

**\*Смагулова А.Б., Нысанбаева А.С.**

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,  
Қазақстан, Алматы қ., \*e-mail: smagulova\_akmaral@mail.ru

## **КЛИМАТ ӨЗГЕРУІНЕ БАЙЛАНЫСТЫ ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАННЫҢ БИОКЛИМАТТЫҚ БАҒАЛАУЫ**

Соңғы жылдары климаттың жылынуы тек жаһандық масштабта ғана емес, сонымен қатар Қазақстан аумағында да байқалып отыр. Осыған орай климаттың жаһандық өзгеруі мен ауа райы құбылыстарының адам өмірі мен денсаулығына әсерін зерттеу мәселелеріне көп көңіл бөлінуде. Қазіргі кезде адам өміріне және денсаулығына биоклиматтық өзгерістер мен ауа райы жағдайларының әсерін бағалау маңызды мағлұматтардың бірі болып табылады. Шығыс Қазақстан – мемлекетімізде елеулі орын алатын өндірістік аймақтардың негізгі көздерінің бірі. Аймақта ауыл шаруашылығы, әсіресе мал шаруашылығы, сонымен қатар түсті металлургия өнеркәсіп орындары мен экономикамызда маңызды орын алатын басқа да шаруашылық түрлері айтарлықтай жақсы дамыған. Яғни, ашық кеңістікте жыл мезгілдеріне қарамастан, қыста да жұмыс жасаумен байланысты. Ал аймақтың климаты ыстық жаз бен қатаң қыс, күшті жел және төмен температуралармен ерекшеленеді. Осы орайда Шығыс Қазақстан аймағы үшін биоклиматтық бағалау жүргізу, оған талдау жасау өзекті мәселелер қатарына кіреді. Бұл мақалада Шығыс Қазақстанның биоклиматтық бағалануы қарастырылып, климаттың өзгеруіне байланысты динамикасына талдау жасалынды. Биоклиматтық бағалау, адамға температура мен желдің кешенді әсерін ескеру арқылы анықталатын, Канадалық модель эквивалентті температура индексі (WCET) бойынша қарастырылды. Бұл көрсеткіш белгілі бір температура кезіндегі адамның жылуды сезінуін бағалайды. Бастапқы деректер ретінде Шығыс Қазақстанның алты метеорологиялық станция мәліметтері алынды. Алынған нәтижелер көмегімен минималды WCET индекс шамасы суық кезеңде «өте суық», кей жылдары «үсік шалу қаупі» деңгейіне сәйкес келді. Сонымен қатар, климаттың өзгеруіне байланысты соңғы он жылдықта минималды WCET ықтималдығы шамамен 2-3% жоғары болған, яғни суық қыстар байқалған. Биоклиматтық бағалау туралы ақпаратты халықты ескерту жүйелерінде, төтенше жағдайлар қызметтерінде, сондай-ақ ашық кеңістікте жұмыс жасау шаралары ұйымдастырылатын кезде қолдануға болады.

**Түйін сөздер:** биоклимат, Шығыс Қазақстан, температура, жел, эквивалентті температура.

Smagulova A.B. \*, Nyssanbayeva A.S.

Al-Farabi Kazakh National University,  
Kazakhstan, Almaty, \*e-mail: smagulova\_akmaral@mail.ru

### **Bioclimate assessment of East Kazakhstan in relation to climate change**

In recent years, climate warming has been observed not only globally, but also on the territory of Kazakhstan. In this regard, much attention is paid to the issues of global climate change and the effects of weather phenomena on human life and health. One of the important information is the impact of bioclimatic assessment and weather changes on human life and health. East Kazakhstan is one of the main sources of industrial zones, which has a significant place in our country. Agriculture is well-developed in the region, especially animal husbandry, non-ferrous metallurgy industries and other types of farming have a significant role in our economy. The main activity which determines the work outdoors is in the winter. And the climate of the region is characterized by hot summers and severe winters with low temperatures and strong winds. In this regard, bioclimatic assessment and analysis of the East Kazakhstan region are among topical issues. This article reviews the bioclimatic assessment of East Kazakhstan and analyzed the dynamics of climate change. The bioclimatic assessment is based on the Canadian Model equivalent temperature index (WCET), which is determined by taking into account the complex effect of temperature and wind on humans. This indicator estimates the warmth of the person at a certain temperature. Initial data were obtained from six meteorological stations of East Kazakhstan. According to the results, the minimum value of the WCET index in the cold season corresponds to the levels – “very cold”,

in some years – “the threat of frostbite”. At the same time, in the last decade, due to climate change, the likelihood of minimum WCET was about above 2-3%, it means that cold winters were observed. Information on bioclimatic assessment can be used by public awareness systems, emergency services and when they are going to organize outdoor activities.

**Key words:** bioclimate, East Kazakhstan, temperature, wind, equivalent temperature.

Смагулова А.Б.\*, Нысанбаева А.С.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби,  
Казахстан, г. Алматы, \*e-mail: smagulova\_akmaral@mail.ru

### **Биоклиматическая оценка Восточного Казахстана в связи с изменением климата**

В последние годы потепление климата наблюдается не только во всем мире, но и на территории Казахстана. В связи с этим большое внимание уделяется вопросам глобального изменения климата и воздействия погодных явлений на жизнь и здоровье человека. Одним из важных является оценка влияния биоклиматических изменений и погоды на жизнь и здоровье человека. Восточный Казахстан является одним из основных источников промышленных зон, который занимает значительное место в нашей стране. В области достаточно хорошо развито сельское хозяйство, особенно животноводство, цветная металлургия и другие виды экономической деятельности, основная деятельность которых определяет работу на открытом воздухе даже зимой. А климат региона характеризуется жарким летом и низкими температурами, суровой зимой и сильными ветрами. В связи с этим биоклиматическая оценка и анализ Восточно-Казахстанской области являются одними из актуальных вопросов. В данной статье рассматривается биоклиматическая оценка Восточного Казахстана и дается анализ динамики в связи с изменением климата. Биоклиматическая оценка произведена по эквивалентной температуре Канадской модели (WCET), которая определена с помощью учета комплексного влияния температуры и ветра на человека. Этот показатель оценивает ощущения тепла человека при определенной температуре. Исходные данные получены с шести метеостанций Восточного Казахстана. Согласно результатам, минимальное значение индекса WCET в холодное время года соответствуют уровням – «очень холодно», в отдельные годы – «угроза обморожения». В то же время, в последнее десятилетие, в связи с изменениями климата, вероятность минимального WCET была примерно на 2-3% выше, то есть наблюдались холодные зимы. Информация об оценке биоклимата может использоваться в системах информирования общественности, службах чрезвычайных ситуаций и при организации мероприятий на свежем воздухе.

**Ключевые слова:** биоклимат, Восточный Казахстан, температура, ветер, эквивалентная температура.

### **Кіріспе**

Қоршаған орта температурасының әсерін адамдар әр түрлі сезінеді. Дегенмен, қоршаған орта әсерін қабылдауда ортақ факторлар бар. Салқын, әрі құрғақ ауа райы жағдайына қарағанда, қалыпты аяз және ылғалды ауа райы жағдайына төзу қиын. Аязды ауа райында желдің күшеюі кезінде ауаның температурасы нақты мәніне қарағанда әлдеқайда төмен сезіледі. Неғұрлым күшті жел байқалса, температуралық айырмашылық та жоғары болады.

Өткен ғасырда көптеген зерттеушілер адамның ауа температурасын, ылғалдылығын және жел жылдамдығын бір уақытта сезіну әсерін көрсететін күрделі индекстерді қарастырған (Epstein, 2006: 388-398).

Шығыс Қазақстан қыс мезгілдерінде аязды ауа райының байқалуы қалыпты жағдай болып табылатын аймақтарға жатады. Сондықтан суық

кезеңге ауа райының комфорттілігін бағалау үшін ең қолайлы «wind chill equivalent temperature» (WCET) индексі қолданылды (Dixon, 1987: 1-16; Siple, 1945: 177-199). Бұл көрсеткіш төмен температура мен желдің жылдамдығын бірге ескереді. Сонымен қатар, байқалған ауа температурасы мен WCET арасындағы айырмашылық желдің әсерінен жылу жоғалтуды сандық анықтауға мүмкіндік береді (Переведенцев, 2012: 136-144; Головина, 1997: 110).

20 ғасырларда эффективті эквивалентті температураны анықтау үшін пайда болған теңдеулер, адам жылу шығынының әр түрлі жағдайларға сүйене отырып анықталғандықтан, зерттеушілерді қанағаттандырмады. Сондықтан осы ғасырдың басында WCET есептеу үшін біріңғай стандарт пен біріңғай тәсіл құруға әрекет жасалды (OFCM, 2003; Osczevski, 2005: 1453-1458). Теориялық негізделген жаңа тәсілдер Канадада жасалды (Environment Canada, 2014:6).

Канадалық авторлардың ойлап тапқан WCET есептеу тәсілдері заманауи әдістердің негізі болды (Shitzer, 2006: 787-790; Shitzer, 2012: 495-503).

Температураның жайлылығын түсіну – өте субъективті мәселе. Бұл жасына, тұратын жеріне және басқа да ерекшеліктерге байланысты адамдар оны әр түрлі сезінеді. Температураның жайлылығын сандық өлшеу мүмкін емес. Сондықтан адам ағзасы ауа райының әсеріне төтеп бере алатын, белгілі бір температура диапазоны ретінде биологиялық нормалардың тұжырымдамасын енгізуге әрекет жасалды (Baranovska, 1998: 123-126). Алайда, бұл критерий де өте салыстырмалы болды. Адамның жеке сипаттамаларына қосымша, ол әдегі мен акклиматизациясының нәтижесі қосылады. Осыған орай ауа-райының әсерін бағалаудағы субъективтілік элементі үнемі қалады деп санауға болады (WHO/WMO/UNEP, 1996).

Отандық және шетелдік тәжірибеде ауа райы жағдайларында қолайлылық деңгейі биометриялық индекстердің көмегімен жиі бағаланады, ол адамның қоршаған ортасының жай-күйін бағалаудың жанама көрсеткіштері болып табылады, физикалық тұрғыдан оның жылулық сипаттамаларын сипаттайды (Емелина, 2014: 25-37).

Адамға ауа температурасының әсерін эквивалентті температура мәнін пайдалана отырып зерттелуі алғаш рет Миссенард еңбегінде ұсынылған (Missenard, 1937: 186).

2001 жылдың қараша айында Канада, АҚШ және Біріккен Корольдік температура индекстеріне арналған «Бірлескен іс-қимыл тобы» (JAG/TI) кездесуінде ғалымдар мен медициналық сарапшылардың жаңадан әзірленген желдің шуыл индексіні қолдануды ұйғарған (Environment Canada, 2014: 6; BBC Weather, Understanding weather, 2010; Oszcewski, 2005: 1453-1458).

Соңғы жылдардың биоклиматтық индекстер туралы маңызды жұмыстары қатарына Ресей территориясы бойынша жүргізілген зерттеулерді келтіруге болады (Гарабатыров, 2004: 161; Исаев, 2001: 458; Кобышева, 2008: 336; Русанов, 1981: 86; Троян, 1988: 207; Шкляев, 2010: 52-60). Жоғары дәрежедегі аймақтық зерттеулер де кездеседі (Переведенцев, 2009: 239-246). Қазақстан территориясы үшін биоклиматтық зерттеу еңбектері өте аз (Нысанбаева, 2013: 53-65; Cherednichenko, 2018: 12; Нысанбаева, 2015: 36-44; Әбдіразақ, 2016).

Заманауи маңызы зор мәселелердің бірі – климаттың жаһандық өзгеруі мен мұндай өзгерулердің зардаптарын бағалау. Бұл мәліметтер шаруашылық саласындағы жеке аймақтар үшін аса қажетті ақпарат болып табылады (IPCC, 2013). Климаттың жаһандық өзгеру жағдайында Шығыс Қазақстан аймағы үшін жел жылдамдығын ескере отырып, әр түрлі дәрежедегі қолайсыз ауа райы жағдайларының климаттық ықтималдығын зерттеу мақаланың негізгі мақсаты болып табылады.

### Қолданған мәліметтер мен зерттеу әдістері

Шығыс Қазақстан – Қазақстан Республикасының солтүстік-шығысында орналасқан, табиғаты өте әдемі, қойнауы қазына байлыққа толы таулы өңір. Климаты қатаң континенталды болып келеді. Қыста төмен температуралардың байқалуы бұл өңір үшін қалыпты жағдай және таулы аңғарлы аймақ болғандықтан, жойқын желдердің соғуымен ерекшеленеді. Шығыс Қазақстандағы төмен температуралар Сібір антициклоны күшейгенде байқалады. Ерекше күшті желдер әдетте, антициклон перифериясында, ауа массаларының солтүстіктен және солтүстік батыстан тасымалдануы кезінде суық фронттардың байқалуы кезінде болады. Қаңтардың орташа ауа температурасы тау аралық жоталарында  $-26^{\circ}\text{C}$  дейін төмендесе, ал шілдеде орташа ауа температурасы  $19-23^{\circ}\text{C}$  шамасында байқалады (Справочник по климату Казахстана. Многолетние данные, 2004: 465-468).

Шығыс Қазақстанның биоклиматтық жағдайын бағалау үшін температура мен желдің уақыттық қатарлары 20 жыл үшін, яғни 1997-2016 жж. аралығы алынды. Бастапқы мәліметтер ретінде Аягөз, Өскемен, Жаңғызтөбе, Зайсан, Катон-Қарағай, Семей станцияларының бақылау мәндері қолданылды.

Ауа үнемі қозғалыста болғандықтан, жел жылдамдығы  $2\text{ м/с}$ -ден көп болғанда, жылу берілу қарқындылығы күшее түседі, жылу сезінудің деңгейі мен құрылымы да өзгереді. Биоклиматтық индекстерді анықтаудың шетелдерде түрлі тәсілдері бар (Головина, 1997: 110; Dixon, 1987: 1-16; Кобышева, 2008: 336). Бұл жұмыста биоклиматтық бағалау Канадалық модель бойынша қарастырылып, WCET индексі (1) келесі теңдеу көмегімен анықталды (OFCM, 2003):

$$\text{WCET} = 13,12 + 0,6215 * T - 11,37 * (v * 3,6)^{0,16} + 0,3965 * T * 37 * (v * 3,6)^{0,16} \quad (1)$$

мұндағы,

$T$  – қоршаған ауа температурасы, °С;

$v$  – жер бетінен 10 м биіктіктегі жел жылдамдығы, м/с.

Зерттеу еңбектерінде комфорттық деңгей эквивалентті температураның жылулық сезімталдығы классификациясы (1-кесте) бойынша қарастырылады (Переведенцев, 2012: 136-144).

**1-кесте** – Эквивалентті температура бойынша жылулық сезімталдығы классификациясы

Эквивалентті температура, °С	Комфорттық деңгейі
>30	жылулық жүктеме жоғары
24-30	жылулық жүктеме қалыпты
18-24	комфортты жылы
12-18	комфорт (қалыпты жылы)
6-12	салқын
0-6	қалыпты салқын
-6-0	өте салқын
-6(-12)	қалыпты суық
-12(-18)	суық
-18(-24)	өте суық
-24<	үсу қаупі басталады

WCET шамасын есептеу барысында күннен келетін сәулелену әсерінің күрделілігі мен біртектілігіне байланысты қосымша мәлі-

меттер ескерілген жоқ. Нәтижелерде 4,8 км/сағ жылдамдықпен қозғалып келе жатқан немесе қандай да бір ұқсас энергия жұмсалатын әрекет жасап жатқан және ауа райына сай киінген қалыпты адамның жылу жоғалтуы ескерілді. Ағзаның бірқатар физиологиялық функцияларының өзгергіштігі эквивалентті температура мәндерінің өзгеруімен параллельді жүреді.

1997-2006 жж. және 2007-2016 жж. онжылдық кезеңдер үшін температураның уақыттық қатарларына өткен кезеңдерде бақыланған климаттық тербелістерді анықтау үшін талдау жасалды. Бұл байқалған суық және жылы климаттық кезеңдерді анықтауға көмектесті (Чердниченко, 2013: 367). Сонымен қатар аталған онжылдық кезеңдер үшін WCET шамасын салыстыра отырып, осы кешенді көрсеткіштерге климаттың өзгеру әсерін бағалауға мүмкіндік берді.

### Зерттеу нәтижелері мен оны талқылау

Шығыс Қазақстанның биоклиматтық жағдайын бағалау үшін 1997-2016 жж. аралығындағы Аягөз, Өскемен, Жаңғызтөбе, Зайсан, Катон-Қарағай, Семей метеостанциялары бойынша температура мен жел жылдамдығының мәліметтері алынып, арнайы есептеулер жасалып, талдау жүргізілді. Аймақтың жалпы климаттық ерекшеліктерін қарастыру үшін алдымен аталған станциялардың қоршаған орта температурасының таралуына талдау жасалды (2-кесте).

**2-кесте** – Орташа және экстремалды климаттық ауа температурасы

Станция	T, °С	Айлар											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Аягөз	орташа	-16,3	-15,5	-8,0	5,2	12,8	18,3	20,8	18,6	12,3	3,8	-7,0	-13,7
	абс. макс	5 1948	8 1983	25 1989	31 1997	35 1974	39 1962	40 1992	40 1944	35 1959	30 1995	20 1978	8 1989
	абс. мин	-42 1969	-45 1951	-36 1960	-23 1979	-9 1985	-1 1948	3 1968	-1 1937	-10 1968	-24 1968	-42 1987	-44 1938
Өскемен	орташа	-16.1	-15.4	-7.9	4,9	13,4	18,7	20,6	18,2	12,3	4,8	-6,2	-13,6
	абс. макс	8 1983	9 1987	23 1989	33 1972	38 1980	38 1988	43 1974	40 1939	37 1998	29 1997	19 1978	14 1955
	абс. мин	-49 1931	-47 1951	-40 1971	-30 1934	-9 1931	-2 1992	2 1989	-1 1978	-7 1998	-22 1987	-44 1944	-48 1944

Станция	Т, °С	Айлар											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Жаңғызтөбе	орташа	-14,8	-14,1	-7,2	5,4	13,6	19,3	21,6	19,1	12,9	4,8	-6,3	-12,6
	абс. макс	7 1983	8 1945	21 1944	31 1972	37 1945	39 1997	42 1939	40 1939	39 1942	29 1987	17 1957	16 1958
	абс. мин	-42 1958	-43 1951	-38 1971	-25 1979	-9 1949	0 1961	4 1972	0 1938	-8 1958	-23 1987	-43 1952	-43 1949
Зайсан	орташа	-17,0	-14,8	-6,2	7,4	15,3	20,9	23,0	21,3	15,3	6,5	-5,7	-14,3
	абс. макс	14 1983	11 1953	24 1989	32 1927	36 1974	38 1984	42 1989	41 1979	38 1998	33 1985	17 1988	12 1955
	абс. мин	-40 1919	-40 1951	-35 1951	-18 1934	-12 1931	3 1971	8 1925	3 1937	-4 1934	-20 1928	-38 1952	-41 1966
Катон-Қарағай	орташа	-13,6	-12,2	-6,7	2,8	9,8	14,6	16,5	14,8	9,7	2,2	-7,6	-12,2
	абс. макс	10 1983	15 1963	21 1989	28 1997	31 1974	34 1968	36 1983	36 1996	32 1953	27 1985	17 1997	14 1955
	абс. мин	-36 1958	-44 1951	-34 1999	-22 1963	-14 1969	-4 1996	0 1949	-3 1948	-11 1967	-25 1987	-39 1987	-39 1966
Семей	орташа	-15,3	-15,2	-7,8	5,7	14,1	19,6	21,8	19,0	12,6	4,5	-6,1	-12,9
	абс. макс	5 1979	7 1963	23 1989	33 1997	38 1980	39 1988	42 1992	40 1955	38 1998	30 1970	19 1997	8 1955
	абс. мин	-47 1960	-45 1945	-40 1945	-26 1969	-7 1946	-1 1971	4 1972	-1 1978	-6 1958	-21 1987	-42 1987	-46 1966

Шығыс Қазақстан аймағының жергілікті климаттық айырмашылықтары шамамен бір қалыпты болып келеді. Бұл аймақта шұғыл континенталды климат басым. Ең суық айлар болып қаңтар, ақпан және желтоқсан айлары табылады. Температураның ең төмен шамасы Өскеменде  $-48^{\circ}\text{C}$  және  $-49^{\circ}\text{C}$  сәйкесінше желтоқсан мен қаңтар айларында байқалған. Ауа температурасының орташа айлық ең үлкен жылдық амплитудасы Зайсанда  $40^{\circ}\text{C}$  байқалса, Семей, Аягөз, Өскемен және Жаңғызтөбеде айтарлықтай жоғары мәндер  $36,4-37,1^{\circ}\text{C}$  шамалары аралығында, ал Катон-Қарағайда  $30,1^{\circ}\text{C}$  мәніне сәйкес келген. Абсолютті экстремалды температуралардың жылдық жүрісі барлық станцияларда байқалады. Абсолютті максимум мен минимум айырмашылығы Аягөз, Жаңғызтөбе, Катон-Қарағай станцияларында алты айда, Өскемен, Семей станцияларында жеті айда, ал Зайсанда сегіз айда  $50^{\circ}\text{C}$  шамасынан жоғары болған.

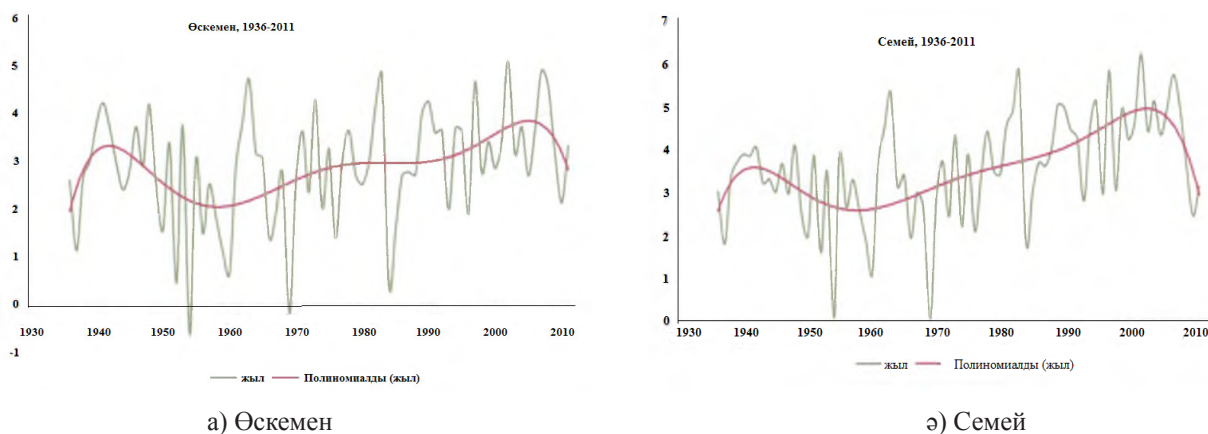
Уақыттық қатарлардың статистикалық талдауы қазіргі заманауи техникалармен жасалғанның өзінде біршама уақыт алатын жұмыс болып табылады. Сонымен қатар нәтижелер таңдалып

алынған әдіс пен талданып отырған қатарлардағы қателер мен қалып қойған мәндерге өте сезімтал. Соңғы жылдары статистикалық әдістің күрделі түрі ретінде жоғары дәрежелі көпмүшелі аппроксимация әдісі қолданылып жүр (Чередниченко, 2013: 367).

Қазіргі климаттық температураның өсуі әлем бойынша 1960 жылдан кейін және аймақ бойынша өткен ғасырдың 70 жылдарында басталған, ал ерекше өзгерісі 1975 жылы байқалып, шамамен 2005 жылдан бастап климаттық салқындау басталған. Қарастырылып отырған аймақ станциялары үшін де климаттық жылынуы мен салқындауы біркелкі емес. Бұл зерттеу жұмысы бойынша климаттық өзгеру 2010 жылға дейін қамтылған. (Чередниченко, 2013: 367). Мұны келесі суреттен көруге болады (1-сурет).

Температуралардың климаттық максимумы 1995-2005 жж. аралығында байқалған. 20 ғасырдың соңындағы жаһандық жылынудың байқалуы кезінде бұл аймақта температураның экстремалды сипаттамалары тіркелген. Станциялар бойынша WCET таралуы 1997-2006 жж. аралығы үшін жылы, 2007-2016 жж. аралығы үшін суық климаттық кезең байқалған.





**1-сурет** – Температураның алтыншы дәрежедегі полиноммен аппроксимирленген уақыттық жүрісі  
а) Өскемен, ә) Семей

WCET көрсеткішінің аталған станциялар үшін 1997-2016 жж. аралығына таралуы қарастырылып, қыс мезгілінің комфорттілігі анықталды (3-кесте).

Шығыс Қазақстанда жалпы қыс айларында үсік шалу қаупі әлдеқайда жоғары, ол минималды температура мәндерінен байқалады. Жылы кезең үшін жайлылық көрсеткіші негізінен «комфорт», «салқын» және «қалыпты салқын» деңгейлеріне сәйкес келген.

Егер абсолютті минималды температура Өскеменде  $-49^{\circ}\text{C}$  байқалған болса, бұл есептеулер бойынша минималды WCET мәні Аягөз станциясында  $-51,7^{\circ}\text{C}$  желтоқсанда соңғы он жылдықта байқалған. Бұл жел жылдамдығының әсері басымдығына байланысты болып тұр. Көп жылдық орташа жел жылдамдығы мәліметтеріне сәйкес Өскемен станциясы үшін 3,9 м/с болса, ал Аягөз станциясына 4,5 м/с байқалған. Максималды көпжылдық орташа жел жылдамдығының

мәндері 19-37 м/с, екпіні 28-40 м/с көрсеткіші шамасында тіркелген (Справочник по климату Казахстана. Многолетние данные. Выпуск I-XIV. Раздел 5. Ветер, 2005: 148-149). Сондықтан қараша мен наурыз аралығындағы ауа райының комфорттілік ықтималдығы тек станциялар бойынша ғана емес, сонымен қатар қарастырылып отырған климаттық он жылдықтар бойынша да талданды. WCET жылулық сезімталдығы классификациясы бойынша қыс кезеңдері «өте суық», «үсік шалу қаупі» деген деңгейлерге сәйкес келді. Алайда мұндай экстремалды көрсеткіштің пайда болу жағдайларын анықтау үшін синоптикалық жағдайларды талдау мен оларды болжау бөлек зерттелуі қажет. Зерттеу нәтижелеріне сәйкес қарастырылып отырған кезеңнің соңғы он жылдығында суық климаттық кезеңде минималды WCET ықтималдығы «үсік шалу қаупі» жағдайы үшін жоғары екендігі анықталды (4-кесте).

**3-кесте** – Минималды WCET мәндері

Станция	WCET, °C	Айлар											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Аягөз	1997-2006	-49,1	-50,3	-38,9	-22,7	-4,7	6,5	9,0	-5,4	-4,3	-19,2	-49,3	-43,7
	2007-2016	-50,8	-50,9	-30,8	-15,7	-1,7	5,8	9,2	7,8	-3,3	-12,9	-45,4	-51,7
Өскемен	1997-2006	-50,8	-39,7	-30,7	-19,7	-1,3	6,0	10,9	5,6	-3,9	-16,2	-39,9	-41,2
	2007-2016	-38,8	-38,2	-28,6	-13,9	1,2	4,3	11,1	10,1	0,4	-12,2	-38,2	-40,9
Жаңғызтөбе	1997-2006	-49,7	-40,1	-33,1	-19,1	-2,3	5,9	12,0	6,3	-3,0	-20,9	-41,4	-43,5
	2007-2016	-42,9	-43,2	-30,6	-16,5	-0,1	7,0	8,6	9,3	-1,1	-12,2	-38,5	-43,5

Станция	WCET, °C	Айлар											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Зайсан	1997-2006	-40,4	-35,2	-29,4	-20,8	-3,5	8,6	13,5	-4,7	-4,3	-14,5	-35,7	-37,8
	2007-2016	-39,8	-35,4	-30,2	-12,8	0,8	9,0	13,2	10,5	1,7	-13,1	-28,3	-36,0
Катон-Қарағай	1997-2006	-39,5	-32,4	-28,8	-26,3	-3,9	5,2	3,6	-7,6	-11,4	-25,6	-32,0	-36,9
	2007-2016	-42,2	-34,0	-34,1	-17,4	-2,6	2,8	6,9	5,1	-3,1	-19,5	-36,2	-38,3
Семей	1997-2006	-49,5	-42,1	-30,5	-16,0	-4,4	-4,9	-3,5	-3,6	-4,5	-14,2	-39,4	-42,3
	2007-2016	-44,0	-43,7	-30,9	-13,5	1,2	9,5	12,0	-2,1	-2,8	-12,8	-39,7	-46,8

4-кесте – Суық климаттық кезеңге минималды WCET ықтималдығы

Станция	Онжылдық	WCET, °C								
		-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
Аягөз	1997-2006	0,64	0,39	0,23	0,12	0,06	0,03	0,01	0,01	0
	2007-2016	0,64	0,39	0,22	0,12	0,06	0,03	0,02	0,01	0
Өскемен	1997-2006	0,60	0,37	0,21	0,10	0,04	0,02	0,01	0	0
	2007-2016	0,62	0,36	0,21	0,11	0,05	0,02	0,01	0	0
Жаңғызтөбе	1997-2006	0,65	0,42	0,25	0,13	0,06	0,02	0,01	0	0
	2007-2016	0,65	0,41	0,24	0,13	0,06	0,03	0,01	0	0
Зайсан	1997-2006	0,59	0,35	0,18	0,07	0,03	0,01	0	0	0
	2007-2016	0,60	0,35	0,18	0,09	0,03	0,01	0	0	0
Катон-Қарағай	1997-2006	0,67	0,40	0,20	0,08	0,03	0,01	0	0	0
	2007-2016	0,64	0,38	0,20	0,09	0,03	0,01	0	0	0
Семей	1997-2006	0,59	0,36	0,21	0,11	0,05	0,02	0,01	0	0
	2007-2016	0,63	0,38	0,23	0,13	0,07	0,03	0,01	0	0

Минималды WCET мәнінің  $-40^{\circ}\text{C}$  шамасы Аягөз станциясында ғана болса,  $-35^{\circ}\text{C}$  шамасы Аягөз, Өскемен, Жаңғызтөбе, Семей станцияларында байқалған. Температура төмен болған сайын оның байқалу ықтималдығы да азаяды.

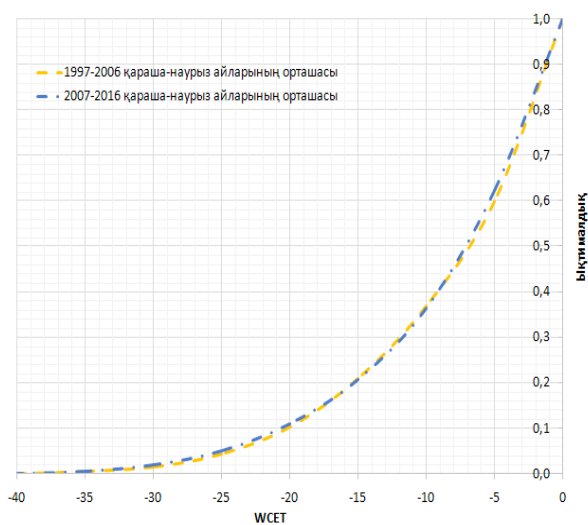
Аягөз, Жаңғызтөбе, Зайсан, Өскемен, Катон-Қарағай және Семей станциялары үшін минималды WCET мәндерінің екі он жылдық бойынша интегралдық қисықтары тұрғызылды. Бірақ тұрғызылған интегралдық қисықтардың бірқалыпты өзгеруіне байланысты бұл мақалада салыстырмалы түрде тек Өскемен және Семей станциялары үшін ғана көрсетілді (2-сурет).

Зайсан станциялары үшін он жылдықтар бойынша интегралдық қисықтардың жүрісі бір-

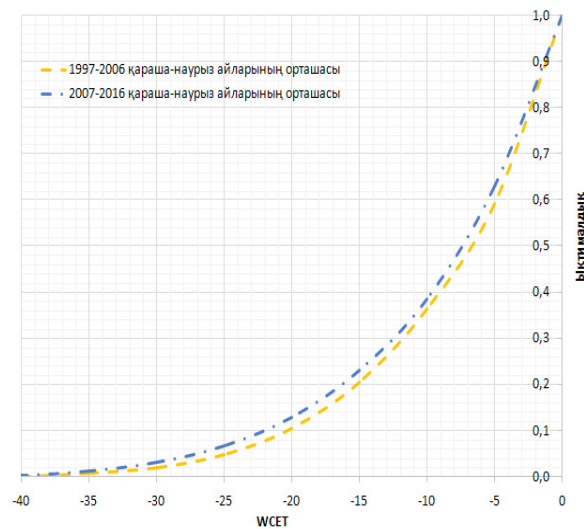
қалыпты, айтарлықтай өзгеріссіз болған. Жаһандық жылынудың басталуымен ықтималдық қисықтары бірте-бірте WCET көрсеткішінің аз жағына қарай оңға жылжыған, ал 2006 ж. кейін қайтадан WCET төмен температураларға қарай жылжыған. Бұл температураның климаттық жүрісінің зерттеуіне сәйкес келді.

Климаттық он жылдықтар бойынша WCET ықтималдығы 1997-2006 жж. және 2007-2016 жж. үшін шамамен 2-3% айырмашылықты құраған, соңғы он жылдықтарда WCET мәні төмендеген, яғни соңғы жылдарда климаттың салқындауы байқалған.

Айтарлықтай айырмашылықтар минималды WCET мәндерінің орташа ықтималдылығы кезінде байқалған. Өскемен, Аягөз, Жаңғызтөбе,



а) Оскемен



ә) Семей

2-сурет – Климаттық он жылдықтар бойынша WCET ықтималдығы (%)  
а) Оскемен, ә) Семей

## Қорытынды

Бұл зерттеу жұмысында WCET индексі қолданып, биоклиматтық жағдайларды сипаттауға әрекет жасалды. Сонымен қатар жаһандық жылыну кезеңінде климаттың өзгеруіне адамдардың бейімделу мәселесі қарастырылды.

Көптеген зерттеушілер биоклиматтық индекстерді зерттеу барысында жел жылдамдығын ескеру, әсіресе суық кезеңде маңызды фактор деп санайды. Мұндай биоклиматтық индекстер, ыстық кезеңге арналған көрсеткіштерден айырмашылығы, адамның жылу балансын жақсы көрсетеді. Шығыс Қазақстан аймағы үшін WCET индексінің мәндері бойынша, суық кезеңде комфорттық деңгейі төмен, яғни өте суық, тіпті кейбір айларда үсік шалу қаупі бар. Ал, жылы кезеңдер үшін комфорттық деңгейі орташа, яғни комфортты, қалыпты салқын болып келеді.

Көпжылдық мәлімет бойынша ең төмен ауа температурасы Оскемен станциясы бойынша  $-49^{\circ}\text{C}$  байқалса, минималды WCET мәнінің ең төмен көрсеткіші Аягөз станциясына  $-51,7^{\circ}\text{C}$  сәйкес келген. Бұл Аягөз станциясында күшті жел байқалуымен байланысты.

Климаттың өзгеруі Шығыс Қазақстан станциялары үшін WCET мәнінің динамикасына әсерін тигізген. Температура төмендегенде, WCET индексінің ықтималдығы да төмендеген. 1997-2006 жж. он жылдығында минималды WCET мәнінің ықтималдығы төмен, ал 2007-2016 жж. он жылдығында, аймақ бойынша климаттық салқындау басталғанда, теріс WCET ықтималдығы шамамен 2-3 % шамасына өскен, яғни суық қыстар басым болған.

Нәтижелер біршама шаруашылық салаларында маңызды ақпарат болып табылады.

## Әдебиеттер

Baranovska M, Gabril B. Biometeorological norms as tolerance interval of man to weather stimuli // International Journal of Biometeorology. 1998, 25, pp. 123-126.

BBC Weather, Understanding weather. BBC. Wind Chill. [https://web.archive.org/web/20101011123948/http://www.bbc.co.uk/weather/features/understanding/wind\\_chill.shtml](https://web.archive.org/web/20101011123948/http://www.bbc.co.uk/weather/features/understanding/wind_chill.shtml).

Cherednichenko V.S, Cherednichenko A.V, Nyssanbayeva A.S, Abayev N.N, Madibekov A.S. Bioclimatic conditions of the winter months in Western Kazakhstan and their dynamics in relation to climate change // International Journal of Biometeorology. – 2018. – pp. 12.

Dixon D.C, Prior M.J. Wind-chill indices. A review // The Meteorological Magazine. – 1987. – pp. 1-16.

Environment and Climate Change Canada: Weather and Meteorology. Canada's Wind Chill Index; 2017 [accessed 2017 Jun 2]. <http://www.ec.gc.ca/meteo-weather/default.asp?lang=n&n=5F816A-1#wc6>.



- Environment Canada: Canada's Wind Chill Index; 2012 [accessed 2012 Feb 28]. <http://www.ec.gc.ca/meteo-weather/default.asp?lang=En&n=5F816A-1>.
- Epstein Yo, Moran D.C. Thermal comfort and the heat stress indices // *Industrial Health*. 2006, pp. 388-398.
- IPCC. Contribution of Working Group 1 to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on climate change. Summary for policymakers. In Stocker TF et al (eds.) *Climate change 2013: the physical science bases*, Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- Missenard, A. L'homme et le climat. Paris. 1937, pp. 186.
- OFCM. Report on Wind Chill Temperature and Extreme Heat Indices: Evaluation and Improvement Projects. FCM-R19-2003.
- Osczevski R, Bluestein M. The new wind chill equivalent temperature chart // *Bulletin of the American Meteorological Society*. 2005, 86 (10), pp. 1453–1458.
- Saue T. Directional distribution of chilling winds in Estoniya // *International Journal of Biometeorology*. 2016, 60, pp. 1165-1173.
- Shitzer A, de Dear R. Inconsistencies in the “new” wind chill chart at low wind speeds // *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. 2006, 45, pp. 787-790.
- Shitzer A, Tukuises P. Advances, shortcomings, and recommendations for wind chill estimation // *International Journal of Biometeorology*. 2012, 56, pp. 495-503.
- Siple P.A, Passel S.F. Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures. *Proc. American Philosophical Society*. 1945; 89, pp. 177-199.
- WHO/WMO/UNEP. *Climate and health: the potential impacts of climate change*. Geneva (Switzerland), 1996.
- Әбдіразақ А. К., Нысанбаева А.С. Жамбыл облысын биоклиматтық бағалау // *Journal of Geography and Environmental Management*. – 2016. – №42.
- Гарабатыров О.Е. Биометеорологический режим Туркменистана. – СПб., 2004. – 161 с.
- Головина Е.Г., Трубина М.А. Методика расчетов биометеорологических параметров (индексов). – СПб., 1997. – 110 с.
- Емелина С.В., Константинов П.И., Малинина Е.П., Рубинштейн К.Г. Оценка информативности некоторых биометеорологических индексов для разных районов России // *Метеорология и гидрология*. – 2014. – №7. – С. 25-37.
- Исаев А.А. Экологическая климатология. – М.: Науч. мир, 2001. – С.458.
- Кобышева Н.В., Стадник В.В., Ключева М.В., Пигольцина Г.Б., Акентьева Е.М., Галюк Л.П., Разова Е.Н., Семенов Ю.А. *Руководство по специализированному климатологическому обслуживанию экономики*. – СПб., 2008. – С. 336.
- Нысанбаева А.С. Оценка биоклиматических условий юга и юго-восточного Казахстана // *Гидрометеорологическая экология*. – 2013. – С. 53-65.
- Нысанбаева А.С., Әбдіразақ А.К. Тараз қаласының биоклиматтық жағдайларын бағалау // *Вестник КазНУ. Серия Географическая*. – 2015. – С. 36-44.
- Переведенцев Н.В., Исмагилов Э.П., Наумов К.М., Шанталинский Ф.В., Гоголь М.В. Характеристика биоклимата республики Татарстан // *Ученые записки Казанского государственного университета*. – 2009. – С. 239-246.
- Переведенцев Ю.П., Шарипова Р.Б. Изменение основных климатических показателей на территории Ульяновской области // *Вестн. Удмурт. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле*. – 2012. – №6. – С. 136–144.
- Русанов В.И. Комплексные метеорологические показатели и методы оценки климата для медицинских целей. – Томск: Томский университет, 1981. – С. 86.
- Справочник по климату Казахстана. Многолетние данные. Раздел 1. Температура воздуха. – Вып. 10. Восточно-Казахстанская область. – Алматы, 2004. – С. 511.
- Справочник по климату Казахстана. Многолетние данные. Раздел 5. Ветер. – Вып. I-XIV. – Алматы: РГП Казгидромет, 2005. – С. 337.
- Троян П. Экологическая биоклиматология. – М.: Высшая школа, 1988. – С. 207.
- Чердниченко А.В., Чердниченко А.В., Чердниченко В.С. Временные ряды температуры и осадков. Статистический анализ. – Алматы, 2013. – С. 367.
- Шкляев, В.А., Ермакова Л.Н., Шкляева Л.С. Исследование микроклимата города с целью оценки биометеорологических показателей селитебной территории // *Географический вестник*. – Пермь: Пермский государственный университет, 2010. – № 3 (14). – С. 52-60.

## References

- Baranovska M, Gabril B. (1998). Biometeorological norms as tolerance interval of man to weather stimuli // *International Journal of Biometeorology*, no 25, – pp. 123-126.
- BBC Weather, Understanding weather. “BBC. Wind Chill.” [https://web.archive.org/web/20101011123948/http://www.bbc.co.uk/weather/features/understanding/wind\\_chill.shtml](https://web.archive.org/web/20101011123948/http://www.bbc.co.uk/weather/features/understanding/wind_chill.shtml).
- Cherednichenko V.S, Cherednichenko A.V, Nyssanbayeva A.S, Abayev N.N, Madibekov A.S. (2018). Bioclimatic conditions of the winter months in Western Kazakhstan and their dynamics in relation to climate change // *International Journal of Biometeorology*. – pp. 1-11.
- Dixon D.C, Prior M.J. (1987) Wind-chill indices. A review // *The Meteorological Magazine*. – pp. 1-16.
- Environment and Climate Change Canada: Weather and Meteorology. Canada's Wind Chill Index, accessed June 2, 2017, <http://www.ec.gc.ca/meteo-weather/default.asp?lang=en&n=5F816A-1#wc6>.

Environment Canada: "Canada's Wind Chill Index," accessed February 28, 2012, <http://www.ec.gc.ca/meteo-weather/default.asp?lang=En&n=5FBF816A-1>.

Epstein Yo, Moran D.C. (2006) Thermal comfort and the heat stress indices // *Industrial Health*. – pp 388-398.

IPCC. (2013) Contribution of Working Group 1 to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on climate change. Summary for policymakers. In Stocker TF et al (eds.) *Climate change 2013: the physical science bases*. Cambridge, Cambridge University Press.

Missenard A. (1937) *L'homme et le climat*, Paris, – pp. 186.

OFCM. (2003) Report on Wind Chill Temperature and Extreme Heat Indices: Evaluation and Improvement Projects. FCM-R19.

Osczevski R, Bluestein M. (2005) The new wind chill equivalent temperature chart // *Bulletin of the American Meteorological Society* №86, 10, – pp. 1453–1458.

Saue T. (2016) Directional distribution of chilling winds in Estoniya // *International Journal of Biometeorology* 60, – pp. 1165-1173.

Shitzer A, Tukuises P. (2012) Advances, shortcomings, and recommendations for wind chill estimation // *International Journal of Biometeorology* 56, – pp. 495-503.

Shitzer A, de Dear R. (2006) Inconsistencies in the "new" wind chill chart at low wind speeds // *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 45, – pp. 787-790.

Siple P.A, Passel S.F. (1945) Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures // *Proc. American Philosophical Society* 89, – pp. 177-199.

WHO/WMO/UNEP. (1996) *Climate and health: the potential impacts of climate change*. Geneva, Switzerland.

Abdirazak, A.K., Nyssanbayeva, A.S. (2016) Zhambyl oblysyn bioklimattyq bagalau [Bioclimatic assessment of Zhambyl region] // *Journal of Geography and Environmental Management*. №42.

Garabatyirov O.E. (2004) *Biometeorologicheskiiy rezhim Turkmenistana* [Biometeorological regime of Turkmenistan]. SPb., S. 24.

Golovina E.G., Trubina M.A. (1997) *Metodika raschetov biometeorologicheskikh parametrov (indeksov)* [Method of calculation of biometeorological parameters (indices)] SPb., S. 23.

Emelina, S.V., Konstantinov E.P., Malinina K.G., Rubinshteyn P.I. (2014) Otsenka informativnosti nekotorykh biometeorologicheskikh indeksov dlya raznykh rayonov Rossii [Evaluation of the informativeness of some biometeorological indices for different regions of Russia] // *Meteorologiya i gidrologiya*. №7, S. 25-37.

Isaev A.A. (2001) *Ekologicheskaya klimatologiya* [Environmental climatology], M.: Nauch. mir, S. 458.

Kobyisheva N.V., Stadnik V.V., Klyueva M.V., Pigoltsina G.B., Akenteva E.M., Galyuk L.P., Razova E.N., Semenov Yu.A. (2008) *Rukovodstvo po spetsializirovannomu klimatologicheskomu obsluzhivaniyu ekonomiki* [Manual on Specialized Climatological Services for the Economy], SPb., S. 336.

Nyssanbayeva, A.S. (2013) Otsenka bioklimaticheskikh usloviy yuga i yugo-vostochnogo Kazakhstana [Assessment of bioclimatic conditions of south and south east Kazakhstan] // *Gidrometeorologicheskaya ekologiya*. S. 53-65.

Nyssanbayeva, A.S., Abdirazak, A.K. (2015) Taraz qalasyyn bioklimattyq jagdailaryn bagalau [Assessment of Bioclimatic situation in Taraz city] // *Vestnik KazNU. Seriya Geograficheskaya*. S. 36-44.

Perevedentsev, Yu.P., Sharipova R.B. (2012) Izmenenie osnovnykh klimaticheskikh pokazateley na territorii Ulyanovskoy oblasti [Changes in the main climate indicators in the territory of the Ulyanovsk region] // *Vestn. Udmut. un-ta. Ser. Biologiya. Nauki o Zemle*. №6. S. 136–144.

Perevedentsev, N.V., Ismagilov E.P., Naumov K.M., Shantalinskiy F.V., Gogol M.V. (2009) *Harakteristika bioklimata respubliky Tatarstan* [Characteristics of the bioclimate of the Republic of Tatarstan] // *Uchenyie zapiski Kazanskogo gosudarstvennogo universiteta*. S. 239-246.

Rusanov V.I. (1981) *Kompleksnyie meteorologicheskie pokazateli i metody otsenki klimata dlya meditsinskih tseley*. [Integrated meteorological indicators and climate assessment methods for medical purposes], Tomsk, Tomskiy universitet, S. 86.

Spravochnik po klimatu Kazakhstana. *Mnogoletnie dannyye*. (2004) *Razdel 1. Temperatura vozduha*. – Vyp. 10. Vostochno-Kazhstanskaya oblast. Almaty, S. 511.

Spravochnik po klimatu Kazakhstana. *Mnogoletnie dannyye*. (2005) *Razdel 5. Veter*. – Vyp. I-XIV. Almaty, RGP Kazgidromet, S. 337.

Troyan P. (1988) *Ekologicheskaya bioklimatologiya* [Ecological bioclimatology], M., Vysshaya shkola, S. 207.

Cherednichenko A.V., Cherednichenko A.V., Cherednichenko V.S. (2013) *Vremennyye ryady temperatury i osadkov. Statisticheskiiy analiz* [Time series of temperature and precipitation. Statistical analysis] Almaty, S. 367.

Shklyayev, V.A., Ermakova L.N., Shklyayeva L.S. (2010) *Issledovanie mikroklimata goroda s tselu otsenki biometeorologicheskikh pokazateley selitebnoy territorii* [Study of the microclimate of the city in order to assess the biometeorological indicators of the residential area] // *Geograficheskiiy vestnik. Permskiy gosudarstvennyi universitet*, №3 (14), S. 52-60.