







Л.К. Махмудова¹ , Э.К. Талипова^{1,2*} , А.Б. Мырзахметов¹ ,
Л.М. Биримбаева^{1,2} , А.А. Тұрсынбай² , Ә.Ш. Әліпбек² 

¹ҚР ҒЖБМ «География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы қ., Қазақстан

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

*e-mail: elmira_280386@mail.ru

ЖАЙЫҚ-КАСПИЙ СУ ШАРУАШЫЛЫҒЫ АЛАБЫНЫҢ АУМАҒЫНДАҒЫ ЖЫЛЫМЫҚТЫҢ КЛИМАТТЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ

Каспий-Жайық су шаруашылығы алабында орналасқан 47 метеорологиялық станция бойынша аспаптық бақылаулар басталғаннан 2022 жылға дейінгі орташа тәуліктік, максималды және минималды ауа температурасының тәуліктік климаттық қатары қарастырылды. Ауа температурасы таралуының негізгі сипаттамалары есептеліп, ауаның орташа тәуліктік температурасының 0°C арқылы тұрақты ауысу күндері, зерттеу аумағындағы тұрақты аязды кезеңнің басталуы мен аяқталуының орташа көпжылдық күндері анықталды. Тұрақты аязды кезеңнің ұзақтығын (күндер саны) және екі кезеңдегі әр түрлі уақыттық градациялардағы жылымық жағдайларының санына екі кезеңге (аспаптық бақылаулар басталғаннан бастап 1973 жылға дейін және қазіргі кезең 1974 жылдан бастап 2022 жылға дейін) салыстырмалы бағалау жүргізілді. Зерттелетін аймақтың метеорологиялық станцияларының көпшілігінде қысқа мерзімді, яғни олардың ұзақтығы 5 күнге дейін созылатын жылымықтар азайған. Керісінше, 10, 20 және 30 күнге дейін созылатын жылымық күндер саны айтарлықтай өскен, яғни 2-ден 6 есеге дейін. Жалпы алғанда соңғы жылдары жылымықтың көрініс беру жиілігі артқан, әсіресе ол қараша, ақпан және наурыз айларында анық байқалған.

Түйін сөздер: климаттың өзгеруі, ауа температурасы, жылымық, сушаруашылық алабы.

L.K. Makhmudova¹, E.K. Talipova^{1,2*}, A.B. Myrzakhmetov¹,
L.M. Birimbaeva^{1,2}, A.A. Tursynbay², A.Sh. Alipbek²

¹JSC «Institute of Geography and Water Security», Almaty, Kazakhstan

²Non-profit joint stock company «Al-Farabi Kazakh National University», Almaty, Kazakhstan

*e-mail: elmira_280386@mail.ru

Climatic characteristics of thaw in the territory of the Zhaiyk-Caspian water basin

The climatic series of daily values of average daily, minimum and maximum air temperatures from the beginning of instrumental observations until 2022 inclusive at 47 meteorological stations of the Zhaiyk-Caspian water basin is considered. The main characteristics of the distribution of air temperatures were calculated, the dates of the stable transition of the average daily air temperature through 0 °C, the average long-term dates of the beginning and end of the stable frost period in the territory under consideration were determined. A comparative assessment of the duration (number of days) of the stable frost period and the number of thaws with different durations for two periods (from the beginning of instrumental observations until 1973 and the modern period from 1974 to 2022 inclusive) was carried out. Most meteorological stations in the region under study recorded a decrease in the number of thaw events, which lasted up to 5 days. At the same time, the number of thaws lasting up to 10, 20 and 30 days increased significantly – from 2 to 6 times. In general, the frequency of thaws has increased, with the following months making a particularly noticeable contribution to this increase: November, February and March.

Key words: climate change, air temperature, thaw, water basin.

Л.К. Махмудова¹, Э.К. Талипова^{1,2*}, А.Б. Мырзахметов¹,
А.М. Биримбаева^{1,2}, А.А. Тұрсынбай², Ә.Ш. Әліпбек²

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

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

*e-mail: elmira_280386@mail.ru

Климатические характеристики оттепелей на территории Жайык-Каспийского водохозяйственного бассейна

Рассмотрен климатический ряд ежедневных значений среднесуточных, минимальных и максимальных температур воздуха с начала инструментальных наблюдений до 2022 г. включительно на 47 метеорологических станциях Жайык-Каспийского водохозяйственного бассейна. Рассчитаны основные характеристики распределения температур воздуха, определены даты устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С, средние многолетние даты начала и конца устойчивого морозного периода на рассматриваемой территории. Выполнена сравнительная оценка продолжительности (число дней) устойчивого морозного периода и числа случаев оттепелей с различной продолжительностью за два периода (с начала инструментальных наблюдений до 1973 г. и современный период с 1974 г. по 2022 г. включительно). На большинстве метеорологических станций исследуемого региона зафиксировано уменьшение числа случаев оттепелей, продолжительность которых длится до 5 дней. В то же время количество оттепелей продолжительностью до 10, 20 и 30 дней значительно увеличилось – от 2 до 6 раз. В целом частота возникновения оттепелей возросла, причем особенно заметный вклад в это увеличение вносят следующие месяцы: ноябрь, февраль и март.

Ключевые слова: изменения климата, температура воздуха, оттепели, водохозяйственный бассейн.

Кіріспе

Әлемнің барлық аймақтарында ауаның орташа жылдық температурасының тұрақты өсуі байқалуда (IPCC, 2023: 1; Feng et al., 2018: 388; Huang et al., 2016: 1131), яғни жер бетіндегі жылынудың орташа жылдамдығы 0,18 °С /10 жылды құрайды, ал Қазақстан аумағында бұл көрсеткіш 0,33°С/10 жыл. Ең жылдам жылыну еліміздің батыс аймақтарда 0,54°С/10 жылға дейін байқалады (8-е национальное сообщение, 2022: 491). Ауа температурасының жаһандық өсуі экожүйедегі елеулі өзгерістерге әкеліп, экстремалды құбылыстардың жиілеуі, соның ішінде құрғақшылық пен су тасқыны біздің елімізде маңызды мәселелер болып отыр (Alimkulov et al., 2024: 271; Алимкулов және басқалары, 2024: 26; Taroglou et al., 2019: 587; Dery et al., 2014: 228). Сонымен қатар мұндай сипаттамаларға ауа температурасының 0°С ауысу уақыты мен жылымық режимін де жатқызуға болады (Masgur et al., 2024: 2214; Мирвис, Гусева и др. 2009: 101).

Ғылымдағы «жылымық» ұғымы екіұшты мағынада түсіндіріледі. Анықтамаға сәйкес (Хромов, Мамонтова 1974: 369), жылымық - бұл ауа температурасының қыста теріс температура немесе тұрақты аяз кезінде оң мәндерге дейін

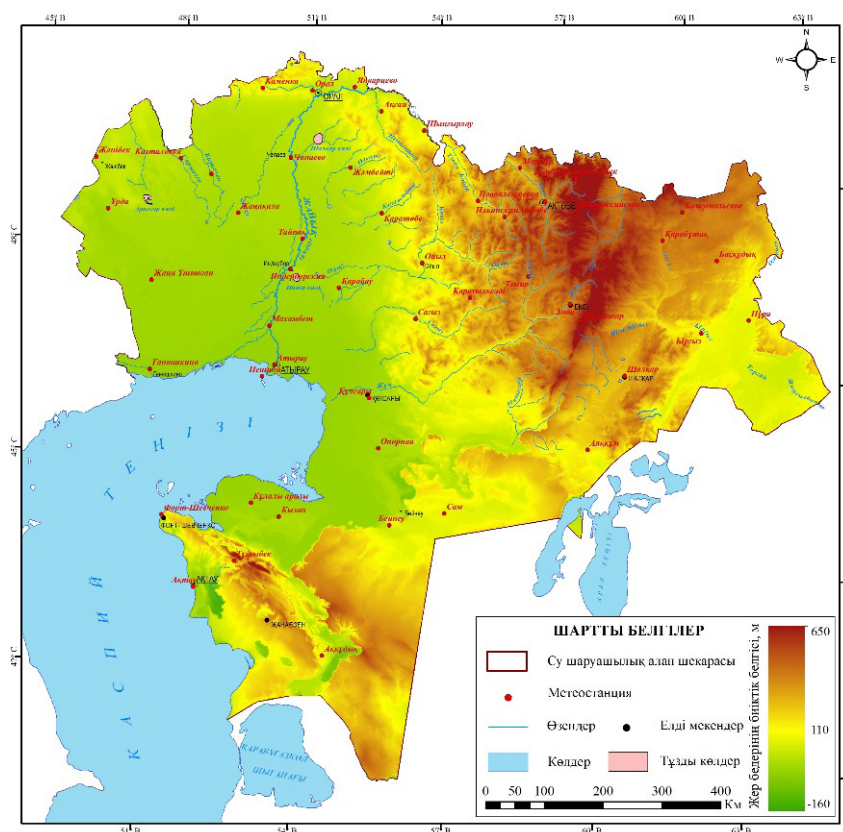
көтерілуі. Тұрақты аязды кезеңнің аяқталуын анықтау кезінде көктемде күрт континентальды климат жағдайында максималды температураның теріс орташа тәуліктік температурадан оң мәндерге дейін жиі жоғарылауы байқалады. Сондықтан аяз кезеңінің аяқталуын орташа тәуліктік ауа температурасының 0°С арқылы тұрақты көктемгі ауысу күні бойынша анықтау ұсынылады. Ең қиыны - ауа температурасының 0°С-қа ауысуы жылымық екені анық кезеңді анықтау.

Жылымық қысқы дақылдардың қыстау жағдайларына теріс әсер етеді, құрылыс құрылымдарының беріктігін төмендетеді, көлік қатынасы жағдайларын нашарлатады және т.б. Ұзақ уақытқа созылған жылымық қыс мезгілінде өзендердің еруіне және тіпті су тасқынына әкелуі мүмкін. Жылымық режиміндегі өзгерістер топырақ пен су нысандарының режиміне әсер етеді. Демек, суық мезгілде қалыптасқан теріс температура аясында байқалатын жылымық көп зиян келтіреді. Бақылауларға сәйкес жылымықтардың жиілігінің өзгеруін зерттеуге деген ерекше қызығушылық осы ауа температурасының, әсіресе көктем айларындағы жоғарылауымен тікелей байланысты (Хайруллин, 1969: 28).

Бұл зерттеудің мақсаты Жайық-Каспий су шаруашылығы алабының аумағындағы климаттың өзгеру барысында жылымық режиміндегі аймақтық ерекшеліктерді анықтау болып табылады. Жылымықты зерттеу жазық өзендердің қысқы ағындысын қалыптастыруда шешуші рөл атқарады. Жылымық режиміндегі өзгерістер су нысандарының гидрологиялық режиміне әсер етеді, жылымық кезеңінде қар жамылғысының күрт азаюы және топырақтың беткі қабаттарындағы тоң қабатының еруі байқалады. Бұл кезеңдер су режимінің өзгеруіне айтарлықтай үлес қоса отырып, өзендерде ағындының пайда болуына әсер етеді (Коршунова, 2019: 24; Niya et al., 2022: 128; Fuks, 2023: 113). Осылайша, жылымықты зерттеу қыс мезгілінде жазық өзендердің су ресурстарын түсінуде және басқаруда маңызды рөл атқарады. Жылымықтың пайда болу процесін түсіну гидрологиялық модельдерді әзірлеу, су режимінің өзгеруін болжау және қоршаған ортаны қорғау шараларын жоспарлау үшін аса қажет.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Ғылыми зерттеуге арналған материалдар «Қазгидромет» РМК дайындаған http://ecodata.kz:3838/dm_climat_ru/ сайтынан Жайық-Каспий су шаруашылығы алабында орналасқан 50 метеорологиялық станция бойынша 2022 жылға дейінгі аспаптық бақылаулардың толық кезеңі үшін тәуліктік метеорологиялық мәліметтер алынды. Есептеулер әр түрлі жылымық түрлерінің қайталануы, қарқындылығына қатысты жүргізілді. Сондай-ақ, ауа температурасының тұрақты оң мәнге ауысу күндері ауаның орташа тәуліктік, максималды және минималды температуралары мұрағатының мәліметтері бойынша жүргізілді. Максималды температураның климаттық қатарлары, орташа тәуліктік ауа температурасының 0°C арқылы тұрақты ауысу күндерінің климаттық сипаттамалары, еру динамикасы, сызықтық трендтер талданды. Зерттелетін аумақтың метеорологиялық станцияларының орналасуы 1-суретте көрсетілген.



1-сурет – Жайық-Каспий су шаруашылығы алабының метеорологиялық станцияларының орналасу схемасы

Тұрақты аяз кезеңін анықтау Хайруллин К.Ш. ұсынған әдіс бойынша жүргізіледі (Хайруллин, 1969: 76). Аязды кезеңнің басында ауа температурасының тәуліктік максимумы қатарынан кемінде 5 күн теріс мәндерді сақтайтын күн қабылданады. Тұрақты аязды кезеңнің шекаралары (ТАК) келесідей анықталады: кезеңнің басында белгілі бір күн қабылданады, сол күннен бастап тәулігіне максималды ауа температурасы теріс мәндерді қатарынан кемінде 5 күн сақталуы тиіс. Кезеңнің соңы орташа тәуліктік ауа температурасының 0°C арқылы тұрақты оң мәнге ауысуы болып саналады ($T_{\text{тәулік}} \leq 0^{\circ}\text{C}$ кезеңнің соңғы күні). Тұрақты аязды кезеңнің ұзақтығы ($Y_{\text{ТАК}}$) аяз кезеңіндегі күндер саны ретінде анықталады.

Жылымықпен күндер саны (N_{d_0}) – ТАК ішінде ауа температурасының оң мәні ($T \geq 0^{\circ}\text{C}$) бар күндер жылымық тіркелген күндер болып саналады. Жылымық күндер саны (N_0) – максималды температура бір күннен аспай 0°C -тан төмен түссе, жылымық кезеңі үздіксіз болып саналады. Жылымық кезеңдерінің ұзақтығы кең ауқымда өзгеруі мүмкін (бір күннен бір айға дейін немесе одан да көп).

Ауа температурасының 0°C өтетін күндер саны - (N_{d_0}) $T_{\text{макс}} > 0^{\circ}\text{C}$ және $T_{\text{мин}} < 0^{\circ}\text{C}$ болатын күн болып саналады.

ТАК тұрақтылық көрсеткіші (K) мынадай формула бойынша есептеледі:

$$K = \frac{Y_{\text{ТАК}} - N_{d_0}}{Y_{\text{ТАК}}} * 100\% \quad (1)$$

мұндағы, $Y_{\text{ТАК}}$ – ТАК ұзақтығы; N_{d_0} – жылымықпен күндер саны.

Жылымық болмаған жағдайда (абсолютті тұрақты аяз кезеңінде) $K=100\%$, егер жылымықпен күндер саны аяз кезеңінің ұзақтығының жартысын құраса, онда $K=50\%$.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Жайық-Каспий су шаруашылығы алабының аумағында жылымық сипаттамаларының кеңістікте таралуын қарастырайық. Әр түрлі градициялар арқылы орташа тәуліктік ауа температурасының тұрақты ауысу күндері (-5°C , 0°C , $+5^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$) белгілі бір жылдың климаттық ерекшеліктерін көрсететін ауа-райының маңызды сипаттамаларына жатады. Орташа тәуліктік ауа температурасының 0°C -қа ауысуы қар жамылғысының ерте немесе кеш еруімен, топырақтың кебуімен байланысты (Садоков и др., 2012: 162). ТАК басталу және аяқталу күндерінің таралуы

ендікке байланысты, өйткені ол негізінен ендік температурасының өзгеруімен анықталады. Қарастырылып отырған аумақтың көп бөлігінде ТАК басталуы қазан-қараша айларына келеді. ТАК басталу күндері 2-суретте көрсетілсе, ал аяқталу күндері 3-суретте көрсетілген.

Ақтөбе облысы бойынша ТАК орташа ұзақтығы 144 тәулікті құрайды. ТАК ең ерте басталуы 1939 жылы 06 қазанда (Родниковка МС), ең кеш басталуы – 2012 жылғы 9 желтоқсанда (Ойыл МС) байқалды. Тұрақты аязды кезеңнің ең ерте аяқталуы 2002 жылғы 13 ақпанда (Аяқкүм МС), ең кеш аяқталуы – 1942 жылғы 23-24 сәуірде (Ақтөбе МС, Новороссийское МС, Родниковка МС) байқалды.

Ең ұзақ тұрақты аяз кезеңі 1959-1960 жылдар аралығында Кос-Істек, Новороссийское, Родниковка МС-да байқалды және 184 күнді құрады. Тұрақты аязды кезеңнің ең қысқа ұзақтығы 2001-2002 жылдар кезеңінде Аяқкүм МС байқалып 78 тәулікті құрады.

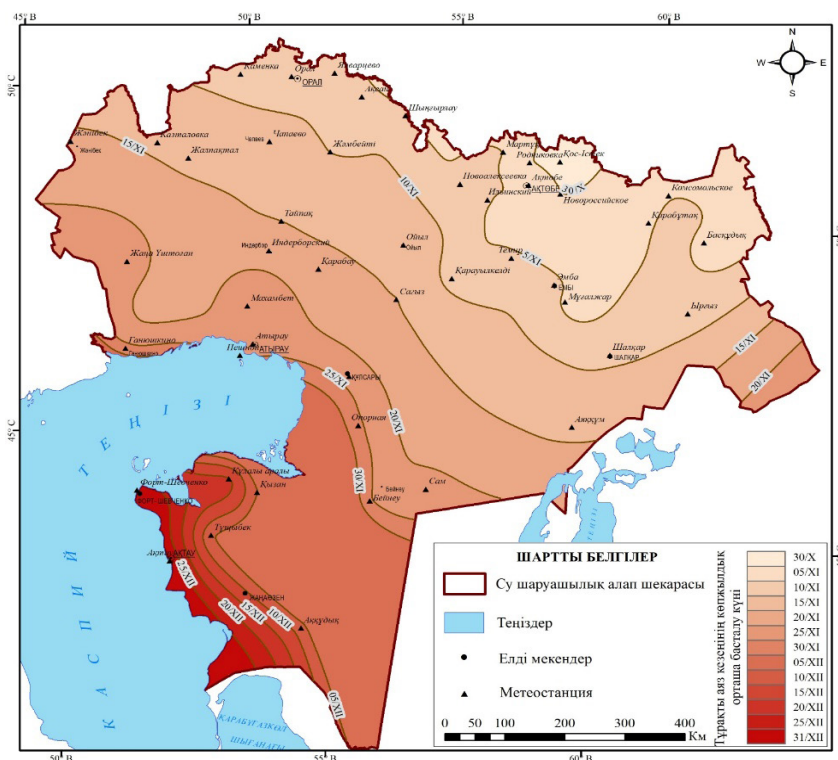
Батыс Қазақстан облысы бойынша тұрақты аязды кезеңнің орташа ұзақтығы 131 тәулікті құрады. Көп жағдайда Батыс Қазақстан облысында тұрақты аязды кезеңнің басталуы қарашаның бірінші және екінші онкүндігінде, аяқталуы наурыздың екінші және үшінші онкүндігінде байқалады. Тұрақты аязды кезеңнің ең ерте басталуы 1976 жылғы 13 қазанда (Январцево МС, Ақсай МС, Орал МС, Каменка МС, Шыңғырлау МС), ең кеш басталуы – 2010 жылғы 4 қаңтарда (Урда МС) орын алды. ТАК ең ерте аяқталуы 2002 жылдың 5 ақпанында (Урда МС), ең кеш аяқталуы – 1942 жылғы 18 сәуірде (Ақсай МС, Шыңғырлау МС) байқалды.

Ең ұзақ тұрақты аязды кезең 1951-1952 жылдар аралығында Орал МС-да байқалып 172 тәулікті құраған. ТАК ең қысқа ұзақтығы 57 тәулікті құрап, Орда МС, Жәнібек МС-да 2015-2016 жылдар аралығында орын алған.

Атырау облысы бойынша тұрақты аязды кезеңнің орташа ұзақтығы 114 тәулікті құрайды. Бұл кезеңнің ең ерте басталуы 1976 жылы 14 қазанда (Сағыз МС), ең кеш басталуы 1947 жылы 12 қаңтарда (Ганюшкино МС) байқалды. ТАК ең ерте аяқталуы 2020 жылғы 26 қаңтарда (Атырау МС), ең кеш аяқталуы – 1954, 1957, 1987, 2005 жылдары 06 сәуірде (Индербор МС, Қарабау МС, Сағыз МС және Атырау МС) орын алды. Ең ұзақ ТАК 1953-1954 жылдары Қарабау МС-да байқалды және 163 тәулікті құрады. Сондай-ақ ең қысқа ұзақтығы 35 тәулікті құрады және 2015-2016 жылдар кезеңінде Атырау МС және Ганюшкино МС байқалды.

Маңғыстау облысы бойынша ТАК орташа ұзақтығы 82 тәулікті құрайды, ең ерте басталуы 1976 жылы 17 қазанда (Сам МС, Тірек МС), ең кеш басталуы – 1980 жылы 22 ақпанда (Форт Шевченко МС) байқалды. ТАК ең ерте аяқталуы 2004, 2007, 2019 жылдары 03 қаңтарда (Аққұдық

МС, Құлалы МС, Ақтау МС), ең кеш аяқталуы аяқталуы – 2003 жылы 02 сәуірінде (Бейнеу МС) байқалды. Ең ұзақ ТАК 1953-1954 жылдар аралығында Сам МС-да байқалды және 152 күнді құрады. Ал ең қысқа ұзақтығы 4 тәулікті құрап, 2006-2007 жылдарда Ақтау МС байқалды.



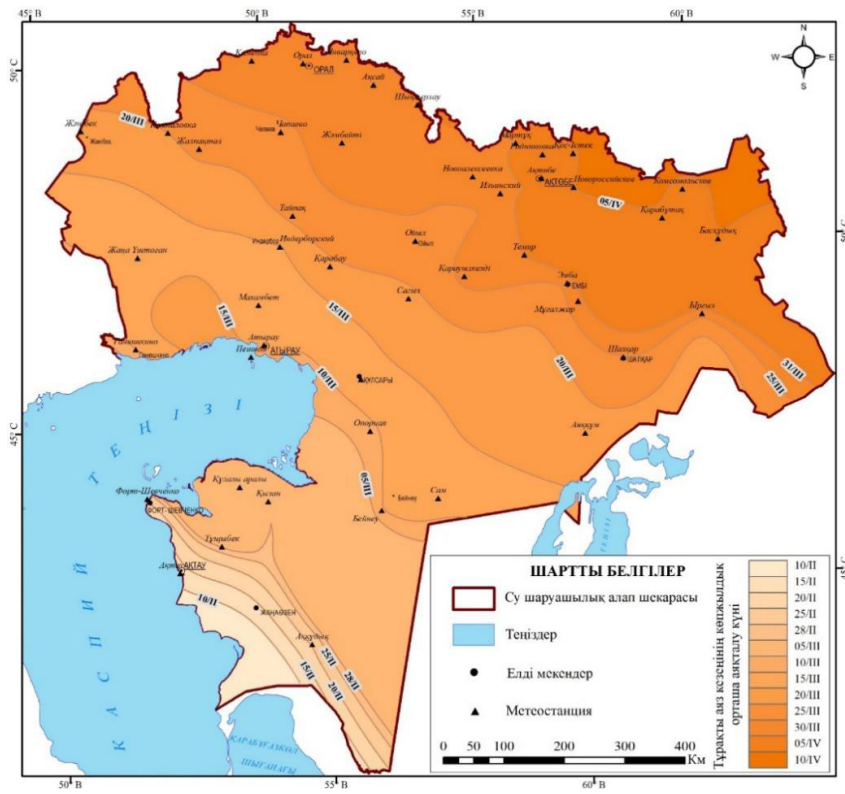
2-сурет – Жайық-Каспий су шаруашылығы алабы аумағында тұрақты аязды кезеңнің басталуының орташа көпжылдық күндері

0°C-қа тұрақты өту мерзімдерінің жылжуына ықпал ететін себептердің бірі антропогендік фактормен қоса циркуляция жағдайларының өзгеруі болуы мүмкін (Шкляев и др., 2011: 44). Қарастырылып отырған аумақтағы ТАК ұзақтығы (күндер саны) 4-суретте көрсетілген.

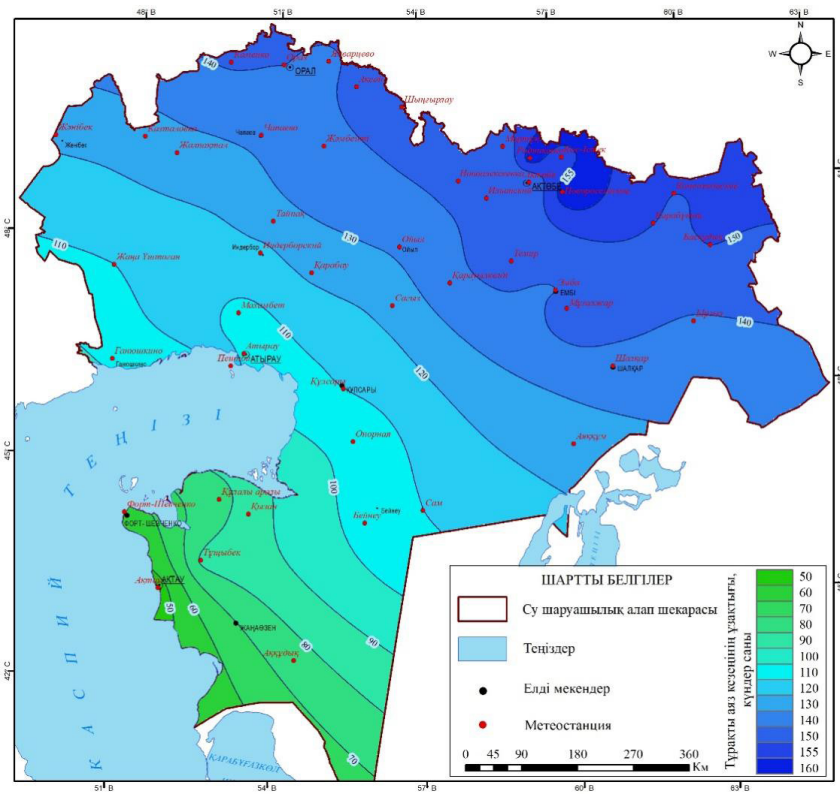
1974-2021 жылдар аралығындағы ауа температурасы туралы мәліметтерді талдау 1973 жылға дейінгі кезеңмен салыстырғанда Жайық-Каспий су шаруашылығы алабының барлық дерлік метеорологиялық станцияларында өскендігін көрсетті, әсіресе ауа температурасының қарқынды жоғарылауы ақпан және наурыз айларына тиесілі (Бюллетень, 2023: 75). Жер бетіндегі ауа температурасының жоғарылауы жылымықтардың жиілігі мен қарқындылығының жоғарылауымен бірге жүруі мүмкін. Наурыз-сәуір айларында байқалған жылымық қар

қабатының жылудан қорғайтын қасиетінің өзгеруіне, ал ол, өз кезегінде, топырақтың термикалық күйіне әсер етеді (Осокин, Сосновский 2014: 72).

Батыс аймақта тұрақты аязды кезеңнің басталуын білдіретін орташа тәуліктік температураның 0 °С-тан төмен тұрақты төмендеуі қазан айының соңында байқалады; көктемде орташа тәуліктік ауа температурасының 0°C-тан жоғарылау уақыты сәуір айының басына сәйкес келеді. Сондықтан жылымықтар байқалуы мүмкін теріс температура кезеңі ретінде қарашадан наурызға дейінгі аралық алынды. Жылымық режиміндегі өзгерістерді бағалау үшін айлар бойынша жылымық күндер саны (қарашадан наурызға дейін), сондай-ақ әртүрлі ұзақтық градацияларындағы жылымық (күндер) саны қарастырылды.

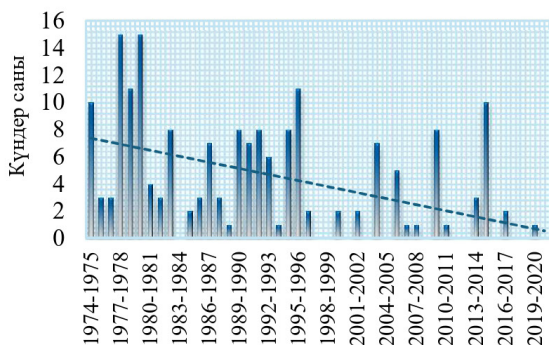


3-сурет – Жайық-Каспий су шаруашылығы алабы аумағында тұрақты аязды кезеңнің аяқталуының орташа көпжылдық күндері

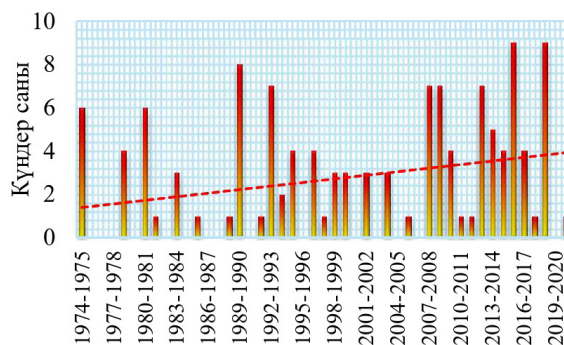


4-сурет – Жайық-Каспий су шаруашылығы алабы аумағындағы тұрақты аязды кезеңнің ұзақтығы (күндер саны)

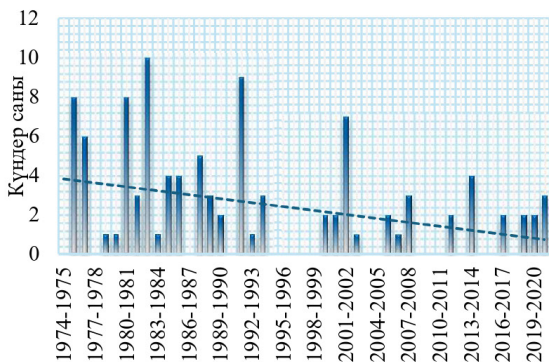
Каменка МС (қараша)



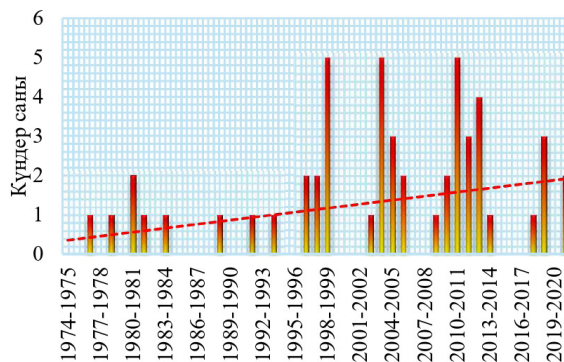
Каменка МС (наурыз)



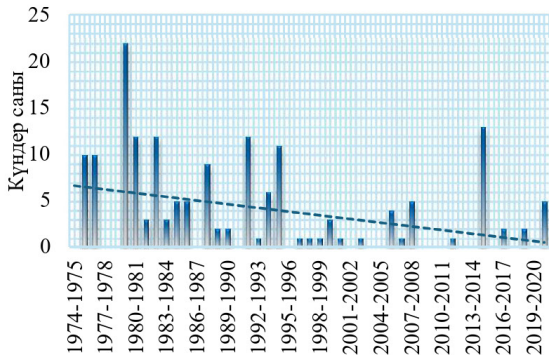
Жалпақтал МС (қараша)



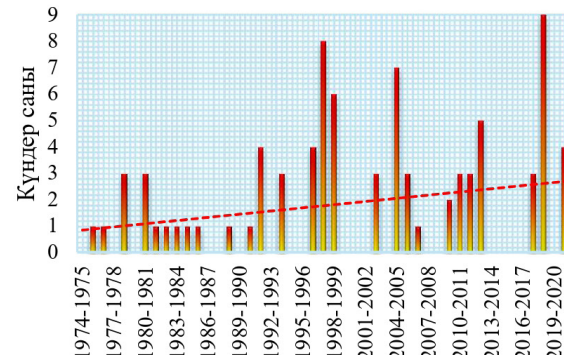
Жалпақтал МС (наурыз)



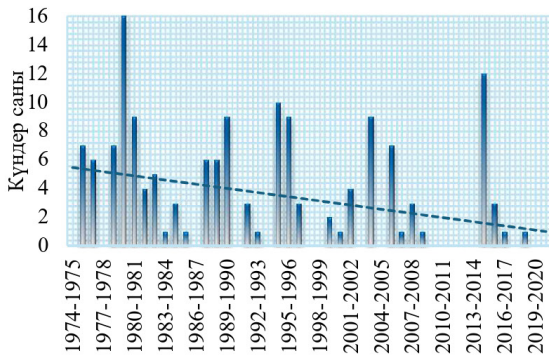
Жәнібек МС (қараша)



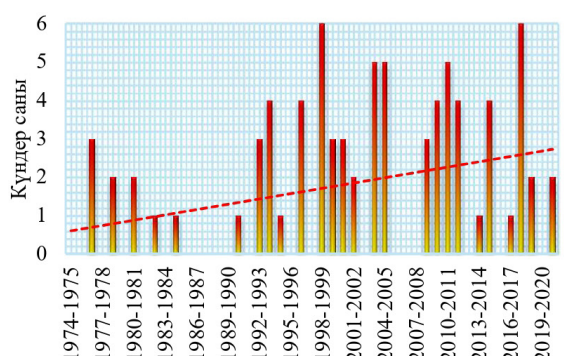
Жәнібек МС (наурыз)

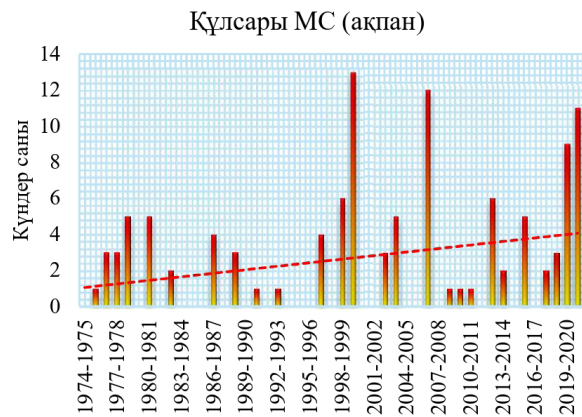
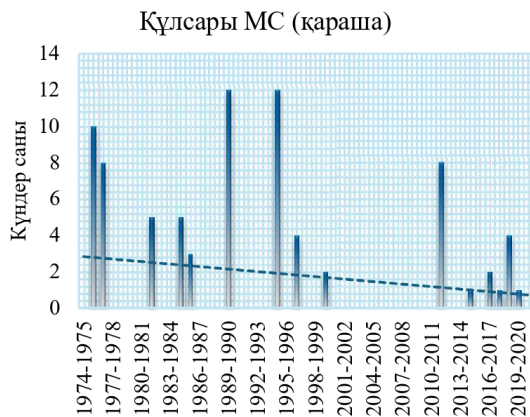
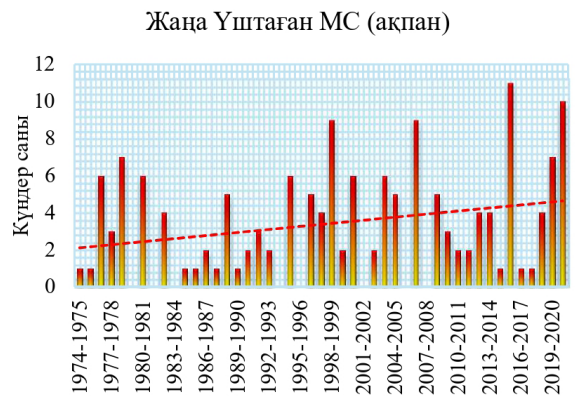
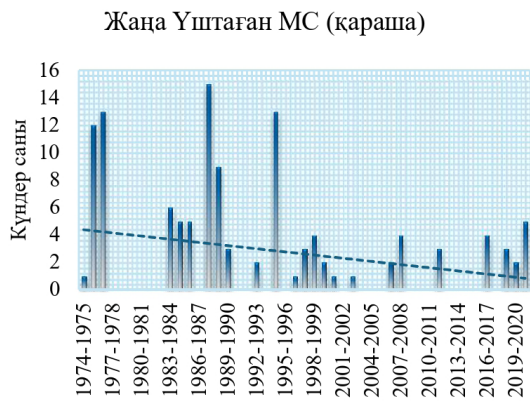
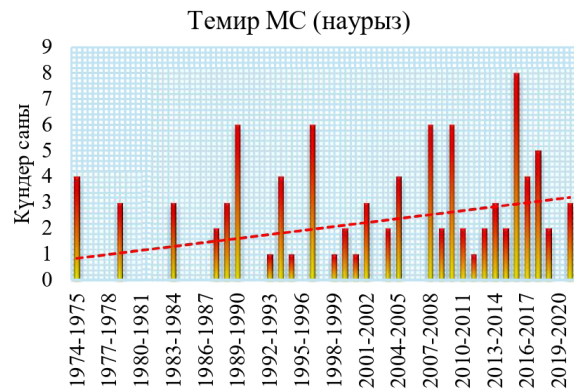
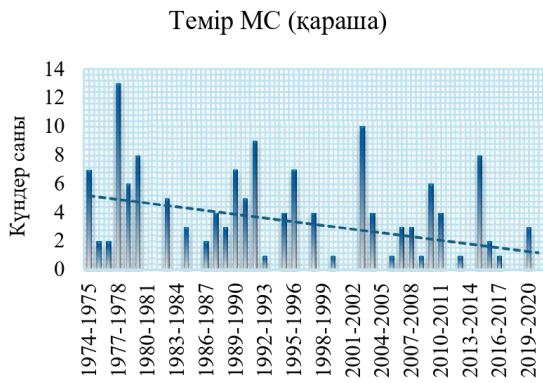
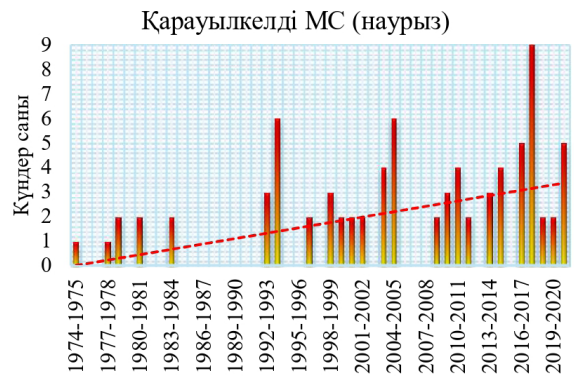
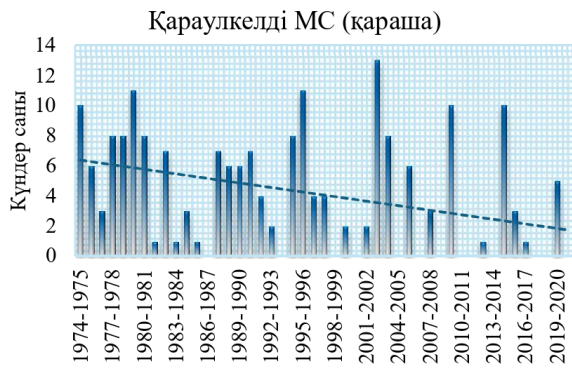


Ойыл МС (қараша)



Ойыл МС (наурыз)





5-сурет – Жайық-Каспий су шаруашылығы бассейнінің метеорологиялық станцияларында жылымық күндер саны

Батыс аймақтың облыстары бойынша 1974-2021 жылдардағы қазіргі кезеңдегі жылымық күндерінің орташа саны кеңістік бойынша біркелкі емес. Зерттеу аймағындағы метеорологиялық станцияларында жылымық күндерінің орташа саны 7-ден 21 күнге дейінгі аралықты құрайды. Жылымық күндер санының көпжылдық жүрісінен оның қайталануы қазіргі кезеңде (1974-2021) артқанын көрсетеді. Жылымық күндер санының сызықтық тренд коэффициентінің таралуында айтарлықтай өзгерістердің қараша, ақпан және наурыз айларына сәйкес келетіндігін көрсетеді. Әсіресе бұл үрдіс Батыс Қазақстан

облысының метеостанцияларында байқалған. Қараша айында 1974-2021 жылдар кезеңіндегі сызықтық тренд коэффициенті теріс мәнге, наурызда керісінше оң мәнге ие (Сурет 5).

Ақтөбе облысында орналасқан метеорологиялық станциялардың көпшілігінде трендтің төмендеуі қараша айында байқалады, ал оң трендтер өңірдің солтүстігінде орналасқан метеостанцияларда наурыз айында тіркелген. Оңтүстікте орналасқан станцияларда да оң трендтер ақпан айына жылжыған. Атырау облысында орналасқан метеостанцияларда қазіргі кезеңде ақпан айындағы жылымықтар саны артып келеді (Кесте 1).

1-кесте – Өртүрлі ұзақтықтағы жылымықпен күндер саны

Метеорологиялық станция	Кезең	Әр түрлі ұзақтықтағы жылымықтар саны				
		0-5 күн	6-10 күн	11-15 күн	16-20 күн	20-30 күн
Ақсай	1939-1973	15	9	7	4	0
	1974-2021	8	16	13	8	1
Орал	1940-1973	11	8	7	4	4
	1974-2021	8	7	9	11	11
Урда	1941-1973	5	2	5	10	4
	1974-2021	4	6	8	12	6
Тайпақ	1940-1973	8	5	10	4	6
	1974-2021	5	11	8	8	9
Шыңғырлау	1940-1973	13	7	7	1	4
	1974-2021	10	17	7	3	8
Чапаево	1940-1973	11	5	7	4	7
	1974-2021	6	7	14	7	13
Ақтөбе	1940-1973	15	7	5	4	2
	1974-2021	11	15	11	8	3
Мартүк	1940-1973	15	7	9	1	2
	1974-2021	13	14	10	6	4
Новоалексеевка	1940-1973	11	9	5	3	5
	1974-2021	12	8	11	8	8
Қарабұтақ	1940-1973	21	7	3	1	2
	1974-2021	22	13	5	4	3
Ырғыз	1940-1973	11	11	5	3	3
	1974-2021	18	15	8	5	1
Ойыл	1936-1973	16	9	9	3	0
	1974-2021	16	14	11	3	3
Қарауылкелді	1938-1973	18	9	5	3	0
	1974-2021	12	19	12	4	0
Атырау	1936-1973	10	12	4	8	4
	1974-2021	5	14	11	6	10
Ганюшкино	1936-1973	8	7	6	8	8
	1974-2021	7	8	11	6	12

Ұзақтығы 16-20 күнге және 20-30 күнге созылған жылымықтар саны 1973 жылға дейінгі кезеңмен салыстырғанда екі есе көп байқалады. Орал метеорологиялық станциясында 1973 жылға дейінгі кезеңде ұзақтығы 16-20 және 20-30 күн болатын жылымықтар саны 4 рет байқалса, ал 1974 жылдан кейінгі қазіргі кезеңде олардың саны 11-ге дейін өсті. Чапаево метеорологиялық станциясында 1973 жылға дейінгі кезеңде ұзақтығы 16-20 күн болатын жылымық жағдайларының саны 4 рет, ал 1974-2021 жылдар кезеңінде – 7 рет байқалса, ұзақтығы 20-30 күн болатын жылымықтар саны 1940-1973 жылдар кезеңінде – 7 рет, ал 1974-2021 жылдар кезеңінде – 13 рет орын алған.

Қорытынды

Жайық-Каспий су шаруашылығы алабының 47 метеорологиялық станциясының мәліметтеріне сәйкес жылымықтардың негізгі сипаттамалары зерделенді. Соңғы жылдарда орын алып жатқан климаттың өзгеруі жылымық режимінің өзгеруінде де әсер еткен. Қарастырылып

отырған аймақтың барлық метеорологиялық станцияларында ұзақтығы 5 күнге дейінгі жылымықтар санының азаюы байқалады. Ұзақтығы 10, 20, 30 күнге дейінгі жылымық жағдайларының саны керісінше 2-ден 6 есеге дейінгі өсу тенденциясын көрсетті. Жалпы жылымық жағдайларының қайталанғыштығы өсіп келеді, әсіресе ол қараша, ақпан және наурыз айларында анық байқалған.

Заманауи климат өзгерісі контекстінде жылымықты бағалау климаттың өзгеруін бақылаудың маңызды бір бөлігі болып табылады. Жылымықтың жиілігі мен қарқындылығының өзгеруі метеорологиялық параметрлерінің көпжылдық режиміндегі өзгерістерді анық көрсетеді. ТАК жылымықтар көктемгі су тасқынын тудыратын факторлардың бірі, яғни өзен ағындысының режимін айтарлықтай өзгертуі мүмкін. Зерттеу қорытындылары практикалық тұрғыдан қарағанда су ресурстарын басқару мен болжауда аса маңызды, себебі жылымықтың өзен ағындысына әсерін бағалау күтілетін өзгерісін болжауға және су тасқынының алдын алу шараларын қабылдауға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер

- Lee H., Romero J. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – IPCC, Geneva, Switzerland, 2023. P. 1-34 doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001
- Feng R., Yu R., Zheng H., Gan M. Spatial and temporal variations in extreme temperature in Central Asia // *Int. J. Climatol*, 2018. – №38. – P. 388-400.
- Huang J., Ji M., Xie Y. Global semi-arid climate change over last 60 years // *Climate Dynamics*. 2016. – №46.- P.1131-1150. <https://doi.org/10.1007/s00382-015-2636-8>
- Заявление ВМО о состоянии глобального климата в 2017 году. – Женева: Издательство ВМО. – №1285. – 2018. – 40 с.
- 8-е национальное сообщение и 5-й двухгодичный доклад Республики Казахстан Рамочной Конвенции ООН об Изменении Климата. Астана, 2022. – 491 с.
- Alimkulov S, Makhmudova L, Talipova E. Response of the water level of the Balkash Lake to the distribution of meteorological and hydrological droughts under the conditions of climate change // *Journal of Water and Climate Change*. – 2024. – P. 3395–3408. doi: <https://doi.org/10.2166/wcc.2>
- Алимкулов С.К., Махмудова Л.К., Турсунова А.А., Талипова Э.К., Биримбаева Л.М. Көпжылдық гидрометеорологиялық мәліметтері негізінде Жайық-Каспий су шаруашылық алабындағы гидрологиялық құрғақшылықты бағалау // *Гидрометеорология және экология*. – №1. – 2024. – бб. 26-38
- Taroglou E., Vozinaki A.E., Tsanis I. Climate Change Impact on the Frequency of Hydrometeorological Extremes in the Island of Crete // *Water*. – 2019. – №11. – P. 544-587. <https://doi.org/10.3390/w11030587>
- Dery S.J., Martins E.G., Owens P.N. Extreme hydrometeorological events induce abrupt and widespread freshwater temperature changes across the Pacific Northwest of North America // *Communications Earth & Environment*. – 2024. – №5. – P.228 <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01407-6>
- Masrur M., Daniel R., Halil C., Sunghwan K., Eugene S. Have climate change and warmer winters altered freeze thaw patterns? // *Transportation Geotechnics*. – 2024. – V.46. – P.101-250 <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2024.101250>.
- Мирвис В.М., Гусева И.П. Изменения в режиме оттепелей на территории России // *Труды ИГО*. – 2009. – № 556 – С. 101-115.
- Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974. – 569 с.
- Хайруллин К.Ш. Оттепели на территории СССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1969. – 88 с.
- Коршунова Н.Н., Давлетшин С.Г. Климатические характеристики оттепелей на территории России // *Труды ВНИИГМИ-МЦД*. – 2019. – №184 – С. 24-32.

Hiyama T., Park H., Kobayashi K., Lebedeva L., Gustafsson D. Contribution of summer net precipitation to winter river discharge in permafrost zone of the Lena River basin // *Journal of Hydrology*. – 2023. – V. 616. – P. 128-197 <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128797>.

Fuks M. Changes in river ice cover in the context of climate change and dam impacts: a review // *Aquatic Sciences*. – 2023. – V. 85. – P. 92-113 <https://doi.org/10.1007/s00027-023-01011-4>

Садоков В.П., Козельцева В.Ф., Кузнецова Н.Н. Определение весенних дат устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0, +5 °С, их прогноз и оценка // *Труды Гидрометцентра России*. – 2012. – №348 – С. 162–172.

Шкляев В.А., Ермакова Л.Н., Шкляева Л.С. Статистические характеристики температуры воздуха холодного периода в г. Перми и их временные изменения // *Географический вестник*. – 2011. – №2. – С. 44-48.

Ежегодный бюллетень мониторинга состояния и изменения климата Казахстана: 2022 год. - Астана, 2023. – 75 с.

Осокин Н.И., Сосновский А.В. Пространственная и временная изменчивость толщины и плотности снежного покрова на территории России // *Лёд и Снег*. – 2014. – Т.54. – № 4. – С. 72-80.

References

IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

Feng R., Yu R., Zheng H., Gan M. (2018). Spatial and temporal variations in extreme temperature in Central Asia. *International Journal of Climatology*, 38, e388-e400.

Huang J., Ji M., Xie Y. et al. (2016). Global semi-arid climate change over last 60 years. *Climate Dynamics*, 46, 1131-1150. <https://doi.org/10.1007/s00382-015-2636-8>

Zajavlenie VMO o sostojanii global'nogo klimata v 2017 godu (2018) [WMO Statement on the State of the Global Climate 2017]. Geneva: WMO Publishing, No 1285, P. 40.

8-е национальное сообщение и 5-й двухгодичный доклад Республики Казахстан Рамочной Конвенции ООН об Изменении Климата (2022) [8th national communication and 5th biennial report of the Republic of Kazakhstan to the UN Framework Convention on Climate Change], Astana, P. 491.

Alimkulov S., Makhmudova L., Talipova E, et al. (2024) Response of the water level of the Balkash Lake to the distribution of meteorological and hydrological droughts under the conditions of climate change. *Journal of Water and Climate Change*; jwc2024271. doi: <https://doi.org/10.2166/wcc.2>

Alimkulov S.K., Makhmudova L.K., Tursunova A.A., Talipova E.K., Birimbaeva L.M. (2024) Ocenka gidrologicheskoy zasuhi v Zhajyk-Kaspijskom vodorazdele na osnove mnogoletnih gidrometeorologicheskikh dannyh [Assessment of hydrological drought in the Zhajyk-Caspian watershed based on long-term hydrometeorological data]. *Hydrometeorology and ecology*, No. 1, pp. 26-38

Tapoglou E., Vozinaki A.E., Tsanis I. (2019). Climate Change Impact on the Frequency of Hydrometeorological Extremes in the Island of Crete. *Water*, 11, 587. <https://doi.org/10.3390/w11030587>

Dery S.J., Martins E.G., Owens P.N., Peticrew E. L. (2024). Extreme hydrometeorological events induce abrupt and widespread freshwater temperature changes across the Pacific Northwest of North America. *Communications Earth & Environment*, 5(1), 228. <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01407-6>

Masrur M., Daniel R., Halil C., Sunghwan K., Eugene S. (2024). Have climate change and warmer winters altered freeze-thaw patterns?, *Transportation Geotechnics*, Volume 46, 101250, ISSN 2214-3912, <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2024.101250>.

Mirvis V.M., Guseva I.P. (2009) *Izmeneniya v rezhime ottepelej na territorii Rossii* [Changes in the thaw regime in Russia]. *Trudy GGO*, No556, pp. 101-115.

Khromov S.P., Mamontova L.I. (1974) *Meteorologicheskij slovar'* [Meteorological Dictionary]. L.: Gidrometeoizdat, P. 569.

Khairullin K.Sh. (1969) *Ottepeli na territorii SSSR* [Thaws on the territory of the USSR]. L.: Gidrometeoizdat, P. 88.

Korshunova N.N., Davletshin S.G. (2019) *Klimaticheskie harakteristiki ottepelej na territorii Rossii* [Climatic characteristics of thaws on the territory of Russia]. *Trudy VNIIGMI-MCD*, No184, pp. 24-32.

Hiyama T., Park H., Kobayashi K., Lebedeva L., Gustafsson D. (2023). Contribution of summer net precipitation to winter river discharge in permafrost zone of the Lena River basin, *Journal of Hydrology*, Volume 616, 128797, ISSN 0022-1694, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128797>.

Fuks M. (2023). Changes in river ice cover in the context of climate change and dam impacts: a review. *Aquatic Sciences*, 85(4), 113. <https://doi.org/10.1007/s00027-023-01011-4>

Sadokov V.P., Kozeltseva V.F., Kuznetsova N.N. (2012) *Opredelenie vesennih dat ustojchivogo perehoda srednej sutochnoj temperatury vozduha cherez 0, +5 oS, ih prognoz i ocenka* [Determination of spring dates of stable transition of average daily air temperature through 0. +5 °C, their forecast and assessment]. *Trudy Gidrometcentra Rossii*, No348, pp. 162-172.

Shklyayev V.A., Ermakova L.N., Shklyayeva L.S. (2011) *Statisticheskie harakteristiki temperatury vozduha holodnogo perioda v g. Permi i ih vremennye izmeneniya* [Statistical characteristics of air temperature during the cold period in Perm and their temporary changes]. *Geograficheskij vestnik*, No2, pp. 44-48.

Ezhegodnyj bjulleten' monitoringa sostojaniya i izmeneniya klimata Kazahstana: 2022 god (2023) [Annual bulletin of monitoring the state and climate change of Kazakhstan: 2022]. Astana, P. 75.

Osokin N.I., Sosnovsky A.V. (2014) *Prostranstvennaja i vremennaja izmenchivost' tolshhiny i plotnosti snezhnogo pokrova na territorii Rossii* [Spatial and temporal variability of the thickness and density of snow cover on the territory of Russia]. *Ljod i Sneg*, v. 54. – No4. pp. 72-80.

Авторлар туралы мәлімет:

Махмудова Ляззат Камаловна – с.ғ.л., қауымдастырылған профессор, География және су қауіпсіздігі институтының жетекші ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан, e-mail: mlk2002@mail.ru);

Талипова Эльмира Кайратовна (хат-хабар алмасу үшін автор) – PhD, География және су қауіпсіздігі институтының аға ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан, e-mail: elmira_280386@mail.ru);

Мырзахметов Ахан Бахытович – PhD, География және су қауіпсіздігі институтының аға ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан, e-mail: ahan_myrzahmetov@mail.ru);

Биримбаева Ляззат Муратбековна – Метеорология және гидрология кафедрасының докторанты, География және су қауіпсіздігі институтының ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан, e-mail: mysterious_li@mail.ru);

Тұрсынбай Аязжан Амангелдіқызы – метеорология және гидрология кафедрасының магистранты, (Алматы, Қазақстан, e-mail: ayazhan.0200@bk.ru);

Әліпбек Әсем Шәмілқызы – метеорология және гидрология кафедрасының магистранты, (Алматы, Қазақстан, e-mail: asemma.alipbek@icloud.com).

Information about authors:

Makhmudova Lyazzat Kamalovna – Candidate of Geological Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, Institute of Geography and Water Security (Almaty, Kazakhstan, e-mail: mlk2002@mail.ru);

Talipova Elmira Kairatovna (corresponding author) - PhD, senior researcher of the Institute of Geography and Water Security (Almaty, Kazakhstan, e-mail: elmira_280386@mail.ru);

Myrzakhmetov Akhan Bakhytovich – PhD, senior researcher of the Institute of Geography and Water Security (Almaty, Kazakhstan, e-mail: ahan_myrzahmetov@mail.ru);

Birimbayeva Lyazzat Muratbekovna – PhD student of the Department of Meteorology and Hydrology, researcher of the Institute of Geography and Water Security (Almaty, Kazakhstan, e-mail: mysterious_li@mail.ru);

Tursynbai Ayazhan Amangeldikyzy – Master’s student of the Department of Meteorology and Hydrology, (Almaty, Kazakhstan, e-mail: ayazhan.0200@bk.ru);

Alipbek Asem Shamilkyzy – Master’s student of the Department of Meteorology and Hydrology, (Almaty, Kazakhstan, e-mail: asemma.alipbek@icloud.com).

Келін түсті: 13 маусым 2024 жыл
Қабылданды: 14 қараша 2024 жыл