

**ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ЖӘНЕ ГЕОГРАФИЯ ҒЫЛЫМДАРЫНЫҢ
ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ И
ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАУК
ACTUAL PROBLEMS OF NATURALAND GEOGRAPHICAL SCIENCES**

FTAMP 39.19

<https://doi.org/10.51889/3005-6217.2024.79.1.012>

А.Т. Қамзанова^{1}, Н.Д. Шакирова¹, Е.А. Тулегенов²*
¹Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті,

Алматы қ., Қазақстан

²Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті,

Алматы қ., Қазақстан

**КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРІСІНЕ ЖЕТІСУ АЛАТАУЫ
МҰЗДЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ РЕАКЦИЯСЫН ТАЛДАУ**

Аңдатпа

Мақалада Жетісу Алатауы аймағындағы мұздық жүйелерінің климаттың өзгеруіне реакциясы зерттеледі. Бұл зерттеудің негізгі мақсаты-климаттың өзгеруінің Жетісу Алатауы жотасындағы мұздық динамикасына жан-жақты әсерін түсіндіру, мұздық ауқымындағы өзгерістерді, массалық тепе-теңдікті және гидрологиялық салдарды зерттеу. Ғылыми зерттеулердің негізгі бағыттары Жетісу Алатауындағы мұздық жүйелерін зерттеуді қамтиды, және климаттың өзгеруіне әсерін атап көрсетеді. Зерттеудің негізгі нәтижелері мен талдауы Жетісу Алатауы аймағындағы климаттың өзгеруі мен мұздық жүйелерінің арасындағы байланысты көрсетеді. Бұл нәтижелер мұздықтардың климаттың өзгеруіне реакциясын анықтайтын өзара байланысты процестерді тереңірек түсінуге ықпал етеді. Жұмыстың ғылыми және практикалық маңыздылығы оның 8-сынып деңгейінде география бойынша білім беру сапасын арттыру әлеуетінде жатыр. Зерттеудің негізгі нәтижелері мен талдауы Жетісу Алатауы аймағындағы климаттың өзгеруі мен мұздық жүйелерінің арасындағы байланысты көрсетеді. Сонымен қатар, Жетісу Алатауы аймағындағы мұздық жүйелерінің ағымдағы жай-күйіне көңіл бөлініп, мұз массасының жоғалуы және гидрологиялық режимдердің өзгеру заңдылықтарын анықтайды. Бұл нәтижелер мұздықтардың климаттың өзгеруіне реакциясын анықтайтын өзара байланысты процестерді тереңірек түсінуге ықпал етеді. Жүргізілген зерттеудің құндылығы оның географиялық білім берудің кең саласына қосқан үлесімен ерекшеленеді. Алынған нәтижелердің практикалық маңыздылығы олардың білім беру практикасына қолданылуында жатыр. Мұздық жүйелер су ресурстары мен экожүйелерге әсер ету арқылы жергілікті гидрологияда шешуші рөл атқарады. Осылайша, олардың климаттың өзгеруіне реакциясын мұқият түсіну қоршаған ортаны тұрақты басқару және аймақтағы ресурстарды жоспарлау үшін өте маңызды. Зерттеу мұздық жүйелеріндегі елеулі өзгерістердің, соның ішінде мұздықтардың ұзындығының, қалыңдығының және жалпы морфологиясының өзгеруінің күшті дәлелдерін анықтады. Бұл тербелістер температура мен жауын-шашынның өзгеруімен тығыз байланысты. Мақалада бұл өзгерістердің төменгі су ресурстарына, жергілікті экожүйелерге әсері қарастырылады.

Түйін сөздер: Жетісу Алатауы мұздықтары, мұздық жүйелер, климаттың өзгеруі, мұздықтың динамикасы, геокеңістіктік талдау, мұздықтарды бақылау.

Қамзанова А.Т. ^{1*}, Шакирова Н.Д. ¹, Тулегенов Е.А. ²

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

²Казахский национальный женский педагогический университет,
г. Алматы, Казахстан

АНАЛИЗ РЕАКЦИИ ЛЕДНИКОВЫХ СИСТЕМ ЖЕТЫСУСКОГО АЛАТАУ НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

Аннотация

В статье исследуется реакция ледниковых систем Жетысуского Алатау на изменение климата. Основная цель этого исследования – объяснить всестороннее влияние изменения климата на динамику ледников в хребте Жетысу Алатау, изучить изменения ледникового масштаба, баланс масс и гидрологические последствия. Основные направления научных исследований включают изучение ледниковых систем Жетысуского Алатау и подчеркивают влияние изменения климата. Основные результаты и анализ исследования показывают связь между изменением климата и ледниковыми системами в регионе Жетысуского Алатау. Эти результаты способствуют более глубокому пониманию взаимосвязанных процессов, которые определяют реакцию ледников на изменение климата. Научная и практическая значимость работы заключается в ее потенциале повышения качества образования по географии на уровне 8 класса. Основные результаты и анализ исследования показывают связь между изменением климата и ледниковыми системами в регионе Жетысу Алатау. Кроме того, будет уделено внимание текущему состоянию ледниковых систем в районе Жетысу Алатау, что позволит выявить закономерности потери ледяной массы и изменения гидрологических режимов. Эти результаты способствуют более глубокому пониманию взаимосвязанных процессов, которые определяют реакцию ледников на изменение климата. Ценность проведенного исследования заключается в его вкладе в более широкую область географического образования. Практическая значимость полученных результатов заключается в их применении к образовательной практике. Ледниковые системы играют решающую роль в местной гидрологии, влияя на водные ресурсы и экосистемы. Таким образом, тщательное понимание их реакции на изменение климата имеет решающее значение для устойчивого управления окружающей средой и планирования ресурсов в регионе. Исследование выявило убедительные доказательства значительных изменений в ледниковых системах, включая изменение длины, толщины и общей морфологии ледников. Эти колебания тесно связаны с изменениями температуры и осадков. В статье рассматривается влияние этих изменений на нижние водные ресурсы, местные экосистемы.

Ключевые слова: Ледники Жетысу Алатау, ледниковые системы, изменение климата, динамика ледников, геопространственный анализ, мониторинг ледников.

Kamzanova A. ^{1}, Shakirova N. ¹, Tulegenov E. ²*

¹*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan*

²*Kazakh National Women's teacher training University, Almaty, Kazakhstan*

ANALYSIS OF THE REACTION OF THE ZHETYSU ALATAU GLACIAL SYSTEMS TO CLIMATE CHANGE

Abstract

The article examines the reaction of glacial systems in the Zhetysu Alatau region to climate change. The main goal of this study is to explain the comprehensive impact of climate change on glacial dynamics in the Zhetysu Alatau, to study changes in glacial scale, mass balance and

hydrological consequences. The main directions of scientific research include the study of glacial systems in the Zhetysu Alatau, and emphasize the impact on climate change. The main results and analysis of the study show the relationship between climate change and glacial systems in the Zhetysu Alatau region. These results contribute to a deeper understanding of the interrelated processes that determine the response of glaciers to climate change. . The scientific and practical significance of the work lies in its potential to improve the quality of geography education at the 8th grade level. The main results and analysis of the study show the relationship between climate change and glacial systems in the Zhetysu Alatau region. In addition, attention will be paid to the current state of glacial systems in the Zhetysu Alatau region, which will reveal patterns of loss of ice mass and changes in hydrological regimes. These results contribute to a deeper understanding of the interrelated processes that determine the response of glaciers to climate change. The value of the research lies in its contribution to the broader field of geographical education. The practical significance of the results obtained lies in their application to educational practice. Glacial systems play a crucial role in local hydrology, affecting water resources and ecosystems. Therefore, a thorough understanding of their response to climate change is crucial for sustainable environmental management and resource planning in the region. The study revealed strong evidence of significant changes in glacial systems, including changes in the length, thickness and overall morphology of glaciers. These fluctuations are closely related to changes in temperature and precipitation. The article examines the impact of these changes on the lower water resources and local ecosystems.

Keywords: Zhetysu Alatau glaciers, glacial systems, climate change, glacier dynamics, geospatial analysis, glacier monitoring.

Негізгі ережелер: «Климаттың өзгерісіне Жетісу Алатауы мұздық жүйелерінің реакциясын талдау» тақыбырыбындағы мақаланың негізгі ойы климаттың өзгеруінің Жетісу Алатауы жотасындағы мұздық динамикасына жан-жақты әсерін түсіндіру, мұздық ауқымындағы өзгерістерді, массалық тепе-теңдікті және гидрологиялық режимдердің өзгеру заңдылықтарына тоқталдық. Зерттеу, талдау, салыстыру, кестелік мәліметтер, әдіс-тәсілдері арқылы біршама мәселелер табылды және шешімін табу үшін бірқатар ұсыныстар қарастырылды.

Кіріспе. Таулы мұздықтар климат конфигурациясының көрсеткіші болып саналады, сонымен қатар маусымдық, орта мерзімді және ұзақ мерзімді уақыт шкаласында суды үнемдеудің өзекті аймақтары болып табылады. Жетісу Алатауы теңізден алыс орналасқан және оның климаты арктикалық және қоңыржай ауа массалары негізінде қалыптасады. Климатына Арктикадан суық ауа және Тұран жазығынан ыстық ауа әсер етеді. Қыста солтүстік пен солтүстік-батыстан келетін арктикалық ауа массалары таулы аймақтардағы температураны төмендетеді. Батыс Сібір, Қазақстан және Тұран жазығында пайда болатын қалыпты ауа массалары жыл бойы Жетісу Алатауының климатына әсер етеді. Сонымен қатар, Тұран жазығының үстінде Жетісу Алатаудың климатына әсер ететін ыстық ауа массалары қалыптасады, бірақ жаз мезгілінде аумақтың үстінен өте сирек өтеді [1].

Жетісу Алатауына арктикалық, тропикалық ауа массалары әсер етеді, олар тау жотасына жеткенге дейін айтарлықтай өзгерістерге ұшырайды. Арктикалық ауа массалары Баренц пен Кар теңіздердің солтүстігі мен солтүстік-батысынан келеді. Арктикалық ауа массалары қыстың басында жиі кездеседі және температураның күрт төмендеуімен бірге жүреді. Мұздықтардың шекараларын анықтау үшін ғалымдар әртүрлі әдістерді қолданды, соның ішінде визуалды интерпретация, қар жамылғысының қалыпқа келтірілген индексі әдісі және визуалды интерпретациямен біріктірілген жолақ қатынасының шекті әдісі.

2015 жылы аймақтағы мұздану ауданы $4,087 \text{ км}^2$ - ге дейін, ал оның мөлшері $0,0877 \text{ км}^3$ - ке дейін қысқарды. Жалпы, мұздық жүйесі бойынша 53 жыл ішінде мұздықтардың орташа ұзындығы 690 м-ге немесе 47% - ға азайды. 1990-2008 жылдар аралығында Кіші Алматы және Түрген бассейндеріндегі мұздықтардың орташа ұзындығының ұлғаюы байқалды. Циклондардың өтуі кезінде су алабының жотасында және жақын маңдағы батыс беткейлерде

қар шығыс беткейлерге тасымалданады. Нәтижесінде шығыс беткейлердегі мұздықтардың жағдайы біршама жақсарған. Қар көшкінінің қардың қайта бөлінуіне әсері азды-көпті циклдік болып табылады, бірақ ол су айдынынан өтпейді [2].

Жетісу Алатауы - Қазақстан Республикасы мен Қытай Халық Республикасы арасындағы шекара бойымен оңтүстік-батыстан солтүстік-шығысқа қарай созылған ірі және күрделі тау жоталарының бірі [3, 56 б]. Жетісу Алатауының аумағында жалпы ауданы 1000 км² болатын 1369 мұздық бар. Мұздықтар теңіз деңгейінен 3000 м биіктіктен жотаның басына дейін биіктік белдеуін алып жатыр. Орташа өлшемді мұздықтар жалпы мұздықтардың жалпы көлемінің тек 17% құрайды, бірақ мұздықтардың жалпы көлемінің 45% құрайды. Ауданы 5 км² асатын мұздықтар саны 26, ал ауданы 5 км - ден асатын мұздықтардың саны 1000 астам. Жетісу Алатауы мұздықтары үшін қоректік заттардың негізгі көзі атмосфералық жауын-шашын болып табылады, оның көп бөлігі мұздықтардың шөгінділеріне қатты түседі [4].

Мұздың азаю мөлшері белгілі бір мұздықтың жеке ерекшеліктеріне байланысты - көлемі, морфологиялық ұқсастығы, экспозициясы, тау жиегінің биіктігі. Солтүстік Жетісу Алатауында әртүрлі биіктік деңгейлерде, морфологиялық типтердің барлық түрлерінде, бағдарлардың түрлерінде орналасқан мұздықтар ұсынылған, бұл әрқайсысының жеке ерекшеліктерін атап өтуге және сонымен бірге мұздану динамикасының бірлескен бағытын анықтауға мүмкіндік береді.

Жетісу Алатауы Алакөл көлінің бассейні, Балқаш көлінің шығыс бөлігі және Іле өзенінің жазығы арасында орналасқан. Қазақстан Республикасының шегіне тек оның солтүстік және солтүстік-батыс бөліктері және олардың әр бөлігінен шығатын, ұзындығы мен биіктігі әртүрлі жоталарға негізделген. Жетісу Алатауы климаттық жағынан ерекше аймақ. Жетісу Алатауы тау түзілу кезінде қатпарлы тауға айналды, ал мезозой мен төменгі кайнозойда сыртқы күшпен жойылып тегістелді, ал келесі кезекте альпілік қатпарлану себебінен биік таулы аймаққа айналды. Рельефті құрастыруға қазіргі мұздану да ықпал етті. Негізінен мұздану іздері барлық жерде байқалады.

Осы тік жотаның шыңдары мен жоталары мұздық көлденең өрістермен және өңделген мұздықтармен жабылған және барлығы дерлік салыстырмалы түрде жұмсақ құрылымға ие. Таулар неғұрлым жоғары көтерілсе, қазіргі мұздықтар өздерінен бұрынғылардың кеңістігін толтырады. Мұздықтар жүйесінде 42 км текше су жиналады. Мұздықтар теңіз деңгейінен 3000 м-ден жотаның жотасына дейінгі биіктік белдеуін алып жатыр. Жетісу Алатауы төрттік кезеңде қатты мұздануға ұшырады, оның іздері таулардың қараңғылығында, жазықтар мен тау бөктеріндегі мореналық шөгінділерде бақыланады, іс жүзінде бұл ауа-райының әсерінен қарауға болатын компонент болып саналады.

Жетісу Алатауы мұздығында түзілетін мұздың басым түрі қатты мұз болып табылады. Төменде мұздық аймағының шамамен 20% алып жатқан мұздық эрозия аймағы орналасқан. Бірінші аймақта мұз бірнеше жыл ішінде, ал екінші аймақта бір жыл ішінде пайда болады. Аңғар мұздықтарының төменгі бөлігінде геотермалдық жылу мұздың температурасын балку температурасына дейін көтереді. Жетісу Алатауы мұздықтарының төмен температурасы мұздықтың төмен жылдамдығымен байланысты.

Материалдар мен әдістер. Жетісу Алатауындағы мұздық жүйелерінің климаттың өзгеруіне реакциясын зерттеудің ғылыми әдістемесі бірнеше негізгі компоненттерді қамтиды. Зерттеу сұрағы: Жетісу Алатауындағы мұздық жүйелер климаттың өзгеруіне қалай әсер етеді және аймақтық гидрология мен экожүйелердің динамикасына салдарын бағыттаушы фокус ретінде қызмет етеді. Ұсынылған гипотеза аймақтағы мұздық жүйелер аймақтық климаттық жағдайлардың өзгеруіне жауап ретінде мұздың ұзындығының, қалыңдығының және динамикасының өлшенетін өзгерістерін көрсетеді. Негізгі тұжырымдамаларды, мұздықтардың өзгергенін Е.Н. Вилесов, В.И. Морозова, П.А. Черкасов еңбектерінен қаралды. Евгений Вилесов Іле және Жетісу Алатауының солтүстік беткейлері ең үлкен өзгеріске ұшырағанын атап өтті.

Ғасырдың ортасына қарай мұздану алаңы 200 шаршы шақырымға дейін қысқарады, ал 2090 жылға қарай мұздықтар іс жүзінде жоғалады, – дейді Евгений Николаевич. – Бұл ретте, ең алдымен, 2067 жылға қарай Оңтүстік Жоңғарияның мұздықтары, 2074 жылға қарай – Батыс Жоңғарияның мұздықтары, 2078 жылға қарай – Шығыс Жоңғарияның мұздықтары ериді. Солтүстік Жоңғария мұздықтары басқаларға қарағанда 2085 жылға дейін ұзаққа созылады. [5, 87 б].

Таулы аймақтардың мұздық жүйесі ұзақ мерзімді мұзды, тас глетчерлерді, сондай-ақ морена түрінде көмілген мұздық шөгінділерін қосады. Жүйе климаттың өзгеруіне тез бейімделеді және мониторингке сәйкес, жылдық температураның жоғарылауының қалыптасқан тенденцияларын сақтай отырып, шексіз мұздың еріген сулар өзендердің ағындарын барған сайын толықтыра бастайды. Таулы аймақтағы қауіпті табиғи құбылыстарға, мысалы, антропогендік сәттерге ұшырайтын аймақ болып табылады. Бұл қауіптер топографиялық, гидрологиялық, климаттық және техногендік сипатқа ие.

1-ші кестеде 1956 мен 2015 жылдар аралығындағы Жетісу Алатауы мұздықтарының ауданының өзгеруі көрсетілген [6]. Тау жыныстарының ауа райына айтарлықтай әсер ететін климаттың жетекші компоненттерінің бірі – ауа температурасы. Ауа температурасына барлық дерлік сәттер әсер етеді, олар диапазонның ендігі мен биіктігі, күн радиациясының қарқындылығы, атмосфераның айналымы. Іле Алатауының континенттік режимімен, күндізгі және жылдық температураның алып амплитудасымен, жылы мезгілдің салқын мезгілге үстемдігімен сипатталады. Жотаның климаттық жағдайлары тау жыныстарының белсенді ауа-райын тудырады.

Кесте 1 - Жетісу Алатауы мұздықтарының ауданының өзгеруі

Аймақ	1956 ж.	1990 ж.	2000 ж.	2015 ж.	1956...2015 жж.	
					км ²	%
Шығыс	95,5	72,0	59,6	52,2	-43,3	-45,3
Солтүстік	304,1	222,1	200,7	182,5	-121,6	-40,0
Батыс	215,0	159,273	131,925	115,0	-100,0	-46,5
Оңтүстік	226,4	158,607	135,751	117,2	-109,2	-48,2
Барлығы	841,0	611,986	528,010	466,9	-374,1	-44,5

Бұл диапазонның климаты айқын континенталдылығымен ерекшеленеді. Тау бөктерінде жаз өте ыстық, ал қысы жиі біркелкі жылы болады. Тау көтерілген сайын ауаның жылуы әлі де төмендейді, қардың саны әлі де артып келеді, ал биік таулы аймақта қар үздіксіз пішін қалыптастырады және өзгермейтін қар мен мұздықтарды құрайды. Геоморфологиялық тұрғыдан алғанда, қыстың теріс температурасы топырақ пен өзендердің қатуына, қар жамылғысының пайда болуына әкеліп соғады, су ағындарының эрозиясын, жер үсті процестерін және материалдың өзендер арқылы тасымалдануын баяулатады. Тау өзендерінің жалпы ағынында жоғары сапалы мұздық ағыны айтарлықтай үлесті құрайды: жазда суға қажеттілік жоғары болған кезде дамиды. Мұздық ағынының мөлшерін анықтау – жер үсті ағынының ресурстарын сенімді бағалаудың және оларды есептеу мен бақылау әдістерін нақтылаудың маңызды шарты. Ағынның жоғары жиынтық кезеңдері мұздық ағынының төмендеуімен байланысты және керісінше, бұл мұздықтың жиынтық ағынның өзгергіштігіне айқын реттеуші әсерін көрсетеді.

Мұздықтар болжамының қажетті құрамдас бөлігі еріген сулардың химиялық құрамын және оның антропогендік әсерге байланысты уақыт бойынша конфигурациясын зерттеу болып саналады. Диапазондағы үлкен су ағындарының негізгі бөлігі – мұздан шыққан өзендер, ал жоғарғы ағысындағы суларының химиялық құрамы қоректендіретін мұздықтардың қар мен мұз химиясына байланысты. Абляция кезеңі өзендердің қайнар көздеріндегі су

химияның аз минералдануымен және біртектілігімен сипатталады, іс жүзінде ұқсас климаттық және геологиялық критерийлермен негізделген [7, 125 б].

2-ші кестеде Жетісу Алатауындағы мұздық жүйелерінің климаттың өзгеруіне реакциясын қарастырудың әдіснамалық негіздері көрсетілген [8]. Мұздың азаю мөлшері белгілі бір мұздықтың жеке ерекшеліктеріне байланысты-оның көлемі, морфологиялық ұқсастығы, экспозициясы, тау жиегінің биіктігі. Солтүстік Жетісу Алатауында әртүрлі биіктік деңгейлерде, морфологиялық типтердің барлық түрлерінде, бағдарлардың барлық түрлерінде орналасқан мұздықтар ұсынылған, бұл олардың әрқайсысының жеке ерекшеліктерін атап өтуге және сонымен бірге мұздану динамикасының бірлескен бағытын анықтауға мүмкіндік береді. Көлемі бойынша ең кіші көлбеу мұздықтарда жоғалған аумақтың ауданы 48,6% құрайды, ал аңғар мұздықтарында - тек 27,3%. Басқаша айтқанда, көлбеу мұздықтар аймағының шартты төмендеу қарқыны үлкен көлемді аңғарларға қарағанда 21% - ға жоғары [9].

Кесте 2 - Жетісу Алатауындағы мұздық жүйелерінің климаттың өзгеруіне реакциясын қарастырудың әдіснамалық негіздері

№	Әдіснамалық негіздер	Ерекшеліктері
1.	Қашықтықтан зондтау және ГАЖ талдау	<ul style="list-style-type: none"> - Мұздықтардың ұзындығының, көлемінің және бетінің сипаттамаларының өзгеруін бақылау үшін спутниктік суреттерді, аэрофототүсірілімдерді және басқа қашықтықтан зондтау деректерін пайдалану. - Кеңістіктік заңдылықтарды талдау, топографиялық әсерлерді бағалау және уақыт өте келе мұздықтардың динамикасын картаға түсіру үшін геоақпараттық жүйе құралдарын пайдалану.
2.	Далалық зерттеулер және мониторинг	<ul style="list-style-type: none"> - Жер деректерін жинау және қашықтықтан зондтау нәтижелерін растау үшін далалық тексерулер жүргізу. - Температура, жауын-шашын, қардың жиналуы және мұздың еру жылдамдығы сияқты параметрлерді өлшеу үшін жердегі бақылау станцияларын орнату.
3.	Мұздық массасының тепе-теңдігін өлшеу	<ul style="list-style-type: none"> - Мұздықтың массалық тепе-теңдігіндегі өзгерістерді бағалау үшін абляциялық көрсеткіштері сияқты тікелей өлшемдерді пайдалану. - Мұздық массасының тепе-теңдігін қардың жиналуын және мұздың еруін ескере отырып есептеу.
4.	Гидрологиялық модельдеу	<ul style="list-style-type: none"> - Мұздықтардың еруінің су ресурстарына әсерін түсіну үшін гидрологиялық модельдер жасау. - Мұздықтардың еруінің өзен ағынына қосқан үлесін және гидрологиялық режимдердегі ықтимал өзгерістерді бағалау.

Мұздықтың жоғалуы мен температура арасындағы байланыстың басқа метеорологиялық айнымалылармен байланысқа қатысты маңыздылығы көбінесе температура мұздыққа жылу жеткізудің барлық негізгі компоненттерінің, соның ішінде күн радиациясының әсерінің қарқындылығының маңызды көрсеткіші ретінде қызмет ететіндігімен түсіндіріледі. Әсіресе қалың қар мұздықты уақытша қармен жауып, оны бірнеше күн ашық ауа-райында еріп кетуден сақтайды. Алайда, жазда қайталанатын қар мұздықтың қазіргі еруін тоқтату үшін жеткіліксіз. Аңғар түбінен жоғары орналасқан тік және жартасты жоталардың байланысы, қар көшкінінің қарқынды белсенділігі және климаттық ерекшеліктері аймақтағы мұздықтардың өмір сүруіне қажетті жағдай жасайды.

ГАЖ бағдарламаларын енгізу компьютер мониторында да, мысалы, картаның форматтарының бірінде басып шығаруда кез-келген масштабтағы кез-келген мұздықтың бейнесін алуға мүмкіндік береді, бұл олардың зерттеу ықтималдығын көрсетеді. Шығыс Жетісу

Алатауында жүз үш мұздық еріген, яғни 1956 жылы олардың ортасы еріген мұздықтардың жалпы ауданы 4,96 км² құрады [10]. Әр түрлі жеке бассейндердегі мұздықтар аймағының азаю мөлшері әр түрлі және мұздану сипатына байланысты. Жетісу Алатауы өңіріндегі климаттың өзгеруіне мұздық жүйелерінің реакциясын зерттеу климат, мұздықтар және қоршаған орта арасындағы күрделі өзара іс-қимылдарды түсіну үшін әртүрлі әдіснамаларды біріктіретін пәнаралық тәсілді болжайды.

Жетісу Алатауы мұздықтарының жаңа жинақтары және оның 1990 және 2000 жылдардағы орнын көрсететін және “Жетісу Алатауы мұздықтары” өңірлік ГАЖ міндетті бөлігі болып табылатын ауқымды мұздану карталары жасалды. 1956 жылғы алғашқы каталогқа сәйкес, осы уақыт ішінде бірлескен ауданы 202,5 км² болатын 358 мұздық болған. 2000 жылғы ғарыштық суреттердің мәліметтері бойынша Жетісу Алатауының батыс бөлігіндегі мұзданудың жалпы ауданы 131,925 км² құрады. Мұздықтардың аумақтық және сызықтық көлемдерінің қысқаруы олардың мөлшерінің сәйкесінше қысқаруын анықтады [11].

Растрлық формат сканерленген картографиялық материалмен, яғни картаның нақты көшірмесімен ұсынылған, бірақ онымен тиісті компьютерлік бағдарламалар ортасында жұмыс істеуге болады. Аталған әдістің жетекші артықшылығы - объектілердің аудандарын және басқа морфометриялық сипаттамаларын қажетті дәлдікпен анықтау. ГАЖ бағдарламаларын енгізу кез-келген үлкен масштабта кез-келген мұздықтың бейнесін компьютер мониторынан алуға мүмкіндік береді, бұл олардың егжей-тегжейлі зерттеу ықтималдығын көрсетеді.

Нәтижелер және талқылаулар. Әдебиеттерді талдау негізінде мұздық жүйелердің шегінуі Жетісу Алатауы аймағында гидрологиялық режимдердің өзгеруіне әкелгенін білуге болады. Өзен ағынының өзгеруі, еріген мұзды сулардың түсу уақыты және шөгінділердің тасымалдануы айқын болды, бұл жергілікті су ресурстарын басқаруға қиындықтар туғызды. Мұздықтардың еру маусымында мұз қозғалысының орташа тәуліктік жылдамдығы жылдық орташа деңгейден 1,2-1,4 есе асады. Жетісу Алатауындағы мұздықтардың еруіне ықпал ететін негізгі фактор - күн радиациясы. Мұздықтардың еру қарқындылығы негізінен альбедоға, экспозицияға және жердің абсолютті биіктігіне байланысты [12]. Соңғы онжылдықтарда Жетісу Алатауы мұздықтарының массасының тепе-теңдігі негізінен теріс болды, бұл көптеген мұздықтардың шегінуімен және олардың аумағының азаюымен дәлелденген. Жетісу Алатауының солтүстік беткейлеріндегі қар сызығы теңіз деңгейінен 3200-3400 м биіктікте, ал оңтүстік беткейлерде 3500 м жоғары.

3-ші кестеде Жоңғар Алатауының солтүстік жотасының ең ірі мұздықтары көрсетілген [13]. Жетісу Алатауының солтүстік беткейлері ылғалды климатқа ие (жылдық жауын - шашын мөлшері 500-600 мм), өйткені олар ылғалды солтүстік-батыс ауа ағындарына ашық және тосқауыл ретінде қызмет етеді. Екінші жағынан, сол ауа ағындары тау жотасының оңтүстік беткейлеріне жетіп, оларды құрғатады (жылдық жауын-шашын мөлшері 300-450 мм-ден аспайды) [14]. Сонымен бірге Жетісу Алатауының ботаникалық-географиялық элементтері де осы аймаққа ғана тән. Оның Алтаймен және Батыс Тянь-Шаньмен тікелей топографиялық байланысы Орталық Азиядан орман және дала өсімдіктерін әкелуге ықпал етеді. Нәтижесінде Жетісу Алатауының флорасы салыстырмалы түрде бай, дала мен альпі өсімдіктерінің жоғары үлесімен және Орталық Азия шөлді өсімдіктерінің болмауымен сипатталады.

Кесте 3 - Жоңғар Алатауының солтүстік жотасының ең ірі мұздықтары

№	Мұздықтар	Ұзындығы	Ауданы	Биіктігі
1.	Абай	10,9 км	13,2 км ²	2830-4550 м
2.	Колесник	8,1 км	15,3 км ²	2940-4340 м

3.	Балакора	8,0 км	16,7 км ²	2850-4174 м
4.	Тронова	7,9 км	12,4 км ²	2800-3850 м
5.	Короленко	6,2 км	9,5 км ²	3000-4098 м
6.	Талды	6,0 км	11,2 км ²	3120-4280 м
7.	Бессонова	6,0 км	12,6 км ²	2880-3900 м
8.	Некрасов	5,8 км	10,9 км ²	3120-4098 м
9.	Сәтбаев	5,5 км	7,5 км ²	2950-4340 м
10.	Гагарин	4,8 км	5,6 км ²	3110-4232 м

Солтүстік Жетісу Алатауының негізгі өзендерінің ағындық қатарларын талдау жалпы және мұздық ағындары арасында тығбыз байланыс жоқ екенін көрсетеді, дегенмен оларға бірдей геоморфологиялық және әсіресе климатологиялық факторлар әсер етеді. Мұздықтардың ұзындығының азаюы олардың ұштарының биіктігінің жоғарылауынан көрінеді. Мұздықтың ұзындығының төмендеуі оның ұшының биіктігінің жоғарылауынан, мұздықтың максималды биіктігінің төмендеуінен және мұздықтың тік ұзындығының төмендеуінен көрінеді. Мұздықтардың соңғы нүктелерінің орташа биіктігі Биена бассейнінде 55 м-ден Ақсу бассейнінде 65 м-ге дейін және бүкіл оңтүстікте 3337 м-ден 3390 м-ге дейін өсті [15, 112 б].

Мұздықтардың қарқынды шегінуімен тұщы су терминалының теңіз кешендері, бірқатар ұсақ жартас қабырғалары бар, көмілген мұз шөгінділері пайда болады, содан кейін еру мен ыдырау көбінесе жергілікті маңызы бар балшық тас ағындарының пайда болуына әкеледі. Алайда, мұздық аңғарларының әлсіз көлбеуіне байланысты олар үлкен қауіп төндірмейді.

Мұздық массасының орташа тепе-теңдігі Солтүстік Жетісу Алатауында -34 г/см-ден Шығыс Жетісу Алатауында -39 г/см-ге дейін ауытқып, жалпы Қазақстан облысы бойынша -36 г/см² құрады [16]. Мұздық жүйесінің массасының шамасы мен тепе-теңдік белгісін бағалау үшін мұздықтың орташа ауданына келетін мұз көлемінің жоғалуы есептелді. Осы кезеңдегі мұздық массасының орташа жылдық балансы 40,2 г / см² құрады. Бұл осы кезеңдегі мұздықтың бүкіл аумағынан жалпы қайтарымсыз массаның жоғалуы су қабатында шамамен 22 м болғанын білдіреді.

Таулардағы мұздықтарға жататын тау мұздануының мөлшеріне климат, температура, жауын-шашын және топография сияқты әртүрлі факторлар әсер етеді:

1. Климаттың өзгеруі: таулы мұздану ауқымына әсер ететін маңызды фактор-климат. Егер климаттың өзгеруіне байланысты жаһандық температура көтерілсе, тау мұздықтары шегінуі немесе кішірейеді. Екінші жағынан, егер салқындату үрдісі болса, мұздықтар кеңейеді.

2. Температура: мұздықтар температура тұрақты төмен болып қалатын жерлерде пайда болады. Егер температура көтерілсе, мұздықтар еріп, шегінеді.

3. Жауын-шашынның табиғаты: жауын-шашынның мөлшері мен түрі, соның ішінде қар, мұздықтардың пайда болуы мен өсуінде шешуші рөл атқарады. Жауын-шашынның өзгеруі, мысалы, қардың көбеюі мұздықтардың өсуіне ықпал етеді, ал қардың азаюы мұздықтардың шегінуіне әкеледі.

4. Топография: тау рельефінің пішіні мен сипаттамалары мұздықтардың пайда болуына әсер етеді. Тік беткейлер мен аңғарлар мұздықтардың өсуіне ықпал ете отырып, ал тегіс жерлер бұған кедергі келтіруі мүмкін. Рельефтің өзгеруі, мүмкін тектоникалық белсенділіктен туындауы мүмкін, таудағы мұздану деңгейіне әсер етеді.

5. Адам қызметі: тау-кен өндірісі, ормандарды кесу және инфрақұрылымды дамыту сияқты адам әрекеті тау-кен мұздану ауқымына әсер етеді. Бұл әрекеттер ландшафтты өзгерте алады және температура мен жауын-шашынның өзгеруіне ықпал етеді.

Жетісу Алатауының мұздық жүйелері ауыл шаруашылығы алқаптары мен елді мекендерді қоса алғанда, ағыс бойынша төмен орналасқан аудандарды сумен қамтамасыз ете отырып, өңірдің гидрологиялық циклінің маңызды бөлігі болып табылады. Бұл мұздық-

тардың мөлшерінің, ауқымының өзгеруі судың қолжетімділігіне, сапасына және уақытына әсер ететін ауқымды салдарға алып келеді. Сонымен қатар, температура мен жауын-шашын үлгілерінің өзгеруі ауа-райының төтенше жағдайларының жиілігі мен қарқындылығының өзгеруіне әкеледі. Қар жамылғысының сипаттамаларын есептеу әдісі қажетті көрсеткіштердің (тұрақты қар жамылғысының пайда болу және жойылу мерзімі, оның биіктігі мен су эквиваленті) теңіз деңгейінен абсолютті биіктікке аймақтық және жалпы тәуелділіктерін анықтауға негізделген.

Таулы мұздық жүйелеріне мәңгі мұз, тас мұздықтар және мореналар түріндегі көмілген мұздық шөгінділері жатады. Орталық Азия аймағындағы мәңгілік мұз туралы мәліметтер өте аз, бұл осы саладағы зерттеулерді кеңейту қажеттілігін көрсетеді. Аймақтың таулы аймақтары табиғи қауіптерге де, антропогендік факторларға да ұшырайтын аймақтар болып саналады. Бұл қауіптер геоморфологиялық, геофизикалық, гидрологиялық, климатологиялық және антропогендік сипатта болады және мұздық көлдеріндегі су тасқыны, көшкін, сел, қар көшкіні және нөсер су тасқынын қамтиды. Мұздық көлдердің пайда болуы еріген мұздық судың мұздық көлге ағуы оның мұздық көлден шығуынан асып кеткен кезде пайда болады. Мұздық көлдер қауіпті, өйткені олардың мореналарының құрылымы өте бос және көбінесе мұз өзегін қамтиды. Қоқыспен жабылған мұздықтар үлкен қауіп төндіруі мүмкін, өйткені олар әдетте үлкен мореналар түзеді, нәтижесінде мұздық көлдерінде көбірек су жиналады. Моренаның кенеттен құлау қаупі және көлдің жағалаудан тез шығуы бір жағынан көлдің су деңгейіне, екінші жағынан моренаның беріктігіне байланысты.

Қорытынды. Жетісу Алатауы аймағындағы мұздық жүйелерін зерттеу мұз массалары мен климаттың өзгеруі арасындағы күрделі өзара іс-қимыл туралы құнды ақпарат берді. Әдебиеттерді талдау негізінде мұздықтың ұзындығы, қалыңдығы және еру үлгісі туралы маңызды деректерді берді. Соңғы бірнеше онжылдықта мұздықтардың көлемі мен көлемінің алаңдатарлық төмендеуі байқалды, бұл климаттың жылынуына тікелей реакцияны көрсетеді. Бұл өзгерістерге мұздықтардың көлемінің және динамикасының өзгеруі жатады, олардың барлығы осы мұздық жүйелерінің климаттық жағдайлардың өзгерісін көрсетеді.

Жетісу Алатауы аймағындағы мұздықтардың тез еруі климаттың өзгеру мәселесін шешудің өзектілігін көрсетеді. Одан әрі жылындың әсерін азайту және маңызды су көздерін сақтау үшін жедел және тиімді шаралар қажет. Мұздықтардың еруінің салдары ауыл шаруашылығы, гидроэнергетика және сумен жабдықтау сияқты әлеуметтік-экономикалық аспектілерге әсер ететін экологиялық саладан асып түседі. Нәтижелер әртүрлі таулы аймақтардағы мұздықтарда болып жатқан кейінгі өзгерістерді бақылау үшін негізгі негіз ретінде пайдаланылады. Сондықтан ғарыштан телеметрияға негізделген мұздықтарды қайта каталогтау үлкен маңызға ие.

Қорытындылай келе, Жетісу Алатауындағы мұздық жүйелерінің климаттың өзгеруіне реакциясы ауқымды салдары бар көп қырлы құбылыс болып табылатынын атап өткен жөн. Мұздықтардың шегінуі, экожүйелердің өзгеруі және әлеуметтік-экономикалық салдары осы маңызды жүйелердің осалдығын көрсетеді. Мұздықтар көлемінің азаюы жергілікті гидрологияға, төменгі ағыстағы судың қолжетімділігіне әсер етіп, экожүйелер мен биоәртүрліліктің өзгеруіне ықпал етеді. Ерудің күшеюі, қардың түсу заңдылықтарының өзгеруі және мұздықтардың еріген суларын ағызу уақытының өзгеруі осы мұздықтар мен климаттың өзгеруі арасындағы күрделі өзара әрекеттесуді көрсететін байқалған реакциялар болып табылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Калдыбаев А., Янинг С. Оценка изменений площади ледников в северной части Жетысуского Алатау на основе данных дистанционного зондирования. *Геогр. Окружающая среда. Руководство. 2022. - С. 4-16.*

2. Северский И., Вилесов Э., Армстронг Р., Кокарев А., Когутенко Л., Усманова З., Морозова В., Рауп Б. Изменения в оледенении Балхаш-Алакольского бассейна, Центральная Азия, за последние десятилетия. *Энн. Ледниковый период*. 2016. - №57. -С. 382-394.
3. Zhang, K., Qian, B., Wei, J., Yin, C., Cao, S., Li, X., Cao, Y., Zheng, Q. Adaptive batch mode active learning with deep similarity. *Egyptian Informatics Journal*, 24 (4), 2023. DOI:10.1016/j.eij.2023.100412
4. Вилесов Е.Н., Морозова В.И. Современные тенденции изменения размеров оледенения и ледникового стока в бассейне р. Каратал, Западная Джунгария // *Гидро-метеорология и экология*. – 2006. – № 3. – С. 80-92.
5. Черкасов П.А. Расчет составляющих водно-ледового баланса внутриконтинентальной ледниковой системы. Алматы, Каганат, 2004. – 334 с.
6. *sarapan.kz*. Рубрики: Новости, Региональные новости. 12 декабря 2016.
7. Вилесов Е.Н., Морозова В.И., Северский И.В. Оледенение Джунгарского (Жетысу) Алатау: прошлое, настоящее, будущее. – Алматы: КазНУ, 2013. – 244 с.
8. Голубцов В.В. Изменение водных ресурсов и режима рек в результате деградации горного оледенения в их бассейнах // *Гидрометеорология и экология*. – 2008. – № 1. – С. 47-62.
9. Благовещенский В.П. Температурный режим высокогорных районов Средней Азии и Казахстана // *Ледники, снежный покров и лавины горных районов Казахстана*. – Алма-Ата: Наука, 1989. – С. 53-73.
10. Глазырин Г.Е. Влияние площади и ориентации ледников на их сокращение при изменении климата // *Материалы гляциол. исслед.* – Вып. 103. – 2007. – С. 118-123.
11. Зенкова В.А. Ледники Джунгарского Алатау // *Вопросы географии Казахстана*. Вып. 3. Алма-Ата: АН КазССР, 1959. – С. 138-155.
12. Вилесов Е.Н., Морозова В.И. Ледники и ледниковый сток в бассейнах рек Тентек и Ргайты в Джунгарском Алатау // *Гидрометеорология и экология*. – 2005. – № 4. – С. 125-135.
13. Макаревич К.Г. Гидрологический режим Лепсинских ледников в Джунгарском Алатау // *Вестник АН КазССР*, № 9 (162). – 1958. – С. 48-60.
14. Соседов И.С., Токмагамбетов Г.А., Зенкова В.А. Ледниковый сток рек северного склона Джунгарского Алатау // *Вопросы географии Казахстана*, Вып. 19. Алма-Ата, АН КазССР, 1982. – С. 169-178.
15. Токмагамбетов Г.А., Ерасов Н.В. Расчет и прогноз распределения режима горных ледников. Алма-Ата: АН КазССР, 1985. – 160 с.
16. Черкасов П.А., Ермекбаев Т. Вертикальный градиент температуры воздуха на северном склоне Джунгарского Алатау в абляционный период // *Снежные лавины и ледники Казахстана*. Алма-Ата: Наука, 1977. – С. 122-133.

References:

1. Kaldybaev A., Janing S. Ocenka izmenenij ploshhadi lednikov v severnoj chasti Zhetysuskogo alatau na osnove dannyh distancionnogo zondirovaniya. *Geogr. Okruzhajushhaja sreda. Rukovodstvo*. 2022. – S. 4-16.
2. Severskij I., Vilesov Je., Armstrong R., Kokarev A., Kogutenko L., Usmanova Z., Morozova V., Raup B. Izmenenija v oledenении Balhash-Alakol'skogo bassejna, Central'naja Azija, za poslednie desjatiletija. *Jenn. Lednikovyj period*. 2016. – №57. –S. 382-394.
3. Zhang, K., Qian, B., Wei, J., Yin, C., Cao, S., Li, X., Cao, Y., Zheng, Q. Adaptive batch mode active learning with deep similarity. *Egyptian Informatics Journal*, 24 (4), 2023. DOI:10.1016/j.eij.2023.100412

4. Vilesov E.N., Morozova V.I. *Sovremennye tendencii izmenenija razmerov oledeneniya i ledniko-vogo stoka v bassejne r. Karatal, Zapadnaja Dzhungariya // Gidrometeorologija i jekologija.* – 2006. – № 3. – S. 80-92.
5. Cherkasov P.A. *Raschet sostavljajushhih vodno-ledovogo balansa vnutrikontinental'noj lednikovoj sistemy.* Almaty, Kaganat, 2004. – 334 s.
6. *caravan.kz. Rubriki: Novosti, Regional'nye novosti. 12 dekabrja 2016.*
7. Vilesov EN., Morozova V.I., Severskij I.V. *Oledenenie Dzhungarskogo (Zhetysu) Alatau: proshloe, nastojashhee, budushhee.* – Almaty: KazNU, 2013. – 244 s.
8. Golubcov V.V. *Izmenenie vodnyh resursov i rezhima rek v rezul'tate degradacii gornogo oledeneniya v ih bassejnah // Gidrometeorologija i jekologija.* – 2008. – № 1. – S. 47-62.
9. Blagoveshhenskij V.P. *Temperaturnyj rezhim vysokogornyh rajonov Srednej Azii i Kazahstana // Ledniki, snezhnyj pokrov i laviny gornyh rajonov Kazahstana.* – Alma-Ata: Nauka, 1989. – S. 53-73.
10. Glazyrin G.E. *Vlijanie ploshhadi i orientacii lednikov na ih sokrashhenie pri izmenenii klimata // Materialy gljaciol. issled.* – Vyp. 103. – 2007. – S. 118-123.
11. Zenkova V.A. *Ledniki Dzhungarskogo Alatau // Voprosy geografii Kazahstana. Vyp. 3.* Alma-Ata: AN KazSSR, 1959. – S. 138-155.
12. Vilesov E.N., Morozova V.I. *Ledniki i lednikovyj stok v bassejnah rek Tentek i Rgajty v Dzhungarskom Alatau // Gidrometeorologija i jekologija.* – 2005. – № 4. – S. 125-135.
13. Makarevich K.G. *Gidrologicheskij rezhim Lepsinskih lednikov v Dzhungarskom Alatau // Vestnik AN KazSSR, № 9 (162).* – 1958. – S. 48-60.
14. Sosedov I.S., Tokmagambetov G.A., Zenkova V.A. *Lednikovyj stok rek severnogo sklona Dzhungarskogo Alatau // Voprosy geografii Kazahstana, Vyp. 19.* Alma-Ata, AN KazSSR, 1982. – S. 169-178.
15. Tokmagambetov G.A., Erasov N.V. *Raschet i prognoz raspredelenija rezhima gornyh lednikov.* Alma-Ata: AN KazSSR, 1985. – 160 s.
16. Cherkasov P.A., Ermekbaev T. *Vertikal'nyj gradient temperatury vozduha na severnom sklone Dzhungarskogo Alatau v abljacionnyj period // Snezhnye laviny i ledniki Kazahstana.* Alma-Ata: Nauka, 1977. – S. 122-133.

IRSTI 14.35.17

<https://doi.org/10.51889/3005-6217.2024.79.1.013>

Xu W.¹, Kuanyshbek A.², Pratama H.³, Urazaliyeva U.², Kassymova G.^{1*}

¹Abai Kazakh National Pedagogical University,
Almaty, Kazakhstan

²SDU University, Kaskelen, Kazakhstan

³Sultan Idris Education University,
Perak, Malaysia

INCREASING SELF-EFFICACY THROUGH HYBRID TOURISM AND VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY TO COPE WITH BURNOUT

Abstract

The purpose of this study is to analyse the issues of self-development and improving self-efficacy during travel. It also explores learning opportunities for the educational tourism industry because of its advantages for human health, particularly for coping with burnout. The research method is a theoretical analysis of the secondary data. This study considers such terms as tourism, self-development, self-efficacy, hybrid tourism, Virtual Reality (VR) technology, and burnout. At this stage, there are studies demonstrating the interaction between tourism psychology and education. As a practice with strong change characteristics, tourism can temporarily change a person's identity and re-recognize oneself, thereby helping to enhance self-efficacy and change and improve oneself in the direction, degree and intensity required. This article discusses several