.2010 [Jelektronnyj resurs]. – URL: https://unece.org/fileadmin/DAM/env/water/meetings/Assessment/Almaty%20workshop/pdf/day1/Kenshimov_KZ_UNDP_1310.pdf
- Kirsanov I. Bitva za vodu v Central'noj Azii // *Nezavisimyj obozrevatel' stran Sodruzhestva*. – 2006. – № 12. – S. 4-7. (In Russian)
- Kochetkov V.V., Pak E.V. «Vodnye vojny»: deficit vodnyh resursov kak prichina i instrument mezhdunarodnyh konfliktov // *Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 12: politicheskie nauki*, 2011. – №5. – S. 35-47. (In Russian)
- Lihacheva A. B. Deficit vody kak faktor sovremennyh mezhdunarodnyh otnoshenij. Diss. ... kand. polit. nauk: 23.00.04. – M.: NIU VShJe, 2015. – 219 s. (In Russian)
- Muluye G. Canada-US Columbia River Treaty: A Review // *Springer Geography*, 2021. – P. 107-115.
- Musagalieva G.M., Ospanova A.N., Kushkumbaev S.K. Osobennosti upravlenija vodnymi resursami v bassejne reki Syrdar'ja i perspektivy transgranichnogo sotrudnichestva // *Vestnik Evrazijskogo nacional'nogo universiteta im. Gumileva. Serija: Politicheskie nauki. Regionovedenie. Vostokovedenie. Tjurkologija*. – 2023. – T. 142. – №. 1. – S. 190-197.
- Nukusskaja deklaracija gosudarstv Central'noj Azii i mezhdunarodnyh organizacij po problemam ustojchivogo razvitiya bassejna Aral'skogo morja [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://cawater-info.net/library/rus/nukus.pdf>
- Pal'gov N. N. Reki Kazahstana. – Alma-Ata: AN KazSSR, 1959. – 100 s. (In Russian)
- Rahmatov N.R., Hasanov H. Tehnicheskoe sovershenstvovanie upravlenija transgranichnymi vodnymi resursami bassejna Syrdar'i // *Innovative Development in Educational Activities*. – 2023. – T. 2. – №. 13. – S. 198-205.
- Rahmatov N. R., Hasanov H., Bobonazarov Zh. Upravlenie vodnymi resursami reki Syrdar'i // *Innovative Development in Educational Activities*. – 2023. – T. 2. – №. 13. – S. 206-211.
- Resursy poverhnostnyh vod SSSR. Srednjaja Azija. Bassejn r. Syrdarii. – L.: Gidrometeoizdat, 1969. – T. 14. – Vyp. 1. – 512 s. (In Russian)
- Problemy presnoj vody. Global'nyj kontekst politiki Rossii. – Moskva: MGIMO-Universitet, 2011. – 87 S. (In Russian)
- Rysbekov Ju.H. Transgranichnoe sotrudnichestvo na mezhdunarodnyh rekah: problemy, opyt, uroki, prognozy jekspertov // Pod red. V.A. Duhovnogo. – Tashkent: NIC MKVK, 2009. – 203 s. (In Russian)
- S kakimi trudnostjami stolknetsja Uzbekistan iz-za strojashhegosja v Afganistane kanala Koshtepa? [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://podrobno.uz/cat/obchestvo/s-kakimi-trudnostyami-stolknetsya-uzbekistan-iz-za-stroyashhegosya-v-afganistane-kanala-kosh-tepa/>
- Soglashenie mezhdu Respublikoj Kazahstan, Respublikoj Kyrgyzstan, Respublikoj Uzbekistan, Respublikoj Tadzhiestan i Turkmenistanom «O sotrudnicestve v sfere sovmestnogo upravlenija ispol'zovanijem i ohranoj vodnyh resursov mezhhgosudarstvennyh istochnikov» ot 18 fevralja 1992 g. (podpisano v g. Almaty, RK) [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://www.cawater-info.net/library/rus/icwcl.pdf>
- Soglashenie o sovmestnyh dejstvijah po resheniju problemy Aral'skogo morja i Priaral'ja, jekologicheskomu ozdorovleniju i obespecheniju social'no-jekonomicheskogo razvitiya Aral'skogo regiona (1993) [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://www.cawater-info.net/library/rus/gov7.pdf>
- Soglashenie mezhdu Pravitel'stvami Respubliki Kazahstan, Kyrgyzskoj Respublikoj i Respubliki Uzbekistan «Ob ispol'zovanii vodno-jenergeticheskikh resursov Naryn-Syrdariinskogo kaskada vodohranilishh» ot 17 marta 1998 g. [Jelektronnyj resurs] – URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30725879.
- Soglashenie mezhdu Pravitel'stvom Respubliki Uzbekistan i Pravitel'stvom Respubliki Tadzhiestan o sotrudnicestve v oblasti racional'nogo ispol'zovanija vodnyh i jenergeticheskikh resursov v period: fevral' 2005 goda – april' 2006 goda (2005) [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://www.cawater-info.net/syrdarya-knowledge-base/pdf/uz-tj-2005.pdf>.

Shema kompleksnogo ispol'zovanija i ohrany vodnyh resursov bassejna r. Syrdarii s pritokami. Tom I. Kniga 1. Svodnaja zapiska. – Almaty, 2008 – 156 s. (In Russian)

Shema kompleksnogo ispol'zovanija i ohrany vodnyh resursov bassejna r. Syrdarii s pritokami. Tom III. Ispol'zovanie vodnyh resursov, vodohozjajstvennye balansy. Meroprijatija. Kniga 6. Vodohozjajstvennye raschety i balansy. – Almaty, 2008. – 58 s. (In Russian)

Shulepina N. Zimnij pavodok na Syrdarie [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://kungrad.com/ara1-3/book/pavodok/>

Toleubaeva L.S. Vodnye resursy Kazahstana: ocenka, prognoz, upravlenie. Vodoobespechennost' Respubliki Kazahstan: sostojanie i perspektivy. – Almaty, 2012. – T. XXI. – 238 s. (In Russian)

V Central'noj Azii mozhet nachat'sja nevidannaja bor'ba za vodu. Afganistan stroit grandioznyj kanal na transgranichnoj reke Amudar'e. [Jelektronnyj resurs]. – URL: https://www.ng.ru/dipkurer/2023-01-29/11_8646_water.html (In Russian)

Zeitoun M., Allan J.A. Applying hegemony and power theory to transboundary water analysis // Water Policy. – 2008. – T. 10. – №. 2. – С. 3-12.

Zhil'cov S., Bimenova A. Politika stran Central'noj Azii v oblasti ispol'zovanija vodnyh resursov transgranichnyh rek // Central'naja Azija i Kavkaz. – 2015. – T. 18. – № 1. – S. 90-100. (In Russian)

Zhil'cov S. S. Politika stran Central'noj Azii v oblasti ispol'zovanija vodnyh resursov transgranichnyh rek. // Mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Vodnye resursy Central'noj Azii i ih ispol'zovanie», posvjashhennoj podvedeniju itogov ob#javlennogo OON desjatiletija «Voda dlja zhizni». – Almaty, 2016. – S. 288-296. (In Russian)

13 tysjach chelovek ostalis' bezdomnymi iz-za navodnenija na juge Kazahstana [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://rus.azattyq.org/a/1180951.html>

S.O. Kozhagulov* , V.G. Salnikov 

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

*e-mail: s_kozhagulov@mail.ru

AIR QUALITY MANAGEMENT IN THE DEVELOPMENT OF MINING DEPOSITS

The article provides an overview of modern studies on the assessment of the state and management of the quality of atmospheric air in mining deposits. It is estimated that more than 8,100 ore tailings are formed worldwide with a discharge volume of 10 billion m³. The Global Assessment of Pb-Zn Mineral Resources found that the mining and processing of ore in 67 countries, with an average grade of 0.44% Pb and 1.20% Zn, has given rise to a number of environmental problems, the most acute of which is related to air pollution. However, a large amount of waste from Pb-Zn mines is disposed without proper management in tailings, which are potentially dangerous due to exposure to oxidants and weather conditions, such as the eolian effect. Numerous studies unequivocally indicate that pollution of the surface layer of the atmosphere is the most powerful, constantly acting factor influencing humans, the food chain and the environment. In industrialized countries, the optimal combination of the amount of atmospheric pollution and the degree of protection against it is the air quality management system, in accordance with the principles of Environmental Impact Assessment. The review describes the existing methods and technologies for managing dust and gas pollution of atmospheric air at mining enterprises. It is shown that when assessing atmospheric pollution, it is advisable to use, instead of individual meteorological elements, complex parameters that characterize a specific meteorological situation and conditions.

Key words: air pollution, aerosols, tailings, climatic factors, air quality management.

С.О. Қожағұлов, В.Г. Сальников

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

*e-mail: s_kozhagulov@mail.ru

Тау-кен кен орындарын игеру кезінде ауаның сапасын басқару

Мақалада тау-кен кен орындарындағы атмосфералық ауа жағдайын бағалау бойынша заманауи зерттеулерге шолу жасалған. Pb-Zn құрамды минералды ресурстарды жаһандық бағалау көрсеткендей, 67 елде жүзеге асырылатын құрамында орташа мөлшері 0,44% Pb және 1,20% Zn бар кенді өндіру және қайта өңдеу экологиялық мәселелерді, әсіресе атмосфералық ауаның ластануын тудырады. Дегенмен, Pb-Zn кеніштері қалдықтарының көп мөлшері тиісті өңдеусіз қалдық қоймаларында орналастырылғандықтан, олар тотықтырғыштардың әсеріне және ауа-райы жағдайларына, мысалы эолды эффектіге өте сезімталдық танытып, үлкен қауіп төндіреді. Атмосфераның жер деңгейлік қабатының ластануы, зерттеулер көрсеткендей, қоршаған ортаға әсер ететін ең күшті фактор болып табылады. Дамыған елдерде Environmental Impact Assessment қағидаттарына негізделген атмосфералық ауа сапасын басқару жүйесі экологиялық және экономикалық мүдделердің ақылға қонымды үйлесімділігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Шолуда тау-кен өндіру кәсіпорындарындағы атмосфералық ауа ластануларын басқарудың жалпы принциптері мен практикалық әдістері сипатталған. Атмосфера ластануын талдау кезінде жергілікті мекеннің нақты метеорологиялық жағдайларын ескеру қажет екендігі көрсетілген.

Түйін сөздер: атмосфераның ластануы, аэрозольдар, қалдық қоймалары, метеорологиялық факторлар, атмосфералық ауа сапасын басқару.

С.О. Кожугулов*, В.Г. Сальников

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

*e-mail: s_kozhagulov@mail.ru

Управление качеством атмосферного воздуха при разработке горнорудных месторождений

В статье приведен обзор современных исследований оценки состояния атмосферного воздуха горнорудных месторождений. По оценкам, во всем мире образуется более 8100 хвостохранилищ рудных производств с объемом сброса 10 млрд м³. Глобальная оценка минеральных ресурсов Pb-Zn, показала, что осуществляемая в 67 странах добыча и переработка руды при среднем содержании 0,44% Pb и 1,20% Zn, что создает экологические проблемы, в особенности, загрязнение атмосферного воздуха. При этом, большое количество отходов Pb-Zn рудников размещено без надлежащего управления на хвостохранилищах, которые потенциально опасны из-за подверженности воздействию окислителей и погодных условий, например эоловому эффекту. Загрязнение приземного слоя атмосферы, как показывают исследования, является наиболее сильным фактором воздействия на окружающую среду. В развитых странах система управления качеством атмосферного воздуха, основанная на принципах Environmental Impact Assessment, позволяет обеспечить разумное сочетание экологических и экономических интересов. В обзоре описаны общие принципы и практические методы управления загрязнениями атмосферного воздуха на горнодобывающих предприятиях. Показано, что при анализе загрязнения атмосферы необходимо учитывать конкретные метеорологические условия местности.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, аэрозоли, хвостохранилища, метеорологические факторы, управление качеством атмосферного воздуха.

Introduction

In the modern world, mining is necessary because it improves the quality of life, however, it poses a significant danger to the environment. Thus, lead and zinc are widely used in the construction and automotive industries of the world. However, the global assessment of Pb-Zn mineral resources clearly reflects the environmental challenges facing the lead-zinc (Pb-Zn) ores mining sector. At least 226.1 million tons Pb and 610.3 million tons Zn are shown to be present in 851 individual mineral deposits and waste treatment projects in 67 countries at an average grade of 0.44% Pb and 1.20% Zn, (Gavin, 2017:1160). Moreover, only China produces most of the used Pb, Zn in the world. At the same time, a large amount of waste (tailings) of Pb / Zn mines is placed in tailings without proper management, which poses a significant risk to the local ecosystem and residents of mining areas around the world (S.Mohr, 2018:17). Tailings are known to be potentially hazardous due to exposure to oxidants and weather conditions. Thus, according to the mining industry operating data, the amount of tailings generated is estimated at about 0.26-2.5 tons for each ton of Pb/Zn ore processed. It is estimated that there are more than 8100 tailings dumps worldwide

with a release volume of 10 billion m³ (Tao Chen, 2022: 120328).

The growing negative impact on the environment has caused environmental problems, one of which is related to air pollution. *Atmospheric air pollution* should be understood as the entry into the atmospheric air or the formation in it of pollutants in concentrations exceeding the hygienic and environmental quality standards of the atmospheric air established by the state. *A pollutant* is a chemical substance or a mixture of substances, including radioactive ones, and microorganisms that enter the atmospheric air, are contained and (or) are formed in it in an amount and (or) concentrations exceeding the established standards, have a negative impact on environment, life, human health (Morozov A. E., 2020: 9).

The purpose of the review was to study modern research on the assessment of the state and quality management of mining deposits based on an analysis of the work performed by domestic and foreign authors in recent decades.

Particular emphasis was placed on the state of the atmospheric air in polymetallic mines. The materials were scientific papers published by journals included in the global citation indices Scopus and Web of Science.

Materials and methods

The presented review is based on analysis, theoretical generalization, assessment of the significance of facts, formulation of logical conclusions and practical recommendations from modern literary sources on the problem of air pollution. The research methodology was:

- collection and comparison of information from available and open sources;

- systematization of approaches and methods of air quality management and forecasting;

- comparative analysis of the formation of technogenic atmospheric air pollutions in the world Pb-Zn mines, in order to substantiate the choice of the most appropriate methods for regulating industrial emissions and protecting the atmosphere;

- a review of recent research in the field of assessing the state and management of atmospheric air quality, the role of climatic factors in assessing the state of the surface layer of atmospheric air in mining production, indicating trends in the development of this knowledge in relation to the climatic conditions of Kazakhstan. It is important to note that at the time of writing this review, there were no analytical studies on the topic under consideration in the literature. The authors, based on their own expertise of scientific works of domestic and foreign researchers, made conclusions and recommendations based on existing methods for monitoring and controlling the air quality of mining deposits.

Results and discussion

Currently, the problem of air pollution is becoming relevant both due to natural causes and the impact of anthropogenic factors associated with an increase in the concentration of carbon dioxide and other greenhouse gases (GHGs) in the Earth's atmosphere, which affects the environment. The atmosphere, unlike the geosphere, has a number of features, in particular, unlimited capacity, high mobility, variability of its constituent components, which is associated with the peculiarities of the physicochemical processes and transformations occurring in it. The features of these transformations are associated with natural, for example, solar activity, geographical location, climate, seasons and days, and anthropogenic factors (Morozov A. E., 2020: 4).

As is known, when fossil fuels (coal, oil, gas) are burned, most of the sulfur they contain turns into sulfur dioxide. With all types of combustion of vari-

ous materials in the air, atmospheric nitrogen reacts with atmospheric oxygen and nitrogen oxides are formed. These oxides react with atmospheric oxygen and water to form acids (sulphuric and nitric). Acids, together with rain, can fall to the surface of the earth, affecting the soil and organisms (Morozov A. E., 2020: 4). In addition, acid rain can cause acidification of tailings and further activation of various potentially toxic elements (PTEs) in tailings, and even lead to acid mine drainage (Tao Chen, 2022, Haojie Wang, 2022).

The main driver of climate change, according to experts, is the increase in GHG levels in the atmosphere due to human activities. Caused by the accumulation of GHGs in the atmosphere, ongoing climate change lasts from several decades to centuries and is the cause of environmental changes around the world. In contrast, the effects of air pollution occur close to the Earth's surface within days to weeks, and their spatial scales vary from local to regional. Human activities that release long-lived GHGs into the atmosphere also increase the concentrations of short-lived ozone and particulate matter in the atmosphere. The past eight years are thought to be the warmest on record, fueled by ever-increasing concentrations of GHGs and accumulated heat. The average global temperature in 2022 was about 1.15 (1.02-1.27)°C above pre-industrial (1850-1900) levels. According to all data compiled by the World Meteorological Organization (WMO), 2022 was the eighth consecutive year (2015-2022) in which annual global temperatures were at least 1°C above pre-industrial levels¹.

Currently, the global environmental policy has a clear goal to ensure sustainable development, one of the main goals of which is the conservation, restoration and efficient use of the natural environment components (Abakanov E.N., 2021: 11). Finding ways to resolve the above problems in the framework of achieving carbon neutrality, obligations in the Paris Climate Agreement is an urgent task of implementing the sustainable development goal (SDG13) for each country, including Kazakhstan (Doctrine of achieving carbon neutrality of the Republic of Kazakhstan until 2060, Istomin I.S., 2019, Kerimray A., 2016).

According to World Bank experts, air pollution in Kazakhstan is the cause of 10,000 premature deaths and economic damage of more than \$10.5 billion a year. In the ranking of countries to combat climate change, Kazakhstan in 2022 took the last place among 64 countries, as the country with the worst air pollution index (API)².

In total, more than 2.5 million tons of waste is emitted into the air every year. This figure annually increases by 100 thousand tons on average. By 2030, the amount of emissions may reach 3.6 million tons per year (Annual bulletin for monitoring the state and climate change of Kazakhstan, 2019).

The basis for developing optimal solutions in the field of environmental protection and evaluating their effectiveness, as is known, is reliable information about the state of the environment. Currently, in many developed countries, the atmospheric air quality management system, based on the principles of Environmental Impact Assessment (EIA), allows for a reasonable combination of environmental and economic interests. (GAW Report, 207.2017). Atmospheric air quality is understood as a set of atmospheric properties that determine the degree of physical, chemical and biological factors impact on people, flora and fauna, as well as on materials, structures and the environment as a whole (Savitskaya, T. V.2004).

Air quality and climate are interrelated because the chemicals that affect them are linked, and if changes occur in one, they inevitably lead to changes in the other.

The purpose of atmospheric air quality management is to ensure compliance with the norms and requirements that limit the harmful effects of production processes on the environment, ensure the rational use of natural resources, their restoration and reproduction (Tsyplakova E.G., 2012).

Air quality management mechanisms may include:

- development and application of norms and standards for atmospheric air quality;
- control and regulation of pollutant emissions, for example, through licensing and permit procedures for enterprises and industries;
- application of the best available technologies and production processes;
- promotion of the transition to the use of alternative energy sources;
- development and implementation of programs to limit the use of transport based on fossil fuels (Tsyplakova E.G., 2012).

The globally recognized general principles of the EIA are as follows: consideration in the relationship of technical, environmental, social and economic indicators of the projected economic facility; proposal of several options for the implementation of economic activities that ensure the fulfillment of environmental requirements, taking into account regional features of the environment state; taking into

account all aspects of the region's socio-ecological development. When carrying out EIA, the stages of mining operations are taken into account:

- primary exploration of deposits of solid minerals;
- feasibility study of the planned production and primary environmental assessment of its impact on the environment;
- direct construction of facilities necessary for the operation of mining production;
- mine operation;
- closure of production and household facilities of the mine, restoration of damaged land, if possible, to its original form (recultivation).

Due to the length of the development cycle of mining enterprises from exploration to production, which is about 20 years, in the near future, mining companies should focus on ensuring the future development of extractive industries, for which, first of all, it is necessary to solve the following main tasks related to the implementation modern technologies. Namely: ensuring the complexity and completeness of the development of the subsoil, which implies the complete elimination of losses of raw materials and minimization of the amount of waste by processing them into secondary resources, as well as the extraction of accompanying valuable components. This will increase the profitability of production and attract additional funds for the organization of environmental protection measures in order to reduce the impact of anthropogenic pressure on the environment.

Harmful substances entering the atmosphere are divided into three groups depending on the type of sources and the scale of emissions. The first one should include suspended solid particles (referred to as aerosols, but more often as dust), sulfur dioxide, carbon and nitrogen oxides, the latter are formed during fuel combustion (Fetisova N.A., 2001). According to (Svinukhov V.G., 1997), 86% of all emissions are accounted for by these compounds.

Aerosols are small and light particles with a diameter from thousandths of a micrometer to ten micrometers, capable of being suspended in the atmosphere for a long time (from several days to several years). The greatest amount of aerosols is contained in the lower layers of the atmosphere and especially in the air of large industrial centers. Aerosols are removed from the atmosphere either as a result of being washed out by precipitation (up to 80%), or due to gravitational settling on the underlying surface (up to 20%) (Morozov A.E., 2020: 5). They play a role in climate change, air

quality/human health, ozone depletion, and long-range transport and deposition of toxic substances and nutrients. Aerosol formation dynamics, transformation and removal, which determine size distribution and composition, depend not only on clear air processes, but also on interactions with clouds and precipitation. The complexity of aerosol processes in the environment is so great that it leads to large uncertainties in quantitative understanding of their role in many major environmental problems (GAW Report, 207,WMO,2012).

The second group consists of lead, cadmium and mercury, which are the most toxic substances (Fetisova N.A., 2001). Environmental pollution with the metals listed above is of particular concern and therefore they are classified by the UN interagency monitoring group as one of the 16 most dangerous pollutants (Resolution WHA68.8., 2015).

The third group includes specific harmful substances and their compounds (benzopyrene, xylene, ammonia, etc.) contained in emissions from a limited number of industries.

The range of these compounds is large, but in each specific case it depends on the structure of the industrial complex. The degree of air pollution is assessed by comparing the content of substances in it with sanitary and hygienic standards. Many countries have adopted air quality standards (WHO Regional Office for Europe, 2021). The WHO Global Air Quality Guidelines provide recommended limit values for major air pollutants that pose a threat to public health. These recommendations are of high methodological quality and are developed through a transparent and evidence-based decision-making process⁴. In accordance with the Environmental Code, Kazakhstan has developed standards for maximum permissible and temporarily agreed emissions for stationary sources (Maximum Permissible Concentrations of Pollutants in the Atmospheric Air of Populated Areas, 2015, Environmental Code of the Republic of Kazakhstan, 2021, On Approval of Requirements for Reporting Based on the Results of Production environmental control).

In accordance with Article 182 of the Environmental Code of the Republic of Kazakhstan and other regulatory legal and instructive and methodological documents in force in the country, operators of I and II categories objects (including extractive industries) are required to carry out industrial environmental control, therefore, control measurements at the border of the sanitary protection zone should be produced quarterly

(Maximum permissible concentrations of pollutants in the atmospheric air of populated areas, 2015, Environmental Code of the Republic of Kazakhstan, 2021, On approval of the Requirements for reporting on the results of industrial environmental control, 2013, On approval of the List of pollutants, emissions of which are subject to environmental regulation, 2021).

As is known, in mining deposits represented by rocky and semi-rocky rocks, the mining technology involves the number of processes use (drilling, blasting, excavation, loading, transportation, crushing), i.e. is not in-line, and the gap between technological links, as us known, generates additional waste and is accompanied by a negative impact on the environment (increased dust and gas emission, seismic impact, pollution of groundwater by explosion products). The natural environment is exposed to the most significant technogenic load in areas of open-pit mining of mineral deposits and waste storage from the extraction and processing of raw materials.

The air in open pits is a mixture of atmospheric air and harmful impurities of man-made or natural origin. Harmful impurities of technogenic origin include carbon and nitrogen oxides, hydrogen sulfide, sulfur dioxide, aldehydes, radon, suspended solid particles (often referred to as dust), soot, fumes and other substances resulting from the implementation of technological processes, the operation of machines and mechanisms or caused by human intervention in the natural environment⁵. The main sources of dust generation are, as a rule, objects of the cyclic-flow technology of waste rock transportation and tailings. In addition, 10 (PM_{10}) and 2.5 ($PM_{2.5}$) micron dust, respectively, can be produced by combustion products. Even with well-organized dust suppression in underground mining (dust content in the mine atmosphere does not exceed $1 \text{ mg} / \text{m}^3$), during reloading, transportation and crushing of ores, as well as when storing off-balance ores, waste rocks and tailings, only one mine enters the air basin average productivity, together with a hydrometallurgical plant, tens of tons of dust per year. As a result, in the areas where mining enterprises are located, and especially in the areas where man-made massifs (dumps) are located, due to massive dust emissions into the environment, an unfavorable environmental situation develops, which tends to further deteriorate due to the increase in production capacities (Filonov A.V., 2016, Nasolovets, N. B., 2009).

Pollution of the atmosphere surface layer, as shown by numerous studies, is a permanent factor influencing the environment (Pushilina Yu.N. 2011, Gorlov V.D., 1990, Sarah Hayes M, 2010, Karpov V. S., 2012, Tao Chen, 2022). The results of such scientific works are used in the organization of work to control air pollution, in the implementation of industrial and urban planning activities, which further contributes to the development of measures for the protection of atmospheric air. (Fetisova N.A., 2001). Fundamental provisions on the main methods and technologies for managing dust and gas pollution of atmospheric air at mining enterprises are set out in the fundamental studies of Melnikov N.V., Rzhnevsky V.V., Trubetskoy K.N., Arsentiev A.I., Krasnyansky G.Ya., Khronin V.V., Ochirova B.C. and others (Nasolovets, 2009, Rogalev V.A., 1997, Filonov A.V., 2016).

Currently, in many developed countries of the world, meteorological forecasts of atmospheric pollution are provided. Back in 1970, WMO established a network of stations (more than 110) to monitor background atmospheric pollution. The results of observations are sent to the International Center (USA). The WMO program is part of the more general program of the global environmental monitoring system (WMO, 1987).

Climatic studies of air pollution are developing in two directions. The first is related to monitoring the content of pollutants in the atmosphere, which, in turn, includes the generalization of monitoring data to obtain objective information about the levels of air pollution in settlements, as well as the features of the distribution of pollutants, their spatial and temporal variability. (Fetisova N.A., 2001). Then, from complex and long-term changes, general trends and foundations for areas with different physical-geographical and climatic conditions are revealed. The specificity and acuteness of the ecological situation has a pronounced regional character and is largely determined by the characteristics of natural processes. In this regard, when assessing atmospheric pollution, it is advisable to use, instead of individual meteorological elements, complex parameters that characterize a specific meteorological situation and conditions. (Morozov A. E., 2020:13).

Meteorological elements is a general name for a number of characteristics of the atmospheric air state and some atmospheric processes. These include characteristics of the atmosphere state and atmospheric processes that are directly observed at meteorological stations: atmospheric pressure,

air temperature and humidity, wind (horizontal air movement), cloudiness (in terms of quantity and form), amount and type of precipitation, visibility, fogs, blizzards, etc. This also includes the duration of sunshine, temperature and condition of the soil, the height and condition of the snow cover, etc. (Morozov A. E., 2020: 13).

The second area of research is the study of meteorological factors that determine the conditions for the transfer and dispersion of impurities, including their leaching from the atmosphere.

The transfer and dispersion of impurities entering the atmosphere are carried out according to the laws of turbulent diffusion, and the retention time of impurities in the atmosphere depends on many factors, the dominant value among which belongs to meteorological conditions. In the atmosphere, gravitational settling of large particles, chemical and photochemical reactions between various substances, their transfer over considerable distances and washing out of the atmosphere take place. Under the influence of all these factors, with constant emissions of harmful substances, the level of pollution of the surface air layer can fluctuate over a very wide range⁶. There is an extensive literature devoted to the study of the climatic factors role and the assessment of the atmospheric air surface layer state in the mining industry (Punia A., 2021, Sarah Hayes M., 2009, Kulshrestha A., 2009, Dawson J. L., 1980, Filonov A. V., 2016, Prabhakar G., 2014, Ivanov, A. V., 2015, Filonov A. V., 2016). It is noted that in areas of active mining and processing of ores, wind-blown dust from unvegetated tailings can be transported over long distances and then deposited in local communities (Punia A., 2021, Sarah Hayes M, 2009). Elevated levels of Pb, Cu, Zn and Cd were found in soils in Australia (Mount Isa, Queensland) near mining and metallurgical enterprises, in watercourses near tailings (Tayloret M.P., 2010), near smelters in desert pastures (Dawson J.L.,1980), urban and rural areas (Agra, India) (Prabhakar G., 2014). In study (Haojie Wang, 2022), precipitation was identified as the most important driving force for the migration of heavy metals in Pb-Zn tailings, which are hazardous wastes generated after ore crushing, magnetic separation, differential flotation and Pb-Zn recovery from production Pb -Zn concentrates. At present, waste is mainly directly dumped into pits and open fields without any effective treatment (Tao et al., 2019), resulting in hazardous elements such as As, Cu, Cd, Hg, Pb, Zn can constantly penetrate into the natural environment, migrate, be transported

and thus seriously pollute the nearby soil and water, especially during the rainy season.

Significant influence on the transfer, accumulation and dispersion of harmful impurities in the atmosphere over a certain territory is exerted by local meteorological conditions. This necessitates the study and assessment of the negative consequences of anthropogenic impacts at the regional level. Based on the results of such studies, a significant number of studies devoted to various aspects of the atmospheric air state and the environment have been published. The study of pollutants, their distribution and diffusion are the basis for standardizing the amount of harmful emissions and developing protective measures in the design of industrial enterprises. Studies (Selegey T.S., 1990, 2015, Vizenko O.S. 1993, Rusanova Yu.V. 1992, Novorotsky P.V. 1994) are important for assessing the potential of the scattering power of the atmosphere of Siberia cities and industrial centers. The study (Akhmedova N.M., 2012) found that a negative result of the extensive development of mining is an increase in dust and gas emissions as the area and height of dumps grow (Beresnevich P.V. 1990) and, as a result, the expansion of zones of direct impact on air swimming pool and surrounding area. Calculations show (Gorlov V.D., 1990, Ivanov A.V., 2015) that with an increase in the height of the dump from 20 to 100 m, the total area of its surface decreases by 4.0–4.8 times, and the dusting area increases 2.5–3.0 times.

(Prabhakar G., 2014) studied the spatial and temporal trends in the concentration of airborne solid particles of metals and metalloids in southern Arizona, characterized by a high density of active and abandoned mines, it was found that periods with a high concentration of fine soil coincide with a higher concentrations of metals in the atmosphere, with higher increases in urban areas. The arid climate favors dust emissions from natural and human activities. The review (Punia A., 2021) also shows that climatic factors such as temperature, precipitation and wind significantly affect the distribution of pollutants in arid/semi-arid regions; wind/water and pollute the environment.

An extensive set of studies of the regularities of the distribution of impurities in the atmosphere, mathematical modeling, regulation and forecasting of atmospheric pollution by emissions was formulated in the studies of Berlyand M.E. Genikhovich, Onikul R.I., Bezugloy E.Yu., Anokhina, Ostromogilsky A.Kh. (Laboratory of Modeling and Forecasting of Atmospheric Pollution); Solodkova S.A. (Institute

of Applied Geophysics named after Academician E.K. Fedorov) and others (Berlyand M.E., 1990, Bezuglaya E.Yu. 1986, Onikul R.I., 1998, Pushilina Yu.N., 2011, Meshchurova T. A., 2020).

In addition to these processes, the study of the meteorological conditions of the surface layer pollution includes the forecast and analysis of the pollutants spread from various types sources, the regulation of emissions from industrial facilities and vehicles (Fetisova N.A., 2001, Meshchurova T. A., 2020). In a number of works (Nasolovets, N. B. 2009, Pushilina Yu. N., 2011, Ignatenko O. V., 2020), a study was made of the technogenic pollutants formation in mines, the choice of rational methods for protecting the atmosphere and regulating industrial emissions. The choice of the environmental measures set to reduce pollutants and determine the boundaries of the sanitary protection zone, quarries and coal incisions in the study (Nasolovets, N. B. 2009) is based on the dusty emissions of pollutants calculation (SiO_2 , SO_2 , CO , NO_2), using the coefficient of the simultaneity of the technological equipment work and the step-by-step construction of isolines by the mathematical modeling method, taking into account the features of the technological factors influence and the natural-climatic conditions of Eastern Transbaikalia. Ranked calculations of the emissions mass of pollutants in the air (Ignatenko O.V., 2020) during explosive work, during the operation of equipment in a career and when dusting dumps, according to which the bulk (90.8 %) is released when the dust is formed in dumps.

The studies (Selegey T.S., 2015) of the meteorological potential of atmospheric pollution for 196 weather stations of Western Siberia from 1986 to 2010, analyzing the meteorological potential of pollution from 1986 to 2010. revealed a change in meteorological conditions for dispersing impurities in the surface layer of the atmosphere almost throughout the region for the worse due to an increase in the repeatability of weak winds 0 – 1 m/s, with a simultaneous decrease in the repeatability of winds ≥ 6 m/s. Two reasons for this phenomenon are put forward: climate change and, possibly, partial overgrowth of weatherplits. The interconnection of the trends of the meteorological potential of atmospheric pollution with the trends of the API is found, confirming the fact of increasing atmospheric air pollution in the cities of the region when meteorological conditions are worsening.

The hypothesis is put forward that a similar phenomenon can occur in other territories that must

be taken into account when planning and placing the productive forces of the region. Indeed, this is confirmed by the assessment of pollutants according to the criterion of the complex index of atmospheric pollution of the Perm Territory cities, (Meshcurova T. A., 2020) where the objects of the chemical, metallurgical industry, the production of fuel and energy resources, electric power, transportation objects are located. It was established that the main volume of emissions from stationary sources is on liquid and gaseous substances. The main components are hydrocarbons, then carbon monoxide is formed in the process of burning fuel resources.

Currently, it is necessary to develop technical means of environmental monitoring, the namely, the development of an effective automated system of environmental monitoring of the mining region's atmospheric air, using the accumulated knowledge in the field of environmental protection and geotechnology. Since the existing technical means of control and monitoring for the atmospheric air state do not always meet modern requirements, have a greater measurement error and do not give a sufficient picture to make decisions to manage of atmospheric air quality⁷.

In this regard, the adaptation of existing systems to certain conditions of a particular mining region is necessary. For this, it is proposed to take into account the climatic features of the region, the features of the terrain, the territorial distributions of objects of the mining industry, as well as the volumes and composition of the emissions into the atmosphere. The listed circumstances make it relevant the task of forecasting atmospheric air pollution of the mining region (Pushilina Yu. N., 2011.).

In studies (Onikul R.I., 1998, Fetisova T.A., 2001), based on calculations on mathematical models of turbulent diffusion and the transfer of pollutants, the spatio-temporal characteristics of atmospheric air are considered, using meteorological and climatic data and inventory parameters of emissions into atmosphere.

The use of estimated monitoring includes lower costs, which allows you to cover a fairly large number of types of pollution with a sufficiently large details of spatio-temporal calculated concentrations of pollutants (Meroney R.N., 1992, Heseck F., 1997).

Modeling the processes of air pollution removes a number of inaccuracies and solves such problems as forecasting, placing monitoring posts (stationary and mobile), assessing the contribution of a particular industrial facility to general air pollution in real time in order to take managerial measures

to normalize emissions. On the example of the Tula region, such a modeling was carried out with the formation of AP dispersion's maps, which made it possible to carry out the technical implementation of the automated system of environmental monitoring of the atmospheric air state (Pushilina Yu. N., 2011, 2014).

In the study (Ivanov, A. B., 2013), the idea is expressed that a decrease in aerosol pollution should be carried out by the operational detection of atmospheric air dominant sources. To do this, use data on the allocation and transfer of suspended particles established in real time, depending on climatic and production factors based on modeling the processes of distribution of pollutants in the air from production facilities under various climatic conditions. A mobile complex of automated suppression of the beach zones dust of tailings using an aerosol fogger form is developed. The study (Ivanov, A. B., 2013) proposes a scheme for the relationship of the complex parameters with the intensity of the dust release and transfer, current meteorological data and the recovery mode based on the use of environmentally friendly compositions.

In the research (Danilov A.S., 2019), the assessment and forecast of the atmospheric air state in the zone of exposure to production facilities of mining enterprises is proposed to be carried out by introducing distance monitoring methods using unmanned aerial vehicles equipped with gas analytical and special sampling equipment.

The system of environmental and technical elements of atmospheric air quality controls proposed in the study (Puring S.M., 2004) on the basis of consolidated calculations of atmospheric air and the risk concept is tested by the example of Samara city. In order to control the chemical composition of atmospheric air in industrial cities located in the zone of petrochemical enterprises influence, in the study (Kulakova E.S., 2019), automatic atmospheric air control stations are installed. An analysis of the pollutants concentration in the atmospheric air of Sterlitamak city was obtained, on the basis of which a list of marker substances for enterprises of the city such station was drawn up. Priority sources of pollutants with marker substances during a period of various wind regime are determined. Models of changes in the concentration of marker substances in the air using the factor regression method have been developed. Approaches to the selection of points and monitoring programs for the quality of atmospheric air in the Pure Air project (Russia) are considered in the study (Zaitseva N.V., 2019).

Thus, calculated methods of monitoring and forecasting atmospheric air of industrial areas are put forward to the forefront both at regional and national levels (Onikul R.I., 1998, Meroney R.N., 1992, Heseck F., 1997, Pushilina J.N., 2011, Ivanov, A. B., 2013, Kulakova E.S., 2019, Zaitseva N.V., 2019). This trend is due to the development and large-scale implementation of computer-informational technologies that help promote methods of mathematical modeling of the processes of dispersion, transfer and transformation of atmospheric air.

In literary sources of recent years, there is information on the results of studies devoted to the problem of pollution and study of the atmospheric air state in Kazakhstan. However, it should be noted that such studies are episodic, non-systemic in nature, since, often, they are performed according to grants. At the same time, it should be noted that in Kazakhstan methods for calculating emissions of heavy metals are practically not used. It is motivated by the fact that all heavy metals are not released on their own, but as part of solid ingredients – dust. Thus, when calculating emissions from thermal power plants, only ash is taken into account, although a number of heavy metals should be calculated. For non-ferrous and ferrous metallurgy enterprises, only total emissions of particulate matter (dust) are calculated, but there are no reliable methods for calculating heavy metal emissions at enterprises in this industry⁶. In the monograph (Drisz N.A., 2013), well-known methods of combating sulfur containing gases in the development of mineral deposits are generalized and characterized. New methods and technologies for suppressing sulfur-containing gases using refrigerants that gas-absorbing compositions have been proved and substantiated in mine conditions. The analysis of the ecological state of Kazakhstan mining regions carried out in the study (Kanatova, J.K., 2017), showed that the greatest concentration of nitrates is observed in Ekybastuz city, copper and arsenic in Zhezkazgan city. The greatest concentrations and excesses in the cadmium are noted in the Aktobe region – 2.2–2.3 MPCs, in the Vest Kazakhstan region – 2.7 MPC, in the Karaganda region – 1.2 MPCs. Completions on the environmental assessment of territories polluted by polyhlorodiphenyls (Berkinbaev G.D., 2008), studies of the content of heavy metals in the snow cover solid remnant (Alybaeva R.A., 2008) Ust-Kamenogorsk city, assessments of the of atmospheric air quality dynamics in Ust-Kamenogorsk city for the period 2009-2019 (Kabdykadyrov.A., 2021), a

comprehensive study (Yakovleva N.A., 2013) of the former Aktobe chemical plant industrial site, the study of the atmospheric air quality in Almaty (Omarova MN, 2016) made it possible to establish a high level of environmental pollution of Kazakhstan regions with a wide spectrum of technogenic pollutants, including polyhlorodiphenyls. So, the assessment of the content of mobile forms Pb, Cu, Zn is made (Yakovleva N.A., 2013). It is shown (Alybaeva R.A., 2008) that the site distribution of the total concentrations of pollutants has a concentric-zone structure: as it moves away from the industrial site of “Kazzink JSC” is reduced by the spectrum of elements and their relative concentrations fall and there is a clear tendency to a decrease in Pb, Zn, Cu, CA, Ag, Sb, As in the snow cover ‘solid remnant. Based on the results of the analysis of the dynamics of atmospheric air quality (Kabdykadyrov.A., 2021), it was found that the average monthly concentrations of sulfur dioxide and formaldehyde has increased in the surface layer of the atmosphere, and cases with high pollution of hydrogen sulfide. Studies have shown the need to create GIS pollution maps and systematic environmental monitoring of all Kazakhstan regions without exception.

Conclusion

The analysis showed that the state of atmospheric air in the area of mining operations, which affects the components of the environment, is determined by two factors:

- climatic features of the territory, which determine the conditions for the dispersion of polluting components;
- ingredient composition, pollutant emissions and characteristics of sources of harmful emissions.

The development and large-scale implementation of computer and information technologies, in matters of atmospheric air quality management, highlights the calculation methods for monitoring and forecasting atmospheric pollution in industrial areas both at the regional and national levels. In the literary sources there are relatively few data devoted to the problem of pollution and the study of the state of the air environment in the territory of ore production in Kazakhstan. In general, they are episodic, non-systemic. At the same time, in order to fulfill the obligations of Kazakhstan in Conventions on Long-range Transboundary Air Pollution⁶, the Paris Climate Agreement and the implementation of the doctrine of carbon neutrality until 2060

it is necessary to continue research on a systematic basis to ensure environmental monitoring and management of atmospheric air quality throughout the country and, in particular, in the industrial mining regions of Kazakhstan. Obtaining high-quality information on pollutant emissions is necessary for managing (forecasting) the flow of pollutants into the environment, planning measures to protect the atmospheric air, strategic planning for the development of sectors of the country's economy. The most acceptable for implementation model of atmospheric air quality management is based on the principles of Environmental Impact Assessment, which is widely

used in developed countries. This system allows for a reasonable combination of environmental and economic interests.

Acknowledgements

This research work was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan, Grant BR21882122. The authors would like to thank the anonymous reviewers and the editorial board of the journal for constructive comments, suggestions, and recommendations on the earlier version of the manuscript.

References

- A. Kulshrestha *et al.* Metal concentration of PM_{2.5} and PM₁₀ particles and seasonal variations in urban and rural environment of Agra, India Science of the Total Environment(2009)
- Ahmedova N.M., Hamraev R.B., Rahmanova D.N. Vozdejstvie gornogo proizvodstva na okruzhajushhuyu sredu. Materialy konferencii "Teplotehnika I informatika v obrazovanii, nauke i proizvodstve", Ekaterinbyrg, 2013 – 4 c. (in Russian) https://elar.urfu.ru/bitstream/tim_2013_03
- Alybaeva R.A., Berkinbaev G.D., Fedorov G.V. Jekologicheskaja ocenka sostojanija atmosfernogo vozduha goroda Ust'-Kamenogorska po dannym issledovanija soderzhanija tjazhelyh metallov v snegovom pokrove // Izvestija NAN RK. Serija biologicheskaja i medicinskaja. – 2008. – S. 65-68. (in Russian)
- Applications of meteorology to atmospheric pollution problems World Meteorological Organization (WMO) - WMO, 1987 (WMO-No. 672).
- Beresnevich P.V., Mihajlov V.A., Filatov S.S. Ajerologija kar'erov: spravochnik. M.: Nedra, 1990. 280 c. (in Russian)
- Berkinbaev G.D., Bensman V.A., Fedorov G.V., Ocenka zagrijaznenija territorii Kazahstana stojkimi organicheskimmi zagrijazniteljami. // TOO «Jekoservis-S» – 2008. (in Russian)
- Berljand M.E., Genihovich E.L., Onikul R.I. Modelirovanie zagrijaznenija atmosfery vybrosami ot nizkih i holodnyh istochnikov // Meteorologija i gidrologija. – 1990. – № 5. – C. 5-17. (in Russian)
- Bezuglaja Je.Ju. Monitoring sostojanija zagrijaznenija atmosfery v gorodah. – L.: Gidrometeoizdat, 1986. – 200 c. (in Russian)
- Bjulleten' VMO po kachestvu vozduha i klimatu, № 1 – sentjabr' 2021 g. (in Russian) https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10910
- Danilov A. S. Razrabotka distancionnyh metodov ocenki i prognoza sostojanija atmosfernogo vozduha na territorijah gornopromyshlennyh aglomeracij.-Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskikh nauk Sankt-Peterburg, 2019 (in Russian) <http://dlib.rsl.ru>
- Daulbaeva A.N. Analiz zagrijaznenija atmosfernogo vozduha gorodov Kazahstana // Novaja nauka: Problemy i perspektivy. – 2016. – № 10–2. – C. 20–23. (in Russian)
- Dawson J.L *et al.* Effects of air pollution from copper smelters on a desert grassland community Environmental and Experimental Botany (1980)
- Doktrina dostizhenija uglerodnoj nejtral'nosti RK do 2060 goda. (in Russian)
- Dolgosrochnoe planirovanie jenergeticheskoy sistemy. Analiz vypolnenija objazatel'stv po Parizhskomu Soglasheniju s ispol'zovaniem tehniko-jekonomicheskoy modeli TIMES dlja 1 regionov Kazahstana. Broshjura: A. Kerimraj, B. Sulejmenov, ChU «National Laboratory Astana» Nazarbayev University – Astana, 2016 – 44 s. (in Russian)
- Ezhegodnyj bjulleten' monitoringa sostojanija i izmenenija klimata Kazahstan, 2019 god. [Jelektronnyj resurs]. (in Russian) URL:<https://www.kazhydromet.kz/ru/klimat/ezhegodnyy-byulleten-monitoringa-sostoyaniya-i-izmeneniya-klimata-kazahstana?ysclid=124os733oa>
- Fetisova N.A. Ocenka jekologičeskogo sostoyaniya atmosfery krupnogo industrialnogo centra i osobennosti ego monitoringa: na primere g. Saratov.- Diss. na soiskanie uch.stepeni doc.teh.nauk, Saratov, 2001, (in Russian) <http://dlib.rsl.ru>
- Filonov A.V., Romanenko V.O. Jekologičeskie problemy predpriyatij gornorudnoj promyshlennosti // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. – 2016. – № 3. – S. 210-213(in Russian); URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=35850>, <http://elibrary.ru>
- Fiziko-himicheskie vozdejstviya na serosoderzhashhie gazy pri vedenii podzemnyh gornyh rabot: Monografija / N.A. Drizhd, R.K. Kamarov, T.K. Isabek, V.S. Portnov; Karagandinskij gosudarstvennyj tehniceskij universitet. – Karaganda: Izd-vo KarGTU, 2013. – 186 s. (in Russian)
- Gavin M. Mudd, Simon M. Jowitt, Timothy T. Werner The world's lead-zinc mineral resources: Scarcity, data, issues and opportunities. Ore Geology Reviews Volume 80, January 2017, pp. 1160-1190. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2016.08.010>.

GAW Report, 207. Recommendations for a Composite Surface-Based Aerosol Network World Meteorological Organization (WMO); Baltensperger U. - WMO, 2012.

GAW Report, 207. Recommendations for a Composite Surface-Based Aerosol Network European Network of Networks (ENAN) Workshop Emmetten, Switzerland, 28-29 April 2009, Published by: World Meteorological Organization (WMO) 2012 https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=7173

Global'nye obnovernnye dannye 2005 g. Kopenhagen: Evropejskoe regional'noe bjuro VOZ (in Russian) (https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_rus.pdf?sequence=4&isAllowed=y, po sostojaniju na 12 avgusta 2021 g.).

Gorlov V.D. Raschet velichiny zapylenija zemel', privilegijushhih k otval'nomu massivu // Gornyj zhurnal, 1990. № 7. C. 52-54. (in Russian)

Gouri Prabhakar, Armin Sorooshian, Emily Toffol, Avelino F. Arellano, Eric A. Betterton. Spatiotemporal distribution of airborne particulate metals and metalloids in a populated arid region <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.04.044>

Haojie Wang, Chenxuan Ju, Min Zhou, Jiaao Chen, Xiaoqing Kan, Yiqie Dong Haobo Hou Acid rain-dependent detailed leaching characteristics and simultaneous immobilization of Pb, Zn, Cr, and Cd from hazardous lead-zinc tailing Environ. Pollut. // Environmental Pollution, V 307, 15 August 2022, 119529 <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119529>

Hayes, Sarah M. Effects of mineral weathering and plant roots on contaminant metal speciation and lability in arid lead-zinc sulfide mine tailings at the Klondyke Superfund Site, Graham County The University of Arizona ProQuest Dissertations Publishing, 2010. 3402875. <http://www.secheresse.info> > s...

Hesek F. Maximum ground level pollutant calculations from elevated point source / Contrib. Geophys. Inst. Slov. Acad. Sci. - 1997. - № 17. - P. 54-64.

Ignatenko O.V., Noskova N.V. Ocenka vozdejstvija zolotodobyvajushhego predpriyatija na atmosfernyj vozduh // Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta. -2020.-t.1.- S. 254-259. (in Russian).

Istomin I.S., Dronin N.M. Ocenka potentsiala sokrashhenija vybrosov parnikovyh gazov v Kazahstane k 2030 g. v svjazi s ego objazatel'stvami v Parizhskom klimaticheskom soglashenii // Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Serija: Jekologija i bezopasnost' zhiznedatelj'nosti. 2019. T. 27. № 1. S. 7-16. (in Russian) <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2019-27-1-7-16>.

Ivanov, A. V. Snizhenie ajerozol'nogo zagryznenija atmosfernogo vozduha ot proizvodstvennyh ob'ektov OAO «Kovdorskij GOK». - Dissertacija na soiskanie uch.stepeni kand.teh. nauk, 2015, (in Russian) <http://dlib.rsl.ru>

Jakovleva N.A., Frankovskaja N.M., Limeshkina E.S., Bogomazova O.A., Al'murzaeva S.I. Kompleksnaja jekologo-gigienicheskaja ocenka territorii promyshlennoj ploshhadi byvshego aktjubinskogo himicheskogo zavoda (g. Alga). // Vestnik KazNU. Serija jekologicheskaja. - 2013. - №2/2 (38) - S. 415-420. (in Russian)

Jekologicheski kodeks Respubliki Kazahstan. Zakon Respubliki Kazahstan ot 2 janvarja 2021 goda № 400-VI (in Russian) <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2100000400>

Kabdylkadyrov A.A., Zubova O.A., Mukanova G.A., Dauletbaeva M.M., Voronova N.V. Ocenka dinamiki kachestva atmosfernogo vozduha g.Ust'-Kamenogorska za period 2009-2019 gody // Gidrometeorologija i jekologija. -2021.-№1, c.81-86. (in Russian) <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-dinamiki-kachestva-atmosfernogo-vozduha-g-ust-kamenogorsk-za-period-2009-2019-gody>

Kanatova, Zh. K. Analiz jekologicheskogo sostojanie okružhajushhej sredy gornodobyvajushhih regionov Kazahstana / Zh. K. Kanatova. // Molodoj uchenyj. — 2017. — № 14 (148). — C. 302-305. (in Russian) — URL: <https://moluch.ru/archive/148/41572/>

Karpov V. S., Panarin V. M., Gorjunkova A. A. Informacionno-izmeritel'naja sistema monitoringa zagryznenija prizemnogo sloja atmosfery promyshlenno razvityh regionov // Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tehnicheskie nauki. - 2012. - Vyp. 2. - C. 83-91. (in Russian)

Kulakova E.S., Safarov A.M., Nasyrova L.A., Mizgirev D.S. Poluchenie i ispol'zovanie dannyh operativnogo monitoringa atmosfernogo vozduha // Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Serija: Jekologija i bezopasnost' zhiznedatelj'nosti. - 2019. - T. 27. - №4. - C. 337-352. (in Russian) doi: 10.22363/2313-2310-2019-27-4-337-352

Meroney R.N. Dispersion in non-flat obstructed terrain and advanced modeling techniques / Plant. Oper. Progr. - 1992. - № 1. - P. 6-11.

Meshhurova T. A. Ocenka zagryznenija atmosfernogo vozduha Permskogo kraja // Vestnik NVGU. - 2020. - № 1 - C. 110-118. (in Russian)

Morozov A. E., Starodubceva N.I. Meteorologicheskie uslovija i zagryznenie atmosfery : uchebnoe posobie - Ekaterinburg: UGLTU, 2020. - 128 s. (in Russian) https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/9800/1/Morozov_20.pdf <https://elar.usfeu.ru>

Nasolovec, N. B. Zashhita atmosfery ot pyl'ezavoznyh zagryznenij na kar'erah i ugol'nyh razrezah Vostochnogo Zabajkal'ja, Diss.na soiskanie uch.stepeni kand.teh.nauk Chita, 2009 (in Russian).

Novorockij P.V. Meteorologicheskie uslovija i zagryznenie vozdušnogo bassejna Habarovska // Geografija i prirodnye resursy. - 1994. - № 4. - C. 59-63. (in Russian)

Ob utverzhenii Perechnja zagryznejajushhih veshhestv, jemissii kotoryh podlezhat jekologicheskomu normirovaniju. Prikaz Ministra jekologii, geologii i prirodnyh resursov RK ot 25 ijunja 2021 goda № 212 (in Russian)

Ob utverzhenii Trebovanij k otchetnosti po rezul'tatam proizvodstvennogo jekologicheskogo kontrolja. Prikaz Ministra jekologii, geologii i prirodnyh resursov RK ot 10 marta 2021 goda № 63; (in Russian)

Omarova M.N., Cherepanova L.Ju., Tahanova G.K., Glubokovskih L.K. Kompleksnaja ocenka zagryznenija atmosfernogo vozduha krupnogo promyshlennogo goroda // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. - 2016. - Vyp. 12. - C. 822-827. (in Russian)

Onikul R.I. Metodologicheskie osnovy razrabotki obshhegorodskih dolgosrochnyh kompleksnyh programm atmosferoohrannyh meroprijatij. // Voprosy ohrany atmosfery ot zagryznenija. NPK «Atmosfera» pri GGO im. A.I. Voejkova. - SPb, 1998. - Vyp. № 2 (18) - C. 5-68. (in Russian)

Predel'no-dopustimye koncentracii zagryaznjajushhih veshhestv v atmosfernom vozduhe naselennyh mest (Prilozhenie 1 k prikazu Ministra nacional'noj jekonomiki Respubliki Kazahstan «Ob utverzhenii Gigienicheskikh normativov k atmosfernomu vozduhu v gorodskih i sel'skih naselennyh punktah» ot 28 fevralja 2015 goda № 168) (in Russian)

Principy upravlenija kachestvom vozduha v Evropejskom Souze (in Russian) <https://wecoop.eu/uploads/2020/05/1.-Air-q...>

Punia A. Role of temperature, wind, and precipitation in heavy metal contamination at copper mines: a review. *Environmental Science and Pollution Research* V. 28, p.4056–4072 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11580-8>

Puring S.M. Razrabotka jekologo-tehnicheskikh jelementov upravlenija kachestvom atmosfernogo vozduha gorodov.-Dissertacija na soiskanie uch.st.kand. tehn. nauk, Samara, 2004 (in Russian) <http://dlib.rsl.ru>

Pushilina Ju. N. Sovershenstvovanie metodov modelirovanija i monitoringa zagryaznenija atmosfernogo vozduha gornopromyshlennyh regionov.-Diss. na soiskanie uch.st.kand.teh.nauk, Tula, 2011. (in Russian) <http://dlib.rsl.ru>

Pushilina Ju.N. Razrabotka sistemy avtomatizirovannogo monitoringa atmosfery v yrbazirovannyh territoriyah//Mashinostroe- nje i bezopasnost zhiznedeyatel'nosti.- 2014.- №.3- S. 28-34, (in Russian) <http://elibrary.ru>

Rafikova Ju.S., Semenova I.N. Jekologicheskoe sostojanie atmosfernogo vozduha gornorudnyh rajonov respubliki Bashkortostan // Sovremennye naukoemkie tehnologii. – 2010. – № 9. – S. 112-113; (in Russian) <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=25372>

Rekomendacii VOZ po kachestvu vozduha, kasajushhiesja tverdyh chastic, ozona, dvoukisi azota i dvoukisi sery, 2021. Zagryaznenie atmosfernogo vozduha (in Russian) <https://who.int>

Rezolucija WHA68.8. Zdorov'e i okruzhajushhaja sreda: reshenie problemy vozdejstvija zagryaznenija vozduha na zdorov'e. Shest'desjat vos'maja sessija Vsemirnoj assamblei zdavoohranenija, Zheneva, 18–26 maja 2015 g. Zheneva: Vsemirnaja organizacija zdavoohranenija (https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA68-REC1/A68_2015_REC1-ru.pdf, po sostojaniju na 12 avgusta 2021 g.).

Rogalev V.A. Normalizacija atmosfery gornorudnyh predpriyatij. – M.: Nedra, 1993.-240 s. (in Russian)

Rukovodstvo po ocenke otchetov OVOS gornorudnyh proektov. Vsemirnyj Al'jans Jekologicheskogo Prava, 2010 <https://www.elaw.org/files/mining-eia-guidebook>. (in Russian)

Rusanov Ju.V. Meteorologicheskie uslovija zagryaznenija atmosfery nad Tomskoj oblast'ju // Geografija i prirodnye resursy. – 1992. – № 3. – C. 60- 65. (in Russian)

S Mohr, D Giurco, M Retamal, L Mason, G Mudd Global projection of lead-zinc supply from known resources. *Resources*, 2018, 7(1),17 <https://doi.org/10.3390/resources7010017>.

Sammit po meram v oblasti izmenenija klimata 2019 goda (in Russian) <https://www.un.org/ru/climatechange/un-climate-summit-2019.shtml>

Sarah Hayes M., Scott A. White, Thomas Thompson L. , M. Maier Raina , Chorover Jon Changes in lead and zinc lability during weathering-induced acidification of desert mine tailings: Coupling chemical and micro-scale analyses <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2009.09.010>

Savitskaya T.V. Sistemnyj analiz i upravlenie bezopasnostji himicheskikh proizvodstvom s ispolzovaniem informacionnyh tehnologij. Diss.na soiskanie uch.stepeni doc.teh.nauk, Moskva, 2004, (in Russian) <http://dlib.rsl.ru>

Selejev T.S, Jurchenko I.P. Potencial rasseivajushhej sposobnosti atmosfery. // Geografija i prirodnye resursy. – 1990. – № 2. – C. 132-137. (in Russian)

Selejev T.S., Filonenko N.N., Lenkovskaja T.N. O metodike opredelenija meteorologicheskogo potenciala zagryaznenija atmosfery // Optika atmosfery i okeana. – 2015. – № 8. – S. 725–729. (in Russian) <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Skopin A.N. Svjazivanie pyli jekologicheski bezopasnymi sostavami veshhestv na otkrytyh pyljashhih poverhnostjakh ugledobyvajushhih predpriyatij: Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni d.t.n. / Rossijskaja akademija nauk, institut problem kompleksnogo osvoenija nedr. – M., 1993. – 40 s. (in Russian)

Sustainable Development Goals. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/>

Svinuhov V.G. Jekologija atmosfery gorodov Primorskogo kraja. – Vladivostok: DVU, 1997. –137 s.

Tao Chen, Xiao-Cui Wen, Li-Juan Zhang, Shu-Cheng Tu, Jun-Hao Zhang, Ruo-Nan Sun, Bo Yan The geochemical and mineralogical controls on the release characteristics of potentially toxic elements from lead/zinc (Pb/Zn) mine tailings <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120328>.

Taylor M.P. *al.* Soil Cd, Cu, Pb and Zn contaminants around Mount Isa city, Queensland, Australia: potential sources and risks to human health *Applied Geochemistry* (2010)

Tsyplakova E.G., Potapov A.I. Ocenka sostojanija i upravlenie kachestvom atmosfernogo vozduha. -Nestor-Istorija, 2012, 560s. (in Russian)

Vizenko O.S. Potencial rasseivajushhej sposobnosti atmosfery Pribajkal'ja // Geografija i prirodnye resursy. – 1993. – № 1. – C. 64-67. (in Russian)

WHO Regional Office for Europe (1987). Air quality guidelines for Europe. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/107364>, accessed 25 June 2021).

Zajceva N.V., Maj I.V., Klejn S.V., Gorjaev D.V. Metodicheskie podhody k vyboru toček i programm nabljudenija za kachestvom atmosfernogo vozduha v ramkah social'no-gigienicheskogo monitoringa dlja zadach federal'nogo proekta «Chistyj vozduh» // Analiz riska zdorov'ju. – 2019. – № 3. – C. 4–17. (in Russian) DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.01

4-бөлім
**РЕКРЕЦИЯЛЫҚ ГЕОГРАФИЯ
ЖӘНЕ ТУРИЗМ**

Section 4
**RECREATION GEOGRAPHY
AND TOURISM**

Раздел 4
**РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ
И ТУРИЗМ**

Zh.N. Aliyeva^{1,*} , M.G. Adilbek² ,
I. Akbar¹ , Zh.B. Aliyeva³ 

¹Al Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

²Narxoz University, Kazakhstan, Almaty

³Jean-François Champollion National University Institute, France, Albi

*e-mail: aliyevalzhannat@kaznu.kz

EVALUATION OF TOURIST AND RECREATIONAL RESOURCE POTENTIAL FOR ECOTOURISM DEVELOPMENT: A CASE STUDY OF SOUTH KAZAKHSTAN

This article is devoted to the development and use of the natural environment for ecotourism purposes, which is one of the most actual problems of our time. In this context, the development of such types of nature conservation tourism, such as eco-tourism, is a particularly important task. Besides, ecotourism today represents one of the fastest growing sectors of the world industry of tourism. Kazakhstan possesses big possibilities for organization of this kind of tourism. In particular, Southern Kazakhstan is the most attractive from the ecotourist point of view. Therefore, the authors have carried out work on an assessment of the potential of tourist and recreational resources of Southern Kazakhstan for the purposes of ecotourism development. The relevance of the theme of the study increases due to the fact that South Kazakhstan, with its great potential for the development of ecotourism, is at the same time the most densely populated region of Kazakhstan. Therefore, the development of ecotourism in this region should be considered as one of the priority ways to reduce the negative impact on ecological systems as a result of tourism activities. In this article natural and socio-economic recreational resources of ecotourism are analyzed and systematized, and also zoning of considered region on a degree of saturation by objects of tourist service is conducted, the total tourist-resource potential on which basis perspective areas on development of ecotourism are defined, the attractiveness map of tourist-recreational resources of Southern Kazakhstan is made.

Key words: ecotourism, South Kazakhstan, natural tourist and recreational resources, socio-economic tourist and recreational resources, tourism infrastructure, zoning.

Ж.Н. Алиева^{1,*}, М.Г. Әділбек², И. Акбар¹, Ж.Б. Алиева³

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

Нархоз университеті, Қазақстан, Алматы қ.

Жан-Франсуа Шампольон Ұлттық университетінің институты, Франция, Альби қ.

*e-mail: aliyevalzhannat@kaznu.kz

Экотуризмді дамыту үшін туристік-рекреациялық ресурстардың әлеуетін бағалау: Оңтүстік Қазақстан мысалында

Бұл мақала қазіргі заманның ең өзекті мәселелерінің бірі болып табылатын табиғи ортаны экотуристік мақсатта дамытуға және пайдалануға арналған. Бұл тұрғыда экологиялық туризм сияқты табиғатты қорғау және дамыту аса маңызды міндет болып табылады. Сонымен қатар, экотуризм бүгінгі таңда әлемдік туризм индустриясының ең жылдам дамып келе жатқан секторларының бірі. Қазақстан туризмнің осы түрін ұйымдастыру үшін үлкен мүмкіндіктерге ие. Атап айтқанда, Оңтүстік Қазақстан экотуристік тұрғыдан ең тартымды болып табылады. Сондықтан авторлар экотуризмді дамыту мақсатында Оңтүстік Қазақстанның туристік-рекреациялық ресурстарының әлеуетін бағалау бойынша жұмыс жүргізді. Зерттеу тақырыбының өзектілігі экотуризмді дамыту үшін орасан зор әлеуетке ие Оңтүстік Қазақстан сонымен қатар Қазақстанның ең тығыз қоныстанған өңірі болып табылатындығына байланысты даму деңгейі артып келеді. Сондықтан осы өңірде экотуризмді дамытуды туристік қызмет нәтижесінде экологиялық жүйелерге теріс әсерді төмендетудің басым жолдарының бірі ретінде қарастырған жөн. Бұл мақалада экотуризмнің табиғи рекреациялық және әлеуметтік-экономикалық ресурстары талданды және жүйеленді, сондай-ақ қарастырылып отырған өңірді туристік қызмет көрсету объектілерімен қанықтыру дәрежесі бойынша аудандастыру жүргізілді, жиынтық ретінде туристік-ресурстық әлеует айқындалды. Оның негізінде экотуризмді дамыту бойынша

перспективалы аудандар айқындалды және де Оңтүстік Қазақстанның туристік-рекреациялық ресурстарының тартымдылығының картограммасы жасалды.

Түйін сөздер: экотуризм, Оңтүстік Қазақстан, табиғи туристік-рекреациялық ресурстар, әлеуметтік-экономикалық туристік-рекреациялық ресурстар, туристік инфрақұрылым, аудандастыру.

Ж.Н. Алиева^{1*}, М.Ғ. Әділбек², И. Акбар¹, Ж.Б. Алиева³

¹Қазақский национальный университет им. аль-Фараби, Қазақстан, г. Алматы

²Университет Нархоз, Қазақстан, г. Алматы

³Институт Национального университета Жана-Франсуа Шампольон, Франция, г. Альби

*e-mail: aliyeva.zhannat@kaznu.kz

Оценка потенциала туристско-рекреационных ресурсов для развития экотуризма: на примере Южного Казахстана

Данная статья посвящена развитию и использованию природной среды в экотуристских целях, что является одной из самых актуальных проблем современности. В этом контексте развитие таких видов природоохранного туризма, как экологический туризм, является особо важной задачей. К тому же экотуризм на сегодняшний день представляет собой один из наиболее быстрорастущих секторов мировой индустрии туризма. Казахстан обладает большими возможностями для организации данного вида туризма. В частности, Южный Казахстан является наиболее привлекательным с экотуристской точки зрения. Поэтому авторами была проведена работа по оценке потенциала туристско-рекреационных ресурсов Южного Казахстана для целей развития экотуризма. Актуальность темы исследования возрастает в связи с тем, что Южный Казахстан, обладая огромным потенциалом для развития экотуризма, в то же время является наиболее плотно заселенным регионом Казахстана. Поэтому развитие экотуризма в данном регионе следует рассматривать как один из приоритетных путей снижения отрицательного воздействия на экологические системы в результате туристской деятельности. В данной статье проанализированы и систематизированы природные и социально-экономические рекреационные ресурсы экотуризма, а также проведено районирование рассматриваемого региона по степени насыщенности объектами туристского обслуживания, определен совокупный туристско-ресурсный потенциал, на основе которого определены перспективные районы по развитию экотуризма, составлена картограмма привлекательности туристско-рекреационных ресурсов Южного Казахстана.

Ключевые слова: экотуризм, Южный Казахстан, природные туристско-рекреационные ресурсы, социально-экономические туристско-рекреационные ресурсы, туристская инфраструктура, районирование.

Introduction

The International Ecotourism society defines ecotourism as responsible travel to natural areas which conserve the environment, support the well-being of the local community and involve sightseeing and educational activities. Natural-geographical factors in the development of tourism are reflected in the geographical location (the banks of rivers, lakes and seas), in underground resources (mineral waters, caves, etc.), in flora and fauna and in beautiful rich nature. The natural and geographical conditions of the object play a decisive role in the choice of the tourist destination. The wealth of natural resources and the possibility of their use have a huge impact on the tourism development rate (AZBANTAYEVA, SAGYNBAYEVA, SAGATBAYEV, & PASHKOV, 2022). As one of the important components of the tourism system, the evaluation of tourist attractions is very impor-

tant for the planning and operation of the tourism sector (Nguyen, To, Nguyen, & Tran, 2023). In order to achieve a balance among the various components of tourism development, it is necessary to carefully consider and develop methodologies and integrated approaches to assess the prerequisites and prospects for utilizing tourism as a systemic factor ensuring sound economic and social development (Gamidullaeva, Vasin, Tolstykh, & Zinchenko, 2022).

Natural resources are “the mineral, plant, and animal formations of the earth’s biosphere to produce oxygen, filter water, prevent erosion, or provide other ecosystem services.” (Neverov, Masilevich, & Ravino, 2020). Ecological resources are “ecosystem resources capable of maintaining and reproducing ecological balance and associated ecological benefits.” (Neverov, Derevyago, & Neverov, 2010), these are especially relevant in the context of sustainable tourism development. Recreational re-

sources are considered a part of natural and cultural resources to provide recreation as a means of maintaining and restoring the human capacity for work and health. Recreational natural resources related to the field of tourism can be considered from the point of view of the possibility of using general natural and recreational resources in tourism activities without harming the territory itself and, accordingly, the population (Gamidullaeva et al., 2022).

Socio-economic resources are social relations between people or groups of people associated with a certain area, whose life activity is promoted along with sustainable development. An important component of social resources is related to kinship, relationships between representatives of a certain territory, networks of informal relations between contractors of business relations, common interests, needs, etc. which are all system of social relations to be described. As for the tourism industry, this potential can be demonstrated by specific national-cultural foundations and the goodwill of the local population, as well as the existence of guarantees for the safety and comfort of tourists (Gamidullaeva et al., 2022).

The infrastructural potential is a system of material objects with extensive internal (between infrastructure objects of the same or different types) and external (with other objects of the regional economic environment) connections (Malafeev & Baskakova, 2017). It is a set of requirements, norms, rules and regulations that affect business processes in the region and establish the rules of interaction between entities, as well as aspects related to transport security and logistics access. These types of tourism potential are characterized by the presence of modern tourism infrastructure; the number of tourist enterprises, including their ability to accommodate a large number of tourists and satisfy their needs; satisfactory transport infrastructure; and the availability of a sufficient number and range of tourism products, etc. (Savelyeva & Tolstoguzova, 2008).

The potential for the development of tourist and recreational activities in a certain territory is characterized by the presence of tourist resources there. Such resources include natural, historical, and socio-cultural objects, which include the basic objects necessary for tourists, as well as other objects capable of satisfying the spiritual and other needs of tourists, supporting their lives, and restoring and developing their physical activity. Their quality, location in space and degree of provision determine the natural tourist and recreational potential of the territory, and their rational implementa-

tion is a very important scientific and practical task facing the tourism business and tourism science in the current socio-economic conditions (Erdavletov S. R., Aliyeva Zh. N., & Zhumadilov A. R., 2019). Identification and assessment of regional tourist and recreational resources and their features is one of the most important issues in the development of tourism in Kazakhstan. In particular, we can mention the territory of South Kazakhstan. And it is an important part of studying the suitability of the region for the purpose of development of recreation and ecological tourism. In Western countries, ecotourism is widely spread through the concept of sustainable development. Ecotourism is an alternative to mass tourism and meets the principle of meeting the needs of today's generation without harming future generations. Currently, ecotourism is one of the most rapidly developing types of tourism, which is an indicator of the development of public consciousness in an ecological sense (Aliyeva Zh. N., 2019). The basis of the scientific development and relevance of the problem is the study of the two territories as separate ecotourism destinations on the basis of the division of the former Almaty province in Kazakhstan today into Almaty and Zhetisu provinces.

Many scientists are looking for evaluation criteria for the natural potential for recreation and ecological tourism. Among such studies, it is worth noting the work of L.I. Mukhina "Principles and Methods of Technical Evaluation of Natural Compounds" (Mukhina, 1973). L.I. Mukhina places the issue of recreational assessment among social issues. It is possible to evaluate the objects of ecological tourism on the basis of blocks of natural tourist-recreational, socio-economic and tourist-economic facilities. The article analyzed the area using the point evaluation proposed by M. Mileskoi (1967) in determining the ecotourism attractiveness of the natural landscapes of South Kazakhstan, considering the natural prerequisites (topography, climate, water resources, flora and fauna).

In order to determine what issues should be prioritized in the development of regional ecotourism in Kazakhstan, it is necessary to assess the resources available to each region. However, regional climate, existing industrial infrastructure and current socio-economic conditions are unique to each region. From such a natural point of view, we can see the studies of the tourist flow and the recreational potential of the region in the works of Yegorova E. N. and Motrich O. V. In their research tourism opportunities are defined as a combination of natural, climatic, historical, cultural, social and economic

resources in a particular place. The authors take into account that the sum can be changed because depending on the tourism in the region, tourists can use different resources (Egorova E. N. & V., 2010).

During the study and assessment of ecological tourism in South Kazakhstan, we reviewed the works of several other foreign scientists and researchers. In particular, (Bavykin E. N. & M., 2015; Komarov M. E., 2015; Kulakov L. I. & A., 2017; Kulgachev I., Zaitseva N., Larionova A., Yumatov K., & L., 2017) and (E. Kusen & P. Tadei, 2003) developed their own method of classification of the tourist resource base. They proposed the possibility of determining the tourism attractiveness of the destination and then adding it to the tourism product based on its evaluation and importance. And (M. Rivero, 2016) present a graded response model (GRM), which allows for establishing a hierarchy of resources by creating a continuous latent scale.

Materials and methods

South Kazakhstan region is one of the most developed regions of the Kazakhstan Republic in the economic and tourist spheres. This economic district includes Zhetisu, Almaty, Zhambyl, Turkistan and Kyzylorda provinces (Figure 1). Its territory is 712.2 thousand square kilometers. The region of South Kazakhstan occupies a huge territory from the Aral Sea in the west, to the Dzungar Gate in the east, and from Lake Balkash and the Betpak steppe desert in the north to the borders of China, Kyrgyzstan and Uzbekistan in the south of the republic. The territory of South Kazakhstan stretches for about 2000 km from west to east and about 700 km from north to south. The size of its territory takes second place in the republic after the West Kazakhstan region. There are many ecotourism destinations that are located in the southern regions of Kazakhstan. Most of them cover the north-western mountain chains of the Tian-Shan mountain (Akbar & Yang, 2022). One of the most important ecotourism destinations in the South Kazakhstan region is the Aksu-Zhabagyly State Nature Reserve, which is included in the list of natural world heritage by UNESCO, and it is located in the territory of one of our research areas, Turkistan Province (Akbar et al., 2022).

Almaty Oblast (AlmP): There are “very fashionable” unique stock links of tourist demand in accordance with modern requirements in the Almaty province. According to the international program, the main 23 landscape-recreational zones of different functional significance have been established in

the territory of the region at a suitable level and in different sizes for year-round tourist-recreational activities. Ecotourism resources in Almaty province mainly include reserves, national parks, small reserves, natural monuments and state-registered hunting. For example, Balkash State Nature Reserve, Sharyn Shagan Grove State Natural Monument, Shynturgen Spruce State Natural Monument, Singing Sand State Natural Monument, Medeu Gorge, Esik Fortress, Golden Man and Tamgaly Archaeological Complex (included in the UNESCO list of cultural heritage), etc (<https://visitkazakhstan.kz>).

Turkistan Oblast (TurP): Turkistan Province is one of the golden places that unite and bring together Turkic countries. One of the main directions of the tourism cluster of TurP is convenient to transport routes. The city of Turkestan, the capital of the province, is a symbol of cultural and historical tourism. The city has a lot of entertainment centers, modern hotels, cultural and historical centers, drama theaters, restaurants, water parks, sports and recreation facilities, markets and eco-tourism facilities for guests and residents. The mausoleum of Khoja Ahmet Yasawi (included in the UNESCO list of cultural heritage), ancient Otyrar, Sauran towns, Arystan bab mausoleum in Otyrar district, Akmeshit cave in Baidibek Bi district, Aksu-Zhabagyly, Karatau nature reserves, Sairam-Ogem state national park in TurP are the main resources of tourism (<https://7kun.kz>).

Zhetisu Oblast (ZheP): Zhetisu Province is considered one of the most important regions in the Republic of Kazakhstan in terms of tourist flow. In the territory of the region, beach tourism is developed on the shores of Alaköl and Balkash lakes, ecological tourism is developed in the state national natural parks “Zhungar Alatau” and “Altyn Emel”, and mountain tourism is developed in Zhungar Alatau. There are tourist objects such as the Alaköl and Balkash coasts, “Altyn Emel” and “Zhungar Alatau” state national natural parks, Korin Gorge and Burkhan Bulak waterfall. The natural and climatic conditions of Zhetisu are suitable for the development of various types of tourism. Among them, there is an opportunity to develop recreational, cultural-historical, health-rehabilitation, eco, agro and sports tourism (<https://qazaqstan.tv>).

Kyzylorda Oblast (KyzP): Kyzylorda province has a lot of natural, historical and socio-economic recreational resources for tourist excursion purposes (Aidarov, 2015). KyzP differs from other regions of the Republic in its nature, socio-economic and his-

torical conditions. This region is geographically located within the Turan basin, on the western slope of Karatau, in the lower reaches of the Syrdarya River. The northern branch of the Great Silk Road passed through the territory of the province. Chinese silk and Indian precious stones were delivered to Europe

and Great Siberia through this region. The convenience of the settled area has a great influence on the development of tourism. Based on the interest and demand of tourists, there are many opportunities to organize historical, cultural-artistic, eco- and ethno-tourism in this province.

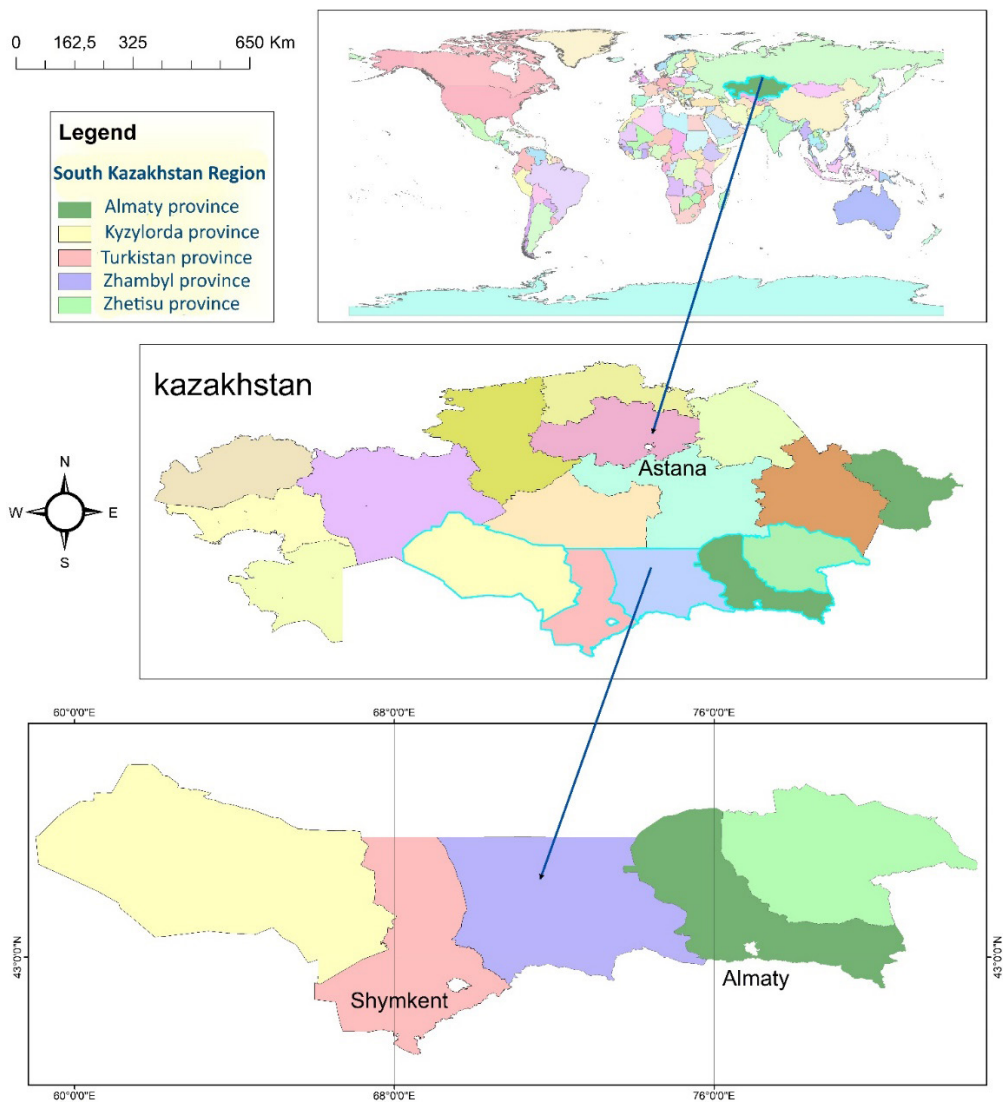


Figure 1 – The map of the south Kazakhstan region. © Imanaly Akbar

Zhambyl Oblast (ZhaP): Zhambyl Province ranks 10th in the Republic of Kazakhstan in terms of area and 5th in terms of population. The possibilities of tourism development in ZhaP are primarily determined by the tourist potential, which consists of a group of attractive sights for tourists. Thus, the tourist potential of ZhaP is determined by the following main groups of visual objects: a)

natural-recreational; b) historical and cultural; c) sacred places of worship; d) medical treatment; e) gastronomy; f) crafts; g) musical (Ableeva, 2020). The natural and recreational sights of ZhaP can be directed toward the development of ecological, natural-cognitive, scientific, and mountain tourism, as well as to the development of water recreation. The region has a rich history and many

historical monuments due to the fact that it is on the ancient Silk Road Sayram – Taraz – Aksholak – Akyrtobe – Kulan – Merki – Shu – Aspara – Kordai. Among them, “Aisha Bibi”, “Babazhi Katyn”, “Karakhan”, “Davitbek” and the mysterious town “Akyrtas” contribute to the development of historical and cultural tourism in the country, while the wonderful landscape for ecotourism and fishing affects the development of domestic and inbound tourism (<https://visitkazakhstan.kz>).

Determining the ecotourism attractiveness of natural landscapes in South Kazakhstan, we chose the assessment method of the territory by means of a score evaluation proposed by M. Mileskoi (1967). The classification of natural landscapes in the administrative regions of South Kazakhstan was made according to the given methodology.

During the recreational assessment of the natural tourist and recreational potential, the following stages should be noted:

- determination of the form of evaluation – natural complexes and their components and properties;
- identification of subjects from the point of view of assessment;
- development of price measurements defined as the scale and purpose of the research and the property of the subject;

- improvement of the parameters of the graded assessment scale;
- drawing up a regionalization map.

The classification of natural landscapes of the administrative regions of South Kazakhstan was made according to the given methodology. The result of the classification of the landscape type is the sum of the evaluation points for terrain, water, forests, the animal world and additional attractive natural objects (nature monuments, reserves, sanctuaries, national parks, etc.).

Taking into account the four-step rating scale from 0 to 3 points, we define 4 types of the tourist attractions for the territory:

- 3 points – very suitable;
- 2 points – suitable;
- 1 point – low suitable;
- 0 points – unsuitable.

Very suitable – landscapes that have the ability to create conditions for all types of long and short-term recreation, that is a landscape with all components of the natural complex. Suitable – a landscape in which one component of the complex is missing (for example, mountains). Low suitable – only 1-2 components of the complex. An unsuitable landscape is a landscape that does not have any attractive components for recreation or tourism at all (Aliyeva Zh. N., 2019).

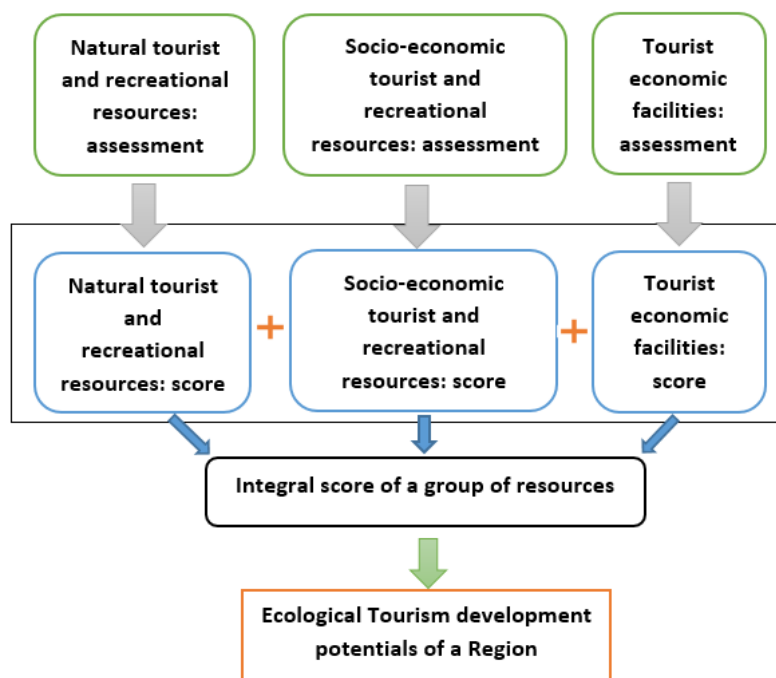


Figure 2 – An assessment model of ecological tourism development potentials. © Imanaly Akbar

The cartographic materials and data collected under the block “Natural tourist and recreational resources” represent the information necessary for the organization of work at the second stage of using the cartographic method in the intermediate study of the tourist attractiveness of the natural resources of the district. When considering the natural prerequisites (relief, climate, water resources, flora and fauna) and determining the tourist attractiveness of natural resources, we used both the description method and the point assessment method proposed by M. Mileska (Erdavletov S.R., Zhylybayeva M.I., & Sh., 2009).

Our main goal in this research is to assess the potential of ecological tourism in the southern regions of Kazakhstan. In order to achieve this goal, we will evaluate the resources necessary for the development of eco-tourism according to the three main groups shown in the model in Figure 2. First of all, we will calculate the scores of the classified needs in three groups separately, then we will create a new group of resources by taking the sum of the scores of the individual groups, and finally, we will evaluate the potential of the region for the development of eco-tourism using the total scores of the identified groups of resources.

Results and discussion

The potential of natural tourism and recreation resources was classified according to their attractiveness for recreation and ecotourism. The classification of natural landscape types in five regions of the territory was carried out according to this

methodology. The result of the classification of landscape types was the sum of the points used to evaluate the terrain, water, forests and additional attractive objects of nature. On a scale from 0 to 3 points, five regions with different types of landscape were identified, as shown in Table 1. The applied system of assessment of natural conditions and resources made it possible to compare different areas and identify potential.

The table is filled in the following way: the total score of the landscape type is calculated by the number of landscape contours in the given points (where the sum of points is multiplied by the set number of contours). According to M. Mileskaya’s methodology, a three-level scale of landscape assessment for recreation and tourism was adopted: very suitable (3 points); suitable (2 points); unsuitable (1 point). For example (for the TurP), 1 point * 2=2., the number 2 is written in the first column; or 2 points * 3=6., the number 6 is written in the second column; or 3 points * 3=9., the number 9 is written in the third column. The most attractive landscapes with ideal conditions for all types of long and short vacations are rated with 3 points. These include plains, forest-steppe landscapes, mountain forests and river floodplains. Landscapes with favorable conditions (2 points) are suitable for all types of short-term individual and mass recreation. They include steppe landscapes of plains and mountains, sea coasts, lakes and reservoirs. Landscapes with unfavorable recreation conditions (1 point) include dry steppe, dry steppe plains, semi-desert small hills and semi-desert flat landscapes.

Table 1 – Coverage of South Kazakhstan with natural tourist and recreational resources

South KZ Regions	Landscape types			Natural monuments	State nature reserve	Regional nature reserve	National parks	Arboretum	Botanical gardens	Bodies of water of state significance	Origins of mineral waters	Professional hunting animals	Total
	1point	2 point	3 point										
TurP	2	6	9	-	2	5	1	1	-	-	5	6	36
AlmP	2	24	14	4	2	4	4	1	2	4	-	15	72
ZheP	2	22	9	-	-	4	-	-	-	-	-	6	42
ZhaP	-	6	18	-	1	3	-	-	-	1	2	8	37
KyzP	8	-	12	-	1	2	-	-	-	1	-	7	30

Note: compiled by authors based on data sources from (<https://www.stat.gov.kz>)

The number of objects marked from the 5th to the 12th column is counted for 1 point. For example, 2 nature reserves on the territory of the district are calculated for 2 points; or if there are 3 types of commercial animals in the territory, then 3 points will be given to it, and so on.

13 columns are the evaluation scale that is the basis for making a final assessment. Based on this, natural tourist and recreational resources in the regions of Kazakhstan can be divided according to the degree of tourist attractiveness. After analyzing the

last columns (13), we created a four-step equal interval rating scale. Intervals are above 60, 40-60, 20-39 and below 20 as shown in Figure 3.

A map of the attractiveness of the natural tourist and recreational resources of South Kazakhstan was created using the above interval rating scale (Figure 3). Landscapes with tourist attractions were presented with a different color background, which describes different attractiveness levels of natural tourist and recreational prerequisites in the region.

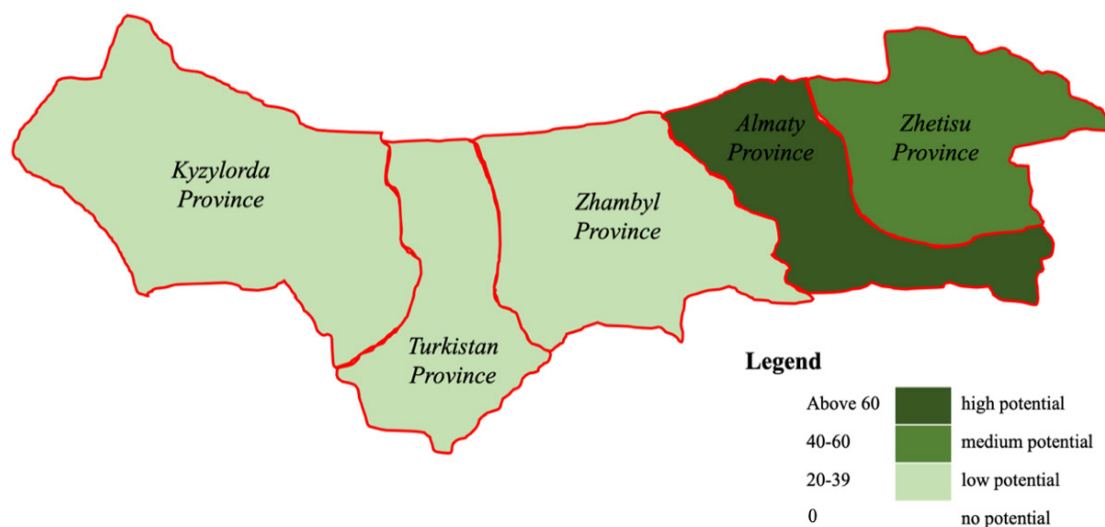


Figure 3 – Attractiveness of tourist and recreational resources of South Kazakhstan
Note: Compiled by authors based on data from (Table 1)

According to the conducted study, the rank of the regions in terms of natural tourist and recreational resources in South Kazakhstan was determined. In terms of natural tourist and recreational resources, we attribute Almaty province to regions with high potential, Zhetisu province to the regions of medium potential, and Zhambyl, Turkistan and Kyzylorda provinces to the regions with low potential.

The concept of recreational resources includes anthropogenic objects and phenomena other than the components of the natural complex. However, regardless of the importance of cultural and historical objects in tourist-recreational resources, natural conditions have priority because they are the material basis of tourism and recreation development. Therefore, the assessment of the natural structure of recreational resources is widely covered in the geographical literature of domestic and foreign researchers. In other words, the assessment of socio-economic recreational resources is less developed

than the assessment of natural recreational resources.

“Socio-economic recreational resources” include historical and cultural objects (monuments and commemorative places, museums, exhibitions, etc.) and other cultural attractions located in nature. These resources are also divided into material and spiritual, movable and immovable. Types of socio-economic recreational resources were selected depending on the scope of the main environmental tourism research: archaeological monuments, architectural monuments, sacred objects, monumental art constructions, museums in nature and petroglyphs (Table 2).

The next important stage of the evaluation of cultural and historical objects is typology (including uniqueness, recognition, attractiveness, educational value, and external appearance) based on their recreational value. The attractiveness of socio-economic facilities for recreational purposes is also determined by the time limit required to visit them.

Table 2 – Coverage of South Kazakhstan with socio-economic recreational resources

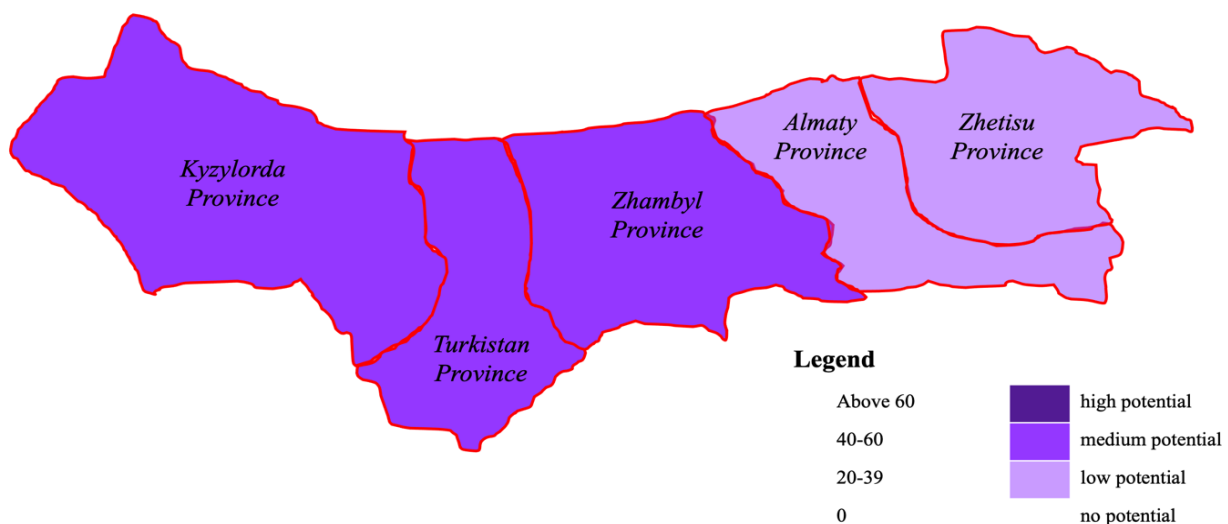
South KZ Regions	Archaeological sites	Architectural monuments in nature	Sacred places in nature	Memorial art construction in nature	Nature museums	Petroglyphs	Natural heritage monuments	Mausoleums	Temples and mosques	Medieval city/town centers	Total
TurP	6	12	-	-	6	2	2	6	15	5	54
AlmP	3	-	-	1	11	4	3	-	12	2	36
ZheP	2	2	-	1	5	8	1	1	10	1	31
ZhaP	13	5	-	1	3	4	-	2	12	4	44
KyzP	7	7	11	-	2	1	-	5	9	3	45

Note: compiled by authors based on data sources from (<https://www.stat.gov.kz>)

Analyzing the data in the total points column of Table 2, setting an interval of the same size accordingly, a 4-step scale was created: from high to low (for example, above 60, 40-60, 20-39, below 20).

A map of the capacity of socio-economic recreational resources in the territory of South Kazakhstan was compiled using the interval rating scale shown above (Figure 4). The capacity of socio-economic recreational resources on the territory of the region

is presented with a different color background. According to the conducted research, the rank of regions was determined based on the capacity of socio-economic recreational resources in South Kazakhstan. Zhambyl, Kyzylorda and Turkistan provinces are considered medium potential regions for the capacity of socio-economic recreational resources, whereas Zhetisu and Almaty provinces have low potential.


Figure 4 – Capacity of socio-economic recreational resources of South Kazakhstan

Note: Compiled by authors based on data from (Table 2)

The tourist economic facilities play a key role in the territorial system as one of the main elements of the tourist offer. The suitability of the territory for the development of tourist movements is assessed not only by natural and cultural values but also by the development level of its tourist economic facilities. Tourist economic fa-

cilities can be divided into two main categories such as direct and indirect. They are closely related. Institutions and objects for providing services to tourists can be attributed to the group of direct tourist facilities, for example, campsites, hotels, camping, special roads, transportation centers, etc.

Table 3 – Coverage of South Kazakhstan with tourist economic facilities

South KZ Regions	Travel agencies	Accommodation facilities	Airports	Railway stations	Bus stations	Service stations	Gas stations	Catering establishments	Large commercial fishing sites	Hunting bases	Large supermarkets	Customs ports	Ski resorts	Health camps	Total
TurP	101	104	1	24	32	8	28	193	12	2	8	2	-	17	532
AlmP	197	179	2	42	9	6	56	345	37	18	17	1	4	6	919
ZheP	123	80	1	30	8	8	41	240	4	3	6	3	-	4	551
ZhaP	30	62	1	46	-	6	35	155	26	6	4	4	-	4	379
KyzP	11	58	1	53	14	7	41	125	4	10	4	-	-	9	337

Note: compiled by authors based on data sources from (<https://www.stat.gov.kz>)

And the group of indirect tourist economic facilities includes institutions and objects that are not tourist oriented but are used by tourists. They are general state roads, transport, communication, a network of restaurants, shops, communal services, and household and cultural institutions (Table 3). Tour-

ist economic facilities are certain complexes consisting of various economic sectors, their creation and development are determined by the constant arrival of tourists. This sector consists of production branches that complement each other and can satisfy the demand of tourists only in a complex situation.

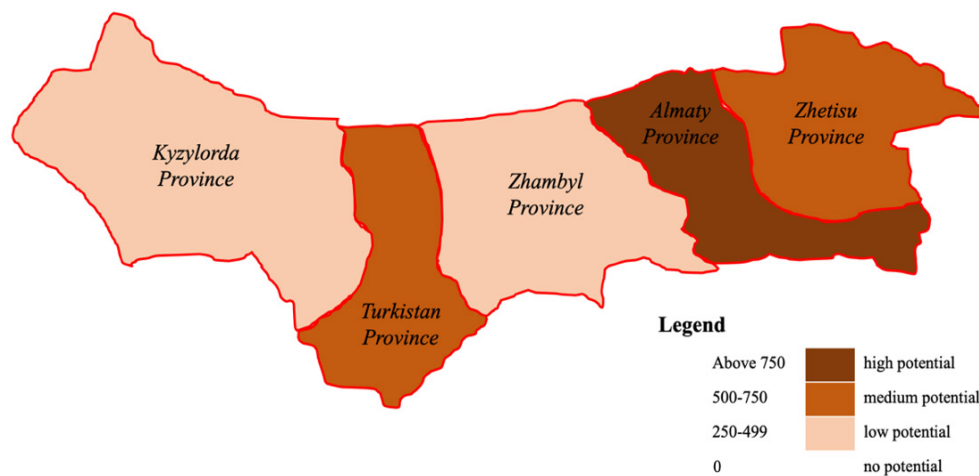


Figure 5 – Saturation of South Kazakhstan with tourist economic facilities.

Note: Compiled by authors based on data from (Table 3)

Column 15 in Table 3 is the evaluation scale that is the basis for making the final assessment, and it is also the basis for the regionalization of the selected provinces according to the saturation degree of tourist economic facilities. The background of the assessment map of the tourism industry of South Kazakhstan is the level of “saturation” of tourist facilities in the region. For this, we analyzed the total score of indicators (15th column) and compiled a

four-step scale with the same interval of “satiation” level. The intervals are divided into four categories such as above 750, 500-750, 250-499 and below 250 according to the calculated sum score and painted with the corresponding color (Figure 4). Then they were displayed in the form of a graphic map. The gradation intervals on the cartogram are different from each other, they are distinguished from each other by the background color (Figure 4).

Table 4 – Total tourist and recreational resource potential score of South Kazakhstan by regions

South KZ Regions	Total score for natural resources	Total score for socio-economic resources	Total score for tourist economic facilities	Total score for tourist and recreational resource potential
TurP	36	54	532	622
AlmP	72	36	919	1027
ZheP	42	31	551	624
ZhaP	37	44	379	461
KyzP	30	45	337	412

Note: Calculated based on data from (Table 1,2,3)

According to the conducted research, the degree of saturation with tourist economic facilities IN South Kazakhstan was determined. In terms of saturation with tourist economic facilities, we attribute only Almaty province to high potential, Zhetisu and Turkestan provinces to medium potential, and Zhambyl and Kyzylorda provinces to low potential regions.

The ecotourism potential of South Kazakhstan provinces was determined by analyzing the data in Table 4 and Figure 6. One of the main goals of the research was to determine the overall ecotourism potential of South Kazakhstan based on the sum of points in the first three tables, and finally, we made a table of total points and a cartogram according to those results (Figure 6), (Table 4).

The total score in Table 4 was calculated by adding the sum of the scores of the 3 tables above and then 4 scales were created by dividing the scores into equal intervals. The intervals are above 900, 600-900, 300-599 and below 300. The highest value scale is “high potential”, the next is “medium potential”, then “low potential” and the lowest value scale is “no potential”. According to the saturation level of the resources necessary for the development of ecological tourism, the background of the cartogram was painted with different colors based on the gradation intervals.

According to the conducted research, the degree of saturation with the necessary resources for the ecotourism of South Kazakhstan was determined. The potential of the region was determined based on its saturation with the necessary resources. The results of the study showed that Almaty province is a high-potential area, Zhetisu and Turkistan provinces are medium-potential areas, and Kyzylorda and Zhambyl provinces are low-potential areas in the region.

The transition to ecologically safe and sustainable development is one of the main directions of the foreign and domestic policies of the Republic of Kazakhstan. Currently, there are significant opportunities to start the process of improving the living environment of Kazakhstani people, to integrate the activities of the departments and to unite the society, to solve the national priorities for the future of the country. Assessment of the current state of the environment requires attention to the most important issues. The examination of the state of the environment by the relevant organizations identified priority environmental problems that require solving in the first place. Based on our research, they are summarized as follows:

- scarcity of water resources;
- degradation of pastures and fields;
- atmospheric air pollution in urban areas;

- pollution of water bodies with wastewater;
- pollution of the environment with solid industrial and household waste;
- lack of forests and specially protected natural areas.

The development of ecotourism is the most effective way to reduce the negative impact on the ecosystem as a result of tourist activities. Almost all countries of the world pay great attention to the development of ecotourism (Nazarchuk M. K., 2001). As we observed in our research, with its own characteristics, there is a great opportunity to create a competitive tourism industry in South Kazakhstan.

They can be described as follows:

- favorable geopolitical situation of the region, which requires the passage of international tourist and commercial flows through this territory;
- political stability, implementation of democratic changes and economic reforms;
- various natural landscapes, diversity of flora and fauna for the organization of ecological tourism;
- diversity of various cultural and historical recreational resources that are objects of ecological tourism;
- availability of free labor resources.

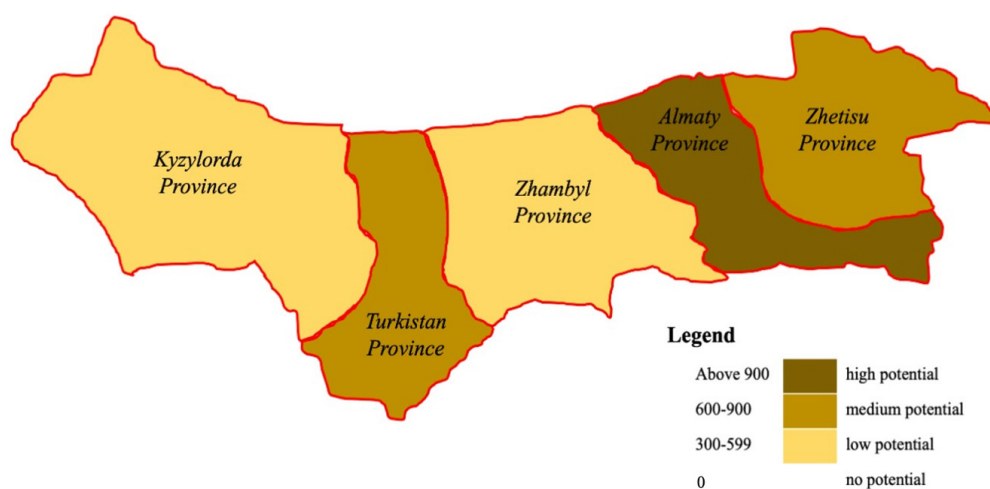


Figure 6 – Saturation of South Kazakhstan with ecotourism facilities

Note: Compiled by authors based on data from (Table 4)

However, despite this, there are a number of problems with the development of ecological tourism. The current tourism system in Kazakhstan cannot fully satisfy all the needs and wishes of tourists. Most recreational resources require the creation of a fairly complex material base.

Conclusion

The pandemic has exposed the extreme vulnerability of the tourism industry. Never before has global tourism experienced a setback of this magnitude, and this makes analysis of demand for individual destinations extremely important, as the results can help identify potential target markets and new demand segments (Csobán et al., 2022). In order to develop, plan, manage and monitor ecotourism and ensure its long-term development, UNWTO has defined the following basic principles:

- ecotourism should contribute to the protection, improvement and sustainable development of natural territories;
- ecotourism requires the implementation of specific policies, strategies and programs for each country, region and territory;
- ecotourism requires harmonious and effective coordination systems with all interested parties, including government agencies, non-governmental organizations and local communities;
- ecotourism planning should include specific criteria for the division of territories into districts, should designate specially protected areas and areas with a low tourist impact;
- infrastructure in the field of ecological tourism should be developed in such a way that natural landscapes do not undergo significant changes; it is necessary to use energy sources that do not pollute the environment;

- means of transport and communication used in ecotourism areas should have a low level of pollution;
- it is necessary to introduce organizational, financial, tax and other mechanisms that allocate monetary income from ecotourism mainly to the needs of specially protected natural areas;
- education and professional training are necessary conditions for sustainable development and management of ecotourism;
- ecotourists need complete and specific information “before the trip” and “during the trip”. Providing detailed information is one of the elements that distinguish ecotourism from traditional tourism, and this information can be provided in various forms (brochures, guides, maps, booklets, etc.);
- advertising materials about ecotourism should include sufficient information about the visited area.

Taking into account these recommendations and principles, the development of eco-tourism in South Kazakhstan and the effectiveness of nature protection work will increase, and at the same time, it can play a major role in improving the environmental situation and stimulating the sustainable development of the country (Sustainable development).

We evaluated the main tourist and recreational resources necessary for the development of ecotourism in this region. As a result, South Kazakhstan is considered to be one of the great special and high-potential regions for the development of ecological tourism. As a basis for this, we can say that the region is very rich in tourist-recreational and socio-economic resources, at the same time, it has enough tourist economic facilities compared to other regions in the Republic of Kazakhstan. If we use these resources efficiently and economically, the ecological tourism of the territory will develop faster.

References

- Ableeva, A., B. Aktimbaeva & N. Suleymenova. (2020). Strategy of promotion of regional tourist resources in Kazakhstan (for example, Zhambyl region). *Central Asian Economic Review*, 127-139.
- Aidarov, O. T. G. O. B. (2015). Possible tourist routes in Kyzylorda region. *Young Scientist*, 7.1 (87.1), 14-15.
- Akbar, I., & Yang, Z. (2022). The influence of tourism revenue sharing constraints on sustainable tourism development: a study of Aksu-Jabagly nature reserve, Kazakhstan. *Asian Geographer*, 39(2), 133-153.
- Akbar, I., Maksatovna, S. A., Kazbekkyzy, M. Z., Zhaksybekkyzy, T. A., Tagabayevich, S. A., & Abdukarimovich, M. S. (2022). Sustainability of the community-based ecotourism development in the Aksu-Zhabagly nature reserve, Kazakhstan: An evaluation through local residents' perception. *Region*, 9(1), 69-82.
- Aliyeva Zh. N. (2019). *Ecological tourism: a textbook*. Almaty: Kazakh University.
- Azbantayeva, M. N., Sagynbayeva, A. B., Sagatbayev, Y. N., & Pashkov, S. V. (2022). Determination of the tourist position of lakes of Western and Central Kazakhstan by space survey. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 45, 1625-1632.
- Bavykin E. N., & M., J. G. (2015). Tourist and recreational potential of the territory. *Scientific and methodological electronic journal “Concept”*, 13, 3146-3150.
- Bureau of national statistics of the agency of the Republic of Kazakhstan for Strategic Planning and reforms. <https://www.stat.gov.kz>.
- Csobán, K., Szöllös-Tóth, Á., Sánta, A., Molnár, C., Pető, K., & Dávid, L. D. (2022). Assessment of the tourism sector in a hungarian spa town: a case-study of hajdúszoboszló. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 45, 1543-1551.
- E. Kusen, & P. Tadei. (2003). Tourism review. *Social and economic geography*, 51 (4).
- Egorova E. N., & V., M. O. (2010). Methodology for assessing the natural tourist and recreational potential of the region. *Social and economic geography*, 43 (178), 49-56.
- Erdavletov S. R., Aliyeva Zh. N., & Zhumadilov A. R. (2019). *Tourism Geography*. Almaty: Kazakh University.
- Erdavletov S. R., Zhylykybayeva M. I., & Shaken S. A. (2009). Methodological guidelines for the implementation of laboratory work in the discipline “geography of tourism in Kazakhstan” (pp. 18). Almaty: Kazakh University.
- Gamidullaeva, L., Vasin, S., Tolstykh, T., & Zinchenko, S. (2022). Approach to Regional Tourism Potential Assessment in View of Cross-Sectoral Ecosystem Development. *Sustainability*, 14(22), 15476.
- Komarov M. E. (2015). Typology of methodological approaches to assessing the tourist and recreational potential of the region. *Scientific Bulletin*, 3 (5), 16-25.
- Kulakov L. I., & A., O. V. (2017). Methodological approaches to assessing the tourist and recreational potential of Russian regions. *Russian entrepreneurship*, 24, 4261-4272.
- Kulgachev I., Zaitseva N., Larionova A., Yumatov K., & L., K. (2017). Methodological approaches to the analysis and assessment of the development of domestic tourism in Russia. *Current Journal of language teaching methods*, 73, 419-428.
- M. Rivero, J. M., J. Gallego. (2016). Actual problems of Tourism. *Social and economic geography*, 19 (11).
- Malafeev, N., & Baskakova, I. (2017). Empirical evaluation of the contribution of infrastructure capital to the development of the region (Based on the Data of Ural Economic Region).

- Mukhina, L. (1973). *Principy i metody tekhnologicheskoy ocenki prirodnykh kompleksov* (Principles and methods of technological assessment of natural complexes). M: Nauka.
- Nazarchuk M. K. (2001). Prospects for the development of ecological tourism in Kazakhstan. Almaty: LLP "Ekoproekt".
- Neverov, A., Derevyago, I., & Neverov, D. (2010). The ecological capital: The contents and the theory of reproduction. *Econ. Regul. Mech*, 3, 32-45.
- Neverov, A., Masilevich, N., & Ravino, A. (2020). Reproduction of ecological capital: Concept and value implementation tools. *Proc. Belarus. State Technol. Univ. Ser. 5*, 48-56.
- Nguyen, T., To, C., Nguyen, H., & Tran, L. (2023). An evaluation on the exploitation level of tourist attractions, case study in an giang province, Vietnam. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 46(1), 78-87.
- Savelyeva, Y., & Tolstoguzova, O. (2008). Management of tourism development in the region. Experience in Implementing the Strategy of the Republic of Karelia, 43-44.
- Socio-economic situation of the South Kazakhstan economic District. <https://7kun.kz> (Producer).
- Sustainable development: Ecotourism and protected areas. <https://www.unwto.org>.
- Tourism-Almaty region. <https://visitkazakhstan.kz.kk/guide/information/2/0/442>.
- Tourist attractions in Zhambyl region. <https://visitkazakhstan.kz.kk/guide/information/6/0/287>.
- Zhetisu-the Horde of Tourism. <https://qazaqstan.tv> (Producer).

МАЗМҰНЫ – CONTENTS – СОДЕРЖАНИЕ

1-бөлім Физикалық, экономикалық және әлеуметтік география	Section 1 Physical, economic and social geography	Раздел 1 Физическая, экономическая и социальная география
<i>Қ.М. Баймырзаев, Б.С. Керімбай, Н.Н. Керімбай</i> Тентек өзені аңғарындағы Сырғыма үрдістерінің түзілуі мен жағдайлары.....4		
<i>Zh.G. Berdenov, Jan A.Wendt , R.Z. Safarov , Zh.O. Ozgeldinova</i> Factors of formation of steppe landscapes of Aktobe region.....12		
<i>N.S. Imamverdiyev</i> Geospatial analysis of wind indicators and terrain impacts in determining optimal wind farm sites in Azerbaijan21		
<i>A.M. Сергеева, Е. Жадырасын, Г.Ж. Шумакова</i> Ақтөбе қаласында қалалық ортаны дамытудың көліктік-инфрақұрылымдық жағдайлары.....32		
<i>У.А. Токбергенова, Б.Т. Сатвалдиев, О.Л. Раздобудько, П.А. Бакирбаева, А. Рапбек</i> Шымкент агломерациясы аумағындағы жерді тұрақты пайдалану қағидалары47		
<i>A.P. Тулебаева, А.К. Толепбаева, А.Б. Бейсенова, Р.Қ. Қарағұлова</i> ГАЖ технологиясын қолдана отырып, Аралтөбе үш аралының өсімдік жамылғысын бағалау61		
2-бөлім Картография және геоинформатика	Section 2 Cartography and geoinformatics	Раздел 2 Картография и геоинформатика
<i>G.B. Mustakhimova, Y.Kh. Kakimzhanov, Tiede Dirk</i> Monitoring of crop growth parameters using temporal sar and optical remote sensing data in the Karasai district, Almaty region72		
3-бөлім Метеорология және гидрология	Section 3 Meteorology and hydrology	Раздел 3 Метеорология и гидрология
<i>С.К. Алимкулов, А.А. Турсунова, М.Р. Жиенбаев, А.Р. Загидуллина, А.А. Сапарова</i> Проблема водных отношений центральноазиатских стран в трансграничном бассейне реки Сырдарья88		
<i>S.O. Kozhagulov, V.G. Salnikov</i> Air quality management in the development of mining deposits100		
4-бөлім Рекрециялық география және туризм	Section 4 Recreation geography and tourism	Раздел 4 Рекреационная география и туризм
<i>Zh.N. Aliyeva , M.G. Adilbek , I. Akbar , Zh.B. Aliyeva</i> Evaluation of tourist and recreational resource potential for ecotourism development: a case study of South Kazakhstan.....114		