

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2025-4-130-148.51>

МРНТИ 37.21.29  
УДК 504.32

**А. Н. Мунайтпасова<sup>\*1</sup>, С. С. Байшоланов<sup>2</sup>, К. С. Салиева<sup>3</sup>,  
Р. Арыстанова<sup>4</sup>, Н. Н. Карабкина<sup>5</sup>, А. А. Арыстанов<sup>6</sup>**

<sup>1\*</sup> К. г. н., старший преподаватель (Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан; [aidamunaitpasova@mail.ru](mailto:aidamunaitpasova@mail.ru))

<sup>2</sup> К. г. н., ассоциированный профессор (Международный университет «Астана», Астана, Казахстан; [saken\\_baisholan@mail.ru](mailto:saken_baisholan@mail.ru))

<sup>3</sup> Начальник управления агрометеорологического прогнозирования (РГП «Казгидромет», Астана, Казахстан; [kamar.salieva@gmail.com](mailto:kamar.salieva@gmail.com))

<sup>4</sup> PhD докторант (Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан; [arystanovaranida@gmail.com](mailto:arystanovaranida@gmail.com))

<sup>5</sup> Ведущий научный сотрудник (Научно-образовательная технологическая платформа Казахского национального аграрного исследовательского университета, Алматы, Казахстан; [nkarabkina@mail.ru](mailto:nkarabkina@mail.ru))

<sup>6</sup> Постдокторант по программе “Жас Ғалым” (Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан; [asetarystanov87@gmail.com](mailto:asetarystanov87@gmail.com))

## ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ И РЕСУРСЫ ТЕПЛА В СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Аннотация.** На основе многолетних метеорологических данных рассматриваются особенности температурного режима и ресурсы тепла в Северо-Казахстанской области. Проведен пространственно-временной анализ солнечной радиации, температурного режима, континентальности климата, даты наступления и продолжительности сезонов года, благоприятности климата для рекреации, теплообеспеченности вегетационного периода, заморозков и неблагоприятно жарких дней. На основе ресурсов тепла определены сельскохозяйственные культуры, обеспеченные теплом. Полученные результаты представляют практическую ценность для оценки климатических рисков, планирования сельскохозяйственной деятельности и разработки адаптационных мер в условиях изменяющегося климата Северо-Казахстанской области.

**Ключевые слова:** температура воздуха, теплообеспеченность, вегетационный период, заморозки.

**Введение.** В последние 20–30 лет наблюдается рост интереса общественности к вопросам климата, что обусловлено учащением природных катаклизмов, связанных с глобальным и региональным изменением климата [7-15].

Изучением глобального изменения климата, а также предоставлением научной информации для разработки климатической политики на всех уровнях занимаются такие организации, как Всемирная метеорологическая организация (ВМО), Программа развития Организации Объединенных Наций (ПРООН), Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК), региональные ведомства (РГП «Казгидромет»), а также ряд отечественных и зарубежных учёных-климатологов. Отчёты МГЭИК являются ключевым вкладом в международные переговоры по вопросам климата.

ВМО осуществляет координацию климатических исследований в международном масштабе, включая изучение климатических колебаний, экстремальных явлений и их воздействие на деятельность человека. Кроме того, ВМО содействует разработке и применению климатических услуг как важнейшего компонента глобальных климатических действий.

Согласно сводному докладу МГЭИК изменение климата может быть обусловлено как естественными внутренними процессами и внешними факторами (например, изменением солнечной активности, вулканической деятельностью), так и устойчивыми антропогенными изменениями состава атмосферы, океанов и землепользования.

Антропогенное изменение климата, вызванное деятельностью человека (сжигание ископаемого топлива, изменение землепользования, ведение животноводства, применение удобрений, утилизация отходов, промышленные процессы), оказывает всё более заметное воздействие на климатическую систему Земли. Оно приводит к масштабным и быстрым

изменениям в атмосфере, океане, криосфере и биосфере, способствуя учащению экстремальных погодных явлений и сопровождаясь значительными социально-экономическими потерями [1].

Согласно Шестому оценочному докладу МГЭИК антропогенное изменение климата уже с 1950-х годов привело к увеличению частоты и интенсивности тепловых волн. Прогнозируется, что при дальнейшем глобальном потеплении их частота и интенсивность будут расти, что увеличит риски для продовольственной безопасности, особенно в уязвимых регионах. Массовые потери местных популяций растений и животных связываются с ростом самых жарких годовых температур и участвующими тепловыми волнами. Последствия этих явлений проявляются в росте смертности и заболеваемости, степень которых зависит от возраста, пола, степени урбанизации и социально-экономических условий [2].

С каждым дополнительным повышением глобальной температуры (например, на каждые 0,5 °C) экстремальные климатические явления усиливаются: увеличивается частота, интенсивность и продолжительность тепловых волн. Последние, в свою очередь, провоцируют засухи, лесные пожары, задымление, нехватку воды и энергии, а также потери в сельском хозяйстве. Без дополнительных адаптационных мер особенно уязвимыми окажутся группы населения с ограниченными ресурсами.

Согласно новому докладу ВМО в 2023 году были зафиксированы рекордные значения по концентрации парниковых газов, температуре воздуха у поверхности, теплосодержанию и закислению океанов, уровню моря, площади морского льда в Антарктике и темпам отступления ледников. Средняя глобальная температура приземного воздуха в 2023 году на 1,45 °C ( $\pm 0,12$  °C) превысила доиндустриальный уровень, сделав 2023 год самым тёплым в истории инструментальных наблюдений. При этом последнее десятилетие также стало самым тёплым за весь период наблюдений [3].

Помимо отчётов международных организаций, на национальном и региональном уровнях публикуются научные статьи и исследования, посвящённые последствиям изменения климата. Так, в работе «Воздействие изменения климата на наземные системы поверхности Земли» рассматривается влияние глобального потепления на растительность, почвы и водные ресурсы, включая снижение плодородия почв, ухудшение качества воды и утрату биоразнообразия [4].

В исследовании «Global warming and forest carbon dynamics uncertainty in the northern hemisphere» анализируется неопределённость влияния изменения климата на леса Северного полушария и их углеродный баланс. Отмечается, что изменение климата может вызвать резкое сокращение лесных массивов, смещение границ экосистем и серьёзные нарушения в углеродном цикле, играющем ключевую роль в регулировании парниковых газов [5].

В статье «Climate Change and Hydrological Extremes» показано, как изменение климата влияет на круговорот воды, пространственно-временные характеристики наводнений и засух, а также на формирование экстремальных гидрологических явлений в различных масштабах [6].

В Казахстане активными исследованиями климатических изменений занимаются специалисты Казгидромета, Института географии и водной безопасности, а также учёные кафедры метеорологии и гидрологии Казахского национального университета имени аль-Фараби. Среди них Долгих С. А., Чередниченко В. С., Чередниченко А. В., Сальников В. Г., Полякова С. Е., Нысанбаева А. С., Жексенбаева А. К., Талипова Э. К. и др. [7-15].

В работе [14] представлены результаты оценки современных пространственно-временных трендов экстремальных температур и осадков на основе данных 42 метеостанций за 1971–2020 гг. При этом использовались специализированные климатические индексы, рекомендованные ВМО, проанализированы их изменения.

В статье [15] оценены изменения метеорологических параметров вегетационного периода и их связь с урожайностью зерновых культур в Северном Казахстане.

Исследованию влияния изменения климата на сельское хозяйство посвящены работы Байшоланова С. С. [16-19]. В работе [16] проведено агроклиматическое зонирование территории Северного Казахстана. В работе [17] дана оценка уязвимости и адаптации к изменению климата зернопроизводства и пастбищного животноводства Казахстана. В работе [18] исследовано влияние изменения климата на пастбища и орошаемое земледелие на юге страны. Также были подготовлены агроклиматические справочники для 7 областей Казахстана, включая Северо-Казахстанскую область [19].

В настоящей статье нами был проведен анализ температурного режима и ресурсов тепла в Северо-Казахстанской области. Температурный режим является одной из важных характеристик климата, определяет его благоприятность для рекреации и ведения сельского хозяйства. Соответственно были рассмотрены обеспеченность территории Северо-Казахстанской области солнечной радиацией, температурный режим, континентальность климата, сезоны года, благоприятность климата для рекреации, ресурсы тепла в период вегетации, атмосферные заморозки и т.д.

**Данные и методы исследования.** Несмотря на обширные исследования глобальных и региональных климатических изменений, существует потребность в более детальном анализе региональных особенностей теплового режима Северо-Казахстанской области за современный период. В связи с интенсивным потеплением климата нами в качестве современного актуального климатического периода было выбрано последнее 20-летние, т.е. период с 2003 по 2024 год.

Соответственно в настоящей статье были использованы данные метеорологических станций РГП «Казгидромет» Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан (МЭПР РК) с 2003 по 2024 год.

Ресурсы тепла были оценены по административным районам Северо-Казахстанской области. Для этого использованы данные метеорологических станций (МС) и агрометеорологических постов (АМП), имеющих многолетний ряд наблюдений. Если в районе имелись несколько МС, то их данные усреднялись (таблица 1).

Для уточнения данных на приграничных территориях Северо-Казахстанской области были использованы результаты наблюдений приграничных МС трех соседних областей (Костанайская, Акмолинская, Павлодарская).

Таблица 1 – Метеорологические станций и агрометпосты Северо-Казахстанской области  
Table 1 – Meteorological stations and agrometeorological stations in the North Kazakhstan region

№	Район	МС
1	Кызылжарский	АМП Налобино, МС Петропавловск
2	Мамлютский	АМС Мамлютка
3	М.Жумабаева	АМС Булаево, МС Возвышенка
4	Аккаинский	АМС Смирново
5	Жамбылский	МС Благовещенка, АМП Пресновка
6	Есильский	МС Явленка, АМП Корнеевка
7	Шал акына	МС Сергеевка
8	Айыртауский	МС Саумалколь
9	Тайыншинский	МС Тайынша, МС Чкалово
10	Тимирязевский	МС Тимирязево
11	Г.Мусрепова	МС Рузаевка, АМП Новоишимский
12	Акжарский	АМП Талшык
13	Уалихановский	МС Кишкенеколь

Для характеристики теплового режима выбраны следующие показатели:

1. Суммарная фотосинтетически активная радиация, МДж/м<sup>2</sup>.
2. Длина светового дня и продолжительность солнечного сияния, ч.
3. Средняя месячная и годовая температура воздуха, °С.
4. Индекс континентальности климата по Л. Горчинскому.
5. Даты устойчивого перехода температуры воздуха через 0; 5; 10 и 15°С.
6. Радиационно-эквивалентно-эффективная температура воздуха.
7. Индекс суровости зимы по методу Бодмана.
8. Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха выше 5; 10 и 15 °С.
9. Сумма средних суточных температур воздуха выше 5; 10 и 15 °С.
10. Количество дней с максимальной температурой воздуха выше 32 °С.
11. Даты последних весенних и первых осенних заморозков, продолжительность беззаморозкового периода в воздухе.

Ресурсы солнечной радиации применительно к растению оцениваются фотосинтетически активной радиацией (ФАР), длиной светового дня и продолжительностью солнечного сияния.

Для расчета ФАР было использовано уравнение, предложенное Б. И. Гуляевым, Х. Г. Тоо-мингом и Н. А. Ефимовой [20]:

$$\sum Q_{\Phi} = 0,43 \sum S' + 0,57 \sum D, \quad (1)$$

где  $\sum Q_{\Phi}$  – суммарная фотосинтетически активная радиация, МДж/м<sup>2</sup>;  $\sum S'$  – сумма прямой радиации на горизонтальную поверхность за определенный промежуток времени, МДж/м<sup>2</sup>;  $\sum D$  – сумма рассеянной радиации за тот же промежуток времени, МДж/м<sup>2</sup>.

Также были определены длина светового дня и продолжительность солнечного сияния.

Для оценки континентальности климата использован индекс континентальности климата по Л. Горчинскому (k) [21]:

$$k = \frac{1,7 A}{\sin \varphi} - 20,4, \quad (2)$$

где A – годовая амплитуда температуры воздуха;  $\varphi$  – географическая широта.

Континентальность климата оценивается по критериям:

- 20 и менее – мягкий морской климат;
- 20,1-30 – умеренный морской климат;
- 30,1-50 – умеренный континентальный климат;
- 50,1-70 – континентальный климат;
- 70,1-90 – резко континентальный климат;
- 90 и более – сильно континентальный климат.

Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха выше 0°C считают климатическим наступлением весны, выше 15°C – наступлением лета. Соответственно эти даты были использованы для определения климатических сезонов года (весна, лето, осень, зима). Для определения даты перехода температуры был использован графический метод.

Благоприятность климата для человека оценивалась в теплый период года по радиационно-эквивалентно-эффективной температуре (РЭЭТ), а в холодный период года – по индексу суровости зимы Бодмана (S).

РЭЭТ учитывает температуру воздуха, относительную влажность воздуха, скорость ветра и солнечную радиацию, поэтому является самым информативным индексом для теплого времени года. РЭЭТ рассчитывается по формуле [22, 23]:

$$РЭЭТ = 125 \lg [1 + 0,02t + 0,001(t - 8)(f - 60) - 0,45(33 - t)\sqrt{v} + 185Вп], \quad (3)$$

где T – температура воздуха, °C; f – относительная влажность воздуха, %; v – скорость ветра, м/с; Вп – поглощенная поверхностью солнечная радиация, кВт/м<sup>2</sup>.

При отсутствии данных по солнечной радиации РЭЭТ может быть рассчитана на основе эквивалентно-эффективной температуры (ЭЭТ):

$$РЭЭТ = 0,83 ЭЭТ + 12 \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (4)$$

Для оценки теплоощущения по РЭЭТ используются следующие критерии:

- выше 32°C – жаркий дискомфорт (ЖДК);
- 27-32°C – теплый субкомфорт (ТСК);
- 21-27°C – теплый комфорт (ТК);
- 17-21°C – холодный субкомфорт (ХСК);
- ниже 17°C – холодный дискомфорт (ХДК).

ЭЭТ находится по формуле [24]:

$$ЭЭТ = 37 - \frac{37-t}{0,68-0,0014f+\frac{1}{1,76+1,4v^{0,75}}} - 0,29t\left(1 - \frac{f}{100}\right), \quad (5)$$

где f – относительная влажность воздуха, %; t – температура воздуха, °C; v – скорость ветра, м/с.

ЭЭТ характеризует теплоощущение одетого человека в тени. Комфортными являются температура воздуха 22,0-23,0°C, относительная влажность 56% и штиль, что близко к 18°C ЭЭТ. Однако ЭЭТ хорошо подходит для диапазона тепла, удовлетворительно – для диапазона охлаждения, а для диапазона холода его можно рассматривать в качестве предположительного критерия, поэтому рекомендуется использовать РЭЭТ.

В холодный период года для оценки благоприятности климата лучше подходит индекс суровости зимы по Бодману (S).

Индекс суровости зимы по Бодману (S) рассчитывается по формуле [25, 26]:

$$S = (1 - 0,04t) (1 + 0,27v), \quad (6)$$

где S – индекс суровости (баллы); t – температура воздуха, °C; v – скорость ветра, м/с.

Для оценки суровости зимы применяются следующие критерии:

- S < 1 – мягкая (M);
- S = 1-2 – мало суровая (MC);
- S = 2-3 – умеренно суровая (UC);
- S = 3-4 – суровая (C);
- S = 4-5 – очень суровая (OC);
- S = 5-6 – жестко суровая (JC);
- S > 6 – крайне суровая (KC).

Рост и развитие растений, в том числе сельскохозяйственных культур, начинаются от даты устойчивого перехода суточной температуры воздуха выше уровня ее биологической минимальной температуры. Для ранних яровых сельскохозяйственных культур биологическая минимальная температура равна 5°C, для поздних яровых культур – 10°C, а для теплолюбивых культур – 15°C. Например, биологическая минимальная температура воздуха, необходимая для формирования вегетативных органов, равна для пшеницы 5°C, для проса – 10°C, для риса – 15°C [20, 27]. Соответственно для характеристики теплообеспеченности вегетационного периода были использованы: даты устойчивого перехода температуры воздуха через 5; 10 и 15°C; продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха выше 5; 10 и 15°C; Сумма средних суточных температур воздуха выше 5; 10 и 15°C.

В летнее время очень высокая температура воздуха в дневные часы перегревает растение и подавляет жизненные процессы. Такую температуру обычно называют балластной. В среднем балластной температурой воздуха, т.е. когда высокая температура подавляет жизненные процессы растений, можно считать для сельскохозяйственных культур умеренного тепла (яровые зерновые культуры) – выше 32°C, для теплолюбивых культур (кукуруза, рис, хлопчатник) – выше 37 °C [27].

Для создания агроклиматических карт использовалось программное обеспечение ArcGIS 10.7.

**Результаты исследования. Обеспеченность солнечной радиацией.** В Северо-Казахстанской области на МС Петропавловск измеряется только продолжительность солнечного сияния. Поэтому для характеристики солнечного излучения на севере области были использованы климатические данные МС Омск (Россия), расположенной на одинаковой широте с МС Петропавловск [28]. Для характеристики солнечного излучения на юге области применялись данные МС Рудный (Костанайская область), расположенной на широте МС Рузаевка [29].

Годовая сумма суммарной солнечной радиации ( $\Sigma Q$ ) по территории Северо-Казахстанской области колеблется от 5900 до 6100 МДж/м<sup>2</sup> при ясном небе и от 4100 до 4600 МДж/м<sup>2</sup> при средних условиях облачности. Месячные суммы суммарной радиации при ясном небе изменяются от 92–121 МДж/м<sup>2</sup> в декабре до 913 МДж/м<sup>2</sup> в июне (таблица 2). Разница суммарной радиации юге и на севере области уменьшается к лету и возрастает к зиме.

По месячным суммам прямой и рассеянной солнечной радиации на горизонтальную поверхность были рассчитаны месячные суммы фотосинтетически активной радиации (ФАР) при ясном небе ( $\Sigma Q_{\text{Ф(я)}}$ ) и средних условиях облачности ( $\Sigma Q_{\text{Ф(co)}}$ ). Средние многолетние месячные суммы ФАР при средней облачности в вегетационный период (с мая по август) составляют 248–321 МДж/(м<sup>2</sup>·мес) на севере области, 274–329 МДж/(м<sup>2</sup>·мес) на юге. Максимальное значение ФАР наблюдается в июне. ФАР при ясном небе в июне достигает на севере области 416 МДж/(м<sup>2</sup>·мес), на юге – 418 МДж/(м<sup>2</sup>·мес) (таблица 3).

Таблица 2 – Месячная и годовая сумма суммарной радиации при ясном небе ( $\Sigma Q_{\text{я}}$ ) и при средних условиях облачности ( $\Sigma Q_{\text{со}}$ ), МДж/м<sup>2</sup> [28, 29]

Table 2 – Monthly and annual total radiation under clear skies ( $\Sigma Q_{\text{s}}$ ) and under average cloud conditions ( $\Sigma Q_{\text{c}}$ ), MJ/m<sup>2</sup> [28, 29]

Показатели	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Север области (МС Омск)													
$\Sigma Q_{\text{я}}$	124	230	466	646	856	912	885	725	496	321	172	92	5925
$\Sigma Q_{\text{со}}$	90	175	346	473	611	657	633	498	328	177	91	69	4148
Юг области (МС Рудный)													
$\Sigma Q_{\text{я}}$	150	256	476	663	852	913	885	734	532	357	185	121	6123
$\Sigma Q_{\text{со}}$	118	214	396	513	663	675	666	563	385	222	120	88	4623

Таблица 3 – Среднегодовое количество суммарной радиации (ФАР), МДж/(м<sup>2</sup>·мес) [19]

Table 3 – Average annual monthly amounts of FAR, MJ/(m<sup>2</sup>·month) [19]

Показатели	V	VI	VII	VIII	IX
Север области					
$\Sigma Q_{\text{Ф(я)}}$	392	416	406	331	228
$\Sigma Q_{\text{Ф(со)}}$	301	321	310	248	164
Юг области					
$\Sigma Q_{\text{Ф(я)}}$	392	418	407	338	245
$\Sigma Q_{\text{Ф(со)}}$	322	329	325	274	189

При оценке воздействия солнечной энергии на растения также учитываются длина светового дня и продолжительность солнечного сияния. Северо-Казахстанская область находится в пределах 52,2–55,4° северной широты. В вегетационный период (май–август) длина светового дня на севере Северо-Казахстанской области составляет 15–17 ч, а на юге – 14–16 ч (таблица 4). Соответственно территория области подходит для роста и развития растений длинного дня.

Таблица 4 – Длина светового дня, ч\*

Table 4 – Length of daylight hours, h\*

Широта	01.V	15.V	01.VI	15.VI	01.VII	15.VII	01.VIII	15.VIII
55°	15:12	16:06	16:57	17:20	17:17	16:51	15:57	15:02
52°	14:51	15:39	16:23	16:42	16:40	16:17	15:31	14:43
*Ист.: <a href="http://planetcalc.com/300/">http://planetcalc.com/300/</a>								

Для характеристики продолжительности солнечного сияния на севере Северо-Казахстанской области использованы данные МС Петропавловск, а на юге – МС Кокшетау (Акмолинская область), расположенной близко к границе области и соответствующей по широте МС Саумалколь. Среднегодовое количество продолжительности солнечного сияния по области возрастает с севера на юг от 2070 до 2290 ч в год, что соответствует в среднем 6,5–7,1 ч солнечного сияния в сутки. В вегетационный период (май–август) в среднем за месяц солнце сияет в течение 7,4–10,1 часов в сутки на севере, 8,5–10,6 ч в сутки на юге области. При этом в среднем за месяц 1–2 дня бывает без солнца (таблица 5).

Таким образом, в Северо-Казахстанской области ресурсы солнечной радиации являются достаточными для обеспечения оптимальных условий жизнедеятельности сельскохозяйственных культур. Благодаря продолжительной длительности светового дня и значительной продолжительности солнечного сияния регион особенно благоприятен для выращивания растений длинного дня.

Таблица 5 – Продолжительность солнечного сияния (по гелиографу), ч

Table 5 – Duration of sunshine (according to the heliograph), h

Показатели	V	VI	VII	VIII
Север области (МС Петропавловск)				
Суммарное солнечное сияние, час	279	294	283	220
Солнечное сияние за день, час	9,5	10,1	9,3	7,4
Число дней без солнца, сутки	2	0,8	0,8	1
Юг области (МС Кокшетау)				
Суммарное солнечное сияние, час	294	313	310	256
Солнечное сияние за день, час	9,9	10,6	10,3	8,5
Число дней без солнца, сутки	1	0,5	0,9	1

**Анализ режима температуры воздуха.** Для изучения температурного режима Северо-Казахстанской области был проведен анализ средних многолетних (2003-2024 гг.) месячных и годовых температур воздуха. Полученные данные представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Средняя месячная и годовая температура воздуха (2003-2024 гг.), °C

Table 6 – Average monthly and annual air temperature (2003–2024), °C

МС/АМП	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Налобино	-16,6	-15,2	-6,5	4,7	12,9	17,9	19,5	17,0	10,7	3,4	-5,2	-13,0	2,5
Мамлютка	-16,9	-14,9	-6,3	4,8	13,3	18,0	19,3	17,7	11,1	3,9	-5,8	-12,9	2,6
Петропавловск	-17,0	-15,1	-6,7	5,0	13,6	18,3	20,0	17,9	11,4	4,2	-5,2	-12,7	2,8
Булаево	-17,3	-14,6	-6,5	5,0	13,1	18,1	19,6	17,4	11,0	4,0	-5,4	-13,2	2,6
Пресновка	-17,1	-15,5	-7,5	4,9	13,0	18,3	19,6	17,7	10,9	3,3	-5,5	-13,0	2,4
Смирново	-17,3	-15,2	-6,8	4,9	13,3	17,9	19,4	17,7	11,0	3,7	-5,7	-13,1	2,5
Возвышенка	-17,7	-15,9	-7,5	4,9	13,1	18,2	19,7	17,7	11,2	3,6	-6,0	-13,3	2,4
Благовещенка	-17,1	-15,2	-7,0	4,8	13,3	18,1	19,7	18,2	11,7	4,1	-5,2	-12,7	2,7
Явленка	-16,8	-15,0	-6,4	5,0	13,7	18,4	19,7	18,0	11,6	4,2	-5,1	-12,2	3,0
Корнесевка	-16,9	-15,4	-7,0	4,9	13,1	18,5	19,7	17,7	10,8	3,3	-5,7	-12,8	2,5
Тайынша	-16,2	-14,5	-5,9	5,5	13,8	18,7	20,1	18,4	11,9	4,5	-5,1	-12,1	3,3
Сергеевка	-16,8	-15,1	-6,7	5,2	14,0	18,6	19,7	18,2	11,9	4,1	-5,3	-12,3	3,0
Тимирязево	-16,3	-15,1	-7,1	5,3	13,9	18,4	20,1	18,8	12,6	4,2	-5,2	-12,3	3,1
Талшык	-17,9	-16,5	-7,5	5,5	13,6	19,5	20,6	18,2	10,7	3,2	-5,3	-13,4	2,6
Кишкенеколь	-17,7	-15,9	-7,6	5,6	13,6	19,1	20,5	18,5	11,8	4,0	-5,8	-13,5	2,7
Чкалово	-15,3	-14,1	-5,5	5,7	13,9	18,9	20,1	18,4	11,9	4,5	-5,2	-10,5	3,6
Саумалколь	-15,6	-14,1	-6,2	5,1	13,3	17,7	19,0	17,5	11,2	3,6	-5,5	-12,3	2,8
Новоишимское	-16,5	-15,4	-7,0	5,3	13,8	18,5	19,7	18,3	11,6	3,6	-5,3	-12,2	2,8
Рузаевка	-16,2	-15,0	-6,9	5,5	14,1	18,7	20,0	18,5	11,9	4,1	-5,1	-12,6	3,1

Пространственное распределение средней годовой температуры воздуха в области носит зональный характер, увеличиваясь с севера на юг. Средняя годовая температура воздуха варьируется от 2,4 °C на МС Возвышенка до 3,6 °C на МС Чкалово. Месячные колебания температуры воздуха значительно выражены: максимальные среднемесячные значения наблюдаются в июле (19,0-20,6 °C), а минимальные – в январе (от -15,3 до -17,9 °C). Это свидетельствует о характерном для Северного Казахстана континентальном климате с теплым летом и холодной зимой.

Для выявления тенденции изменения температуры воздуха были сравнены средние многолетние месячные температуры воздуха за два последовательных климатических периода: 1971-2000 и 2003-2024 гг. Данные за 1971-2000 гг. были взяты из климатического справочника РГП «Казгидромет» МЭП РК [30].

Таблица 7 – Средняя месячная и годовая температура воздуха по Северо-Казахстанской области за два климатических периода 2003-2024 и 1971-2000 гг., °С

Table 7 – Average monthly and annual air temperature in the North Kazakhstan region for two climatic periods: 2003–2024 and 1971–2000, °С

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
2003-2024	-16,7	-15,0	-6,7	5,3	13,6	18,4	19,8	18,1	11,7	4,1	-5,3	-12,5	2,9
1971-2000	-16,3	-15,7	-9,0	4,2	12,5	18,6	20,0	16,9	10,9	3,0	-7,7	-13,1	2,0
Разница	-0,4	0,7	2,3	1,1	1,1	-0,2	-0,2	1,3	0,8	1,1	2,3	0,6	0,9

В таблице 7 приведены осредненные по 12 МС средние областные значения месячных и годовой температуры воздуха за разные климатические периоды. Современный климат (2003-2024 гг.) стал теплее, чем прошлый климат (1971-2000 гг.) в среднем за год на 0,9 °С. Однако холоднее стало в январе на 0,4 °С, а также в июне и июле на 0,2 °С. Остальные месяцы стали теплее, особенно весенние и осенние. Март и ноябрь стали теплее на 2,3 °С. Это показывает интенсивный характер потепления климата.

**Континентальность климата.** Годовая амплитуда температуры воздуха по территории Северо-Казахстанской области колеблется от 34 до 38°С, а индекс континентальности климата по Л. Горчинскому (k) составляет 53-60. Соответственно климат области является континентальным. В области наименьшая континентальность климата наблюдается в Айыртауском районе (k = 53), наибольшая – в Уалихановском районе (k = 60).

**Климатические сезоны года.** В основе средней многолетней декадной температуры воздуха по графическому методу были определены даты устойчивого перехода температуры воздуха через 0 и 15 °С. Далее на их основе определены климатические сезоны года. В Северо-Казахстанской области климатическая весна начинается 2–4 апреля и продолжается около 50 суток, лето наступает 18-25 мая и длится в течение 95 сут на севере, 109 сут на юге. Далее в конце августа-начале сентября начинается осень с продолжительностью 55-59 сут. Здесь зима начинается 25-29 октября и бывает очень продолжительной, длится 155-160 сут. Таким образом, в Северо-Казахстанской области продолжительность зимы составляет более 5 месяцев (ноябрь–март), а лето длится чуть больше 3 месяцев. Продолжительность весны составляет около 1 месяца и 10 дней, а осени – чуть меньше 2 месяцев.

**Оценка благоприятности климата для рекреации.** Благоприятность климата для человека оценивалась в теплый период года по радиационно-эквивалентно-эффективной температуре (РЭЭТ), а в холодный период года – по индексу суровости зимы по Бодману (S).

Расчеты показали, что в Северо-Казахстанской области климат в зимние месяцы (декабрь-февраль) характеризуется как «суровый» и «умеренно суровый», в марте и ноябре – как «умеренно суровый». В остальные весенние и осенние месяцы (апрель, май, сентябрь, октябрь) климат характеризуется в основном как «холодный дискомфорт». Климат в летние месяцы характеризуется как «теплый комфорт». Таким образом, климат Северо-Казахстанской области для рекреации оценивается как умеренно благоприятный, т.е. лето благоприятное, весна и осень умеренно благоприятные, зима умеренно неблагоприятная. Наилучшие условия климата для рекреации наблюдается в Айыртауском районе (таблица 8).

**Анализ теплообеспеченности вегетационного периода.** Рост и развитие растений, включая сельскохозяйственные культуры, начинается с даты устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха выше уровня её биологического минимума.

В таблице 9 приведены средние многолетние даты устойчивого перехода температуры воздуха через 5; 10 и 15 °С и продолжительности периода с такими температурами по административным районам области.

В Северо-Казахстанской области температура воздуха устойчиво переходит через 5°С весной 13–14 апреля, а обратно осенью – 10–13 октября, и продолжительность всего вегетационного периода составляет 180–183 сут.

Температура воздуха переходит через 10°С весной 29 апреля – 2 мая, а обратно осенью – 19–22 сентября. Соответственно продолжительность вегетационного периода для яровых культур составляет 140-146 сут.

Таблица 8 – Оценка благоприятности климата районов по S и РЭЭТ  
Table 8 – Assessment of climate suitability of regions according to S and REET

Район	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	S			РЭЭТ, °C								
Кызылжарский	С	С	УС	ХДК	ХДК	ТК	ТК	ТК	ХДК	ХДК	УС	УС
Мамлютский	С	С	УС	ХДК	ХДК	ТК	ТК	ТК	ХДК	ХДК	УС	УС
М. Жумабаева	С	С	УС	ХДК	ХДК	ТК	ТК	ТК	ХДК	ХДК	УС	С
Аккаинский	С	С	УС	ХДК	ХДК	ТК	ТК	ТК	ХДК	ХДК	УС	С
Жамбылский	С	С	УС	ХДК	ХДК	ТК	ТК	ТК	ХДК	ХДК	УС	С
Есильский	С	С	УС	ХДК	ХДК	ТК	ТК	ТК	ХДК	ХДК	УС	УС
Шал ақына	С	С	УС	ХДК	ХСК	ТК	ТК	ТК	ХДК	ХДК	УС	УС
Айыртауский	УС	УС	УС	ХДК	ХДК	ТК	ТК	ТК	ХДК	ХДК	УС	УС
Тайыншинский	С	С	УС	ХДК	ХДК	ТК	ТК	ТК	ХДК	ХДК	УС	С
Тимирязевский	С	С	УС	ХДК	ХДК	ТК	ТК	ТК	ХДК	ХДК	УС	С
Г. Мусрепова	С	С	УС	ХДК	ХДК	ТК	ТК	ТК	ХДК	ХДК	УС	С
Акжарский	С	С	УС	ХДК	ХДК	ТК	ТК	ТК	ХДК	ХДК	УС	С
Уалихановский	С	С	УС	ХДК	ХДК	ТК	ТК	ТК	ХДК	ХДК	УС	С

Таблица 9 – Даты устойчивого перехода температуры воздуха через 5°C (D<sub>5</sub>), 10°C (D<sub>10</sub>), 15°C (D<sub>15</sub>) и продолжительность периода с температурой выше указанных пределов (N<sub>5</sub>, N<sub>10</sub>, N<sub>15</sub>) по районам

Table 9 – Dates of sustained transition of air temperature through 5°C (D<sub>5</sub>), 10°C (D<sub>10</sub>), 15°C (D<sub>15</sub>) and duration of the period with temperatures above the specified limits (N<sub>5</sub>, N<sub>10</sub>, N<sub>15</sub>) by region

Район	D <sub>5</sub>		N <sub>5</sub> , Сутки	D <sub>10</sub>		N <sub>10</sub> , Сутки	D <sub>15</sub>		N <sub>15</sub> , Сутки
	Весна	Осень		Весна	Осень		Весна	Осень	
Кызылжарский	14.04	10.10	180	02.05	19.09	140	25.05	29.08	96
Мамлютский	14.04	11.10	180	02.05	19.09	140	25.05	30.08	97
М. Жумабаева	14.04	11.10	180	01.05	19.09	141	24.05	29.08	97
Аккаинский	14.04	11.10	180	01.05	19.09	141	24.05	30.08	98
Жамбылский	14.04	11.10	181	01.05	19.09	142	23.05	31.08	100
Есильский	14.04	12.10	181	01.05	20.09	143	22.05	02.09	103
Шал ақына	13.04	13.10	183	30.04	22.09	145	19.05	03.09	107
Айыртауский	13.04	12.10	182	30.04	21.09	144	19.05	03.09	107
Тайыншинский	13.04	12.10	183	30.04	21.09	145	19.05	03.09	108
Тимирязевский	13.04	13.10	183	30.04	22.09	145	19.05	03.09	107
Г. Мусрепова	13.04	12.10	183	29.04	22.09	146	18.05	03.09	108
Акжарский	13.04	13.10	183	30.04	22.09	145	19.05	03.09	107
Уалихановский	13.04	13.10	183	29.04	22.09	146	18.05	04.09	108

Средняя суточная температура воздуха переходит через 15°C весной 18–25 мая, а обратно осенью – 29 августа – 4 сентября, и соответственно продолжительность вегетационного периода для теплолюбивых культур составляет на севере области 96 сут, а на юге – 109 сут.

В таблице 10 приведены средние многолетние значения суммы активных температур воздуха выше 5, 10 и 15 °C по административным районам области. По районам области сумма активных температур воздуха составляет: выше 5 °C – 2612-2774 °C; выше 10 °C – 2329-2511°C; выше 15 °C – 1738-2004 °C.

Таблица 10 – Сумма активных температур воздуха выше 5, 10 и 15 °С ( $\Sigma T$ ) по районамTable 10 – Sum of active air temperatures above 5, 10, and 15 °C ( $\Sigma T$ ) by region

Район	$\Sigma T > 5^{\circ}\text{C}$	$\Sigma T > 10^{\circ}\text{C}$	$\Sigma T > 15^{\circ}\text{C}$
Кызылжарский	2621	2334	1738
Мамлютский	2617	2329	1744
М. Жумабаева	2623	2339	1754
Аккаинский	2612	2341	1759
Жамбылский	2641	2369	1799
Есильский	2660	2383	1849
Шал акына	2734	2466	1933
Айыртауский	2622	2359	1862
Тайыншинский	2770	2483	1963
Тимирязевский	2770	2501	1960
Г. Мусрепова	2731	2477	1960
Акжарский	2726	2485	1980
Уалихановский	2774	2511	2004

В умеренном поясе продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха выше 10 °С соответствует вегетационному периоду большинства сельскохозяйственных культур. Посев сельскохозяйственных культур проводится при достаточном прогреве почвы и достижении ее мягкопластичного состояния, когда среднесуточная температура воздуха уже переходит через 10 °С. Поэтому тепловые ресурсы вегетационного периода часто оцениваются датой перехода, продолжительностью периода и суммой активных температур воздуха выше 10 °С.

На рисунке 1 представлено пространственное распределение даты перехода температуры воздуха через 10 °С весной по территории Северо-Казахстанской области. Переход температуры

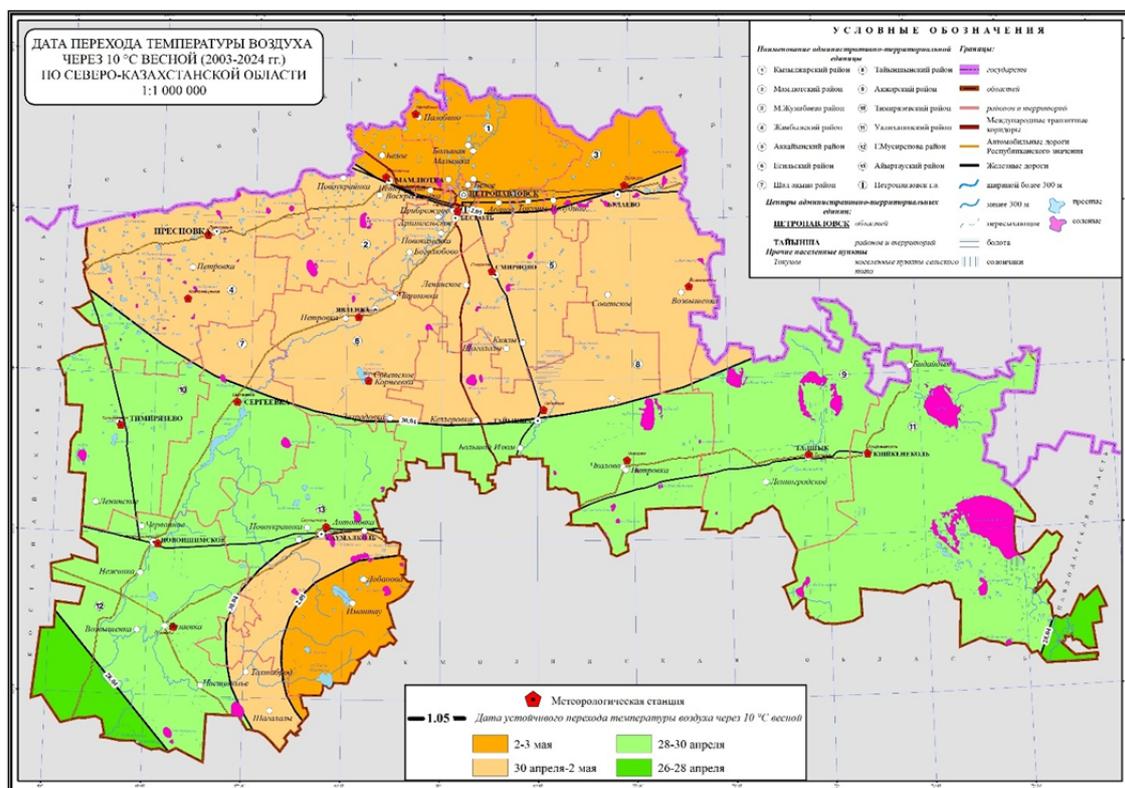


Рисунок 1 – Дата перехода температуры воздуха через 10 °С весной

Figure 1 – Date of air temperature transition through 10 °C in spring

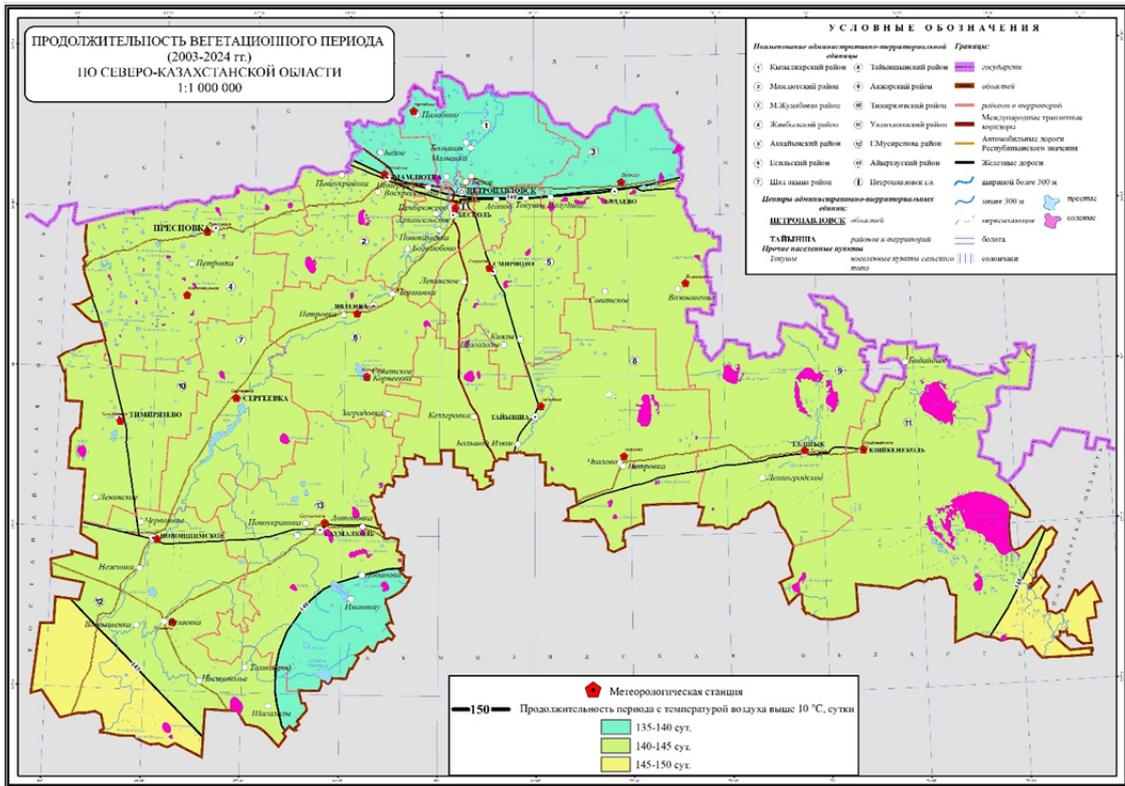


Рисунок 2 – Продолжительность периода с температурой воздуха выше 10 °С

Figure 2 – Duration of the period with air temperature above 10 °С

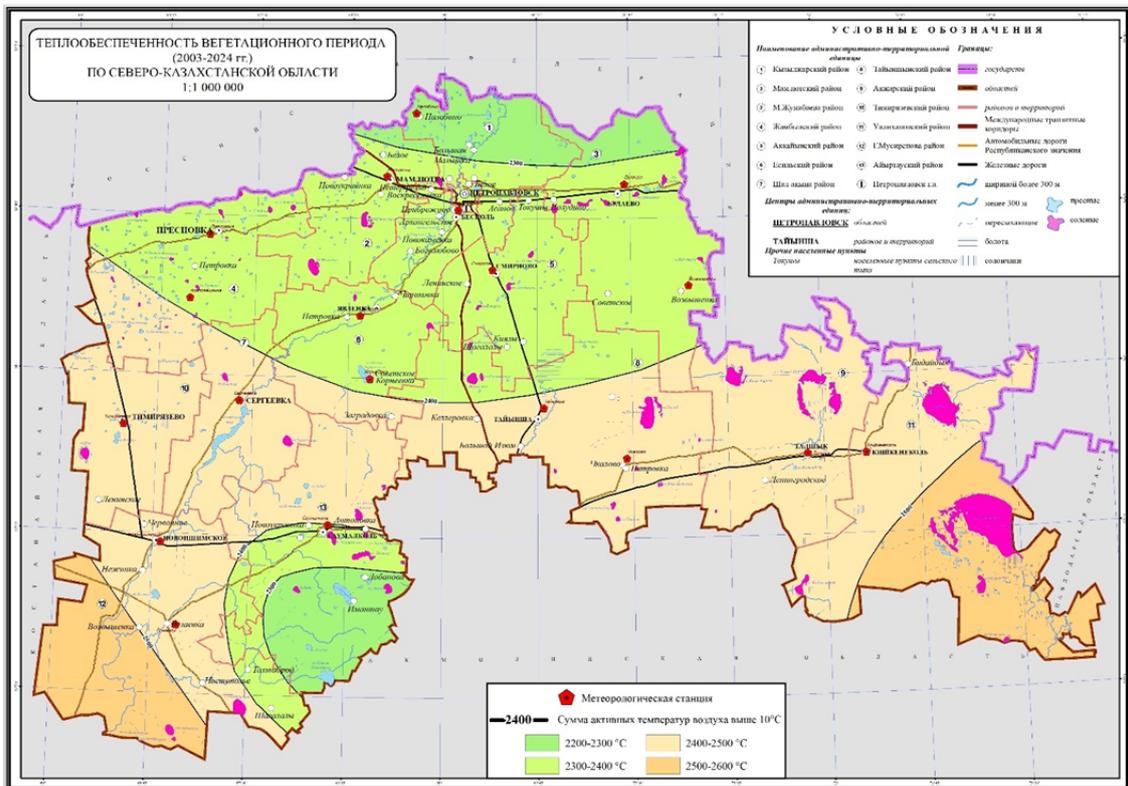


Рисунок 3 – Сумма активных температур воздуха выше 10 °С

Figure 3 – Sum of active air temperatures above 10 °С

воздуха через 10°C раньше наступает на юго-западе и на юго-востоке области – 28 апреля. В северной части области и в южной зоне, охватывающей Кокшетаускую возвышенность, отмечается запаздывание перехода на 3–4 дня.

На рисунке 2 представлено пространственное распределение продолжительности периода с температурой воздуха выше 10°C по территории Северо-Казахстанской области. Продолжительность периода с температурой воздуха выше 10°C увеличивается с севера в юго-западном и юго-восточном направлениях от 140 до 145 сут. Однако в районе Кокшетауской возвышенности, несмотря на более южное географическое положение, продолжительность вегетационного периода составляет менее 140 сут. Это обусловлено рельефными и орографическими особенностями, влияющими на температурный режим атмосферы.

Сумма активных температур воздуха выше 10°C также растет с севера на юго-запад и на юго-восток области от 2300 до 2500 °C. В районе Кокшетауской возвышенности накапливается меньше тепла с суммой температур менее 2300 °C (рисунок 3).

На рисунке 4 представлена многолетняя динамика суммы температуры воздуха выше 10°C с 1991 по 2024 год по районам Северо-Казахстанской области. Многолетняя динамика суммы температур воздуха за последние 34 года имеет тенденцию увеличения, что указывает на постепенный рост теплообеспеченности вегетационного периода.

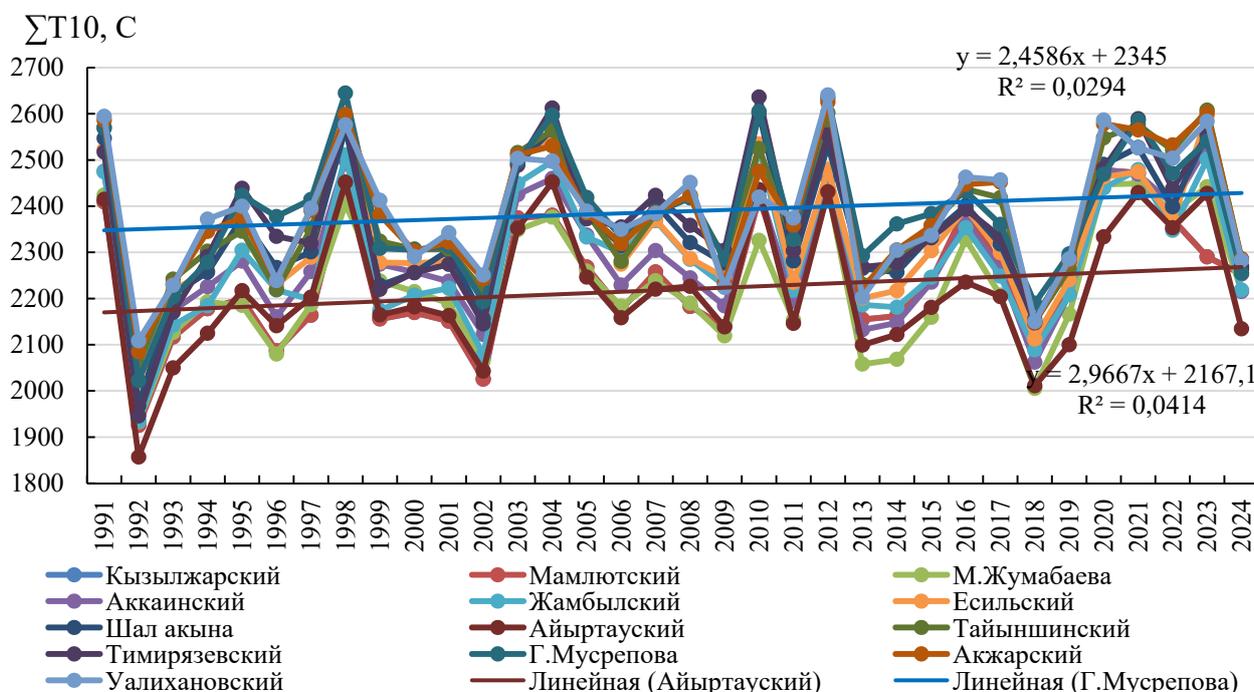


Рисунок 4 – Многолетняя динамика средней по районам Северо-Казахстанской области суммы активных температур воздуха выше 10 °C

Figure 4 – Long-term dynamics of the average sum of active air temperatures above 10 °C by district in the North Kazakhstan region

В Северо-Казахстанской области вегетационный период был жарким в 1991, 1998, 2004, 2010, 2012, 2020, 2021 и 2023 гг., прохладным – в 1992, 2002, 2009, 2011, 2013-2014, 2018, 2019 и 2024 гг.

В таблице 11 приведена обеспеченность сумм активных температур воздуха выше 10°C по районам Северо-Казахстанской области. Вегетационный период в северных районах области на 90% обеспечен теплом 2100°C, т.е. в 9 годах из 10 лет за вегетацию накапливается около 2100°C тепла, что удовлетворяет требования пшеницы, ячменя и овса, для раннеспелых и среднеспелых сортов подсолнечника, но недостаточно для кукурузы. В южных районах области на 90% обеспечено 2300°C тепла, что также достаточно для раннеспелых сортов кукурузы.

Тепловые ресурсы территории определяют возможность выращивания сельскохозяйственных культур. Для этого оценивается соответствие ресурсов тепла требованию сельскохозяйственной культуры. При этом 90 % обеспеченность теплом является достаточной.

Таблица 11 – Обеспеченность суммы активных температур воздуха выше 10 °С по районам

Table 11 – Availability of active air temperatures above 10 °C by region

Район / Р, %	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Кызылжарский	2559	2462	2425	2359	2320	2305	2261	2205	<b>2163</b>	2034
Мамлютский	2507	2474	2436	2369	2317	2296	2254	2230	<b>2179</b>	2125
М. Жумабаева	2520	2482	2426	2395	2309	2273	2256	2247	<b>2172</b>	2105
Аккаинский	2484	2456	2422	2380	2343	2323	2263	2247	<b>2208</b>	2102
Жамбылский	2547	2513	2456	2397	2339	2312	2269	2252	<b>2227</b>	2046
Есильский	2563	2497	2460	2424	2372	2321	2295	2260	<b>2226</b>	2108
Шал ақына	2647	2610	2556	2464	2418	2395	2381	2375	<b>2344</b>	2205
Айыртауский	2540	2511	2430	2340	2318	2311	2277	2250	<b>2215</b>	2128
Тайыншинский	2659	2624	2599	2527	2477	2447	2395	2370	<b>2322</b>	2245
Тимирязевский	2696	2604	2560	2505	2470	2437	2413	2392	<b>2383</b>	2305
Г. Мусрепова	2667	2591	2535	2483	2457	2432	2397	2358	<b>2336</b>	2212
Акжарский	2607	2574	2562	2503	2464	2448	2425	2369	<b>2334</b>	2271
Уалихановский	2676	2603	2585	2551	2526	2489	2452	2396	<b>2335</b>	2268

В таблице 12 приведена потребность 25 сельскохозяйственных культур в тепле ( $\Sigma T_b$ ). Для умеренно теплолюбивых культур (А1–А9) дана биологическая сумма температуры воздуха выше 10°C, а для теплолюбивых культур (Б1–Б5) – выше 15°C.

Таблица 12 – Потребность сельскохозяйственных культур в тепле [16]

Table 12 – Heat requirements of agricultural crops [16]

Группа	$\Sigma T_b$ , °C	Культура (р – раннеспелая, с – среднеспелая, сп – среднепоздние, п – позднеспелая)
А1	1200–1400	Гречиха–р, гречиха–с, ячмень–р, овёс–р, горох–р, картофель–р, огурцы–р, огурцы–с
А2	1400–1600	Гречиха–п, ячмень–с, ячмень–п, овёс–с, горох–с, горох–п, картофель–с, огурцы–п, пшеница–р, фасоль–р, чина–р, чечевица–р, чечевица–с, нут–р, нут–с, люпин–р, лён масличный–р, лён масличный–с, лен долгунец–р, лен долгунец–с, капуста–р, капуста–с, томаты–р
А3	1600–1800	Картофель–п, ячмень–п, овёс–п, пшеница–с, просо–р, просо–с, фасоль–с, чина–с, нут–п, люпин–с, капуста–п, томаты–с, томаты–п
А4	1800–2000	Пшеница–п, просо–п, фасоль–п, подсолнечник–р, рапс–р
А5	2000–2200	Люпин–п, подсолнечник–с, рапс–п, сахарная свекла–р.
А6	2200–2400	Подсолнечник–п, соя–р, сахарная свекла–с, кукуруза–р
А7	2400–2600	Соя–с, сахарная свекла–п, кукуруза–с, сорго–р
А8	2600–2800	Соя–сп, кукуруза–сп, сорго–с
А9	2800–3000	Соя–п, кукуруза–п, сорго–п
Б1	2500–2700	Рис–р
Б2	2700–2900	Рис–с
Б3	2900–3300	Рис–п, хлопчатник–р
Б4	3300–3600	Хлопчатник–с
Б5	3600–4000	Хлопчатник–п

Вегетационный период в 3 северных районах Северо-Казахстанской области на 90% обеспечен теплом в 2100°C, что удовлетворяет требования культур группы от А1 до А4. Сюда входят гречиха, ячмень, овес, пшеница, просо, горох, фасоль, чина, чечевица, нут, лён, картофель, огурцы, томаты, раннеспелые и среднеспелые сорта люпина, а также раннеспелые сорта подсолнечника и рапса. В остальных 10 районах области на 90% обеспечены теплом в 2200-2300°C требования культур группы от А1 до А5. Такое количество тепла достаточно для возделывания еще позднеспелых сортов люпина и рапса, среднеспелых сортов подсолнечника, а также раннеспелых сортов сахарной свеклы (таблица 13).

Таблица 13 – Районирование сельскохозяйственных культур по теплообеспеченности

Table 13 – Classification of agricultural crops according to heat supply

Район	Культуры, обеспеченные теплом	
	Группа	Виды
Кызылжарский	A1-A4	Гречиха, ячмень, овес, пшеница, просо, горох, фасоль, чина, чечевица, нут, лён, картофель, огурцы, томаты, раннеспелые и среднеспелые сорта люпина, раннеспелые сорта подсолнечника и рапса
Мамлютский		
М. Жумабаева		
Аккаинский	A1-A5	Гречиха, ячмень, овес, пшеница, просо, горох, фасоль, чина, чечевица, нут, лён, картофель, огурцы, томаты, люпин, рапс, раннеспелые и среднеспелые сорта подсолнечника, раннеспелые сорта сахарной свеклы
Жамбылский		
Есильский		
Шал акына		
Айыртауский		
Тайыншинский		
Тимирязевский		
Г.Мусрепова		
Акжарский		
Уалихановский		

В дополнение к теплообеспеченности необходимо учитывать опасность заморозков и устойчивость культур к заморозкам.

**Анализ неблагоприятно жарких дней за летний сезон.** В летнее время высокая температура воздуха в дневные часы может перегревать растения и подавлять их жизненные процессы. Такая температура называется балластной температурой. В среднем для сельскохозяйственных культур умеренного тепла (яровые зерновые культуры) балластной считается температура выше 32 °С, а для теплолюбивых культур (кукуруза, рис, хлопчатник) – выше 37 °С [27].

На рисунке 5 представлена многолетняя динамика количества жарких дней для яровых зерновых культур в среднем по Северо-Казахстанской области. Количество таких дней колеблется от 1 до 17 сут. Особо жаркими были 2010, 2012, 2020, 2021 и 2023 гг., когда КЖД за летний период в среднем по области составлял 13–17 дней. В южных районах области число жарких дней достигало 20–28 сут.

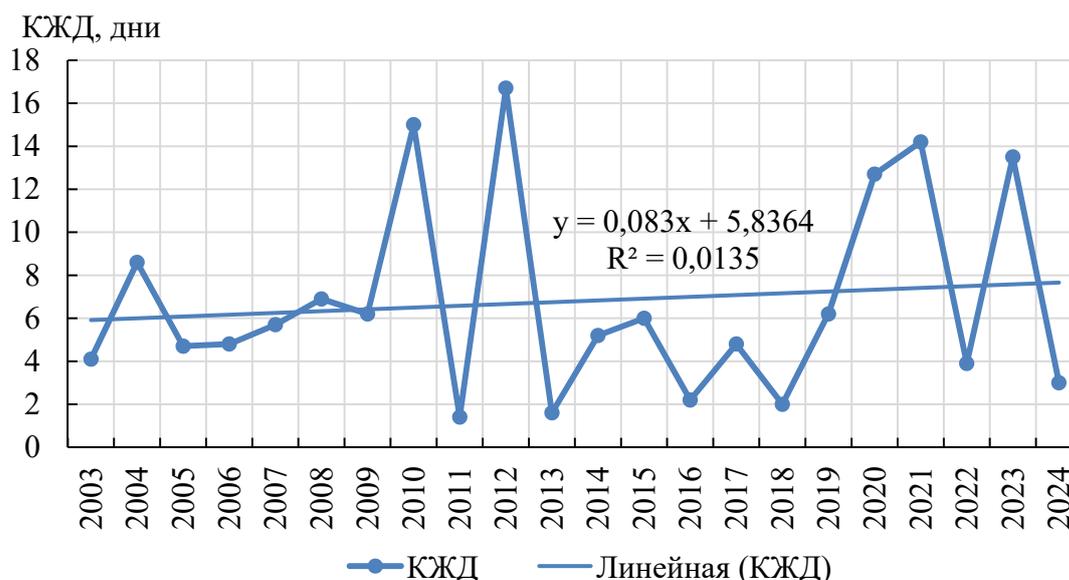


Рисунок 5 – Многолетняя динамика количества жарких дней для яровых зерновых культур в среднем по Северо-Казахстанской области

Figure 5 – Long-term dynamics of the number of hot days for spring grain crops on average in the North Kazakhstan region

**Анализ заморозков в вегетационный период.** Заморозки – кратковременное понижение температуры воздуха до 0 °С и ниже на фоне положительных средних суточных температур воздуха. Заморозки в вегетационный период представляют серьезную угрозу для сельскохозяйственных культур. Особенно опасны поздние весенние и ранние осенние заморозки.

На основе данных по суточной минимальной температуре воздуха были установлены весенние последние и осенние первые заморозки в воздухе за 2003-2024 гг. и определены их средние многолетние даты. В Северо-Казахстанской области весенние последние заморозки в воздухе в среднем завершаются 10-14 мая. В жаркие годы последние заморозки в воздухе наблюдаться 1-2 мая, а в прохладные годы – 24-31 мая. Осенние первые заморозки в воздухе в среднем начинаются 18-22 сентября, в прохладные годы – 6-11 сентября, а в жаркие годы – 27-30 сентября. Средняя продолжительность беззаморозкового периода в воздухе по территории области составляет 127-138 сут (таблица 14).

Таблица 14 – Среднемноголетние (2003-2024 гг.) даты последних весенних и первых осенних заморозков, продолжительность беззаморозкового периода в воздухе

Table 14 – Average annual (2003–2024) dates of the last spring and first autumn frosts, duration of the frost-free period in the air

МС	Весенняя дата			Осенняя дата			Продолжительность, сут
	Средняя	Ранняя	Поздняя	Средняя	Ранняя	Поздняя	
Петропавловск	10.05	01.05	24.05	22.09	11.09	30.09	135
Булаево	14.05	01.05	31.05	22.09	12.09	30.09	131
Возвышенка	12.05	01.05	31.05	20.09	06.09	30.09	131
Благовещенка	13.05	01.05	31.05	25.09	11.09	30.09	135
Явленка	11.05	02.05	24.05	26.09	11.09	30.09	138
Тайынша	12.05	01.05	26.05	22.09	12.09	29.09	133
Сергеевка	12.05	01.05	31.05	20.09	09.09	28.09	131
Тимирязево	15.05	02.05	26.05	21.09	11.09	28.09	129
Кишкенеколь	12.05	03.05	30.05	23.09	10.09	30.09	134
Чкалово	13.05	01.05	26.05	20.09	06.09	28.09	130
Саумалколь	12.05	01.05	26.05	21.09	11.09	27.09	132
Рузаевка	14.05	01.05	31.05	18.09	06.09	29.09	127

**Обсуждение.** Анализ климатических данных по Северо-Казахстанской области показал наличие устойчивых тенденций потепления и изменения режима увлажнения за последние десятилетия. Установлено, что среднегодовая температура воздуха демонстрирует положительный тренд, особенно выраженный в весенне-летний период. В ходе анализа выявлено, что современный климатический режим региона характеризуется не только повышением температуры, но и смещением сроков наступления агроклиматических фаз – начала и окончания вегетации.

В Северо-Казахстанской области ресурсы солнечной радиации достаточны для роста и развития сельскохозяйственных культур и лучше подходят для выращивания растений длинного дня.

Пространственное распределение средней годовой температуры воздуха в области носит зональный характер, увеличиваясь с севера на юг от 2,4 до 3,6 °С. Наблюдается рост температуры воздуха. Современный климат (2003-2024 гг.) стал теплее, чем прошлый климат (1971-2000 гг.) в среднем за год на 0,9 °С.

Климат области является континентальным. Наименьшая континентальность климата наблюдается в Айыртауском районе (k = 53), наибольшее – в Уалихановском районе (k = 60).

В области весна начинается 2–4 апреля, лето наступает 18-25 мая, в конце августа-начале сентября начинается осень, а зима – 25-29 октября. Продолжительность зимы составляет более 5 мес. (ноябрь–март), а лето длится чуть больше 3 месяцев. Продолжительность весны составляет около 1 мес. и 10 дней, а осени – чуть меньше 2 мес.

Климат Северо-Казахстанской области для рекреации оценивается как умеренно благоприятный, т.е. лето благоприятное, весна и осень – умеренно благоприятные, зима – умеренно неблагоприятная. Наилучшие условия климата для рекреации наблюдается в Айыртауском районе.

**Закключение.** В Северо-Казахстанской области температура воздуха устойчиво переходит через 5°C весной 13–14 апреля, через 10°C весной 29 апреля – 2 мая, через 15°C весной 18–25 мая. Сумма активных температур воздуха составляет: выше 5 °С – 2612-2774 °С; выше 10 °С – 2329-2511°C; выше 15 °С – 1738-2004 °С. Наблюдается постепенный рост теплообеспеченности вегетационного периода.

В трех северных районах области обеспечены теплом гречиха, ячмень, овес, пшеница, просо, горох, фасоль, чина, чечевица, нут, лён, картофель, огурцы, томаты, раннеспелые и среднеспелые сорта люпина, а также раннеспелые сорта подсолнечника и рапса. В остальных 10 районах области обеспечены теплом еще позднеспелые сорта люпина и рапса, среднеспелые сорта подсолнечника, а также раннеспелые сорта сахарной свеклы.

Заморозки и жаркие дни также являются значимыми климатическими факторами, влияющими на сельское хозяйство. Последние весенние заморозки обычно завершаются 10-14 мая, а первые осенние заморозки начинаются 18-22 сентября. Количество жарких для яровых культур дней по области в среднем составляет 4-11 дней, а в жаркие годы увеличивается до 10-28 дней.

Полученные результаты будут полезны при научном сопровождении земледелия, районировании сельскохозяйственных культур и определении стратегии диверсификации растениеводства. Они способствуют развитию климатически ориентированных сельскохозяйственных технологий, более полному учету климатических ресурсов территории в научных исследованиях и на практике. Позволяют обоснованно планировать и проводить агротехнические мероприятия в оптимальные сроки, разрабатывать стратегические планы развития растениеводства.

**Финансирование.** Настоящие исследования проведены в рамках реализации научно-технической программы ИРН BR24993222 «Построение системы поддержки принятия решений для природно-хозяйственного обустройства территории Северо-Казахстанской области в контексте устойчивого развития», финансируемой Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан в рамках программно-целевого финансирования.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сводный доклад МГЭИК AR6. Синтезированный доклад. Изменение климата 2023 [Электрон. ресурс]. – URL: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle>
- [2] Шестой оценочный доклад МГЭИК: Изменение климата 2022 [Электрон. ресурс]. – URL: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii>
- [3] Всемирная метеорологическая организация (ВМО). Показатели изменения климата достигли рекордных уровней в 2023 году [Электрон. ресурс]. – URL: <https://wmo.int/ru/media/news/vmo-pokazateli-izmeneniya-klimata-dostigli-rekordnykh-urovney-v-2023-godu>
- [4] Долгих С. А., Есеркепова И. Б., Шамен А. Оценка вклада ожидаемого потепления глобального климата в развитие процессов опустынивания в Казахстане // Гидрометеорология и экология. – 1997. – № 3. – С. 43-49.
- [5] Долгих С. А. О многолетних тенденциях термического режима на территории Республики Казахстан // Гидрометеорология и экология. – 1995. – № 3. – С. 68-77.
- [6] Долгих С. А., Илякова Р. М., Сабитаева А. У. Об изменении климата Казахстана в прошедший столетний период // Гидрометеорология и экология. – 2005. – № 4. – С. 6-27.
- [7] Чередниченко А. В. Климат Казахстана как отклик на глобальные изменения // Гидрометеорология и экология. – 2009. – № 4. – С. 7-22.
- [8] Жексенбаева А. К., Ашимақын А. М. Қазақстанның солтүстік өңіріндегі жылы мезгілдегі жауын-шашынның маусымдық статистикалық құрылымы // ҚазҰУ хабаршысы. География сериясы. – 2022. – № 2(65). – 55-62 бб.
- [9] Talipova E. K., Nyssanbayeva A. S., Shrestha S. Regional climate change in the Ile River Basin // Вестник КазНУ. Серия географическая. – 2019. – Т. 53, № 2. – С. 25-34.
- [10] Байшоланов С. С. Уязвимость и адаптация сельского хозяйства Республики Казахстан к изменению климата. – Астана: ПРООН, 2018. – 128 с. [Электрон. ресурс]. – URL: <https://kazneb.kz/kk/catalogue/view/1595141> (дата обращения: 07.11.2025).
- [11] Байшоланов С. С. Оценка уязвимости, воздействие изменения климата и меры по адаптации. Раздел 6.6. Сельское хозяйство // Восьмое национальное сообщение и пятый двухгодичный доклад Республики Казахстан Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Астана, 2022. – С. 242-259. [Электрон. ресурс]. – URL: [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/8NC\\_Kazakhstan\\_2022v1.0.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/8NC_Kazakhstan_2022v1.0.pdf) (дата обращения: 07.11.2025).
- [12] Байшоланов С. С., Павлова В. Н., Мусатаева Г. Б., Габбасова М. С., Жакиева А. Р., Муканов Е. Н., Акшалов К. А., Чернов Д. А. Агроклиматические ресурсы Северо-Казахстанской области: научно-прикладной справочник. – Астана, 2017. – 125 с. [Электрон. ресурс]. – URL: <http://kazneb.kz/site/catalogue/view?br=1596681> (дата обращения: 07.11.2025).
- [13] Грингоф И. Г., Клещенко А. Д. Основы сельскохозяйственной метеорологии. – Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2011. – Т. 1. – 808 с.
- [14] Хромов С. П., Петросянц М. А. Метеорология и климатология. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 528 с.

- [15] Колокотрони К. О., Калмыкова И. Н. Оценка биоклиматических условий на территории Приволжского федерального округа с использованием ГИС-технологий. – М.: Изд-во Московского университета, 2003. – С. 5-26.
- [16] Русанов В. И. Комплексные метеорологические показатели и методы оценки климата для медицинских целей. – Томск: ТГУ, 1981. – 86 с.
- [17] Головина Е. Г., Русанов В.И. Некоторые вопросы биометеорологии: учеб. пособие. – СПб.: Изд. РГГМИ, 1993. – 90 с.
- [18] Бокша В. Г. Справочник по климатотерапии. – Киев: Здоровье, 1980. – С. 118-119.
- [19] Адаменко В. Н., Хайруллин К. Ш. Оценка условий пребывания человека на открытом воздухе зимой с учетом микроклимата застройки // Труды ГГО. – 1969. – Вып. 248. – С. 74-81.
- [20] Акшалов К. А., Байшоланов С. С., Баймуканова О. Н., Ауезханов Д. А., Кужинов М. Б. Анализ агрометеорологических условий вегетационного периода 2020 и 2021 годов в Северном Казахстане: особенности и меры адаптации к изменению климата // Вестник науки КазАТУ им. С. Сейфуллина. – 2022. – № 3(114), ч. 1. – С. 161-176.
- [21] Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Части 1-6. Вып. 17. Тюменская и Омская области. – СПб.: Гидрометеоздат, 1998. – 702 с.
- [22] Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Вып. 18. Казахская ССР. Книга 1. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 514 с.
- [23] Справочник по климату Казахстана. Многолетние данные 1971–2000 гг. Температура воздуха. – Алматы: РГП «Казгидромет», 2004. – 38 с.
- [24] Knight J., Harrison S. The impacts of climate change on terrestrial Earth surface systems // Nature Climate Change. – 2013. – P. 1-6.
- [25] Cui J., Deng O., Zheng M., Zhang X., Bian Z., Pan N., Tian H., Xu J., Gu B. Warming exacerbates global inequality in forest carbon and nitrogen cycles // Nature Communications. – 2024. – Vol. 15. – Article 9185. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-024-53518-5>.
- [26] Xiong J., Yang Y. Climate change and hydrological extremes // Current Climate Change Reports. – 2024. – Vol. 11. – Article 1. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40641-024-00198-4>.
- [27] Cherednichenko A.V., Cherednichenko A., Cherednichenko V.S. Climate change in the city of Almaty during the past 120 years // Quaternary International. – 2015.
- [28] Salnikov V., Talanov Y., Polyakova S., Altynbekov K., Tleukeyeva S., Abdrakhmanov R., Shalakhmetova G. An assessment of the present trends in temperature and precipitation extremes in Kazakhstan // Climate. – 2023. – Vol. 11, No. 33. – P. 1-19.
- [29] Zheksenbayeva A. K., Nyssanbayeva A. S., Tursunbayeva M. O. Dynamics of multi-year climatic changes of precipitation during the vegetation period in the north of Kazakhstan // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. – 2019. – Vol. 6, No. 438. – P. 223-234.
- [30] Baisholanov S., Akshalov K., Mukanov Y., Zhumabek B., Karakulov E. Agro-climatic zoning of the territory of Northern Kazakhstan for zoning of agricultural crops under conditions of climate change // Climate. – 2025. – Vol. 13, No. 3. DOI: <https://doi.org/10.3390/cli13010003>

## REFERENCES

- [1] IPCC. (2023). AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>
- [2] IPCC. (2022). Sixth Assessment Report, Working Group II: Climate Change 2022. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>
- [3] World Meteorological Organization (WMO). (2023). Climate indicators reached record levels in 2023. Retrieved from <https://wmo.int/ru/media/news/vmo-pokazateli-izmeneniya-klimata-dostigli-rekordnykh-urovney-v-2023-godu>
- [4] Dolgikh, S. A., Yeserkepova, I. B., & Shamen, A. (1997). Assessment of the contribution of expected global warming to desertification processes in Kazakhstan. *Hydrometeorology and Ecology*, 3, 43-49.
- [5] Dolgikh, S. A. (1995). On long-term trends in the thermal regime in the territory of the Republic of Kazakhstan. *Hydrometeorology and Ecology*, 3, 68-77.
- [6] Dolgikh, S. A., Ilyakova, R. M., & Sabitayeva, A. U. (2005). On climate change in Kazakhstan during the last century. *Hydrometeorology and Ecology*, 4, 6-27.
- [7] Cherednichenko, A. V. (2009). The climate of Kazakhstan as a response to global changes. *Hydrometeorology and Ecology*, 4, 7-22.
- [8] Zheksenbayeva, A. K., & Ashimakyn, A. M. (2022). Seasonal statistical structure of warm-period precipitation in the northern region of Kazakhstan. *Bulletin of KazNU. Geography Series*, 2(65), 55-62.
- [9] Talipova, E. K., Nyssanbayeva, A. S., & Shrestha, S. (2019). Regional climate change in the Ile River Basin. *Bulletin of KazNU. Geographical Series*, 53(2), 25-34.
- [10] Baisholanov, S. S. (2018). Vulnerability and adaptation of agriculture in the Republic of Kazakhstan to climate change. Astana: UNDP. 128 p. Retrieved from <https://kazneb.kz/kk/catalogue/view/1595141>
- [11] Baisholanov, S. S. (2022). Assessment of vulnerability, climate change impacts and adaptation measures – 6.6 Agriculture. In Eighth National Communication and Fifth Biennial Report of the Republic of Kazakhstan to the UNFCCC (pp. 242-259). Astana. [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/8NC\\_Kazakhstan\\_2022v1.0.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/8NC_Kazakhstan_2022v1.0.pdf)
- [12] Baisholanov, S. S., Pavlova, V. N., Musatayeva, G. B., Gabbasova, M. S., Zhakiyeva, A. R., Mukanov, Y. N., Akshalov, K. A., & Chernov, D. A. (2017). Agroclimatic resources of the North Kazakhstan region: Scientific and applied reference book. Astana. 125 p. Retrieved from <http://kazneb.kz/site/catalogue/view?br=1596681>

- [13] Gringof, I. G., & Kleshchenko, A. D. (2011). *Fundamentals of Agricultural Meteorology*. Vol. 1. Obninsk: VNIIGMI-MCD. 808 p
- [14] Khromov, S. P., & Petrosyants, M. A. (2001). *Meteorology and Climatology*. Moscow: MSU Press. 528 p.
- [15] Kolokotroni, K. O., & Kalmykova, I. N. (2003). Assessment of bioclimatic conditions in the Volga Federal District using GIS technologies. *Moscow University Press*. pp. 5-26.
- [16] Rusanov, V. I. (1981). *Complex meteorological indicators and methods for climate assessment for medical purposes*. Tomsk: TSU Press. 86 p.
- [17] Golovina, E. G., & Rusanov, V.I. (1993). *Some issues of biometeorology: A textbook*. St. Petersburg: RSHMI Press. 90 p.
- [18] Boksha, V.G. (1980). *Handbook on Climatotherapy*. Kyiv: Zdorovya. 118 p.
- [19] Adamenko, V.N., & Khayrullin, K.Sh. (1969). Assessment of outdoor human comfort in winter considering the urban microclimate. *Proceedings of the Main Geophysical Observatory*, 248, 74–81.
- [20] Akshalov, K. A., Baisholanov, S. S., Baymukanova, O. N., Auezhanov, D. A., & Kuzhinov, M. B. (2022). Analysis of agrometeorological conditions of the growing seasons of 2020 and 2021 in Northern Kazakhstan: features and adaptation measures to climate change. *Bulletin of S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University*, 3(114), Part 1, 161-176.
- [21] *Scientific and Applied Climate Reference Book of the USSR. Series 3, Parts 1–6, Issue 17. Tyumen and Omsk regions*. (1998). St. Petersburg: Hydrometeoizdat. 702 p.
- [22] *Scientific and Applied Climate Reference Book of the USSR. Series 3, Issue 18. Kazakh SSR. Book 1*. (1989). Leningrad: Hydrometeoizdat. 514 p.
- [23] *Climate Reference Book of Kazakhstan. Long-term data 1971–2000. Air Temperature*. RSE Kazhydromet. (2004). Almaty. 38 p.
- [24] Knight, J., & Harrison, S. (2013). The Impacts of Climate Change on Terrestrial Earth Surface Systems. *Nature Climate Change*, 3, 1-6.
- [25] Cui, J., Deng, O., Zheng, M., Zhang, X., Bian, Z., Pan, N., Tian, H., Xu, J., & Gu, B. (2024). Warming exacerbates global inequality in forest carbon and nitrogen cycles. *Nature Communications*, 15, Article 9185. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-53518-5>
- [26] Xiong, J., & Yang, Y. (2024). Climate Change and Hydrological Extremes. *Current Climate Change Reports*, 11, Article 1. <https://doi.org/10.1007/s40641-024-00198-4>
- [27] Cherednichenko, A. V., Cherednichenko, A., & Cherednichenko, V. S. (2015). Climate change in the City of Almaty during the past 120 years. *Quaternary International Journal*.
- [28] Salnikov, V., Talanov, Y., & Polyakova, S. (2023). An assessment of present trends in temperature and precipitation extremes in Kazakhstan. *Climate*, 11(33), 1-19.
- [29] Zheksenbayeva, A.K., Nyssanbayeva, A.S., & Tursunbayeva, M.O. (2019). Dynamics of multi-year climatic changes of precipitation during the vegetation period in the north of Kazakhstan. *News of the NAS RK, Series of Geology and Technical Sciences*, 6(438), 223-234.
- [30] Baisholanov, S., Akshalov, K., Mukanov, Y., Zhumabek, B., & Karakulov, E. (2025). Agro-Climatic Zoning of the Territory of Northern Kazakhstan for Agricultural Crops under Climate Change. *Climate*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/cli13010003>

**А. Н. Мунайтпасова<sup>\*1</sup>, С. С. Байшоланов<sup>2</sup>, К. С. Салиева<sup>3</sup>,  
Р. Арыстанова<sup>4</sup>, Н. Н. Карабкина<sup>5</sup>, А. А. Арыстанов<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> \*География ғылымдарының кандидаты, аға оқытушысы  
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,  
Алматы, Қазақстан; [aidamunaitpasova@mail.ru](mailto:aidamunaitpasova@mail.ru))

<sup>2</sup> География ғылымдарының кандидаты, доцент  
(«Астана» халықаралық университеті, Астана, Қазақстан; [saken\\_baisholan@mail.ru](mailto:saken_baisholan@mail.ru))

<sup>3</sup> Агrometeorологиялық болжау департаментінің басшысы  
(Қазгидромет РМК, Астана, Қазақстан; [kamar.salieva@gmail.com](mailto:kamar.salieva@gmail.com))

<sup>4</sup> PhD докторанты (Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,  
Алматы, Қазақстан; [arystanovaranida@gmail.com](mailto:arystanovaranida@gmail.com))

<sup>5</sup> Жетекші ғылыми қызметкер (Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің  
ғылыми-білім беру технологиялық платформасы, Алматы, Қазақстан; [nkarabkina@mail.ru](mailto:nkarabkina@mail.ru))

<sup>6</sup> «Жас Ғалым» бағдарламасы бойынша докторант (Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ,  
география және табиғатты пайдалану факультеті; Алматы, Қазақстан; [asetarystanov87@gmail.com](mailto:asetarystanov87@gmail.com))

## СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНДАҒЫ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ РЕЖИМ ЖӘНЕ ЖЫЛУ РЕСУРСТАРЫ

**Аннотация.** Мақалада көпжылдық метеорологиялық мәліметтер негізінде Солтүстік Қазақстан облысындағы температуралық режимнің ерекшеліктері мен жылу ресурстары қарастырылды. Солтүстік Қазақстан облысының аумағында күн радиациясына, температуралық режимге, климаттың континенталдылығына, жыл

мезгілдерінің басталу күні мен ұзақтығына, рекреация үшін климаттың қолайлылығына, вегетациялық кезеңнің жылумен қамтамасыз етілуіне, аязға және қолайсыз ыстық күндерге кеңістіктік-уақыттық талдау жүргізілді. Жылу ресурстары негізінде жылумен қамтамасыз етілген ауыл шаруашылығы дақылдары анықталды. Алынған нәтижелер климаттық тәуекелдерді бағалау, ауыл шаруашылығы қызметін жоспарлау және Солтүстік Қазақстан облысының өзгермелі климаты жағдайында бейімделу шараларын әзірлеу үшін практикалық маңызды болып табылады.

**Түйін сөздер:** ауа температурасы, жылумен қамтамасыз ету, вегетациялық кезең, аяз.

**A. N. Munaitpasova<sup>\*1</sup>, S. S. Baisholanov<sup>2</sup>, K. S. Saliyeva<sup>3</sup>,  
R. Arystanova<sup>1</sup>, N. N. Karabkina<sup>4</sup>, A. A. Arystanov<sup>1</sup>**

1 \*PhD in Geographical Sciences, Senior Lecturer

(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; [aidamunaitpasova@mail.ru](mailto:aidamunaitpasova@mail.ru))

2 PhD in Geographical Sciences, Associate Professor

(«Astana» International University, Astana, Kazakhstan; [saken\\_baisholan@mail.ru](mailto:saken_baisholan@mail.ru))

3 Head of Agrometeorological Forecasting Department

(Kazhydromet RSE, Astana, Kazakhstan; [kamar.saliyeva@gmail.com](mailto:kamar.saliyeva@gmail.com))

4 PhD student (Al-Farabi Kazakh National University,

Almaty, Kazakhstan; [arystanovaranida@gmail.com](mailto:arystanovaranida@gmail.com))

5 Leading Researcher (Scientific and Educational Technological Platform

of the Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan; [nkarabkina@mail.ru](mailto:nkarabkina@mail.ru))

6 postdoctoral fellow in the program “Zhas Galym” (Al-Farabi Kazakh National University, Faculty of Geography and Nature Management, Almaty, Kazakhstan; [asetarystanov87@gmail.com](mailto:asetarystanov87@gmail.com))

#### **TEMPERATURE REGIME AND HEAT RESOURCES IN NORTH-KAZAKHSTAN REGION**

**Abstract.** In the article features of temperature regime and heat resources in the North-Kazakhstan region are considered on the basis of long-term meteorological data. Spatial and temporal analysis of solar radiation, temperature regime, climate continentality, date of onset and duration of seasons of the year, climate favorability for recreation, heat availability of vegetation period, frosts and unfavorably hot days on the territory of North-Kazakhstan region has been carried out. On basis of heat resources the agricultural crops provided with heat are determined. The obtained results are of practical value for assessment of climatic risks, planning of agricultural activity and development of adaptation measures in conditions of changing climate of North-Kazakhstan region.

**Keywords:** air temperature, heat supply, growing season, frosts.