

ЕЖЕГОДНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ МОНИТОРИНГА ИЗМЕНЕНИЯ И СОСТОЯНИЯ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН: 2024 ГОД



МИНИСТЕРСТВО ЭКОЛОГИИ И
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ «КАЗГИДРОМЕТ»

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

СОДЕРЖАНИЕ

КРАТКОЕ РЕЗЮМЕ	4
ВВЕДЕНИЕ	6
1 ОБЗОР ИЗМЕНЕНИЙ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА И ЕГО СОСТОЯНИЯ В 2024 г.	9
2 ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА	13
2.1 Аномалии температуры воздуха в 2024 году	14
2.2 Наблюдаемые изменения температуры воздуха	31
2.3 Тенденции в экстремумах температуры приземного воздуха	42
3 АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ	50
3.1 Аномалии количества осадков в 2024 году	50
3.2 Наблюдаемые изменения количества осадков	67
3.3 Тенденции в экстремумах атмосферных осадков	77
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	78
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	79
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	81
ПРИЛОЖЕНИЕ 4	84

КРАТКОЕ РЕЗЮМЕ

Особенности климата в 2024 году

- 2024 год занял 6-е место среди десяти самых тёплых лет в Казахстане за весь период наблюдений с 1941 года.
- Средняя температура воздуха по территории Казахстана была выше климатической нормы на $+1,72^{\circ}\text{C}$. Экстремально высокие значения зарегистрированы на 17 метеостанциях, где температуры были выше климатической нормы до $+3,3^{\circ}\text{C}$.



- Среднемесячные температуры воздуха в 2024 году были выше климатической нормы (1961–1990 гг.) почти во все месяцы, за исключением мая и сентября, когда наблюдались понижения температуры относительно нормы.
- Тёплый период 2024 года характеризовался частыми экстремально жаркими днями. Максимальная суточная температура на большей части территории превышала $+30^{\circ}\text{C}$ и местами достигала $+35^{\circ}\text{C}$.
- Годовые суммы осадков распределились неравномерно по территории страны. Средний слой осадков по территории Казахстана составил 391,8 мм (123,3 % нормы). Уменьшение осадков наблюдалось в северо-западных, центральных и южных регионах.

Изменение климата в Казахстане

Устойчивое повышение средней годовой температуры воздуха наблюдалось на территории всех областей Казахстана. В среднем за период 1976–2024 гг. по территории Казахстана повышение среднегодовой температуры воздуха составило 0,36 °C каждые 10 лет, в то время как глобальная температура повышается со скоростью 0,19 °C каждые 10 лет.



В среднем для территории отдельных областей скорость роста температуры воздуха находится в диапазоне от 0,26 °C (Карагандинская область) до 0,56 °C (Западно-Казахстанская область) каждые 10 лет.



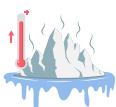
За последние 48 лет наблюдается слабая тенденция к увеличению годовых сумм атмосферных осадков на 3,3 мм/10 лет, в основном за счет осадков весеннего сезона. По территории Казахстана все тренды среднего годового и сезонного количества осадков статистически незначимы.



Прослеживается устойчивое увеличение количества летних дней с температурами выше 30 °C, а также тропических ночей с температурами выше 20 °C, особенно заметное на юге, юго-западе и западе республики.



Повсеместно наблюдается устойчивое увеличение вегетационного периода со среднесуточной температурой выше 10 °C, а также суммы активных температур за этот период.



Наблюдается сокращение дефицита тепла (необходимость в отоплении) в холодный период года и увеличение дефицита холода в теплый период (необходимость в кондиционировании), особенно на юго-западе и западе республики.



Повышение повторяемости и продолжительности жарких периодов в тёплый сезон негативно сказывается на здоровье людей и животных, состоянии транспортной инфраструктуры, городской среды, зон рекреации и увеличивает нагрузку на энергетическую отрасль, а рост приземной температуры сокращает периоды с отрицательными температурами, что приводит к преобладанию жидких осадков, снижению снегонакопления и сокращению площади и продолжительности твёрдых осадков в горах, влияя на ледниковые системы.

ВВЕДЕНИЕ

Климат – это природный ресурс, жизненно важный для определения направлений развития многих отраслей экономики и здоровья населения любого государства. Метеорологическая информация, собираемая, управляемая и анализируемая национальными гидрометеорологическими службами, помогает пользователям данной информации, в том числе и лицам, принимающим решения, планировать любую деятельность с учетом современных климатических условий и наблюдаемых изменений климата. Использование актуальной метеорологической и климатической информации способствует уменьшению рисков и ущерба и оптимизации социально-экономической выгоды. Мониторинг климатической системы осуществляется национальными, региональными и международными организациями при координации со стороны Всемирной Метеорологической Организации и в сотрудничестве с другими программами по окружающей среде.

Изучение регионального климата и постоянный мониторинг его изменения является одной из приоритетных задач национальной гидрометеорологической службы Казахстана РГП «Казгидромет». С 2010 г. РГП «Казгидромет» осуществляет выпуск ежегодных бюллетеней для предоставления достоверной научной информации о региональном климате, его изменчивости и изменении. Принимая во внимание географическое положение Казахстана и его обширную территорию, наблюдаемые изменения климатических условий в различных регионах Республики могут оказать как негативное, так и позитивное воздействие на биофизические системы, на экономическую деятельность и социальную сферу. Учет климатических условий и оценка их изменений необходимы для определения потенциальных последствий и принятия своевременных и адекватных мер адаптации, в конечном итоге, для обеспечения устойчивого развития Казахстана.

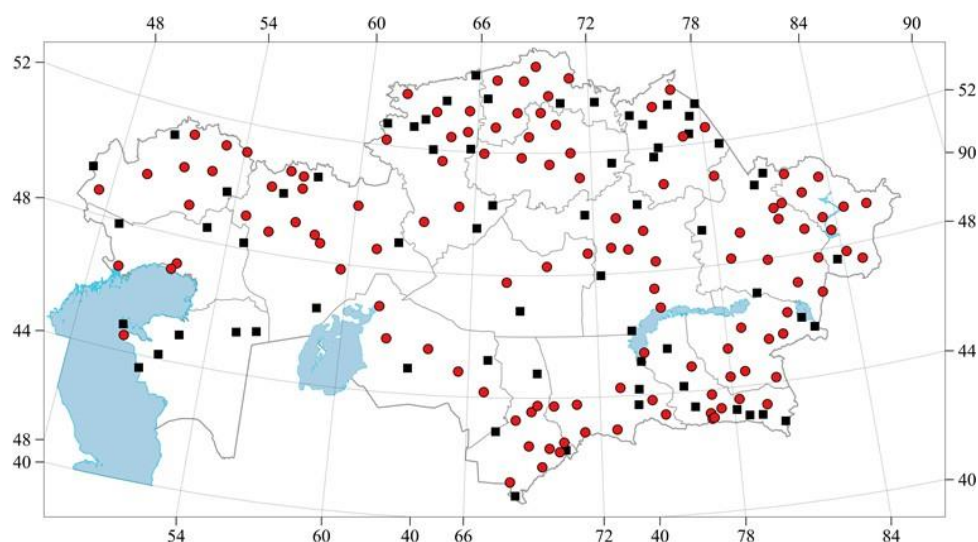
Данный выпуск бюллетеня описывает климатические условия, наблюдавшиеся в 2024 г., включая оценку экстремальности режимов температуры и осадков, и предоставляет историческую информацию об изменении температуры приземного воздуха и количества осадков, которые имели место, начиная с 1941 г. Также этот выпуск бюллетеня содержит оценки изменения климата за более короткий период – с середины 1970-х годов прошлого века, когда, по мнению многих экспертов, изменение глобального климата стало более интенсивным, особенно в Северном полушарии. В Приложениях 3 и 4 приведены карты распределения средних многолетних значений температуры воздуха и количества осадков за период 1961–1990 гг., осредненных по сезонам и за год.

Исходные данные. Для подготовки бюллетеня используются данные Республиканского гидрометеорологического фонда РГП «Казгидромет»:

1) ряды среднемесячных температур воздуха и месячных сумм осадков, при этом около 121 метеостанций имеют однородные ряды с 1941 г. и их данные участвуют в обобщении информации по территории областей и в целом по Казахстану, с 1961 г. таких станций около 190 метеостанций, и их данные были использованы для оценки климатических норм за период 1961–1990 гг., для оценки аномалий и тенденций в конкретном пункте;

2) ряды суточных максимальных и минимальных температур воздуха и суточного количества осадков с 1961 г. (около 190 метеостанций).

Сеть метеорологических станций, используемая для мониторинга климата представлена на карте-схеме ниже.

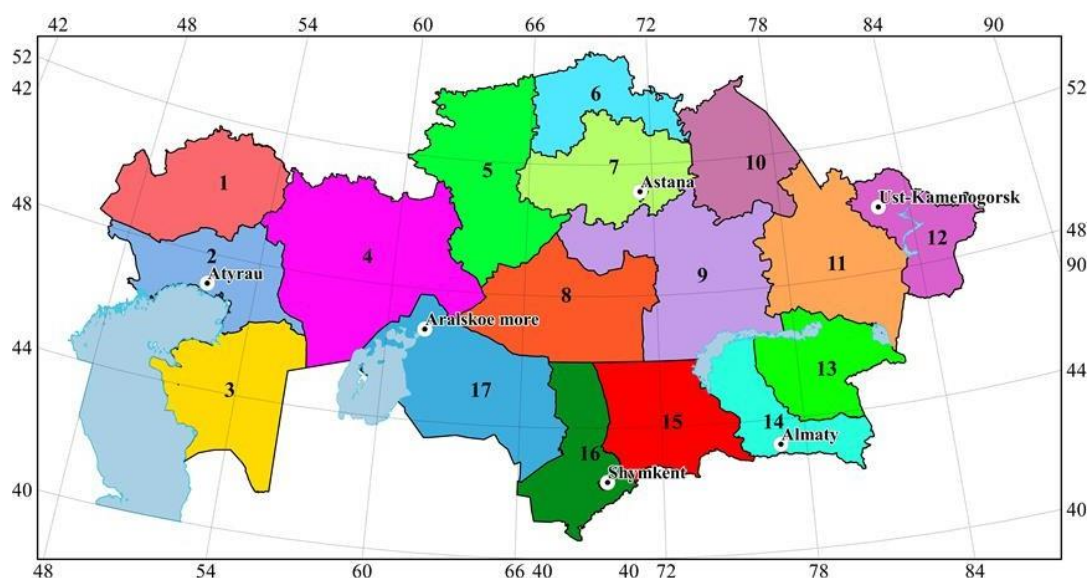


Сеть МС на территории Казахстана, используемая для мониторинга климата (станции, используемые для осреднения по площади регионов, показаны красными кружками)

Основные подходы и методы. Под «нормой» в бюллетене понимается среднее многолетнее значение рассматриваемой климатической переменной за период 1961–1990 гг. Аномалии температуры рассчитываются как отклонения наблюдаемого значения от нормы. Аномалии количества осадков принято рассматривать как в отклонениях от нормы (аналогично температуре воздуха), так и в процентах от нормы. В качестве дополнительных характеристик аномалий используются показатели, основанные на функции распределения (вероятность неперевышения, которая характеризует частоту (в %) появления соответствующего значения аномалии в ряду наблюдений) и порядковые статистики (ранги, т.е. порядковые номера в упорядоченном ряду значений относительно других чисел в наборе данных), периоды для оценки этих статистик специально оговариваются в каждом случае.

В качестве оценки изменений в характеристиках климата за определенный интервал времени используются коэффициенты линейных трендов, определяемые по методу наименьших квадратов. Мера существенности тренда – коэффициент детерминации (D), характеризует вклад трендовой составляющей в полную дисперсию климатической переменной за рассматриваемый период времени (в процентах).

Оценка тенденций температуры приземного воздуха и количества осадков, средние величины аномалий метеорологических переменных приведены как по данным отдельных станций, так и в среднем по территории Казахстана в целом и по 17-ти его административно-территориальным областям. Средние для территории величины аномалий метеорологических переменных рассчитаны путем осреднения станционных данных об аномалиях. Границы административно-территориальных областей Казахстана представлены на карте-схеме ниже.



1 Западно-Казахстанская обл.

2 Атырауская обл.

3 Мангистауская обл.

4 Актюбинская обл.

5 Костанайская обл.

6 Северо-Казахстанская обл.

7 Акмолинская обл.

8 обл. Ұлытау

9 Карагандинская обл.

10 Павлодарская обл.

11 обл. Абай

12 Восточно-Казахстанская обл.

13 Алматинская обл.

14 обл. Жетісу

15 Жамбылская обл.

16 Туркестанская обл.

17 Кызылординская обл.

Схема административно-территориального деления Республики Казахстан

Для оценки температурного режима и режима осадков в конкретный год и ее изменения в период с 1961 г. используются климатические индексы, рекомендованные Всемирной метеорологической организацией и способствующие «обнаружению» (математическому) значительного изменения климата, включая характеристики экстремальности. Некоторые индексы основаны на фиксированных единых пороговых значениях для всех станций, другие – на пороговых значениях, которые могут варьировать от станции к станции. В последнем случае пороговые значения определяются как соответствующие процентилю рядов данных. Индексы позволяют также оценить влияние текущего климата и его изменения на различные аспекты социально-экономических условий в исследуемом регионе. Есть индексы, отражающие потенциальное воздействие на здоровье человека, на потребности в генерации энергии в различные сезоны, на агрометеорологические условия, на транспортную инфраструктуру, на экстремальность гидрометеорологических условий и т.п.

Ответственный за выпуск: начальник Управления климатических исследований Кулагельдина Н.У. В подготовке бюллетеня также принимали участие: ведущие научные сотрудники Аманулла Е.Е., Актаева Г.С. и ведущие инженеры Абдолла Н.С., Кукунова Б.Т.

1 ОБЗОР ИЗМЕНЕНИЙ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА И ЕГО СОСТОЯНИЯ В 2024 г.

На протяжении более 30 лет Всемирная метеорологическая организация (ВМО) через комиссию по климатологии и в сотрудничестве со своими членами выпускает ежегодный доклад о состоянии климата, в связи с высказанной в 1993 году озабоченностью по поводу прогнозируемого изменения климата. В ежегодном докладе о состоянии глобального климата указаны индикаторы климатической системы, включая концентрации парниковых газов, повышение температуры суши и океана, повышение уровня моря, таяние льдов и отступление ледников, а также экстремальные погодные явления. В нем также отмечается воздействие на социально-экономическое развитие, миграцию и перемещение населения, продовольственную безопасность и наземные и морские экосистемы. Индикаторы глобального климата дают широкое представление об изменении климата в глобальном масштабе, охватывая состав атмосферы, энергетические изменения и реакцию суши, океана и льда. Эти показатели тесно взаимосвязаны. Например, увеличение содержания CO₂ и других парниковых газов в атмосфере приводит к дисбалансу энергии и, таким образом, к потеплению атмосферы и океана. Потепление океана, в свою очередь, приводит к повышению уровня моря, к которому добавляется таяние льда на суше в ответ на повышение температуры атмосферы. Вместе индикаторы создают согласованную картину глобального потепления, которое затрагивает все части земной системы.

Четкие связи прослеживаются между ключевыми индикаторами климата как физической системой и каскадными рисками для большинства из 17 целей в области устойчивого развития. Таким образом, мониторинг глобальных климатических показателей, а также связанных с ними рисков и последствий имеет решающее значение для достижения Целей в области устойчивого развития к 2030 году.

Ключевые положения о состоянии глобального климата в 2024 г.:

Доклад ВМО о состоянии глобального климата в 2024 году подтверждает, что многие климатические рекорды были вновь побиты и в ряде случаев значительно превзойдены. Уровни парниковых газов, приземные температуры, теплосодержание и закисление океана, а также повышение уровня моря, сокращение морского ледового покрова и отступление ледников продолжают демонстрировать беспрецедентные изменения, свидетельствующие о продолжающемся глобальном потеплении. ВМО в своем докладе отмечает, что 2024 год стал одним из самых теплых лет в истории наблюдений, превзойдя по среднегодовой температуре предыдущий рекорд 2023 года. Усиление эффекта Эль-Ниньо и продолжающийся рост концентраций парниковых газов способствовали новому значительному повышению глобальной температуры, что подчеркивает ускорение климатических изменений.

Среднегодовая глобальная приземная температура в 2024 году была на $1,55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,13\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше среднего значения за 1850–1900 годы. 2024 год стал самым теплым годом за 175-летнюю историю наблюдений. Предыдущим самым теплым годом был 2023 год с аномалией $1,45\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Каждый из последних десяти лет, с 2015 по 2024 год, в отдельности входил в число десяти самых теплых лет за всю историю наблюдений. Анализ основан на синтезе шести наборов данных о глобальной температуре.

Когда в течение одного года среднегодовая глобальная температура более чем на $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ превышает среднее значение за 1850–1900 годы, это не означает, что мы превысили уровень потепления, установленный Парижским соглашением.

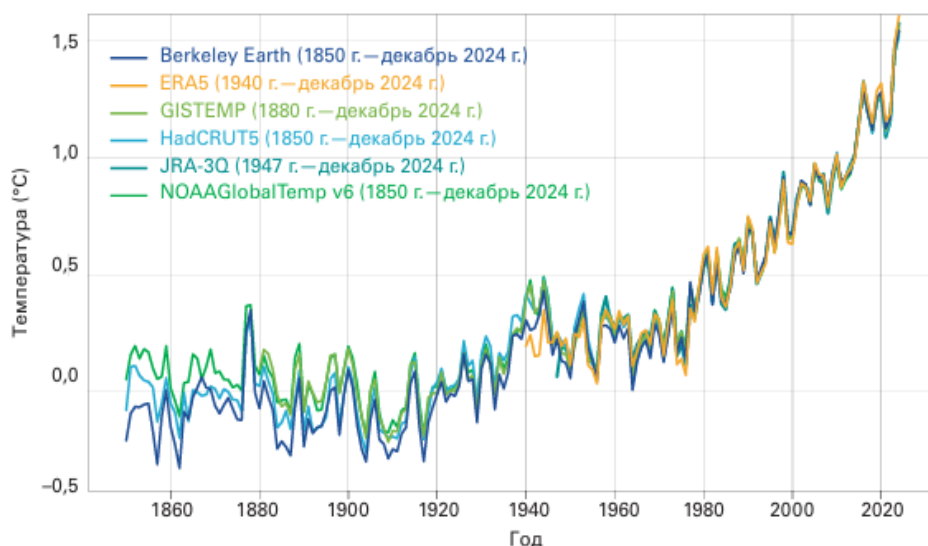


Рисунок 1.1 – Годовые аномалии средней глобальной температуры относительно доиндустриального (1850 – 1900 гг.) базового уровня показаны с 1850 по 2024 г.

Источник: данные взяты из шести наборов данных, указанных в легенде.

В 2023 году концентрации диоксида углерода, а также метана и закиси азота в атмосфере достигли самого высокого уровня за последние 800 000 лет. Данные в реальном времени, полученные из конкретных мест, показывают, что в 2024 году уровень этих трех основных парниковых газов продолжал расти.

Глобальная среднегодовая молярная доля диоксида углерода (CO_2) в атмосфере достигла нового наблюдаемого максимума в 2023 году — последнем году, за который имеются сводные глобальные годовые данные. (рисунок 1.1). При уровне $420,0 \pm 0,1$ частей на миллион (млн^{-1}) концентрация в 2023 году была на $2,3 \text{ млн}^{-1}$ больше, чем в 2022 году и составила 151 % от доиндустриального уровня (в 1750 году). Концентрация 420 млн^{-1} соответствует 3 276 Гт CO_2 в атмосфере. В период с 1 января 2023 года по 31 декабря 2023 года концентрация CO_2 увеличилась на 2,8 ppm, что является четвертым по величине изменением в течение года с момента начала современных измерений CO_2 в 1950-х годах. Темпы роста обычно выше в условиях Эль-Ниньо из-за общего увеличения выбросов от пожаров и сокращения чистых поглотителей углерода на суше.

Концентрации метана (CH_4) и закиси азота (N_2O), двух других основных парниковых газов, также достигли рекордно высоких наблюдаемых уровней в 2023 году. Концентрация CH_4 достигла $1\,934 \pm 2$ частей на миллиард (млрд^{-1}), что составляет 265 % от доиндустриального уровня, а концентрация N_2O – $336,9 \pm 0,1 \text{ млрд}^{-1}$, что составляет 125 % от доиндустриального уровня. Данные в реальном времени показывают, что уровни CO_2 , CH_4 и N_2O продолжали расти в 2024 году.

Глобальный средний уровень моря. В 2024 году средний глобальный уровень моря достиг рекордной отметки за всю историю спутниковых наблюдений (с 1993 года по настоящее время). Темпы повышения среднего глобального уровня моря за последние десять лет (2015–2024 годы) более чем вдвое превышают темпы повышения уровня моря за первое десятилетие спутниковых наблюдений (1993–2002 годы).

Теплосодержание океана в 2024 году установило рекорд, превысив предыдущий рекорд, установленный в 2023 году, на 16 ± 8 ЗДж. Темпы потепления океана за последние два десятилетия (2005–2024 гг.) – $0,99\text{--}1,07 \text{ Вт м}^{-2}$ или $11,2\text{--}12,1$ ЗДж в год – более чем в два раза превышают показатели, наблюдавшиеся в период 1960–2005 гг. ($0,27\text{--}0,34 \text{ Вт м}^{-2}$ или $3,1\text{--}$

3,9 ЗДж в год). В последнем докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) сделан вывод о том, что практически достоверно, что с 1970-х годов теплосодержание океана увеличилось, и крайне вероятно, что основным фактором является влияние человека. На основе использованных здесь наборов данных теплосодержание мирового океана увеличивалось со скоростью $0,6 \pm 0,1$ Вт м^{-2} (6,8 ЗДж в год), усредненной по площади океана, с 1971 по 2024 год, что согласуется с данными доклада МГЭИК.

Баланс массы ледников. Потеря массы ледников в период с 2021-2022 по 2023-2024 годы представляет собой самый отрицательный трехлетний баланс массы ледников за всю историю наблюдений, а семь из десяти самых отрицательных годовых балансов массы ледников с 1950 года произошли с 2016 года. Крайне отрицательные балансы массы наблюдались в Норвегии, Швеции, на Шпицбергене и в тропических Андах, что подтверждает тенденцию ускоренной потери массы ледников в 2020-х годах. Последние три года демонстрируют наибольший отрицательный трехлетний баланс массы за всю историю наблюдений, а семь из десяти наибольших отрицательных годовых балансов массы с 1950 года произошли с 2016 года.

Экстремальные погодные явления. В 2024 году тропические циклоны стали причиной наиболее разрушительных погодных явлений. Тайфун «Яги» в начале сентября прошёл через Филиппины и юг Китая, обрушившись на север Вьетнама. Сообщалось о жертвах и перемещённых лицах во Вьетнаме, Филиппинах, Лаосе, Таиланде и Мьянме. Значительный ущерб от ветра зафиксирован в Китае и на Филиппинах.

В США ураганы «Хелен» (сентябрь) и «Милтон» (октябрь) достигли западного побережья Флориды как крупные ураганы. Хелен вызвал экстремальные осадки и наводнения во внутренних районах юго-востока страны, особенно в Северной Каролине. Экономический ущерб от обоих ураганов оценивается в десятки миллиардов долларов. «Хелен» унёс жизни более 200 человек и стал самым смертоносным ураганом в США со времён Катрины (2005 г.).

В Южном полушарии циклон «Чидо» в декабре пересёк Майотту, затем обрушился на побережье Мозамбика и достиг Малави, вызвав серьёзные разрушения и многочисленные жертвы. В Мозамбике было перемещено около 100 тыс. человек, повреждены дороги и коммуникации, что затруднило оказание помощи.

Афганистан, Пакистан и Иран пострадали от серии бедствий: аномальных холодов и снегопадов в конце февраля – начале марта, а затем от сильных наводнений в мае, затопивших около 35 тыс. га сельхозугодий и унесших сотни жизней.

Аномально активный муссон с середины года вызвал масштабные наводнения в Сахеле и Восточной Африке. В Кении и Танзании зафиксированы массовые разрушения, жертвы и перемещение населения. Уровень воды в озере Виктория достиг рекордных значений, что привело к наводнениям ниже по течению, включая Южный Судан.

На северо-западе Африки и юге континента наблюдалась засуха, особенно в Зимбабве, Замбии, Ботсване и Намибии, негативно сказавшаяся на сельском хозяйстве и гидроэнергетике.

В Чили в феврале произошли разрушительные лесные пожары – в районе Винья-дель-Мар погибло свыше 300 человек, уничтожены тысячи зданий. Это одно из самых тяжёлых последствий пожаров XXI века. Активный сезон зафиксирован и в Канаде: выбросы углерода стали вторыми по величине с 2003 г., а выжженная площадь — одной из крупнейших за период наблюдений.

Засуха затронула Мексику, Центральную и Южную Америку. В Амазонии зафиксировано наибольшее число пожаров с 2010 г., а уровень воды в реках Рио-Негро и Парагвай достиг

рекордных минимумов. Исключением стало наводнение в мае в бразильском штате Риу-Гранди-ду-Сул, где проливные дожди вызвали гибель более 200 человек и значительный ущерб.

29 октября экстремальные дожди вызвали паводки в испанском регионе Валенсия: в Турисе выпало 772 мм осадков за сутки (национальный рекорд), что привело к разрушениям и гибели более 200 человек.

В 2024 году наблюдалось множество волн тепла, сопровождавшихся рекордными температурами. Летом жара охватила Восточную Азию, Юго-Восточную Европу, Средиземноморье, Ближний Восток и юго-запад США. В Саудовской Аравии температура достигала 50 °С, что привело к многочисленным жертвам среди паломников.

Источник: Доклад ВМО-№ 1368 «Состояние глобального климата в 2024 году», постоянная ссылка <https://library.wmo.int/idurl/4/69614>

2 ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА

В 2024 г. в среднем по Казахстану среднегодовая аномалия температуры воздуха составила +1,72 °С относительно среднего многолетнего значения за период 1961–1990 гг. (5,4 °С), и была на 0,86 °С ниже, чем в рекордном 2023 году. С 1960-х годов на территории Казахстана каждое последующее десятилетие было теплее предыдущего. Среднее годовое значение температуры воздуха за последнее десятилетие 2015–2024 гг. составило +6,98 °С и превысило климатическую норму на 1,55 °С, это рекордная величина среди положительных декадных аномалий, предыдущее самое теплое десятилетие было в 2014–2023 гг. с аномалией +1,42 °С. Последнее пятилетие 2020–2024 гг. также было самым теплым со значением среднегодовой температуры воздуха +7,35 °С, которое превысило климатическую норму на 1,92 °С.

В таблице 2.1 представлены списки и ранги десяти самых теплых лет в среднем по Земному шару и по Казахстану (по данным наземной сети). Каждому году, который входит в 10 самых тёплых лет для Земного шара и для Казахстана присвоен свой цвет заливки, что позволяет оценить степень совпадений в ранге, попавших в оба списка самых теплых лет. Шесть наиболее тёплых лет в Казахстане вошли в список десяти самых тёплых лет для Земного шара. 2024 год оказался рекордно тёплым по земному шару, в то время как в Казахстане занял только шестое место.

Таблица 2.1 – Самые тёплые годы в истории наблюдений на Земном шаре (с 1850 г.) и в Казахстане за период 1941–2024 гг. и соответствующие аномалии среднегодовой температуры приземного воздуха, осредненные по территории Казахстана. Аномалии рассчитаны относительно периода 1961–1990 гг.

Ранг	Земной шар	Казахстан	Аномалия среднегодовой температуры (январь – декабрь), осредненная по территории Казахстана, °С
1	2024	2023	2,58
2	2023	2020	1,92
3	2020	2013	1,89
4	2016	2022	1,78
5	2019	1983	1,76
6	2017	2024	1,72
7	2022	2015	1,64
8	2015	2021	1,58
9	2021	2002	1,55
10	2018	2004	1,53

На рисунке 2.1 представлен ранжированный ряд среднегодовых аномалий температуры приземного воздуха, осреднённых по метеостанциям Казахстана за период с 1941 г. по 2024 г. В глобальном масштабе все 10 экстремально тёплых лет приходятся на текущее столетие. В Казахстане эта особенность также хорошо прослеживается, исключение составляет 1983 г., который занимает пятое место в ранге самых теплых лет.

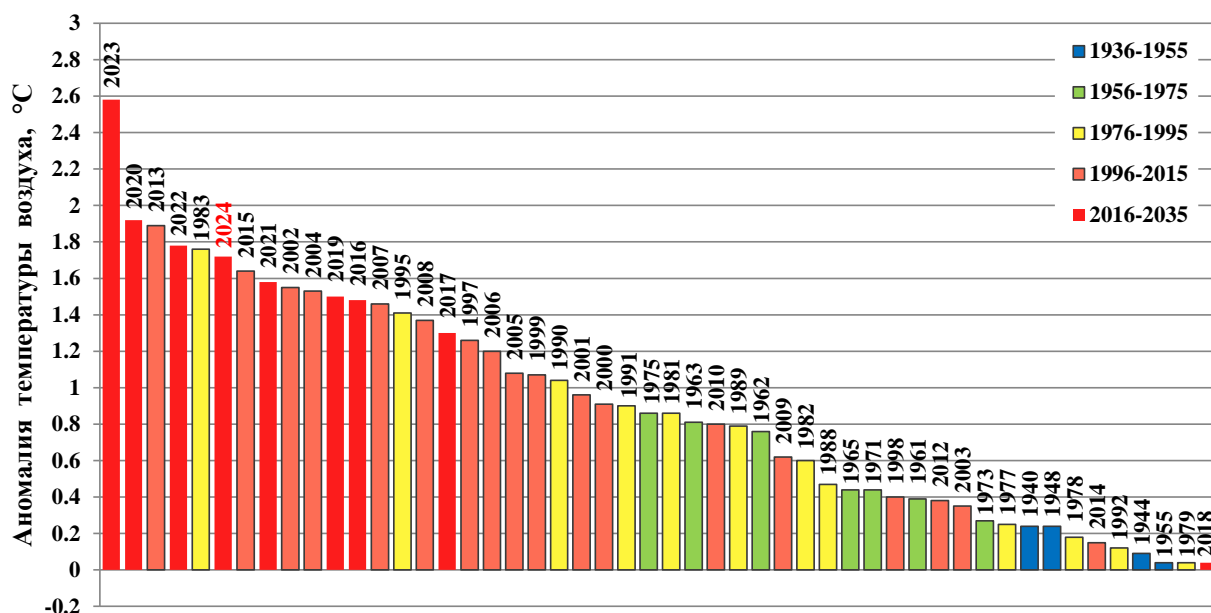


Рисунок 2.1 – Ранжированный ряд положительных аномалий среднегодовых (январь-декабрь) температур приземного воздуха, осреднённых по территории Казахстана (по данным 121 метеостанции) за период 1941–2024 гг. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961–1990 гг.

2.1 Аномалии температуры воздуха в 2024 г.

2024 год с аномалией температуры воздуха 1,72 °С занял 6-е место в ранжированном по убыванию ряду среднегодовых температур с 1941 года и вошел в число десяти самых теплых лет. Из десяти самых теплых лет девять приходятся на 21 век.

В таблице 2.2 представлены осредненные по областям и в целом по Казахстану средние годовые и сезонные аномалии температуры воздуха, в таблице 2.3 – аномалии средней месячной температуры воздуха. Для каждого значения аномалии приведены вероятности их непревышения, рассчитанные по данным за период 1941–2024 гг., а также среднеквадратические отклонения за 1961–1990 гг. (таблица 2.2). В таблицах 2.2 и 2.3 значения температуры выше 95-го или ниже 5-го процентиля (соответственно теплые и холодные экстремумы) выделены жирным шрифтом и цветом.

Аномалии средней годовой температуры воздуха в 2024 г. были положительными практически на всей территории Казахстана (рисунок 2.2,верху). В восточных, западных и юго-западных регионах страны, а также локально в северо-восточных, центральных районах и Прибалхашье, аномалии достигали 2,0–2,7 °С, с максимальным значением до +3,3 °С в Восточно-Казахстанской области. Вероятность непревышения аномалий в перечисленных регионах была выше 95 %, что соответствует характеристике температурных условий как «экстремально тепло» (рисунок 2.2, внизу). На остальной территории аномалии температуры воздуха были в диапазоне 1,0–1,9 °С, за исключением горных районов юга, юго-востока, а также небольшой территории в Карагандинской области и отдельного участка на границе между Северо-Казахстанской и Акмолинской областями, где температуры воздуха были около нормы – от 0,1 до 0,9 °С.

Год

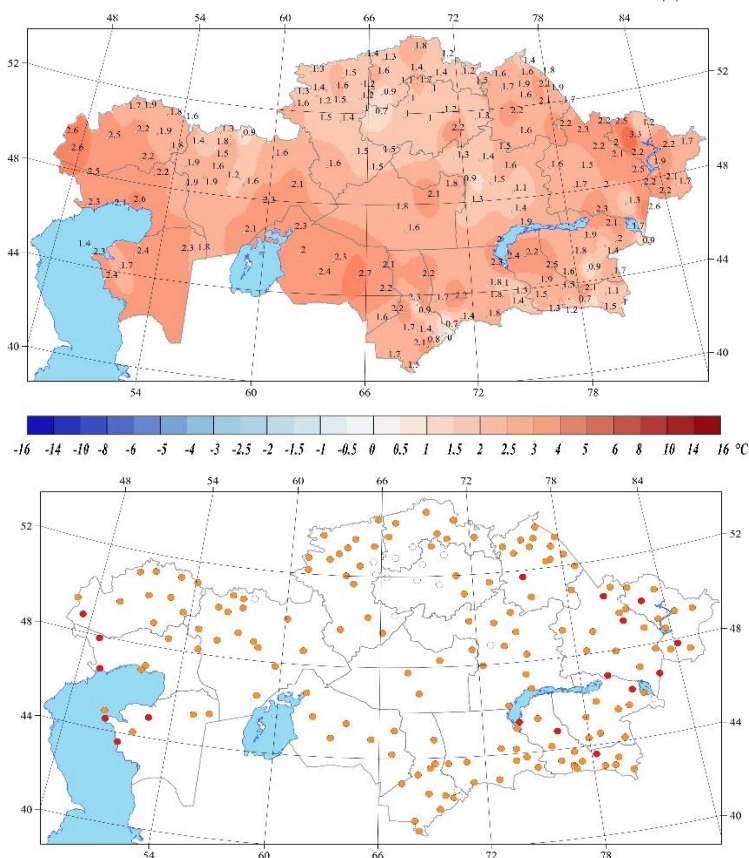


Рисунок 2.2 – Географическое распределение средних годовых аномалий температуры воздуха (вверху, °C) на территории Казахстана в 2024 г., рассчитанных относительно базового периода 1961–1990 гг., и вероятности их непревышения (внизу), рассчитанные по данным периода 1961–2024 гг.

Для областей Абай, Алматинской, Атырауской, Восточно-Казахстанской год вошёл в число 5 % экстремально тёплых лет (таблица 2.1), в среднем по территории областей аномалии составляли от +1,73 до +2,35 °C. Средние по территории областей Жетісу, Жамбылской, Западно-Казахстанской, Карагандинской, Кызылординской, Павлодарской и Ұлытау аномалии вошли в 10 % наиболее высоких значений, составляя от +1,64 до +2,30 °C. На территории остальных областей средние аномалии находились в диапазоне от +1,22 до +1,67 °C.

Экстремально высокие годовые температуры (5 %-ные экстремумы) отмечены на 17 метеостанциях Казахстана, где аномалии температуры доходили до 3,3 °C, в том числе на МС Актогай и МС Бакты в области Абай, где 2024 год стал самым тёплым годом с 1941 г. (рисунок 2.2 внизу).

В 2024 г. среднемесячные температуры воздуха, осредненные по территории Казахстана были в основном выше климатической нормы (1961–1990 гг.) во все месяцы в диапазоне от +0,51 °C (июль) до +3,74 °C (апрель) – за исключением мая и сентября, когда наблюдались температуры воздуха ниже нормы на –0,35 °C и –0,54 °C, соответственно (рисунок 2.3). Экстремально тёплыми (5 %-ные экстремумы) были июнь с аномалией +2,53 °C (2-й ранг) и апрель с аномалией +3,74 °C (5-й ранг). Среднемесячная температура января в 2024 г. вошла в десятку самых тёплых месяцев за период с 1941 года с аномалией +3,40 °C (таблица 2.3).

Пространственное распределение сезонных аномалий температуры воздуха в 2024 году по территории Казахстана представлено на рисунке 2.4.

Таблица 2.2 – Регионально осредненные средние годовые (январь-декабрь) и сезонные аномалии температуры воздуха в 2024 г.: νT – отклонения от средних многолетних за 1961–1990 гг., °C; $P(t \leq T_{2024})$ – вероятность непревышения (в скобках), рассчитанная по данным за период 1941–2024 гг. в %; s – среднее квадратическое отклонение в °C за период 1961–1990 гг.

Регион/область	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	νT (P)	s	νT (P)	s	νT (P)	s	νT (P)	s	νT (P)	s
Казахстан	1,72 (94)	0,87	2,34 (86)	2,44	1,99 (81)	1,27	1,48 (94)	0,65	1,21 (80)	1,15
Абай	2,03 (96)	1,08	2,11 (76)	2,76	2,83 (93)	1,53	2,21 (100)	0,79	1,12 (65)	1,48
Алматинская	1,73 (95)	0,75	2,33 (83)	2,24	1,90 (84)	1,01	2,17 (99)	0,65	1,13 (75)	1,03
Акмолинская	1,22 (82)	1,08	1,70 (73)	2,84	1,31 (67)	1,82	0,64 (76)	1,08	0,57 (54)	1,52
Актюбинская	1,67 (88)	0,92	2,79 (82)	2,53	1,90 (80)	1,83	0,62 (64)	0,87	1,42 (78)	1,43
Атырауская	2,35 (98)	0,83	3,38 (83)	2,46	2,16 (88)	1,54	2,29 (95)	0,84	1,90 (90)	1,22
Восточно-Казахстанская	2,07 (96)	1,12	2,22 (73)	2,75	2,89 (94)	1,66	1,92 (96)	0,86	1,29 (73)	1,51
Жамбылская	1,64 (93)	0,88	2,40 (75)	2,85	1,61 (75)	1,03	1,96 (98)	0,8	1,23 (77)	1,17
Жетісу	1,68 (94)	0,79	2,62 (87)	2,46	2,21 (90)	1,11	1,93 (98)	0,63	0,84 (64)	1,12
Западно-Казахстанская	2,09 (92)	1,05	2,85 (80)	2,78	1,87 (81)	1,96	1,72 (82)	1,26	2,28 (95)	1,3
Карагандинская	1,40 (92)	0,86	1,86 (80)	2,45	2,23 (86)	1,33	1,25 (96)	0,82	0,98 (71)	1,34
Костанайская	1,45 (89)	1,04	1,89 (77)	2,74	1,30 (70)	1,84	0,65 (70)	1,11	0,94 (67)	1,53
Кызылординская	2,30 (94)	0,92	3,55 (84)	2,87	3,01 (86)	1,26	1,69 (89)	0,93	1,55 (84)	1,2
Мангистауская	2,26 (99)	0,74	2,67 (84)	1,91	2,20 (95)	1,28	2,57 (96)	0,83	1,87 (86)	1,18
Павлодарская	1,63 (90)	1,18	1,88 (73)	3,17	1,91 (72)	1,76	1,33 (90)	0,99	0,88 (58)	1,61
Северо-Казахстанская	1,27 (83)	1,16	0,92 (63)	2,94	1,08 (65)	1,84	0,69 (76)	1,21	0,78 (60)	1,55
Туркестанская	1,54 (89)	0,8	2,93 (87)	2,6	1,39 (76)	0,84	1,60 (95)	0,84	1,29 (82)	1,08
Ұлытау	1,91 (93)	0,97	3,01 (89)	2,7	2,61 (87)	1,41	1,17 (87)	0,92	1,54 (82)	1,45

Примечания: 1. для Мангистауской области оценка проводилась только по МС Форт Шевченко;
2. значения выше 95-го или ниже 5-го перцентиля (соответственно теплые и холодные экстремумы) выделены жирным шрифтом и ярким цветом;
3. значения выше 90-го или ниже 10-го перцентиля, выделены бледным цветом;
4. средние по территории Казахстана аномалии температуры получены осреднением данных 121 станции.

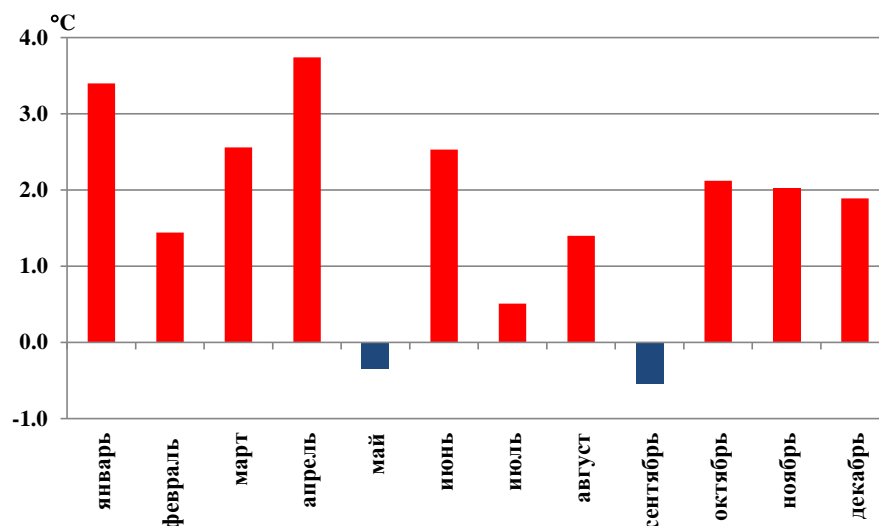


Рисунок 2.3 – Осредненные по территории Казахстана средние месячные аномалии температуры воздуха в 2024 году, рассчитанные относительно средних за период 1961–1990 гг.

Зимой 2023/24 гг. (декабрь 2023 г.– февраль 2024 г.). В среднем по территории страны аномалия температуры зимнего сезона составила 2,34 °С, занимая 13-е место в ранжированном ряду с 1941 года (табл. 2.2). Зимой аномалии были положительными на всей территории Республики, за исключением небольшого очага в горных районах востока и крайнего юго-востока страны, где они были ниже нормы на 0,8–0,9 °С (рисунок 2.4). В северных, восточных, центральных и крайне восточных регионах, а также в горных районах юго-востока и юга, температуры были около нормы (аномалии до 1 °С). На западе, юго-западе, юге, в Прибалкашье, востоке и северо-востоке аномалии температуры превышали 3 °С, достигая максимумов 4,0–4,1 °С в Актыбинской, Туркестанской областях и области Жетісу.

На территории трех областей аномалии температуры воздуха вошли в 10 % экстремально высоких значений, составляя от 3,0 до 4,1 °С — в Туркестанской, Алматинской, Восточно-Казахстанской (рисунок 2.4).

В **декабре 2023 г.** средняя по территории Казахстана аномалия температуры воздуха составила +2,18 °С относительно климатической нормы за 1961–1990 гг. (14-й ранг, таблица 2.5). Почти на всей территории страны, за исключением крайних восточных и северо-восточных районов, где аномалия составляла от –0,1 до –1,2 °С, преобладали положительные аномалии температуры воздуха (рисунок 2.5). Наибольшие положительные отклонения от нормы, превышающие 3 °С, наблюдались в западных, центральных и восточных регионах, достигая максимального значения в Восточно-Казахстанской области — до 5,2 °С. Эти значения соответствовали 77–89 перцентиллю. На 8 метеостанциях, расположенных в Атырауской, Актыбинской, Костанайской, Карагандинской областях и области Ұлытау, были зафиксированы 10 % экстремумы при положительных аномалиях температуры воздуха от 2,9 до 4,4 °С. Температурный режим, близкий к климатической норме (отклонения не превышали ± 1 °С), отмечался в северных областях, горных районах юга и юго-востока, а также местами на востоке и северо-востоке страны (рисунок 2.5).

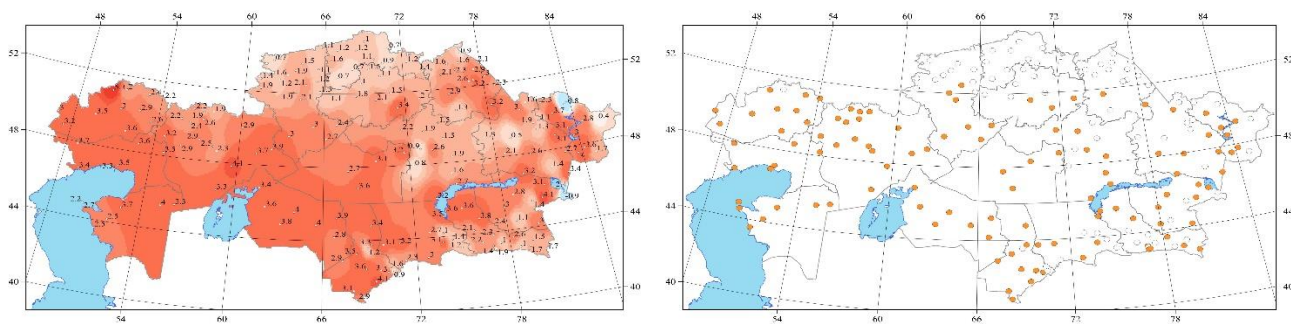
Таблица 2.3 – Регионально осредненные средние месячные аномалии температуры воздуха в 2024 г.: νT – отклонения от средних за 1961–1990 гг., °C; $P(t \leq T_{2024})$ – вероятность неперевышения (в скобках), рассчитанная по данным за период 1941–2024 гг. и выражена в %

Регион/ область	12 (2023)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Казахстан	2,18 (84)	3,4 (90)	1,44 (49)	2,56 (76)	3,74 (95)	-0,35 (37)	2,53 (99)	0,51 (66)	1,40 (77)	-0,54 (23)	2,12 (88)	2,03 (77)
Абай	2,33 (77)	4,44 (93)	-0,51 (33)	3,87 (82)	3,08 (88)	1,50 (72)	2,29 (93)	1,24 (80)	3,13 (99)	-1,85 (7)	2,26 (89)	2,93 (75)
Алматинская	1,86 (78)	4,5 (98)	0,62 (42)	2,47 (75)	1,68 (82)	1,61 (83)	2,83 (98)	1,11 (80)	2,60 (99)	-0,88 (13)	2,06 (87)	2,23 (78)
Акмолинская	1,68 (73)	2,26 (75)	1,09 (55)	1,82 (69)	3,80 (90)	-1,70 (16)	2,12 (90)	-0,08 (60)	-0,08 (37)	-0,89 (24)	1,62 (65)	0,97 (60)
Актюбинская	2,83 (83)	2,68 (75)	2,89 (70)	1,93 (67)	6,31 (98)	-2,54 (12)	2,41 (87)	-0,51 (43)	-0,05 (41)	0,38 (54)	2,45 (81)	1,46 (77)
Атырауская	2,63 (89)	2,63 (61)	4,80 (81)	2,30 (71)	6,03 (99)	-1,87 (18)	3,27 (90)	1,97 (90)	1,60 (73)	2,00 (89)	2,17 (77)	1,50 (80)
Восточно- Казахстанская	2,80 (77)	4,1 (92)	-0,28 (33)	3,91 (82)	2,99 (87)	1,79 (76)	1,92 (87)	1,29 (83)	2,58 (99)	-1,75 (8)	2,31 (89)	3,27 (83)
Жамбылская	1,47 (69)	4,29 (90)	1,43 (48)	2,23 (71)	1,84 (88)	0,74 (63)	3,07 (100)	0,57 (66)	2,29 (99)	-0,97 (17)	2,09 (86)	2,54 (77)
Жетісу	2,01 (75)	5,41 (98)	0,41 (45)	2,90 (76)	1,85 (82)	1,86 (88)	2,26 (95)	1,04 (81)	2,55 (100)	-1,56 (10)	2,03 (88)	2,00 (73)
Западно- Казахстанская	3,34 (84)	1,78 (53)	3,40 (70)	1,70 (65)	6,71 (98)	-2,83 (10)	3,19 (87)	1,38 (77)	0,66 (55)	1,56 (83)	3,03 (89)	2,23 (87)
Карагандинская	2,83 (86)	3,17 (89)	-0,40 (37)	2,56 (75)	3,50 (92)	0,63 (57)	2,25 (93)	-0,04 (53)	1,52 (75)	-1,70 (12)	2,75 (92)	1,91 (71)
Костанайская	2,03 (72)	2,06 (67)	1,58 (59)	1,65 (67)	4,81 (96)	-2,52 (8)	2,38 (88)	-0,21 (52)	-0,24 (40)	-0,25 (41)	1,60 (64)	1,50 (71)
Кызылординская	2,64 (83)	3,45 (76)	4,60 (70)	4,21 (80)	4,96 (96)	-0,13 (37)	3,63 (99)	-0,11 (45)	1,60 (76)	0,22 (45)	2,66 (86)	1,70 (73)
Мангистауская ¹	1,6 (80)	2,3 (66)	4,10 (82)	2,00 (66)	5,40 (100)	-0,80 (34)	2,70 (89)	2,30 (93)	2,80 (83)	3,00 (90)	1,20 (61)	1,40 (80)
Павлодарская	1,08 (60)	2,37 (71)	2,19 (63)	3,78 (81)	3,10 (87)	-1,18 (22)	2,12 (88)	0,78 (80)	1,02 (63)	-1,24 (17)	1,71 (66)	2,15 (69)
Северо- Казахстанская	0,31 (52)	1,79 (64)	0,64 (53)	1,86 (72)	3,58 (88)	-2,20 (8)	2,23 (93)	-0,26 (53)	0,10 (45)	-0,17 (43)	1,07 (52)	1,46 (72)
Туркестанская	1,71 (71)	4,82 (92)	2,26 (55)	1,80 (72)	2,03 (92)	0,36 (53)	2,72 (98)	0,42 (63)	1,63 (86)	0,08 (51)	1,64 (72)	2,19 (81)
Ұлытау	4,03 (92)	3,70 (86)	1,33 (54)	3,03 (73)	4,63 (96)	0,20 (47)	2,93 (99)	-0,63 (40)	1,17 (67)	-0,50 (29)	3,30 (94)	1,80 (67)

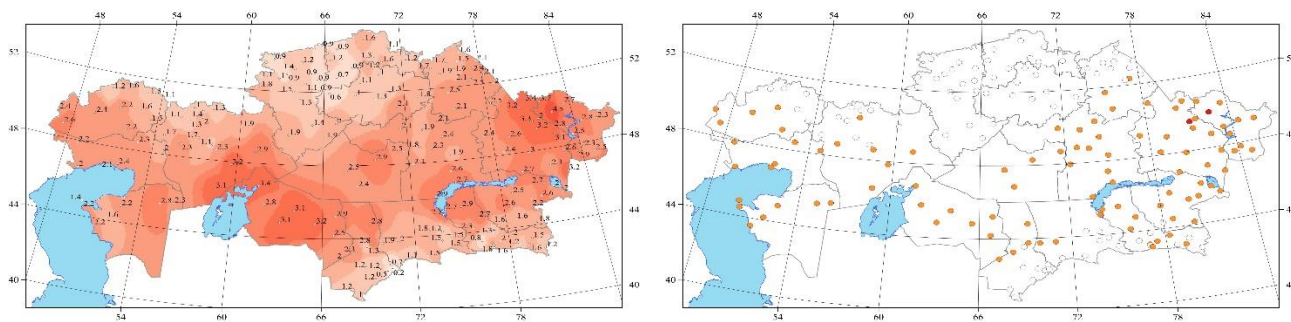
Примечания: 1. для Мангистауской области оценка проводилась только по МС Форт Шевченко;

2. значения выше 95-го или ниже 5-го перцентиля (соответственно теплые 95%-ные и холодные 5%-ные экстремумы) выделены жирным шрифтом и ярким цветом.

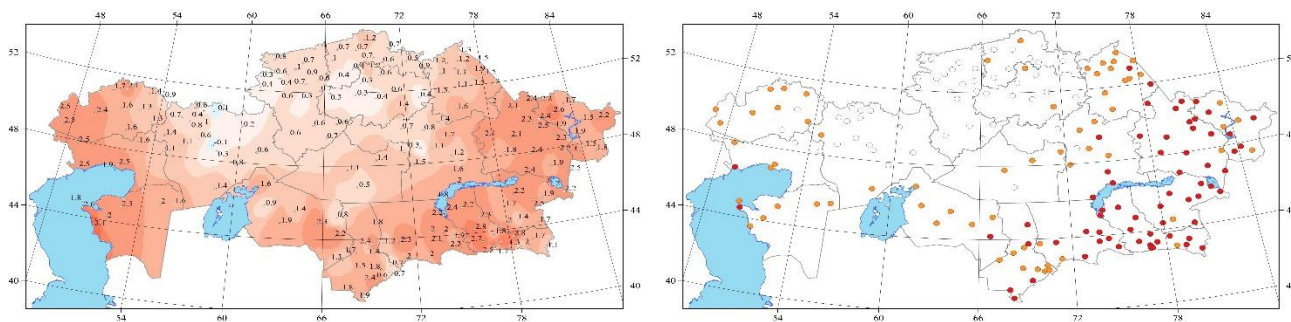
зима



весна



лето



осень

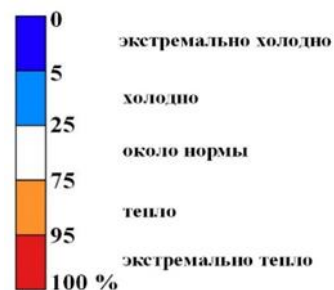
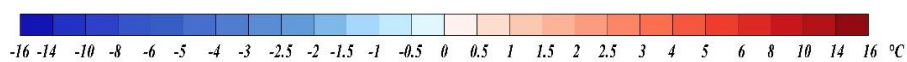
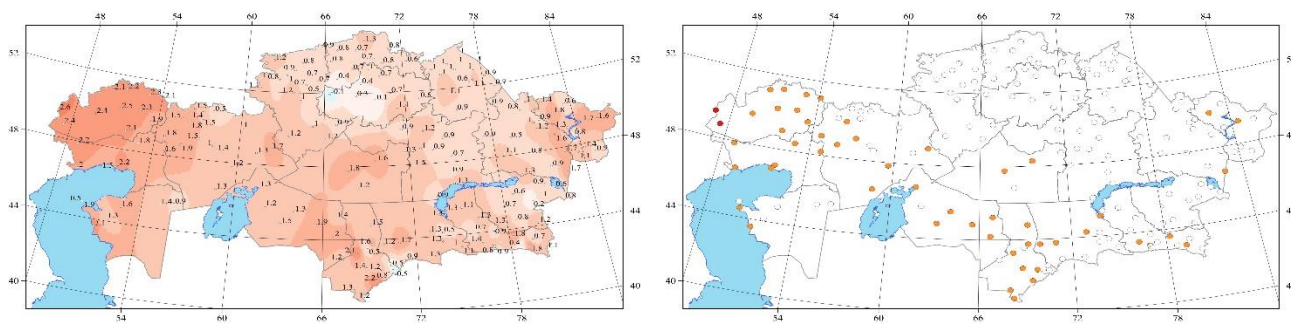


Рисунок 2.4 – Пространственное распределение аномалии температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) в 2024 году, рассчитанные относительно базового периода 1961–1990 гг., и вероятности непревышения значений температуры воздуха в 2024 году, рассчитанные по данным периода 1961–2024 гг.

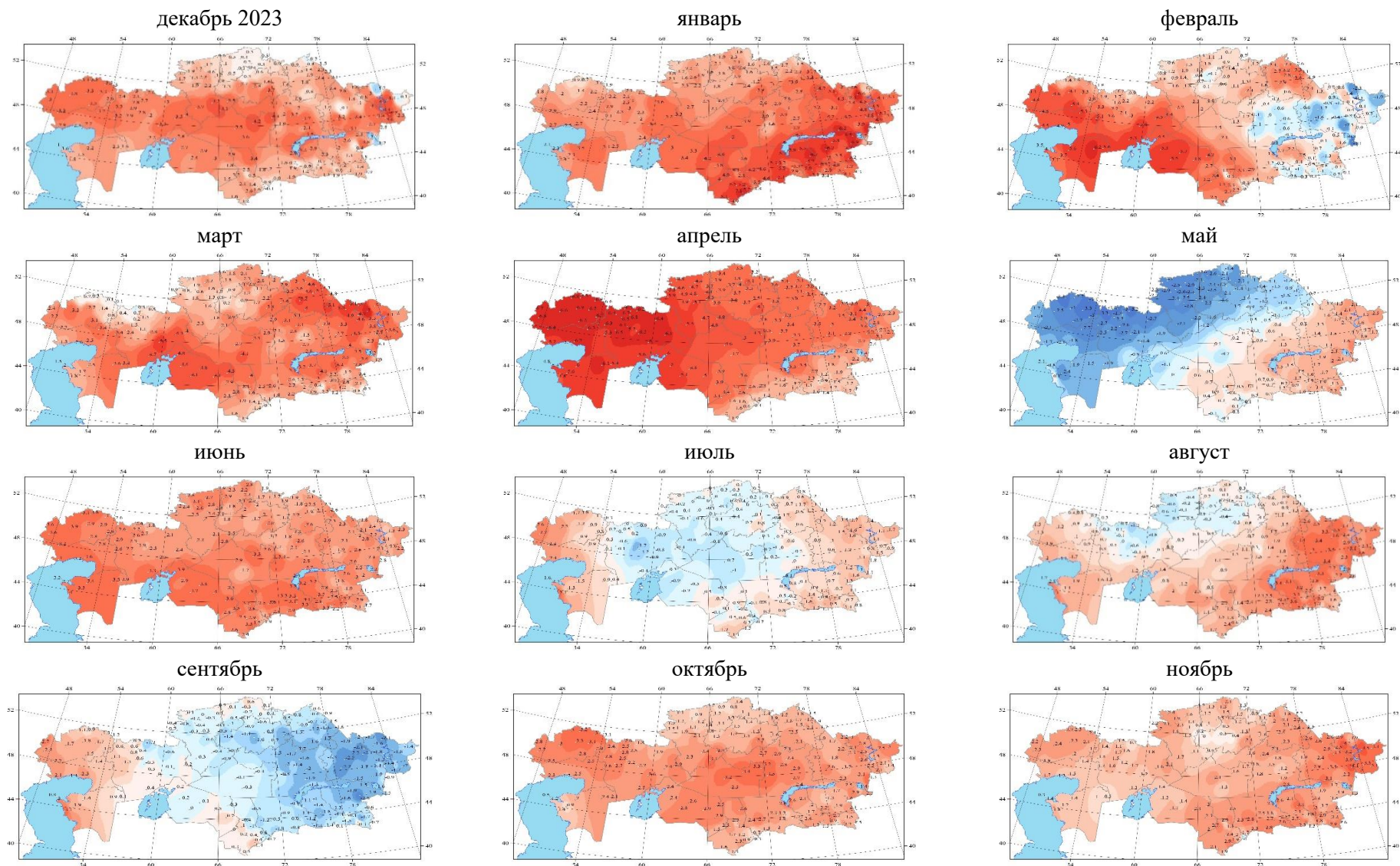


Рисунок 2.5 – Пространственное распределение аномалии среднемесячной температуры воздуха (°C) в 2024 году, рассчитанных относительно базового периода 1961–1990 гг.

В январе 2024 г. средняя по Казахстану аномалия температуры воздуха была выше климатической нормы и составила $+3,40^{\circ}\text{C}$, что соответствует 9-му рангу за весь период наблюдений с 1941 года (вероятность непревышения — 90 %, таблица 2.3). На всей территории страны средняя месячная аномалия температуры воздуха была положительной. На юге, юго-востоке, в Прибалхашье и востоке республики среднемесячная температура воздуха значительно превышала норму — более чем на 4°C , местами — более чем на 6°C . Температуры, близкие к норме и незначительно её превышающие (от $+1,0$ до $+2,0^{\circ}\text{C}$), наблюдались на севере, северо-западе и в отдельных районах крайнего запада республики (рисунок 2.5). В Алматинской области и области Жетісу средние по территории аномалии вошли в число 5 % экстремально высоких и составили соответственно $+5,41^{\circ}\text{C}$ и $+4,50^{\circ}\text{C}$. Еще в четырёх областях — Восточно-Казахстанской, Жамбылской, Туркестанской и области Абай — наблюдались 10 % экстремумы, при этом средние по территории аномалии находились в пределах от $+3,40^{\circ}\text{C}$ до $+4,44^{\circ}\text{C}$.

На 42 метеорологических станциях республики аномалии средней месячной температуры воздуха вошли в число 5 % и 10 % экстремально высоких значений. На 5 метеостанциях, расположенных в Туркестанской, Жетісу и Абай областях, зафиксированы рекордные значения средней температуры воздуха за январь (рисунок 2.5, Приложение 1).

В феврале средняя по Казахстану аномалия температуры воздуха была выше климатической нормы и составила $1,44^{\circ}\text{C}$ (ранг 43, таблица 2.3). Положительные аномалии температуры воздуха наблюдались на западе, юго-западе, севере (за исключением южной части Северо-Казахстанской области), северо-востоке, в южной части Прибалхашья и местами в восточных регионах (рисунок 2.5). Значительно превышающие норму значения температуры отмечались в ряде регионов: на большей части Мангистауской, в южной части Актюбинской и в центральной части Кызылординской областей, а также локально в Западно-Казахстанской и Атырауской областях. Здесь аномалии достигали $+5,1\dots 5,7^{\circ}\text{C}$, с максимальным значением до $+6,2^{\circ}\text{C}$. В западных областях преобладали умеренно тёплые аномалии (вероятность непревышения от 76 до 89 %), соответствующие градации «тепло». Отрицательные аномалии температуры воздуха зафиксированы на большей части Восточно-Казахстанской, Карагандинской и области Абай, в горных районах крайнего юго-востока, а также в виде отдельных очагов на севере страны. На крайнем востоке сформировался очаг с аномалиями значительно ниже климатической нормы — от $-1,9$ до $-3,1^{\circ}\text{C}$. Здесь отмечались пониженные температуры, соответствующие градации «холодно» (10–25-й процентиль).

Весной средняя по территории Казахстана аномалия температуры воздуха составила $+1,99^{\circ}\text{C}$, расположившись на 17 месте в ранжированном ряду с 1941 г. (табл. 2.2). Самым тёплым весенним сезоном с 1941 г. остаётся весна 2020 года с аномалией $+3,84^{\circ}\text{C}$. На всей территории страны аномалии существенно превышали климатическую норму (рисунок 2.4), в среднем по территории областей Казахстана аномалии температуры воздуха составили от $+1,1$ до $+3,0^{\circ}\text{C}$. Положительные аномалии температуры воздуха более 2°C простирались с востока на запад, где очаги значительных положительных аномалий зафиксированы на востоке и юго-западе страны, где они составляли около $3,1\dots 4,5^{\circ}\text{C}$. Локально на севере и в горных районах юго-востока аномалии температуры воздуха были около нормы — в пределах $0,2\dots 0,9^{\circ}\text{C}$. Значение средней по территории Мангистауской области аномалии температуры вошло в 5 % экстремально высоких и составило $+2,20^{\circ}\text{C}$. Средние по территории трёх областей — Восточно-Казахстанской, области Жетісу и области Абай — аномалии температуры воздуха вошли в 10 % экстремально высоких и составили $+2,89$, $+2,21$ и $+2,89^{\circ}\text{C}$, соответственно.

Почти на всей территории Казахстана, за исключением северных, северо-западных и

горных районов юга и юго-востока, температурные значения соответствовали градации «тепло» и превышали климатическую норму. На 2 метеостанциях восточных областей были зафиксированы аномалии, вошедшие в 5 % экстремально высоких значений (вероятность превышения 96–99 %).

В **марте** средняя по Казахстану аномалия температуры воздуха была выше климатической нормы и составила 2,56 °С (ранг 21 с вероятностью превышения 76 %, таблица 2.3). По всей территории страны наблюдались положительные аномалии температуры воздуха, за исключением небольшой части на севере Актюбинской области. Температуры значительно выше нормы были зафиксированы в юго-западной (+4,1...5,5 °С), северо-восточной (+4,0...7,0 °С) частях, а также в виде отдельных участков на востоке, в южной части Прибалхашья и на территории области Ылытау. Здесь преобладали тёплые условия с вероятностью превышения от 76 до 89 %, что соответствует градации «тепло». Аномалии температуры, близкие к норме (до ± 1 °С), отмечались на крайнем севере Западно-Казахстанской и Актюбинской областей, в отдельных районах северных регионов, а также в горных районах крайнего юга и юго-востока страны.

В **апреле** осредненная по территории Казахстана аномалия температуры воздуха составила 3,74 °С (ранг 5 с вероятностью превышения 95 %, таблица 2.3). Положительные аномалии наблюдались практически на всей территории республики. Значения аномалий температуры более +4 °С охватили всю западную половину территории, а также отдельные районы на севере и востоке страны. Аномалии температуры свыше +6 °С занимали всю территорию Западно-Казахстанской области, большую часть Атырауской и Актюбинской областей, а также отдельный очаг в Мангистауской области (рисунок 2.5). Аномалии, близкие к норме и незначительно ниже неё (от +0,4 до +1,7 °С), отмечались в горных районах юга и юго-востока. Рекордно тёплые условия в апреле отмечались на территории Мангистауской области, где среднемесячная аномалия температуры воздуха в среднем по территории составила +5,40 °С (таблица 2.3). Ещё в шести областях (Западно-Казахстанской, Атырауской, Актюбинской, Костанайской, Кызылординской и области Ылытау) средние по территории аномалии температуры воздуха вошли в 5 % экстремально высоких значений, составив от +4,63 °С (область Ылытау) до +6,71 °С (Западно-Казахстанская область).

В апреле на 63 метеостанциях Казахстана отмечались экстремально высокие температуры воздуха — значения превысили 95-й процентиль. На 8 из них (Приложение 1), расположенных в крайне западных регионах, зарегистрированы рекордно высокие значения сезонной температуры воздуха за весь период наблюдений с 1941 года (рисунок 2.5). Ещё на 38 метеостанциях температурные аномалии вошли в число 10 % наиболее высоких аномалий.

В **мае** в среднем по территории Казахстана аномалия температуры была ниже нормы за период 1961–1990 гг. на 0,35 °С (ранг 53, таблица 2.3). Большая часть территории страны в мае находилась в зоне отрицательных аномалий температуры воздуха: это вся западная, северная, северо-восточная, центральная и юго-западная части республики. Наиболее выраженные отрицательные аномалии наблюдались на большей части Западно-Казахстанской, на севере Атырауской и Актюбинской, северо-западе Костанайской, а также на отдельных участках Северо-Казахстанской области. Минимальные значения аномалий достигали $-2,4...-3,3$ °С (рисунок 2.5). В Западно-Казахстанской, Костанайской и Северо-Казахстанской областях средние по территории аномалии температуры воздуха вошли в число 10 % экстремально низких значений, составляя от $-2,20$ до $-2,83$ °С. Положительные аномалии температуры воздуха отмечались в восточных, юго-восточных, а также на большей части центральных и южных

регионов страны (рисунок 2.5). Наиболее значительные положительные отклонения от нормы (до +2,9 °C) зафиксированы в горных районах Алматинской, Восточно-Казахстанской областей и области Абай, а также на востоке области Жетісу.

Среди экстремальных характеристик мая следует отметить холодные температурные условия, установившиеся на крайнем северо-западе и в северной части западных регионов Казахстана. На 13 метеостанциях, расположенных в этих районах, аномалии температуры воздуха вошли в 5 % экстремально низких значений. Ещё на 31 метеостанции зафиксированы аномалии, вошедшие в 10 % экстремально низких температур (рисунок 2.5). В то же время на 6 метеостанциях, расположенных в крайнем юго-востоке страны, аномалии температуры воздуха вошли в 5 % и 10 % экстремально высоких значений.

Летом в среднем по территории страны аномалия температуры летнего сезона была экстремально высокой и составила +1,48 °C – это шестая величина в ряду с вероятностью непревышения 94 % (табл. 2.2). Самым теплым летним сезоном остается 1998 год с аномалией 2,23 °C. Практически на всей территории Казахстана аномалии температуры были выше климатической нормы, за исключением Актюбинской области, где на 2 метеостанциях аномалии были ниже нормы на 0,1 °C (рисунок 2.4). Начиная с северо-запада и севера, где они составляли около 0,2–0,4 °C, величина положительных аномалий температуры воздуха постепенно увеличивалась по западным, южным, юго-восточным и восточным регионам, достигая 2,1–3,4 °C. Рекордные аномалии температуры в среднем по территории зафиксированы в области Абай (+2,21 °C). На территории 11 областей, расположенных в центральном, южном, юго-восточном, восточном и западном регионах Казахстана, аномалии температуры воздуха вошли в 5 % экстремально высоких значений (вероятность непревышения 96–99 %) со значениями от 1,1 °C (Алматинская область) до 2,8 °C. Еще в пяти областях — Западно-Казахстанской, Актюбинской, Северо-Казахстанской, Акмолинской и области Ұлытау — температуры превышали климатическую норму в пределах градации «тепло», аномалии составили от 1,0 °C до 2,5 °C.

По данным около 66 метеостанций Казахстана, температуры летнего сезона превышали 95-й процентиль, в том числе на 23 метеостанциях, расположенных в южном, юго-восточном и восточном регионах, зафиксированы рекордно высокие сезонные температуры с 1941 года. Также на 22 метеостанциях аномалии температуры воздуха вошли в 10 % экстремально высоких сезонных аномалий.

В **июне** средняя по Казахстану аномалия температуры воздуха составила 2,53 °C (ранг 2, таблица 2.3). Положительные аномалии температуры воздуха наблюдались по всей территории страны (рисунок 2.5). Наиболее высокие значения аномалий — в пределах +3,0...+4,0 °C — зафиксированы в западных, юго-западных, на большей части южных регионов, а также локально в центральных, северо-западных и северо-восточных районах. В результате июнь был рекордно тёплым на территории Жамбылской области, аномалия среднемесячной температуры воздуха в среднем по территории составила +3,07 °C (таблица 2.3). Ещё в пяти областях (Алматинской, Кызылординской, Туркестанской, Ұлытау и Жетісу) средние по территории аномалии температуры вошли в число 5 % экстремально высоких, со значениями от +2,26 °C (Жетісу) до +3,63 °C (Кызылординская область).

На 51 метеостанции, расположенной в южной, юго-восточной, восточной, центральной частях страны, а также на юге Павлодарской и севере Акмолинской областей, были зафиксированы экстремально высокие температуры воздуха (выше 95-го процентиля). Из них на 9 метеостанциях зарегистрированы абсолютные рекорды среднемесячной температуры воздуха

за весь период наблюдений (с 1941 года) (Приложение 1).

Июль месяц был около климатической нормы: осредненная по территории Казахстана среднемесячная температура воздуха на $0,51^{\circ}\text{C}$ была выше климатической нормы (таблица 2.3). Температуры воздуха в диапазоне $\pm 1^{\circ}\text{C}$ (в пределах нормы) наблюдались на большей части территории страны, за исключением крайних западных и восточных регионов, где отмечались положительные аномалии, а также отдельного очага в центральной части Актюбинской области с отрицательной аномалией до $-1,7^{\circ}\text{C}$. В прибрежной зоне Прикаспийской низменности, западной части Восточно-Казахстанской области, на крайнем юге, а также в горных районах юго-востока и востока страны отмечались положительные аномалии температуры воздуха со значениями от $+1,5$ до $+2,4^{\circ}\text{C}$. По данным 5 метеостанций, расположенных в указанных регионах, аномалии температуры вошли в число 10 % экстремально высоких значений.

В августе осредненная по территории Казахстана среднемесячная температура воздуха на $1,40^{\circ}\text{C}$ была выше климатической нормы (ранг 20 с вероятностью неперевышения 77 %, таблица 2.3). Положительные аномалии температуры воздуха наблюдались на большей части территории республики. Значения свыше $+3^{\circ}\text{C}$ отмечались на значительной части Алматинской и области Абай, а также местами на Восточно-Казахстанской области и области Жетісу. Аномалии температуры воздуха в пределах $\pm 1^{\circ}\text{C}$ (около нормы) регистрировались на большей части территории Актюбинской и Западно-Казахстанской областей, в отдельных районах центральных регионов и в Павлодарской области. Отрицательные аномалии наблюдались только на небольшом участке на северо-западе страны, где отклонения достигали $-1,2^{\circ}\text{C}$ (рисунок 2.5). На территории области Жетісу было рекордно тепло, аномалия среднемесячной температуры воздуха в среднем по территории составила $+2,55^{\circ}\text{C}$ (таблица 2.3). Еще в 4-х областях средние по территории аномалии температуры воздуха вошли в 5 % экстремально высоких аномалий со значениями от $+2,29^{\circ}\text{C}$ для Жамбылской области до $+3,12^{\circ}\text{C}$ для области Абай.

На 55 метеостанциях аномалии температуры воздуха вошли в 5 % экстремально высоких значений. При этом на 20 станциях, расположенных в юго-восточных регионах, были зафиксированы новые рекордные значения среднемесячной температуры воздуха за весь период наблюдений (Приложение 1).

Осенью в среднем по территории страны температура воздуха была на $+1,21^{\circ}\text{C}$ выше нормы (ранг 17, таблица 2.2). Самым тёплым осенним сезоном с 1941 г. остаётся осень 2023 года с аномалией $+3,27^{\circ}\text{C}$, а самым холодным осенним периодом — осень 1976 г. с аномалией $-3,56^{\circ}\text{C}$. Температура воздуха превышала норму практически на большей части территории страны, за исключением небольшого очага с отрицательной аномалией ($-0,1^{\circ}\text{C}$) в Акмолинской области. На севере, северо-востоке, востоке и в восточной части центральных регионов температуры были около нормы (до $+1,0^{\circ}\text{C}$). В центральных, юго-западных, южных, юго-восточных и восточных регионах температуры превышали норму более чем на $1,1^{\circ}\text{C}$, а на западе и локально в южных регионах — более чем на $2,0^{\circ}\text{C}$, достигая максимума $+2,6^{\circ}\text{C}$ в крайней части Западно-Казахстанской области. Также на территории большинства областей аномалии температуры воздуха были выше нормы, в среднем в пределах от $+1,03$ до $+1,61^{\circ}\text{C}$ (таблица 2.2). Средняя аномалия на территории Западно-Казахстанской области вошла в 5 % экстремально высоких значений и составила $+2,28^{\circ}\text{C}$. В Атырауской области аномалия температуры воздуха вошла в 10 % экстремально высоких значений и составила $+1,90^{\circ}\text{C}$.

На 7 метеостанциях Западно-Казахстанской и Атырауской областей аномалии температуры воздуха вошли в 5 % и 10 % экстремально высоких значений.

В сентябре в среднем по территории Казахстана аномалия температуры была ниже нормы

за период 1961–1990 гг. на 0,54 °C (вероятность неперевышения 23 %, таблица 2.3). Почти вся восточная половина Казахстана находилась в зоне отрицательных аномалий температуры воздуха, с увеличением их интенсивности в западном направлении. Значительные отрицательные аномалии наблюдались в большинстве восточных областей, на большей части Карагандинской области и области Жетісу (до –2,6 °C), а также отдельными зонами и очагами в Акмолинской, Павлодарской и Алматинской областях (до –2,0 °C). Экстремально холодные условия (10 % экстремумы) отмечались в области Жетісу, Восточно-Казахстанской области и области Абай, где средние по территории аномалии составили –1,56 °C, –1,75 °C и –1,85 °C соответственно (таблица 2.3). Аномалии температуры в пределах ± 1 °C, соответствующие значениям, близким к климатической норме, наблюдались в северных и южных районах страны, на большей части центральных областей, в Актюбинской области, а также в восточной части Мангистауской области и горных районах юго-востока. Положительные аномалии температуры воздуха отмечались на территории Восточно-Казахстанской и Атырауской областей, большей части Мангистауской и западной части Актюбинской областей. На крайнем западе страны отмечались устойчивые положительные аномалии температуры воздуха, значительно превышающие климатическую норму — от +2,1 до +3,1 °C (рисунок 2.5).

На 26 метеостанциях, расположенных в восточных, юго-восточных и центральных областях, зафиксированы экстремально низкие значения температуры воздуха, соответствующие 10 %-м и 5 %-м экстремумам. В то же время на метеостанциях, расположенных в западных районах Западно-Казахстанской и Мангистауской областей, аномалии температуры вошли в 5 % и 10 % экстремально высоких значений.

В октябре в среднем по территории Казахстана аномалия средней месячной температуры воздуха составила 2,12 °C (ранг 11, вероятность неперевышения 88 %, таблица 2.3). На всей территории страны температуры воздуха были выше климатической нормы. Температуры около и незначительно выше нормы от 0,3 до 2,0 °C отмечались на севере страны, на большей части южных и юго-восточных областей, на западе Мангистауской области, а также отдельными участками в восточных областях. Аномалии температуры воздуха свыше +3,0 °C наблюдались преимущественно на севере Западно-Казахстанской области, юге Костанайской области и в центральных регионах. В Карагандинской области и области Ұлытау средние по территории аномалии температуры воздуха вошли в 10 % экстремально высоких аномалий со значениями +2,75 °C, +3,30 °C соответственно.

На 21 метеостанции, расположенной в западных, центральных, восточных и южных регионах, аномалии средней месячной температуры воздуха вошли в 5 % и 10 % экстремально высоких значений (рисунок 2.5).

В ноябре в среднем по территории Казахстана аномалия средней месячной температуры воздуха составила +2,03 °C (таблица 2.3). По всей территории страны наблюдались положительные аномалии температуры воздуха. Температуры, близкие к норме (от –0,1 до +2,0 °C), отмечались на значительной части северных, западных, юго-западных и центральных областей, а также в горных районах юга и юго-востока страны. Значения положительных аномалий температуры воздуха в пределах +2,1...+2,9 °C преобладали на большей части южных, юго-восточных и северо-восточных регионов, а также в Западно-Казахстанской, северо-западной части Костанайской области, отдельными очагами — на востоке Актюбинской, севере Северо-Казахстанской, востоке Акмолинской, а также в центральных областях. В указанных регионах такие значения соответствовали 77–89 процентилю. Очаги более выраженного тепла с аномалиями в пределах +3,0...+4,5 °C наблюдались на востоке страны, а также отдельными

участками на территории Алматинской области и области Жетісу (рисунок 2.5). На востоке области Абай температурные аномалии вошли в число 10 % наиболее высоких за весь период наблюдений.

Для целей мониторинга экстремальных значений климатических параметров, наиболее значимых для конкретных отраслей экономики и социальной сферы, Комиссией по климатологии ВМО был разработан программный продукт ClimPACT (www.climpact-sci.org), позволяющий рассчитывать комплекс специализированных климатических индексов по данным суточных значений максимальной, минимальной температуры воздуха и атмосферных осадков. Ниже приведены индексы, наиболее показательные для характеристики степени экстремальности температурного режима в 2024 г.

В 2024 г. теплый период года характеризуется тем, что максимальная суточная температура на большей части Казахстана превышала 30 и даже 35 °С (за исключением высокогорных районов юго-востока и востока). **Количество дней, когда максимальная суточная температура воздуха превышала 30 °С (индекс T_{hge30})** увеличивается с севера на юг (рисунок 2.6). В северных областях и в северной части Актюбинской области число таких дней не превышало 20, а в горных районах юго-востока и востока составляло от 0 до 13 дней. В северо-восточных, восточных, центральных и северной части западных областей продолжительность периодов с максимальной температурой выше 30 °С варьировала в пределах 21–79 дней. В остальных регионах страны количество таких дней находилось в диапазоне от 80 до 120, при этом наибольшее значение было зафиксировано на юге Туркестанской области — 122 дня.

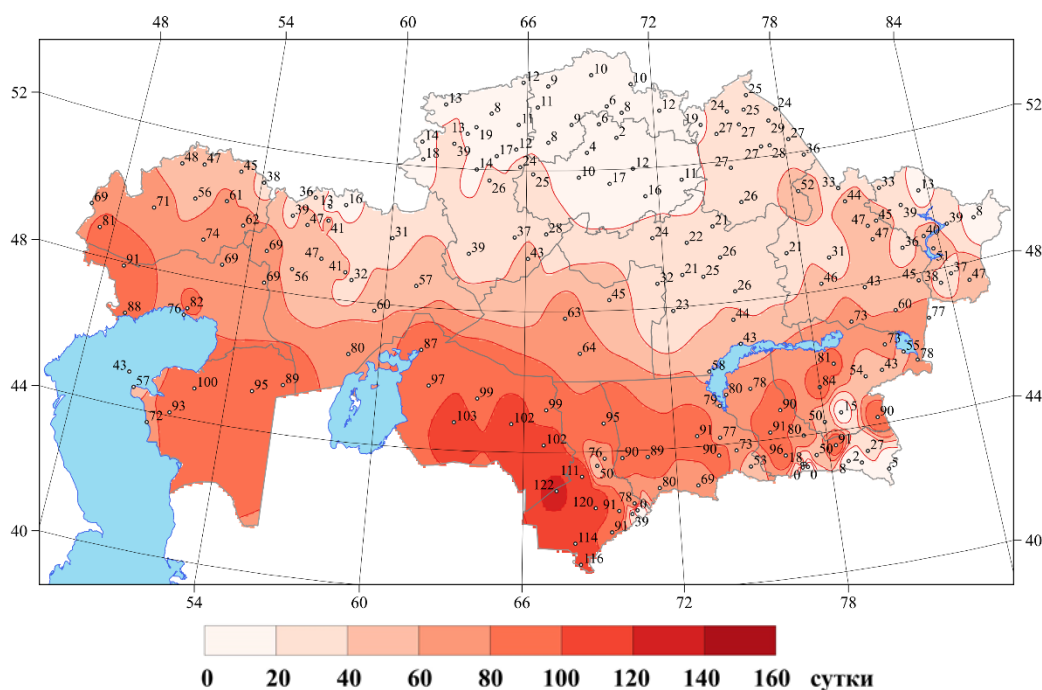


Рисунок 2.6 – Количество дней в 2024 г., когда максимальная температура воздуха превышала 30 °С (индекс T_{hge30})

Одним из показателей экстремальности температурного режима в теплый период года является общая продолжительность всех волн жары. Волной жары/тепла принят случай, когда в течение шести и более дней подряд коэффициент избытка тепла имеет положительное значение

(индекс HWF/EHF, рисунок 2.7). На территории Казахстана значения индекса HWF/EHF варьировали в пределах 8–20 суток в северных, северо-западных, северной части западных и центральных регионах. В направлении к югу, юго-востоку и востоку, а также в западных областях и северо-западной части Костанайской области значения индекса увеличиваются. В результате общая продолжительность всех волн жары в 2024 году составила в западных регионах 31–46 суток, в южных регионах — 32–58 суток, в восточных и юго-восточных регионах — 30–52 суток.

В 2024 г. на большей части территории западных и южных регионов страны, за исключением горных районов, а также в отдельных районах области Ылытау и восточных областей, **суточный максимум температуры воздуха (индекс TXx)** превышал 40 °С. Суточные максимумы выше 45 °С в 2024 году не зарегистрированы ни на одной метеостанции (рисунок 2.8). В остальных регионах значения **индекса TXx** варьировало в пределах 35–39 °С, тогда как в северных областях, а также в горных районах юга, юго-востока и востока — в пределах 19–33 °С.

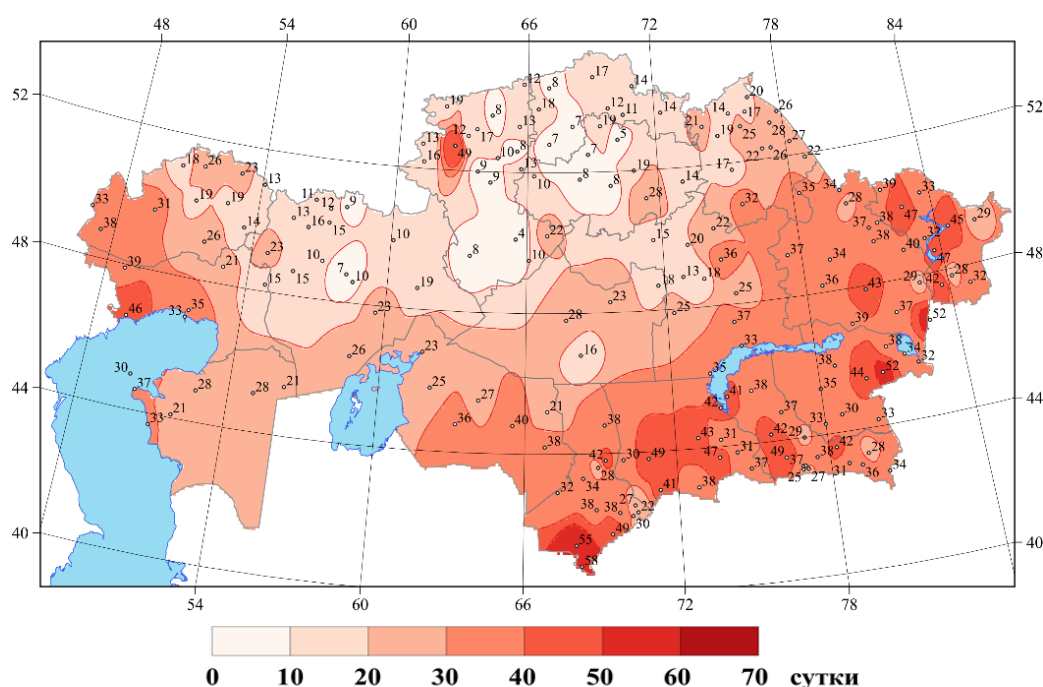


Рисунок 2.7– Общая продолжительность волн тепла в теплый период в 2024 г. (индекс HWF/EHF, сутки)

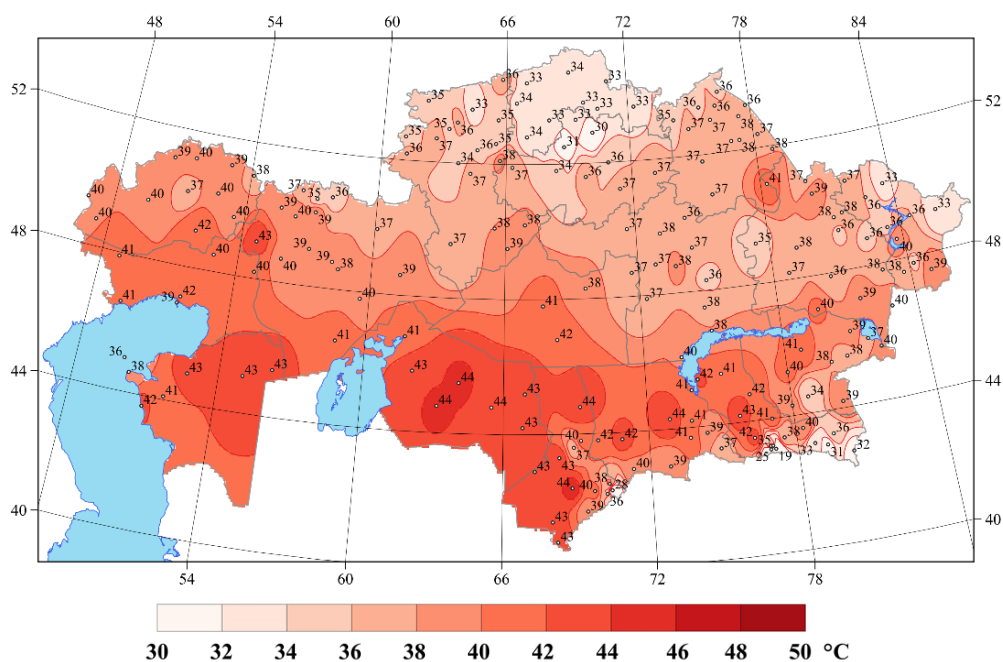


Рисунок 2.8 – Значения максимумов суточной температуры воздуха (°C, индекс TXx), зарегистрированные в 2024 г.

Несмотря на повышенный температурный фон в летние месяцы 2024 года, новые рекорды суточной максимальной температуры воздуха не зафиксированы. Синим цветом показаны значения абсолютных максимумов, зарегистрированных с момента открытия станции по 2024 г. На территории Казахстана большинство самых высоких значений температуры воздуха (абсолютные максимумы) были зафиксированы в июле 1983 г., когда на некоторых метеостанциях Туркестанской области (МС Туркестан, Арыс, Тасты) температуры воздуха достигали +49...+50 °C, а также в июле 2023 г. Самое высокое значение абсолютного максимума для территории республики зарегистрировано в июле 1995 года на МС Кызылкум, где температура воздуха достигла +51,0 °C (рисунок 2.9).

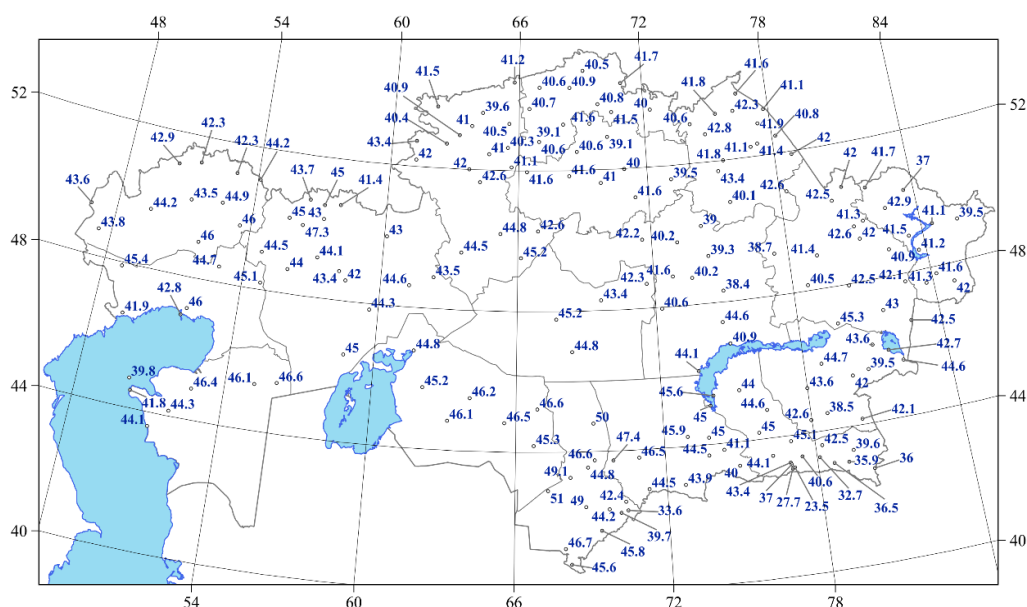


Рисунок 2.9 – Значения абсолютных максимумов температуры воздуха (°C), зарегистрированные с начала открытия метеостанции по 2024 г. Если рекордное значение максимальной суточной температуры воздуха зафиксировано в 2024 г., это значение нанесено красным цветом

По рекомендации ВОЗ введен индекс, характеризующий *количество дней, когда суточный минимум температуры не опускается ниже 20 °C (индекс TR, «тропическая ночь»)*, так как при таких ночных температурах организм человека не успевает отдохнуть от дневной жары. На большей части территории южных и западных регионов количество дней с высокими ночными температурами было наибольшим. В Туркестанской, Кызылординской и Жамбылской областях значения *индекса TR* держались более 42–75 дней, в Мангистауской и на юго-востоке Атырауской областей – более 65–69 дней, а местами более 85 дней (рисунок 2.10). Минимальное количество тропических ночей, или их отсутствие, наблюдалось в северных, центральных, юго-восточных, восточных и горных регионах Казахстана.

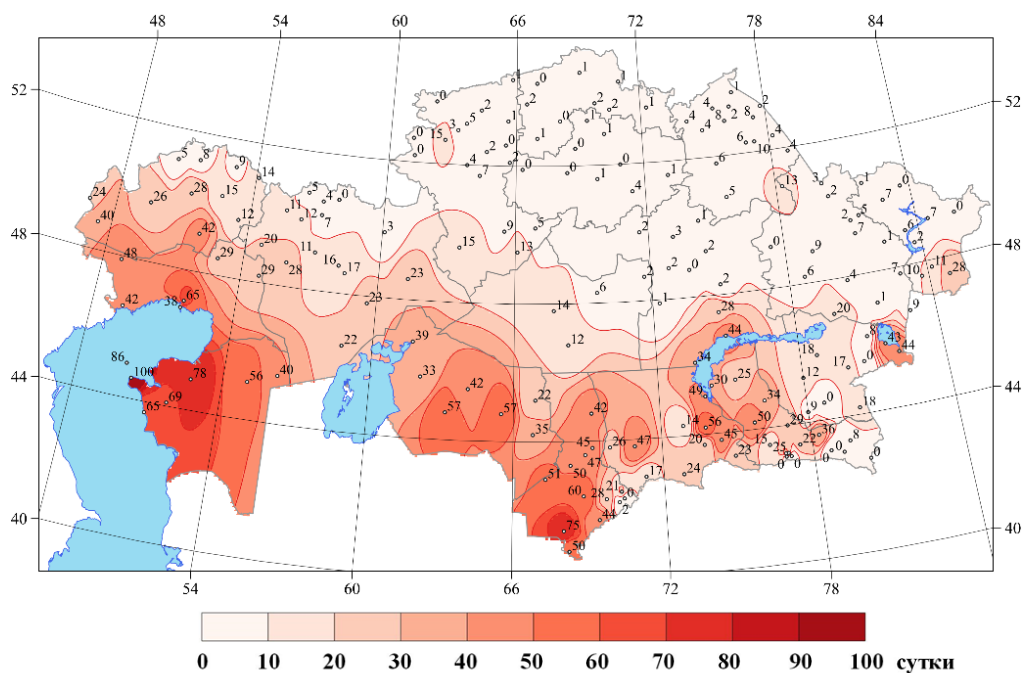


Рисунок 2.10 – Количество суток, когда суточный минимум температуры выше 20 °C в 2024 г. (индекс TR)

Следствием высоких температур воздуха значительную часть теплого периода года, особенно в западных и южных регионах Казахстана, наблюдалась острая необходимость в поддержании в помещениях благоприятной температуры, т.е. кондиционирования. В данном случае в качестве благоприятной температуры принят порог в 23 °C, превышение которого означает *дефицит холода* (индекс CDDcold23, рисунок 2.11). Наибольшие значения индекса наблюдались в Мангистауской и Туркестанской областях, где дефицит холода достигал 543–654 градусо-суток.

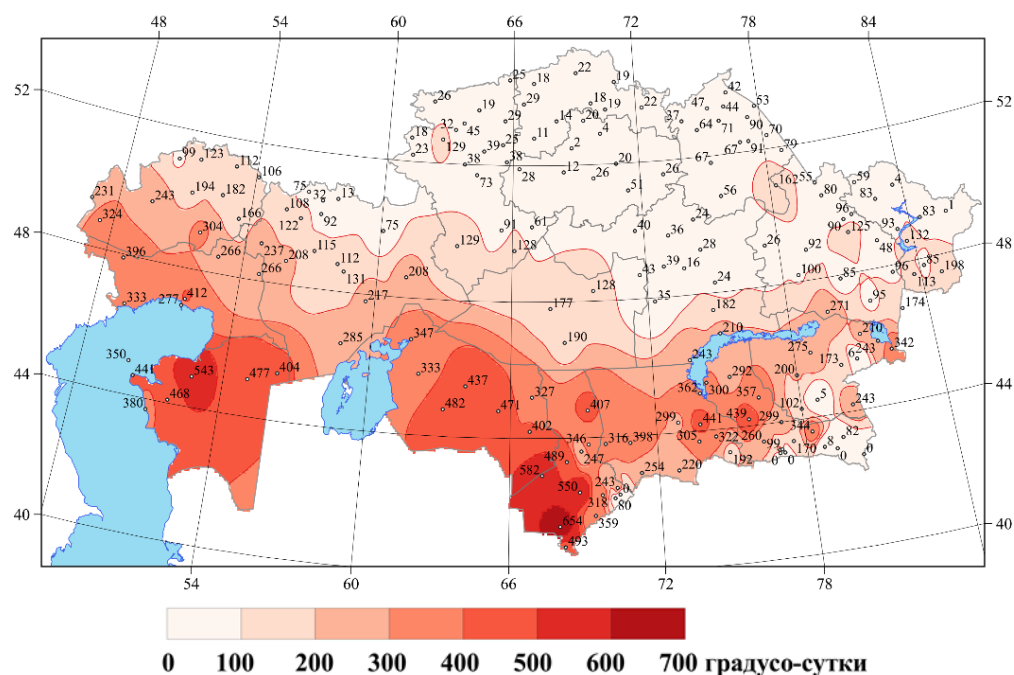


Рисунок 2.11 – Дефицит холода (градусо-сутки), наблюдавшийся в 2024 г. (индекс CDDcold23)

В январе 2024 г., как правило, в самом холодном месяце года, в восточных и центральных районах Карагандинской области, а также местами в северных и на крайнем северо-западе Казахстана наблюдались значительные отрицательные аномалии и **суточный минимум температуры воздуха** (индекс TN_n , рисунок 2.12) опускался здесь ниже минус 35–40 °С, местами достигали –44 °С. В 2024 г. температуры воздуха ниже минус 30 °С наблюдались на севере Актюбинской области, в северных, северо-восточных, восточных и большей части центральных областей, а также местами в Алматинской области и области Жетісу; самая низкая температура воздуха в 2024 г. отмечена на МС Кокпекты области Абай: минус 44,5 °С.

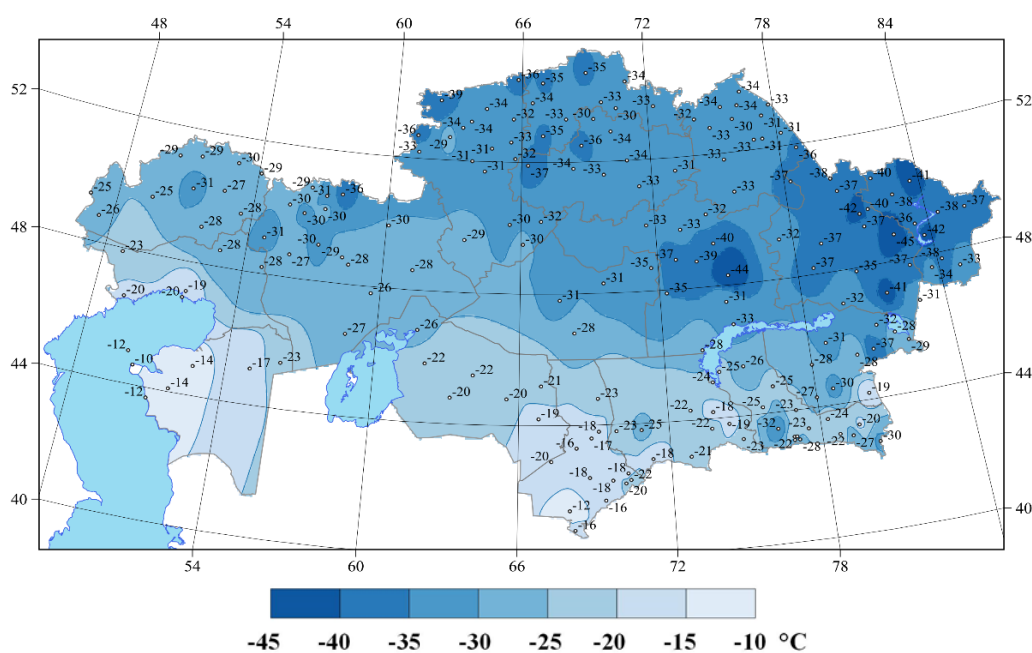


Рисунок 2.12 – Значения суточной минимальной температуры воздуха (°С), зарегистрированные в 2024 г. (индекс TN_n)

На рисунке 2.13 представлены абсолютные минимумы температуры воздуха, зафиксированные с момента открытия метеостанции. В Казахстане абсолютные минимумы температуры воздуха ниже минус 50 °С отмечены на 2 станциях – в январе 1931 г. на МС Шаганатты/Орловский посёлок (минус 54,2 °С) и в январе 1893 г. на МС Астана (минус 52 °С). Температуры воздуха ниже минус 45 °С наблюдались в основном, в северных и восточных регионах Казахстана. В 2024 г. новых рекордов суточной минимальной температуры не зафиксировано.

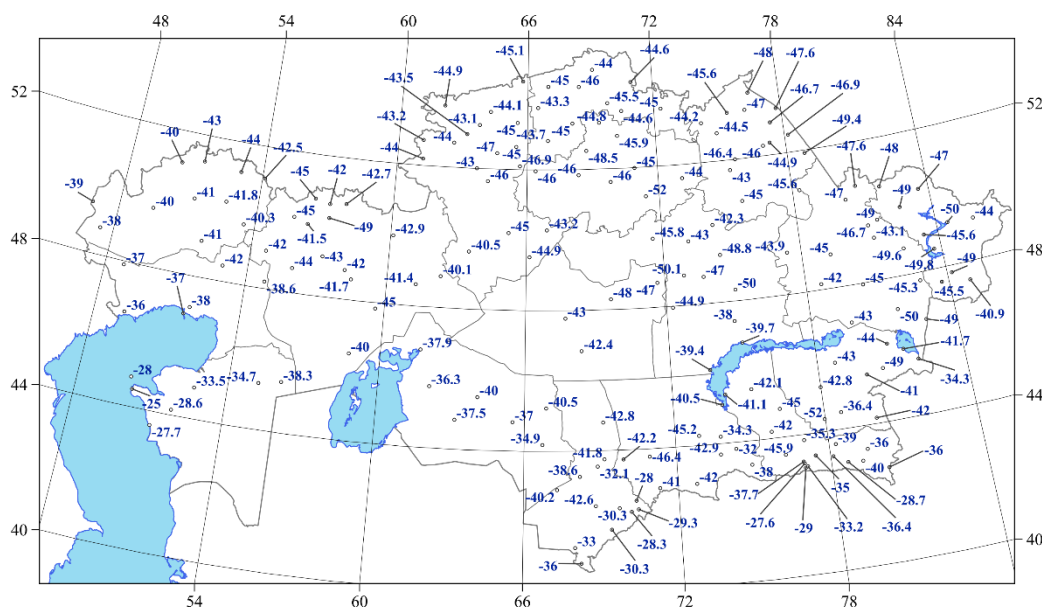


Рисунок 2.13 – Значения абсолютных минимумов температуры воздуха (°С), зарегистрированные с начала открытия метеостанции по 2024 г. Если рекордное значение минимальной суточной температуры воздуха зафиксировано в 2024 г., это значение нанесено красным цветом

2.2 Наблюдаемые изменения температуры воздуха

На рисунках 2.14–2.15 представлены временные ряды осредненных по территории Казахстана и административных областей средних годовых и сезонных аномалий температуры приземного воздуха и их 11-летние скользящие средние за период 1941–2024 гг., а также линейные тенденции изменения температуры воздуха за период 1976–2024 гг. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961–1990 гг. Линейные тренды дают наглядную информацию о постепенном повышении среднегодовых и сезонных температур приземного воздуха за последние десятилетия. В таблице 2.4 представлены оценки изменения температуры воздуха за период 1976 – 2024 гг.: коэффициент линейного тренда, характеризующий среднюю скорость изменения аномалии температуры воздуха на рассматриваемом интервале времени; и коэффициент детерминации, показывающий вклад тренда в общую дисперсию временного ряда.

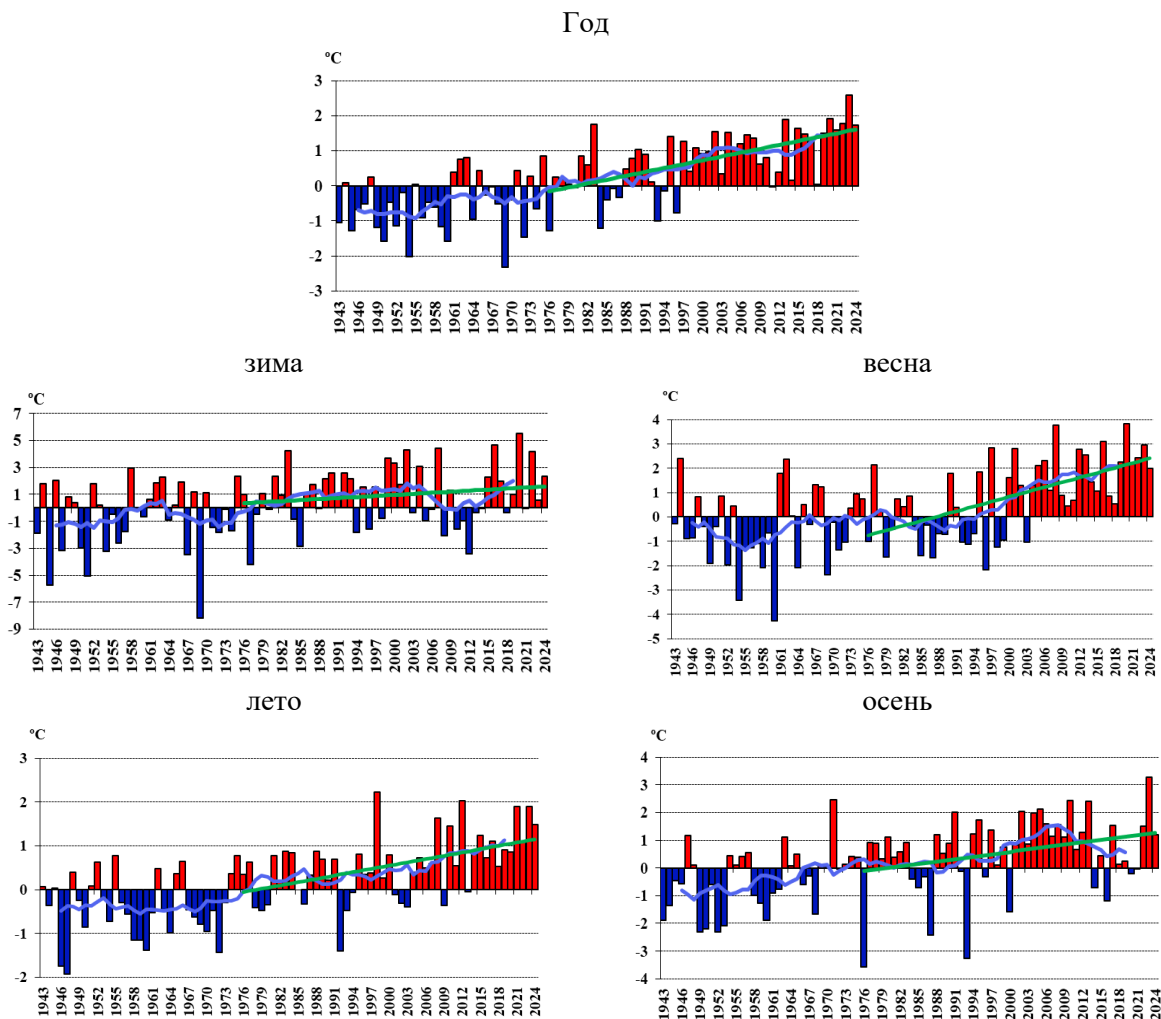


Рисунок 2.14 – Временные ряды аномалий годовой и сезонных температур воздуха (°C), осредненных по территории Казахстана за период 1941–2024 гг. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961–1990 гг. Линейный тренд за период 1976–2024 гг. выделен зеленым цветом. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением

В среднем по территории Казахстана за период 1976–2024 гг. повышение **среднегодовой** температуры воздуха составляет 0,36 °C каждые 10 лет, вклад в общую изменчивость температуры составляет 36 % (рисунок 2.14, таблица 2.4). В среднем по территории всех областей Казахстана в период 1976–2024 гг. также наблюдается устойчивое повышение средней годовой температуры воздуха – коэффициенты детерминации находятся в пределах 15-59 %, тренды значимы на 5%-ом уровне (рисунок 2.15, таблица 2.4). Более быстрыми темпами теплеет в западных, юго-западных и южных областях Казахстана (от 0,47 °C/10 лет до 0,56 °C/10 лет), более медленными темпами – в центральных, северо-восточных, восточных и юго-восточных областях (от 0,26 °C/10 лет до 0,39 °C/10 лет).

В среднем по территории Казахстана тенденция к потеплению **зимнего** сезона составляет 0,26 °C/10 лет (таблица 2.4), но надо отметить, что тренд описывает всего около 3 % суммарной дисперсии и незначим на 5 % уровне. Тренды зимних температур были положительными во всех областях в среднем по их территории, но тренды, в основном, объясняют до 5 % дисперсии рядов и статистически незначимы. Наиболее заметный темп роста зимней температуры на 0,36–0,52 °C/10 лет, отмечен в западном, юго-западном и южном регионах Казахстана – в Западно-

Казахстанской Атырауской, Мангистауской, Актыубинской, Кызылординской и Туркестанской областях, где коэффициент детерминации составляет 5–15 %. В Западно-Казахстанской, Атырауской и Мангистауской областях тренд описывает 7, 10 и 15 % суммарной дисперсии, соответственно, и статистически значим на 5 % уровне. По данным нескольких станций на крайнем западе и крайнем юге эта тенденция устойчивая (рисунок 2.14). На территории Казахстана сохраняется довольно обширная область, где наметилась тенденция к понижению температуры – это в центре и северо-востоке (до $-0,1$ °C/10 лет), в горном регионе востока и юго-востока (до $-0,4$ °C/10 лет) Казахстана.

В **декабре** 2023 г. устойчивых тенденций в изменении средних месячных температур нет. На большей части территории Казахстана тенденции отрицательные, в южной половине Казахстана наблюдается несколько очагов с тенденцией к понижению температуры воздуха, максимально до $0,53$ °C/10 лет в южном, в восточном и юго-восточном регионах республики (рисунок 2.17). Положительные аномалии наблюдались на западных и северных регионах, а также локально на востоке, юге и центре страны. Максимальные значения ($0,43$ °C/10 лет) были на МС Жалпактал (Западно-Казахстанская область) и на МС Усть-Каменогорск (Восточно-Казахстанская область).

В **январе** область с тенденцией к понижению температуры воздуха занимала обширную территорию центральной, северной, северо-восточной и восточной части республики, максимально со скоростью до $0,30$ – $0,63$ °C/10 лет температура понижается в восточном регионе и на юге области Абай (рисунок 2.17). На западе и юге отмечены максимальные положительные тенденции – до $0,33$ – $0,60$ °C/10 лет. Хотя значения углового коэффициента для декабрьских и январских температур достаточно высокие, но в силу большой межгодовой изменчивости температуры в эти месяцы вклад трендовой составляющей в общую дисперсию незначительный. Статистически значимых тенденций температуры не наблюдается.

В **феврале** на территории всего Казахстана прослеживается тенденция повышения температуры воздуха с максимальными значениями в западных областях, Кызылординской, Туркестанской областях и в западной части Южного Прибалкашья ($0,81$ – $1,21$ °C/10 лет). И только на юге области Абай сохраняется область слабого похолодания, в центре этой области скорость похолодания достигает $-0,1$ °C/10 лет. Статистически значимые темпы роста температуры воздуха в феврале отмечались на 57 метеостанциях, расположенных в западных, южных и юго-восточных регионах республики, а также в городе Астана (рисунок 2.17).

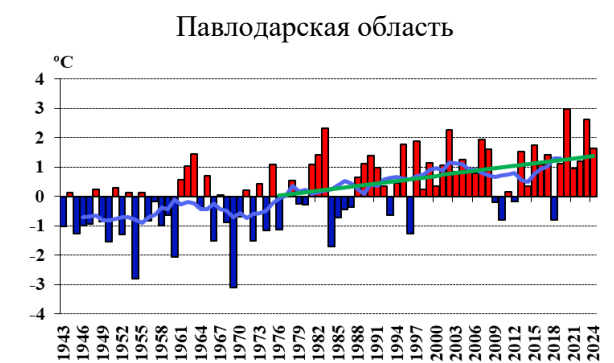
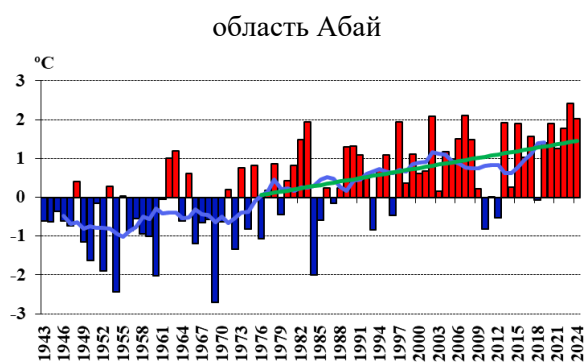
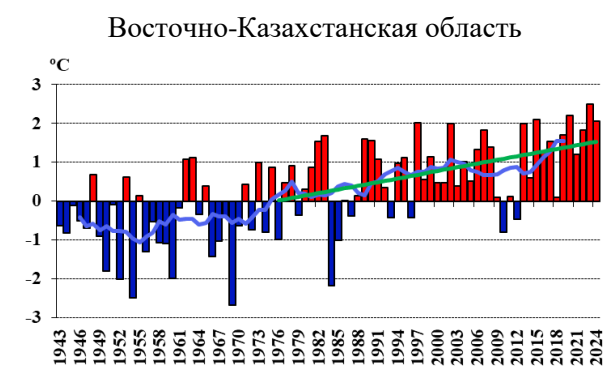
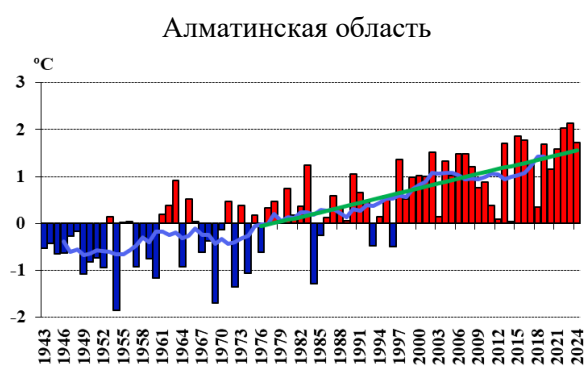
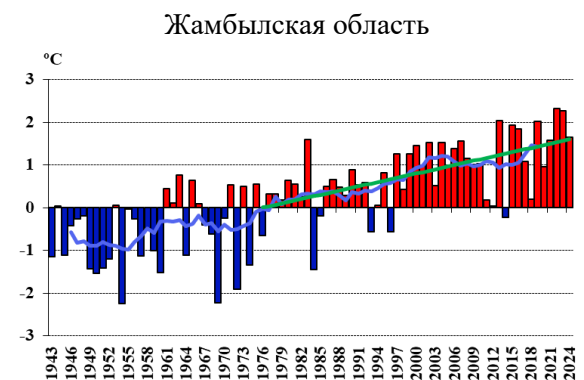
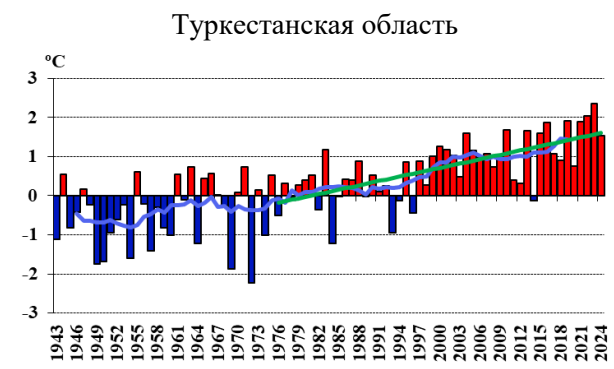
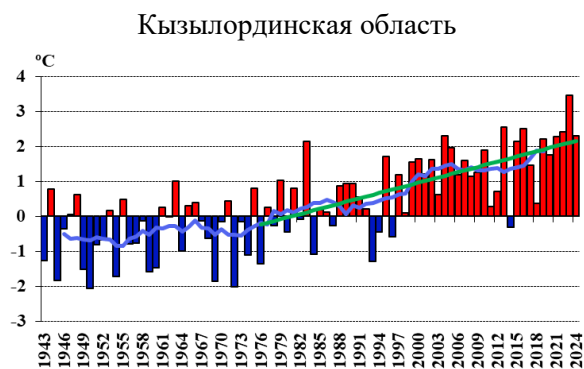


Рисунок 2.15 – Временные ряды аномалий годовых температур воздуха (°C), осредненных по областям Казахстана за период 1941–2024 гг. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961–1990 гг. Линейный тренд за период 1976–2024 гг. выделен зеленым цветом. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Лист 1

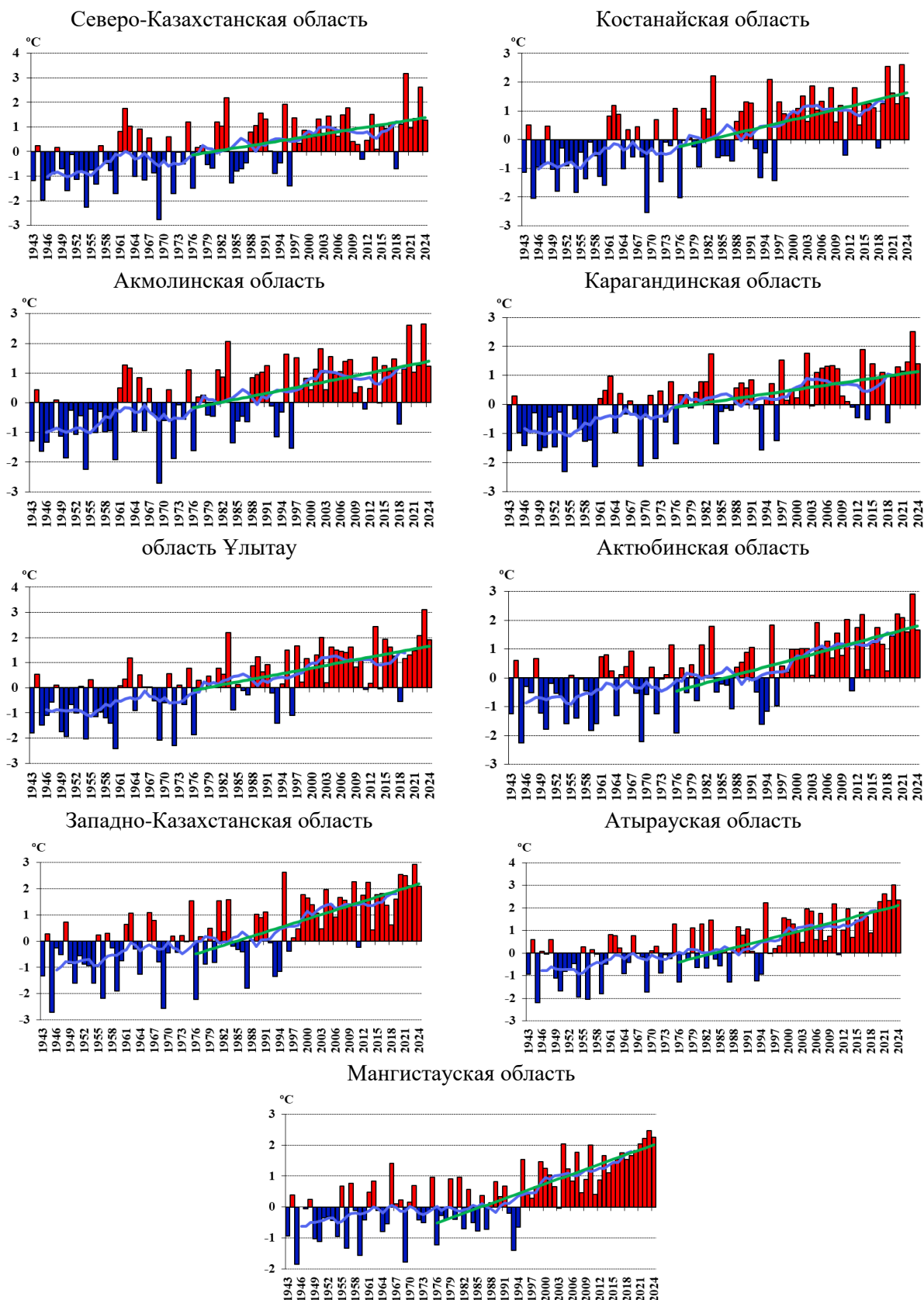


Рисунок 2.15 – Временные ряды аномалий годовых температур воздуха (°C), осредненных по областям Казахстана за период 1941–2024 гг. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961–1990 гг. Линейный тренд за период 1976–2024 гг. выделен зеленым цветом. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Лист 2

В **весенний** сезон наблюдается наиболее интенсивная тенденция к потеплению во всех областях Казахстана (таблица 2.4). Диапазон средней скорости повышения температуры воздуха по областям составляет от 0,47 °C/10 лет (Мангистауская область) до 0,90 °C/10 лет (Кызылординская область) при 20–42 % объясненной дисперсии. Очаги наиболее интенсивного потепления наблюдаются в восточной части Мангистауской, юго-восточной части Актюбинской, в Кызылординской, Ұлытау, Павлодарской областях и области Абай (0,73–1,00 °C/10 лет) (рисунок 2.16). Наименьшая скорость потепления весеннего периода наблюдается в прибрежной части Каспийского моря, в горных и предгорных районах юга, юго-востока и Жайсанской (Зайсанской) котловины, крайние северные и северо-западные районы (0,47–0,62 °C/10 лет). На всех метеостанциях страны тенденции статистически значимы. В среднем по территории Казахстана скорость повышения температуры воздуха составляла 0,66 °C/10 лет (вклад трендовой составляющей 35 %). Оценки тренда значимы на 1 %-ом уровне.

Таблица 2.4 – Характеристики линейного тренда аномалий температуры приземного воздуха, осреднённых по территории Казахстана и его областей за период 1976–2024 гг.

Регион/область	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	a	D	a	D	a	D	a	D	a	D
Казахстан	0,36	36	0,26	3	0,66	35	0,25	24	0,28	9
Абай	0,29	18	0,07	0	0,70	32	0,20	16	0,18	3
Алматинская	0,34	41	0,25	4	0,64	38	0,29	32	0,19	6
Акмолинская	0,33	21	0,20	1	0,66	25	0,07	1	0,32	7
Актюбинская	0,47	38	0,40	5	0,67	23	0,35	15	0,42	14
Атырауская	0,52	46	0,52	10	0,58	28	0,53	42	0,43	18
Восточно-Казахстанская	0,32	20	0,15	1	0,67	29	0,23	17	0,21	4
Жамбылская	0,33	34	0,28	3	0,63	36	0,26	27	0,17	4
Жетісу	0,30	29	0,19	2	0,62	33	0,25	28	0,15	3
Западно-Казахстанская	0,56	43	0,50	7	0,62	23	0,56	29	0,50	22
Карагандинская	0,26	17	0,14	1	0,69	31	0,07	2	0,13	1
Костанайская	0,39	28	0,27	2	0,64	21	0,19	5	0,43	12
Кызылординская	0,50	41	0,45	5	0,90	42	0,35	30	0,29	8
Мангистауская	0,53	59	0,47	15	0,47	27	0,65	55	0,51	27
Павлодарская	0,28	15	0,06	0	0,69	29	0,10	2	0,27	5
Северо-Казахстанская	0,31	19	0,15	1	0,57	20	0,08	1	0,40	11
Туркестанская	0,37	46	0,36	6	0,59	37	0,30	28	0,23	7
Ұлытау	0,37	26	0,25	2	0,82	35	0,16	8	0,23	4

Примечание: 1. *a* – коэффициент линейного тренда, °C/10 лет;

2. *D* – коэффициент детерминации, %;

3. «жирным» шрифтом выделены статистически значимые тенденции на 5 % уровне.

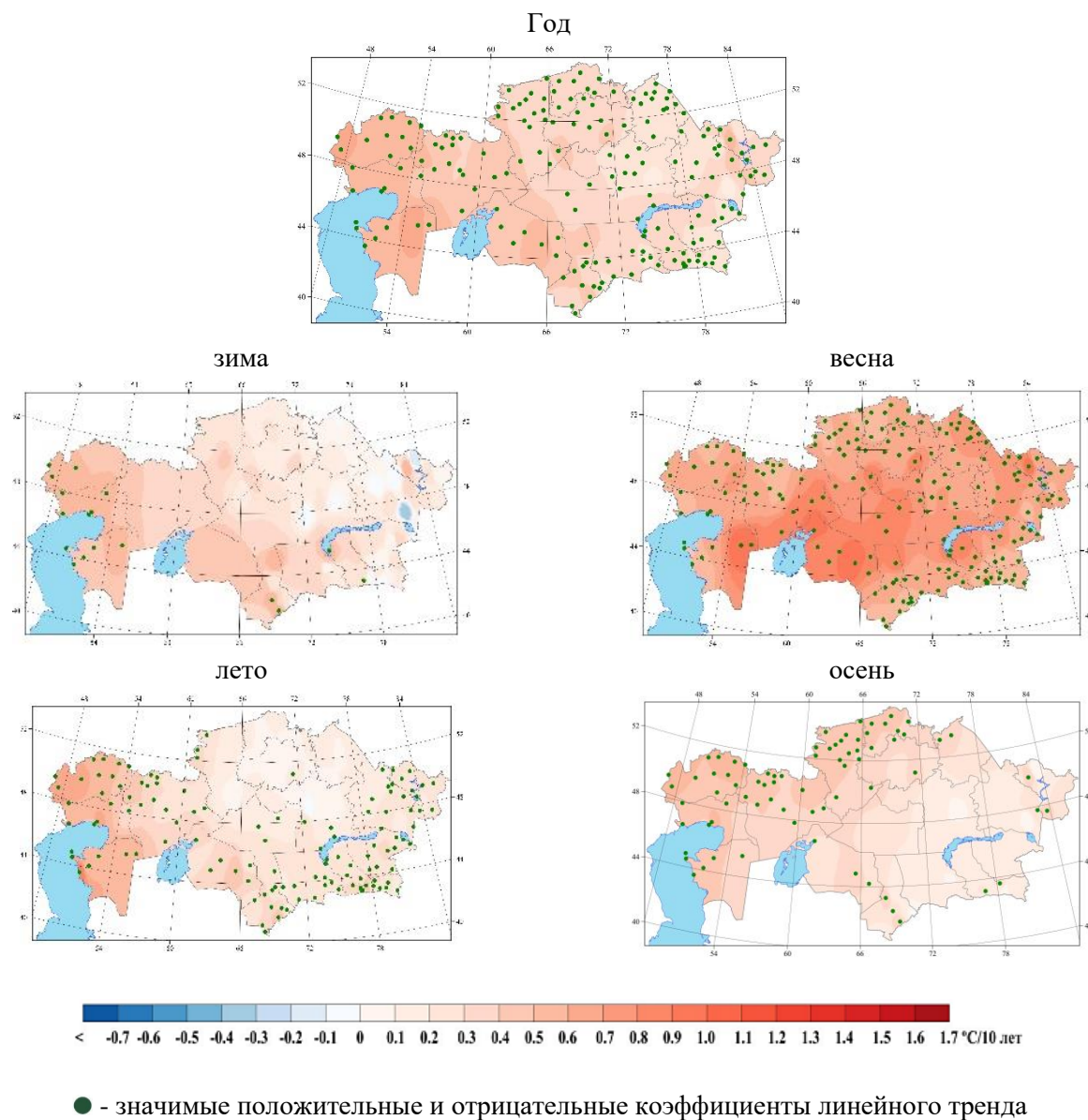


Рисунок 2.16 – Пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда средней годовой и сезонной температуры приземного воздуха (°C/10 лет), рассчитанного по данным наблюдений за период 1976–2024 гг.

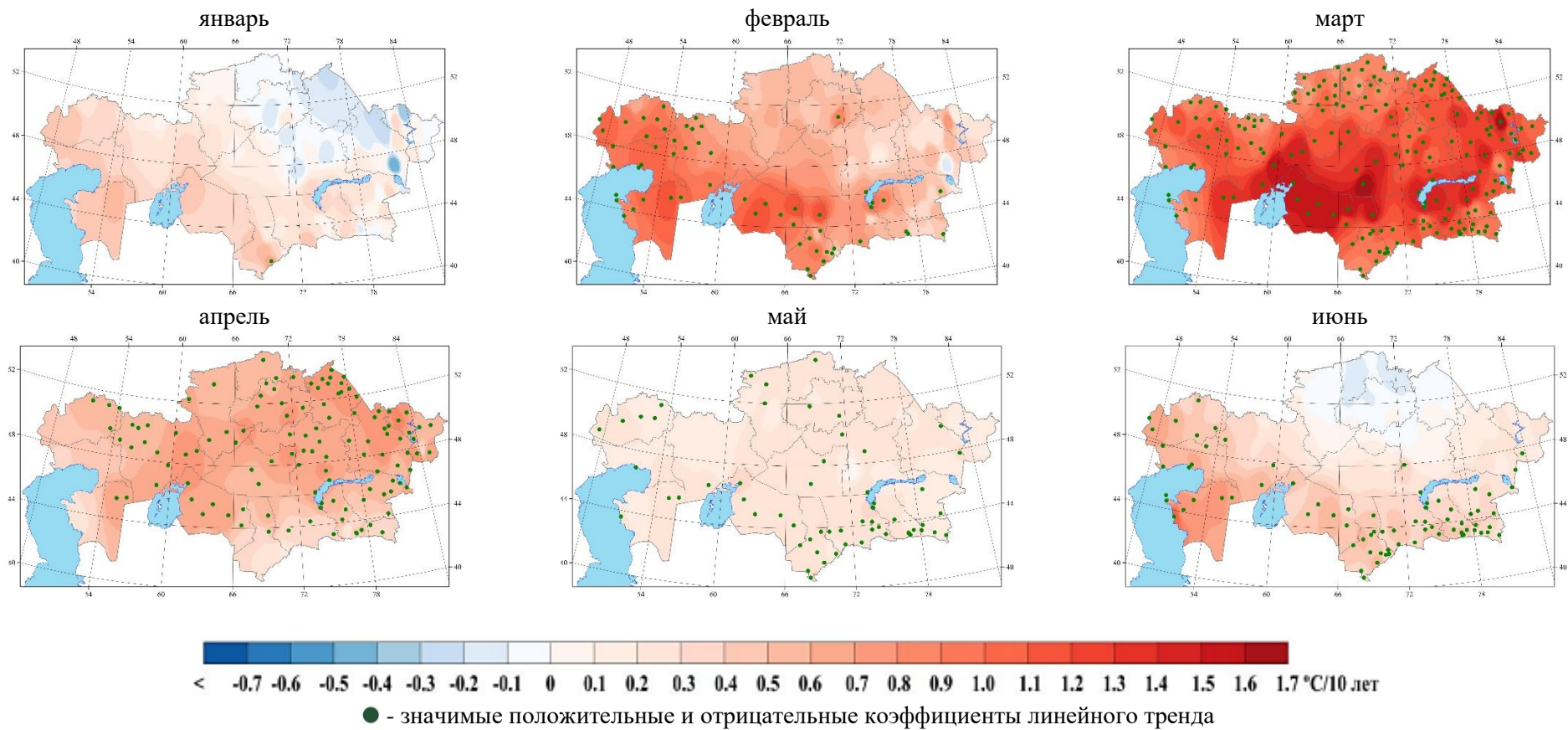


Рисунок 2.17 – Пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда средней месячной температуры приземного воздуха (°C/10 лет), рассчитанного по данным наблюдений за период 1976–2024 гг. Лист 1

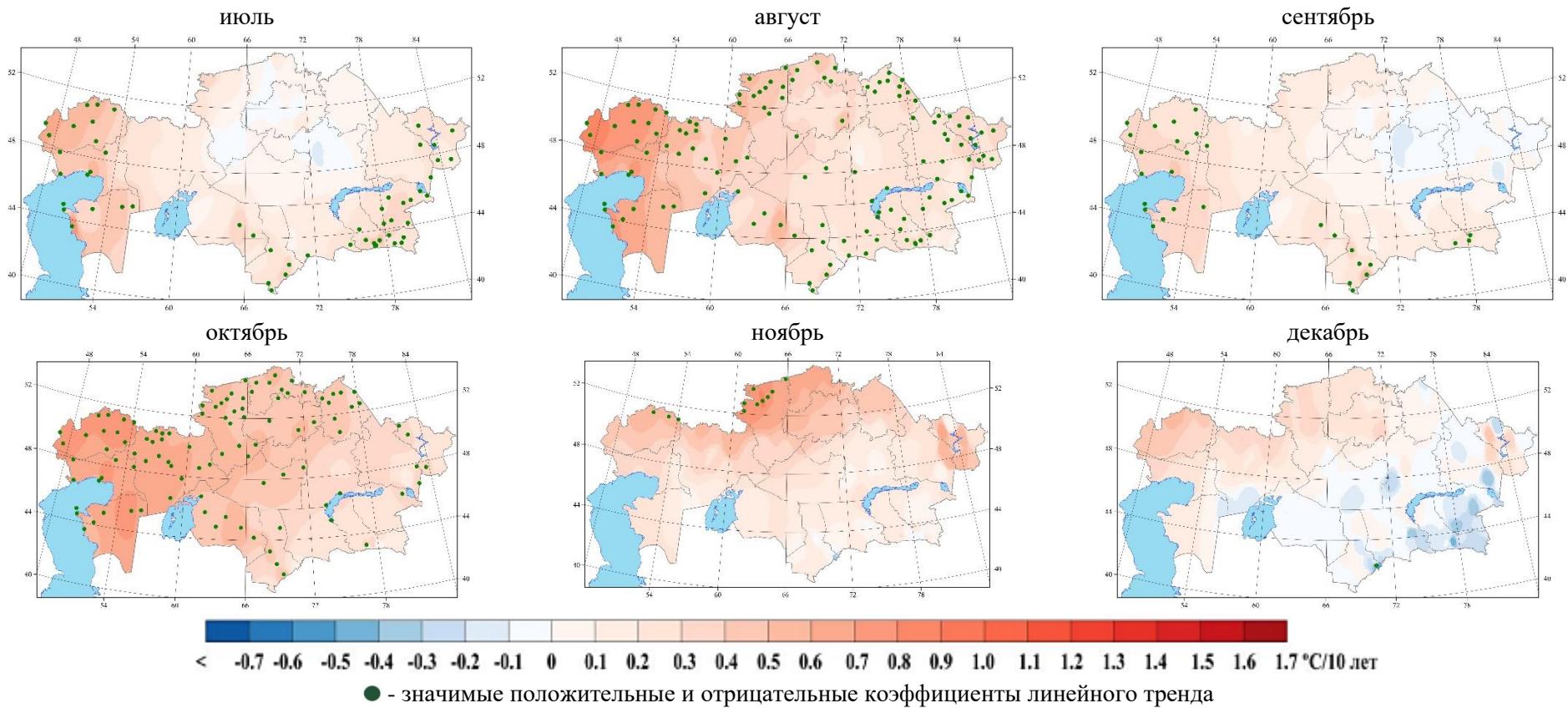


Рисунок 2.17 – Пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда средней месячной температуры приземного воздуха (°C/10 лет), рассчитанного по данным наблюдений за период 1976–2024 гг. Лист 2

Наибольшая и статистически значимая по данным всех станций скорость увеличения температуры воздуха в весенний период отмечена в *марте* (на 0,72–1,76 °C/10 лет), рисунок 2.17. В *апреле* и *мае* тенденция значительного повышения температуры воздуха наблюдалась также на всей территории республики. В апреле статистически достоверные темпы роста прослеживаются, в основном, в восточной части Карагандинской области, в восточном регионе страны и на юго-востоке примерно от 70° в. д (в диапазоне от 0,35 до 0,91 °C/10 лет), в мае – в противоположной части (севере, северо-западе, западе, юго-западе и юге) республики (в пределах от 0,36 до 0,87 °C/10 лет).

Летом в среднем по Казахстану температура воздуха сезона повышается на 0,25 °C/10 лет (коэффициент детерминации 24 %, таблица 2.4). Наиболее значительные темпы повышения температуры воздуха отмечается в западных и местах в южных областях – на 0,30–0,65 °C/10 лет. Менее интенсивное потепление наблюдается в большинстве южных и юго-восточных областях Казахстана, где температуры воздуха летнего сезона имеют тенденцию повышаться на 0,25–0,30 °C/10 лет (рисунок 2.16). Тренды здесь описывают от 27 до 32 % дисперсии временных рядов. В северных, северо-восточных и центральных регионах тенденции практически отсутствуют (0,0–0,1 °C/10 лет) – доля трендовой составляющей в общей дисперсии ряда в этих регионах практически нулевая, хотя сохраняется положительный знак тренда. В некоторых районах центрального региона выделяются области, где в среднем за период 1976–2024 гг. температура даже уменьшилась и скорость похолодания в этих областях достигает –0,1 °C/10 лет.

В *июне* и *июле* тенденция к незначительному похолоданию наблюдается в северных, северо-восточных и центральных районах (максимум до 0,26 °C/10 лет, рисунок 2.17). В некоторых западных, юго-западных, южных и юго-восточных регионах страны наблюдались статистически значимые темпы роста приземной температуры воздуха на 0,13–0,84 °C/10 лет. В *августе* в большинстве регионов Казахстана отмечается статистически значимые положительные тенденции температуры воздуха в диапазоне от 0,12 до 0,73 °C/10 лет. Наибольшая скорость роста температуры воздуха в августе месяце отмечается в западном регионе.

Осенью тенденция к потеплению отмечается во всех областях Казахстана. В среднем по территории Казахстана сезонная температура повышается на 0,28 °C/10 лет (коэффициент детерминации 9 %, таблица 2.4). Наиболее значительные темпы повышения температуры наблюдаются в западных и северных областях – на 0,32–0,50 °C/10 лет, при этом доля объясненной трендом дисперсии составляет 7–27 %. В центральных, некоторых южных и восточных регионах тенденции к потеплению практически отсутствуют – хотя знак тренда положительный, но доля трендовой составляющей в общей дисперсии ряда не более 5 %. Следует отметить, что за период 1976–2024 гг. в осенний период средняя скорость потепления немного увеличилась во всех областях и в среднем по территории страны, а также тренды стали статистически значимы на 5 % уровне в целом по стране и еще в трех областях: Акмолинской, Кызылординской и Туркестанской. Также необходимо отметить, что летом максимальные и значимые тенденции наблюдались в западных, южных и юго-восточных регионах, а осенью – в западных и северных (рисунок 2.16). То есть в западных регионах страны во все сезоны года наблюдалось значительное потепление климата.

В **сентябре** на большей части территории республики происходит потепление, в некоторых южных и западных регионах страны наблюдались статистически значимые темпы

роста приземной температуры воздуха на 0,15–0,46 °C/10 лет (рисунок 2.17). В центральных, некоторых восточных регионах тенденции практически отсутствуют, хотя знак тренда положительный, но доля трендовой составляющей в общей дисперсии ряда не более 4%. В некоторых районах восточного и центрального регионов наблюдались очаги с незначительным похолоданием до –0,18 °C/10 лет.

В **октябре** потепление происходило на всей территории Казахстана, статистически значимые положительные тенденции температуры воздуха в интервале от 0,32 до 0,83 °C/10 лет прослеживаются в западном и северном регионах, местами на юге – в Кызылординской и Туркестанской областях.

В **ноябре** положительные тенденции (в диапазоне 0,21–0,85 °C/10 лет) охватывали северную половину Казахстана, включая восточный регион, но в большинстве случаев незначимы, и только на 11 метеостанциях Аксай, Уральск и Чингирлау (Западно-Казахстанская область) и Аршалинский з/свх, Житикара, Карабалык, Костанай, Михайловка, Пресногорьковка, Рудный, Тобол (Костанайская область) тенденция статистически значима на 5 % уровне. В ноябре месяце область, где потепление практически отсутствовало (0,0–0,1 °C/10 лет), также имелись некоторые районы с отрицательными тенденциями (от –0,0 до –0,42 °C/10 лет), охватывающая южный, юго-восточный и центральный регионы страны, только на метеостанции Шуылдак в Туркестанской области наблюдается наиболее значительная отрицательная тенденция, но статистически незначимая (–0,42 °C/10 лет).

2.3 Тенденции в экстремумах температуры приземного воздуха

Изменяются не только средний уровень температуры воздуха и количества осадков, меняются также другие характеристики режимов этих основных элементов климата, в том числе частота и интенсивность экстремумов. Таким образом, изменение климата может воздействовать практически на все сферы жизнедеятельности человека, на физические и химические процессы в биосфере.

Корректная оценка воздействий изменения климата должна иметь выраженный региональный и даже локальный характер, поскольку как изменения климата, так и уязвимость систем, а также возможности адаптаций, существенно зависят от физико-географических, экономических и демографических особенностей регионов, которые в этом отношении имеют свою специфику.

Повышение температуры воздуха ведет к сдвигам сроков фенологических событий у растений и животных, границ растительных зон, в основном – к северу и вверх в горных районах, а также к изменениям структуры экосистем.

На всей территории республики наблюдается увеличение продолжительности вегетационного периода (индекс GSL, рисунок 2.18) на 1–6 суток/10 лет. Статистически значимое увеличение на 3–6 суток за 10 лет прослеживается по данным большинства станций Западно-Казахстанской, Актыубинской, Кызылординской, Туркестанской, Жамбылской, Алматинской, Карагандинской, Жетісу, Абай и Восточно-Казахстанской областей. Здесь и далее на рисунках красными или зелеными кружками выделены пункты, по данным которых коэффициенты тренда статистически значимы на 5 %-м уровне. Наименьшее увеличение продолжительности вегетационного периода отмечалось в северных и северо-восточных регионах. Наиболее значимое увеличение продолжительности вегетационного периода наблюдалось на метеорологической станции Шардара в Туркестанской области и составило 6 суток/10 лет.

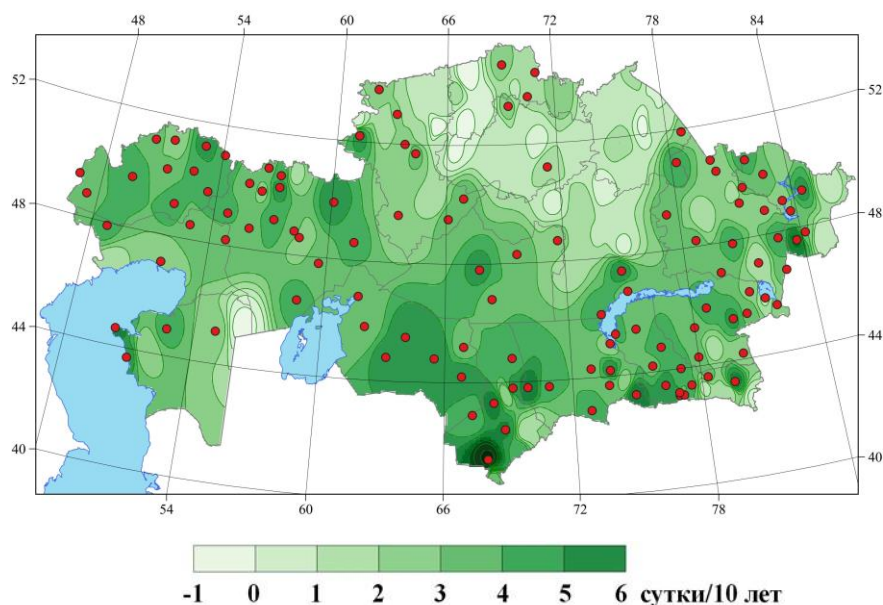


Рисунок 2.18 – Темпы изменения продолжительности вегетационного сезона (сутки/10 лет) в период 1961–2024 гг. (индекс GSL)

Кроме увеличения продолжительности вегетационного периода, по всей территории Казахстана наблюдается статистически значимое увеличение суммы температур в период вегетации (*индекс GDDgrow10*, рисунок 2.19). В южной и западной частях территории страны рост суммы температур значительно выше, чем в северной и восточной частях. Наибольшее статистически значимое увеличение, более чем на 100 градусо-дней/10 лет, прослеживается по данным большинства станций юго-западной части Западно-Казахстанской, Атырауской, Мангистауской, Актыубинской, Кызылординской, Туркестанской, Жамбылской и Алматинской областей.

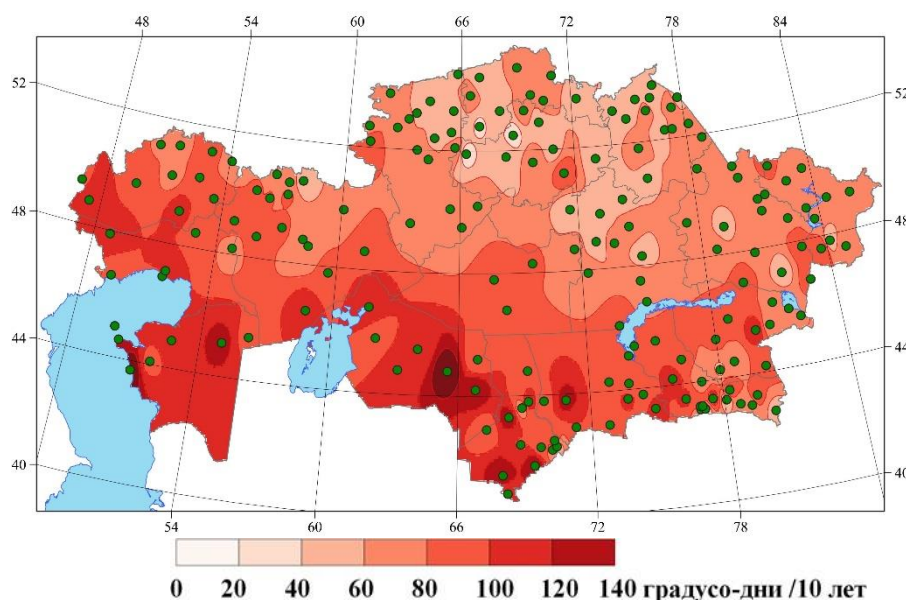


Рисунок 2.19 – Темпы изменения суммы температур в период вегетации (градусо-дни/10 лет) в период 1961–2024 гг. (*индекс GDDgrow10*)

Повышается не только средний уровень температуры воздуха, но и увеличивается повторяемость высоких летних температур. В условиях жаркого и засушливого лета в южных регионах Казахстана это оказывает негативное воздействие не только на растительность, но и на организм человека и животных. Например, практически повсеместно увеличивается число дней с температурой выше 30 °C, особенно заметно в западных и южных регионах страны – на 4–7 дней за 10 лет (*индекс TXge30*, рисунок 2.20). Наибольшая скорость увеличения повторяемости высоких летних температур наблюдалась на метеорологических станциях Актау (7,3 суток/10 лет, Мангистауская область) и Арал Тенизи (6,7 суток/10 лет, Кызылординская область).

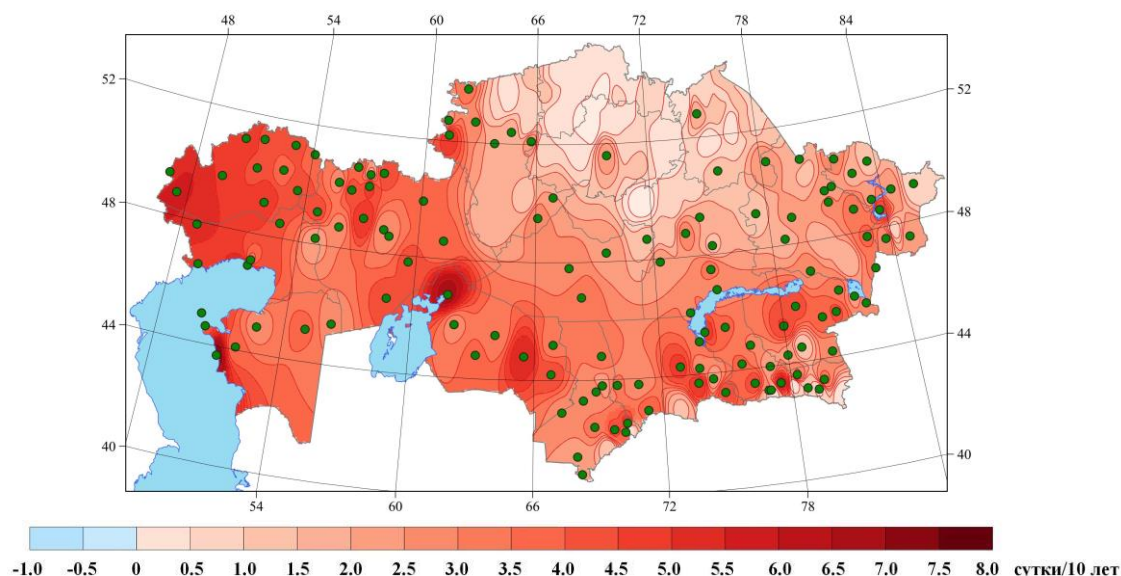


Рисунок 2.20 – Темпы изменения количества суток, когда максимальная суточная температура равна или выше 30 °C (сутки/10 лет) в период 1961–2024 гг. (индекс TX_{ge30})

На большей части территории республики наблюдается статистически значимая положительная тенденция общей продолжительности всех волн жары в теплый период (волна жары – это три и более суток подряд, когда коэффициент избытка тепла имеет положительное значение, индекс HWF/ENF , рисунок 2.21). Наибольшая статистически значимая положительная тенденция (более 6–9 суток/10лет) наблюдалась на 3 метеорологических станциях: Актау (8 суток/10 лет) в Мангистауской, Казыгурт и Кызылорда (6 суток/10 лет) в Туркестанской и Кызылординской областях, соответственно.

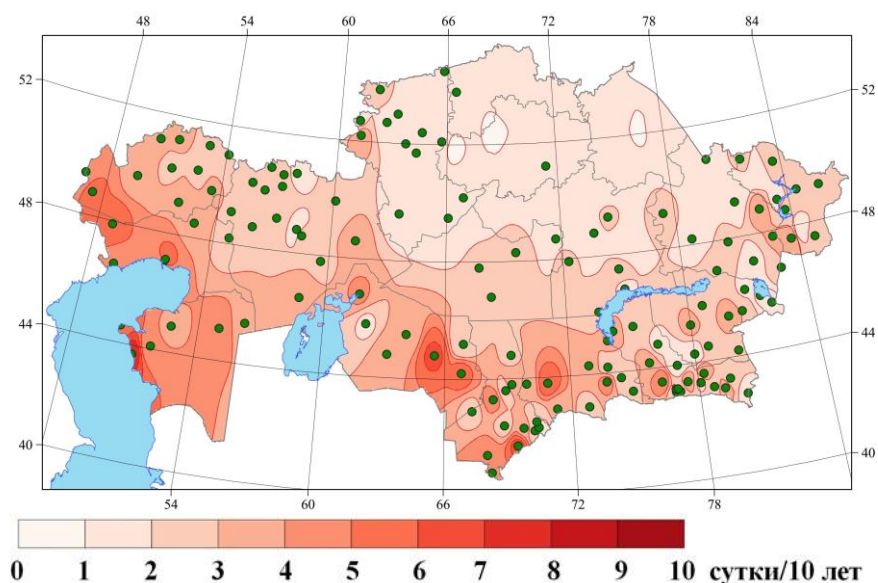


Рисунок 2.21 – Темпы изменения общей продолжительности волн тепла в теплый период (сутки/10лет) в 1961–2024 гг. (индекс HWF/ENF)

Почти по всей территории республики наблюдается незначительная тенденция к увеличению количества отдельных волн жары в теплый период (*индекс HWN*, рисунок 2.22). На станциях южных и юго-западных областей таких волн становится наполовину больше в среднем через каждые 10 лет.

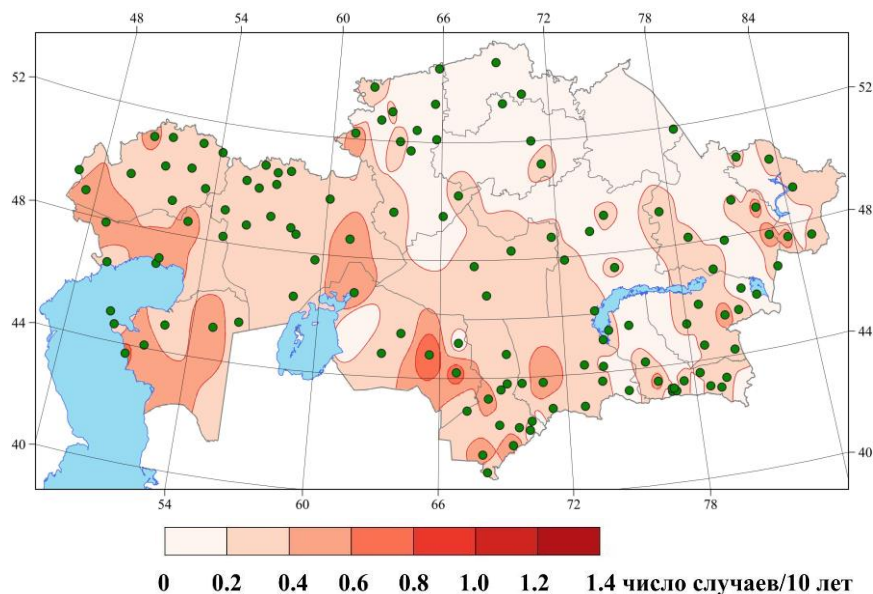


Рисунок 2.22 – Темпы изменения количества волн жары в теплый период (число случаев/10лет) в 1961–2024 гг. (*индекс HWN*)

Повсеместно увеличивается *продолжительность максимальной волны жары в теплый период* (*индекс HWD*, рисунок 2.23), в западных и южных регионах волна удлиняется более чем на один день в среднем за каждые 10 лет. А в северных регионах, напротив, наблюдается её сокращение на 0,2 и ниже за 10 лет.

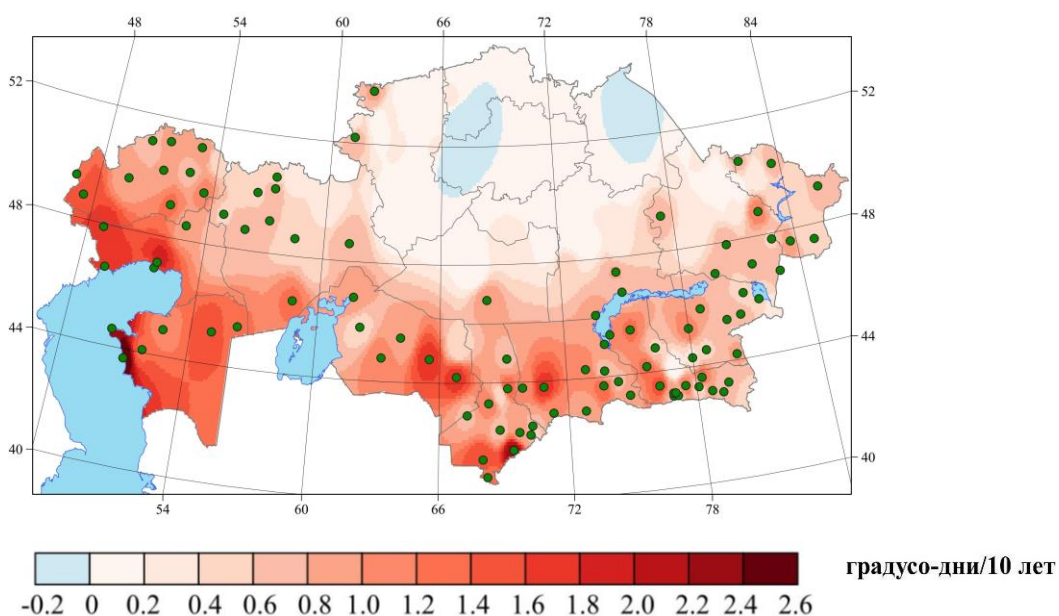


Рисунок 2.23 – Темпы изменения максимальной продолжительности волн тепла в теплый период (сутки/10лет) в 1961–2024 гг. (*индекс HWD*)

Повышение температуры воздуха во все сезоны года ведет к увеличению *общей за год продолжительности волн тепла* (когда, как минимум, 6 последовательных дней суточная максимальная температура воздуха была выше 90-го перцентиля, *индекс WSDI*) на всей территории республики (рисунок 2.24). В северных районах и в некоторых центральных, южных и восточных регионах увеличение составляет на 1–3 суток/10лет. Наиболее существенное увеличение (на 3–6 суток/10лет) наблюдается на западной половине страны.

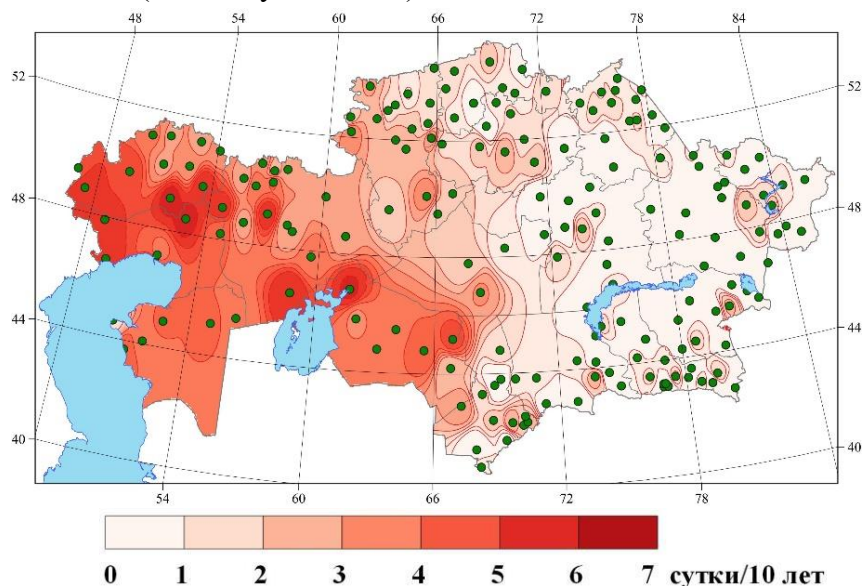


Рисунок 2.24 – Темпы изменения общей за год продолжительности волн тепла (сутки/10лет) в период 1961–2024 гг. (индекс WSDI)

Следствием повышения температуры воздуха в большинство месяцев теплого времени года является увеличение *дефицита холода*, или необходимости поддержания в помещении благоприятной температуры, в данном случае пороговое значение составляет 23 °С (*индекс CDDcold23*, рисунок 2.25). Лишь на севере и северо-востоке республики существуют небольшие очаги с некоторым уменьшением дефицита холода. На остальной территории страны наблюдается увеличение дефицита холода, в западных регионах, на юго-западе и юге скорость увеличения дефицита холода более 15 °С каждые 10 лет. Максимум увеличения дефицита холода наблюдается на западных и южных регионах страны (30–60 °С/10 лет).

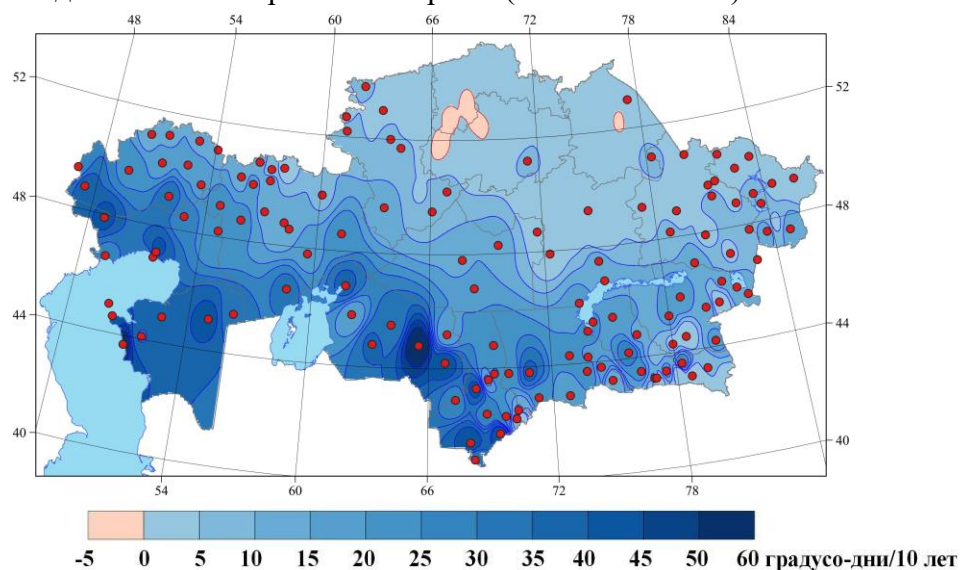


Рисунок 2.25 – Темпы изменения дефицита холода (градусо-дни/10лет) в период 1961–2024 гг. (индекс CDDcold23)

Во многих регионах Казахстана увеличивается значение суточного минимума температуры, примерно в половине случаев — более быстрыми темпами по сравнению с ростом суточного максимума. На рисунке 2.26 представлено *изменение количества суток, когда минимальная температура $\geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (индекс TR, количество тропических ночей)*. За последние более чем 60 лет в Казахстане прослеживается в основном увеличение количества таких суток, максимально в западных и юго-западных регионах страны (от 4 суток/10 лет и более). В Мангистауской, Атырауской, Кызылординской и Туркестанской областях количество тропических ночей достигало от 6 суток/10 лет и более.

Таким образом, здесь значительно ухудшаются условия для ночного отдыха организма человека от дневной жары, которая, как показано выше, тоже усиливается.

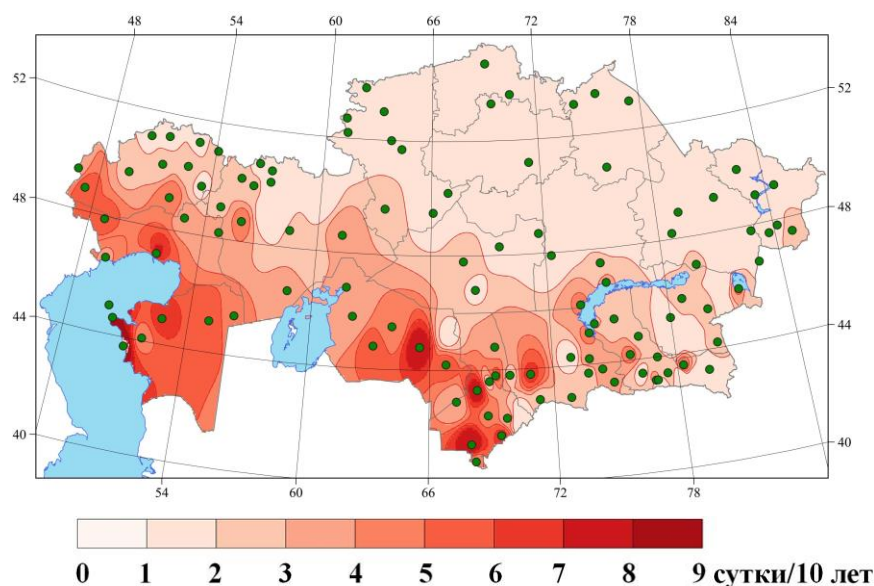


Рисунок 2.26 – Темпы изменения количества тропических ночей (сутки/10лет) в период 1961–2024 гг. (индекс TR)

Как следствие повышения температуры воздуха, по всей территории Казахстана сокращается количество суток в году, когда суточная минимальная температура равна или опускается ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (сутки с заморозком, индекс *FD0*, рисунок 2.27) и ниже минус $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (жесткие заморозки, индекс *TNltm2*, рисунок 2.28). Скорость сокращения варьирует по территории, в основном, от 0 до 4 суток/10лет, местами скорость сокращения выше 5–6 суток за 10 лет.

На территории республики практически повсеместно сокращается количество дней с очень жесткими морозами (когда суточный минимум температуры воздуха ниже минус $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, индекс *TNltm20*, рисунок 2.29). Существенное сокращение числа таких суток наблюдается в северо-западных и центральных регионах, а также в Прибалкашском районе — на 2–3 суток/10 лет. В некоторых районах Восточно-Казахстанской области повторяемость суток с очень жесткими морозами уменьшается более значительными темпами – на 4–5 суток/10лет.

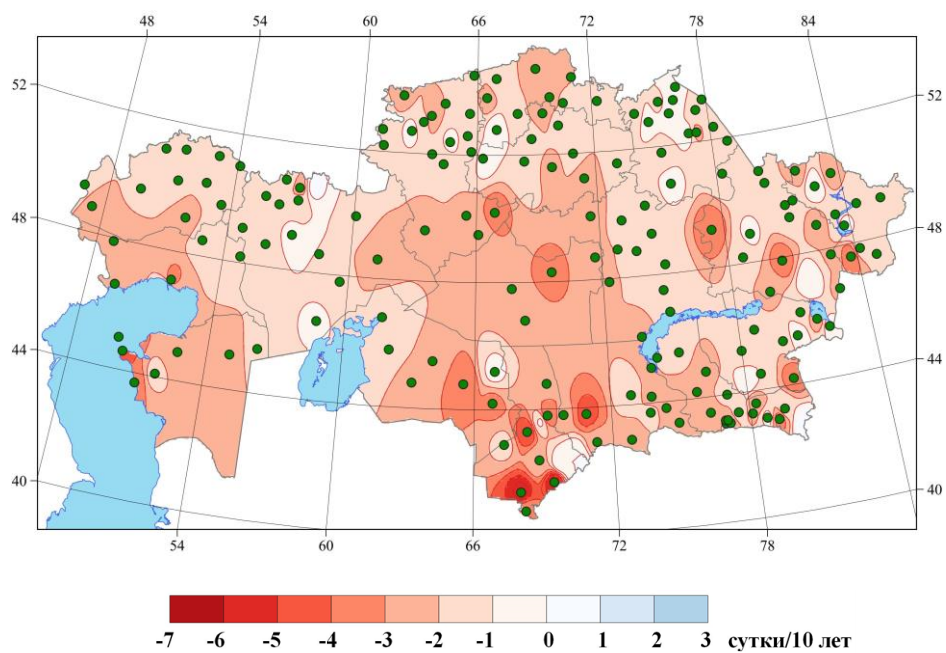


Рисунок 2.27 – Темпы изменения количества суток с заморозком (сутки/10лет)
в период 1961–2024 гг. (индекс FD0)

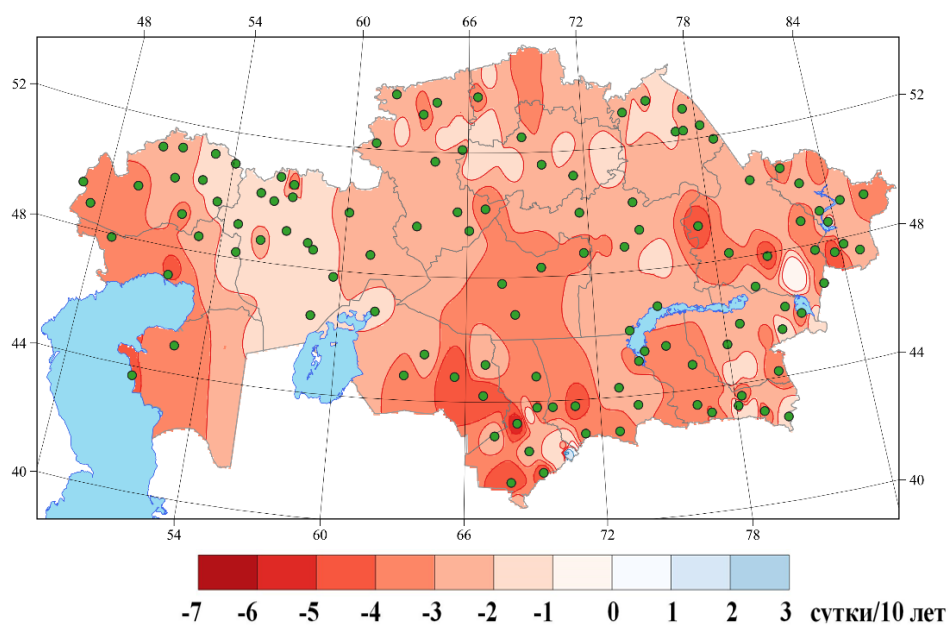


Рисунок 2.28 – Темпы изменения количества суток с жесткими заморозками (сутки/10лет)
в период 1961–2024 гг. (индекс TNltm2)

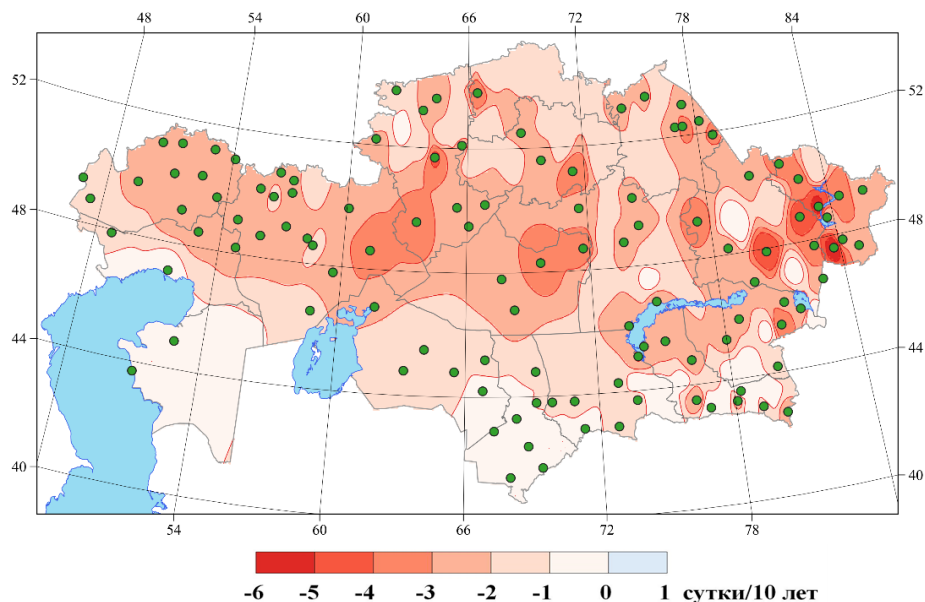


Рисунок 2.29 – Темпы изменения количества суток с очень жесткими морозами (сутки/10лет) в период 1961–2024 гг. (индекс *TNltm20*)

Сокращение количества дней с отрицательными температурами приводит к повсеместному сокращению *дефицита тепла в холодный период года* (рисунок 2.30). Здесь, за пороговое значение температуры воздуха, которую желательно поддерживать в помещении, принята температура 23 °С. На большей части территории Казахстана диапазон сокращения дефицита тепла находится в пределах 60–100 градусо-дней за каждые 10 лет. Сокращение дефицита тепла на большей части северного и восточной части центральных регионов составляет до 40 градусо-дней за каждые 10 лет, но в некоторых районах этих регионов сокращение дефицита тепла отсутствует. Наибольшие изменения зафиксированы локально на западе, юго-западе и в ряде районов восточного Казахстана, где сокращение дефицита тепла достигает 130–160 градусо-дней/10 лет.

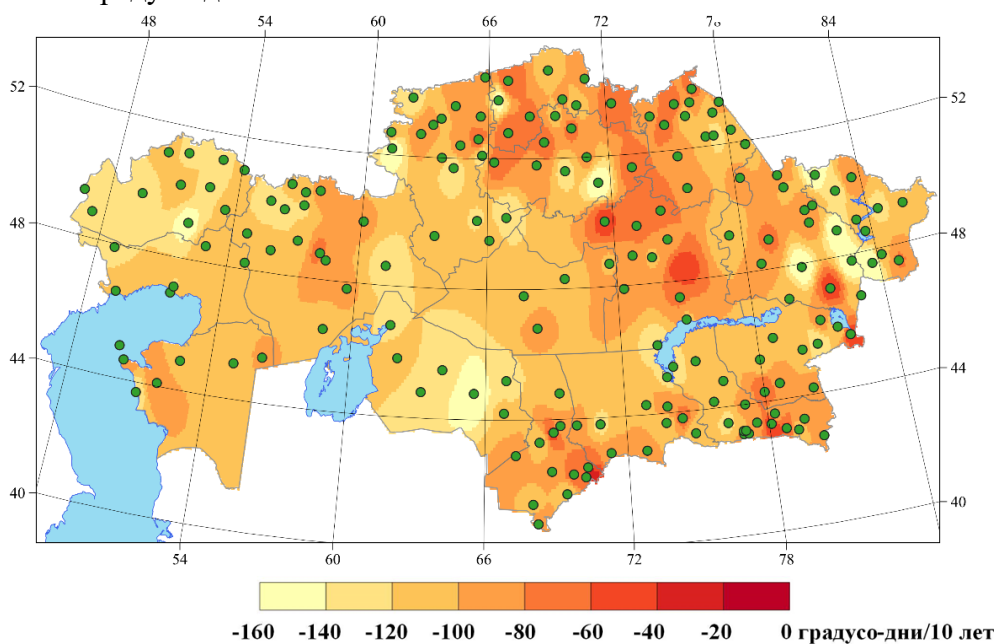


Рисунок 2.30 – Темпы изменения дефицита тепла (градусо-дни/10лет) в период 1961–2024 гг. (индекс *HDDheat23*)

3 АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ

Для описания климатических условий, наблюдавшихся в 2024 г., включая оценку экстремальности режима атмосферных осадков и анализ изменений климата, использовались данные о месячных и суточных суммах осадков, полученные примерно с 190 метеорологических станций из Республиканского гидрометеорологического фонда РГП «Казгидромет». Годовые, сезонные и месячные суммы осадков выражены в миллиметрах либо в процентах от нормы 1961–1990 гг. В таблице 3.1 приведены значения аномалий годовых и сезонных сумм осадков, а в таблице 3.2 – аномалии месячных сумм осадков, наблюдавшихся в 2024 году и осреднённых по территории Казахстана и его областям. Для каждого значения аномалии рассчитаны вероятности превышения за период 1941–2024 гг., характеризующие частоту появления соответствующих величин в ряду наблюдений. Аномалии осадков, занявшие первые или последние пять позиций в ранжированном по убыванию ряду, выделены жирным шрифтом.

3.1 Аномалии количества осадков в 2024 году

В 2024 году средняя по территории Казахстана годовая сумма атмосферных осадков была выше нормы и составила 123,3 % нормы, или 391,8 мм (6-й ранг, вероятность превышения – 93 %). В 8 областях страны количество осадков соответствовало климатической норме, в то время как в 9 областях зафиксировано превышение нормы более чем на 120 %, при этом дефицит осадков отмечался только локально. Максимальное превышение годовых сумм осадков наблюдалось на территории Павлодарской, Акмолинской и Северо-Казахстанской областей: здесь годовая сумма составила 133–155 % нормы, а средняя высота осадков достигла 448,8–504,8 мм. По критериям экстремальности такие показатели отнесены к 5 % самых влажных лет (таблица 3.1).

На большей части территории Казахстана в 2024 году выпало осадков либо около нормы, либо больше нормы (рисунок 3.1). Очаги максимальных значений осадков относительно климатической нормы расположились в северных (140–184 % нормы), восточных (135–161 %), южных (140–176 %), а также в центральных (131–154 %) регионах и в районе озера Балхаш (168–178 %). Кроме того, значительное превышение годовой суммы осадков зафиксировано в большинстве районов Актюбинской области (122–173 %). Наибольший дефицит осадков (35–44 % нормы) отмечался в южной части Костанайской области, а также локально в южной части Кызылординской области, на юго-западе Туркестанской и юго-востоке Жамбылской областей (54–73 % нормы).

На метеостанции Амангельды (Костанайская область) годовая сумма осадков составила 83,4 мм, что отнесло 2024 год к числу 5 %-х экстремально сухих лет. На метеостанции Торгай (также Костанайская область) год вошёл в 10 %-е экстремально сухих (рисунок 3.1). По данным 70 метеостанций, расположенных в западных, северо-западных, центральных, восточных и юго-восточных регионах, зафиксированы 10 %-е экстремумы осадков; при этом на 54 станциях фиксировались 5 %-е экстремумы, что указывает на экстремально влажные условия. При этом из них на 20 МС установлены рекордные значения максимального количества годовых сумм осадков (Приложение 2).

Таблица 3.1 - Регионально осредненные средние годовые (январь-декабрь) и сезонные аномалии осадков в 2024 гг.: **vR** – отклонения от средних многолетних за 1961-1990 гг., мм/сезон; **P(r ≤ R₂₀₂₄)** – вероятность неперевышения (в скобках), рассчитанная по данным за период 1941–2024 гг. в %; **RR** – отношение R₂₀₂₄ к норме в %

Регион/область	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	vR (P)	RR	vR (P)	RR	vR (P)	RR	vR (P)	RR	vR (P)	RR
Казахстан	74,1 (93)	123,3	35,1 (100)	155,5	18,4 (79)	121,0	32,4 (87)	136,8	5,0 (72)	106,3
Абай	86,8 (93)	130,2	36,1 (97)	162,9	1,2 (54)	101,7	35,3 (80)	140,8	9,3 (72)	112,4
Алматинская	86,7 (85)	118,0	35,3 (93)	154,7	24,8 (69)	114,0	8,4 (60)	106,1	37,4 (90)	137,1
Акмолинская	177,2 (98)	154,5	66,9 (100)	240,8	50,2 (100)	172,5	76,3 (91)	158,7	11,5 (71)	114,6
Актюбинская	62,2 (83)	123,6	40,6 (98)	168,2	2,6 (51)	104,0	65,2 (98)	196,2	-16,7 (36)	76,9
Атырауская	35,8 (73)	123,8	32,5 (92)	203,4	19,5 (74)	151,6	-21,6 (20)	47,0	9,5 (73)	123,4
Восточно-Казахстанская	94,2 (91)	123,9	42,7 (97)	168,7	21,4 (71)	123,1	25,9 (73)	120,2	7,3 (69)	106,5
Жамбылская	19,8 (61)	106,5	29,2 (86)	139,8	-4,0 (51)	96,7	-1,2 (43)	96,9	16,9 (72)	122,9
Жетісу	55,6 (78)	114,5	37,4 (89)	151,2	14,8 (60)	112,5	4,3 (57)	104,7	13,7 (74)	113,6
Западно-Казахстанская	-0,4 (54)	99,9	36,0 (98)	154,9	4,4 (50)	107,6	1,5 (60)	101,9	-19,9 (31)	74,7
Карагандинская	76,7 (95)	130,1	25,0 (91)	149,3	7,2 (62)	111,1	38,8 (81)	150,1	3,4 (67)	105,5
Костанайская	24,2 (61)	108,3	32,2 (100)	165,9	1,8 (49)	103,1	43,9 (89)	140,9	-24,9 (18)	66,3
Кызылординская	35,4 (90)	125,0	0,2 (44)	100,5	24,3 (85)	149,4	9,2 (79)	148,4	2,2 (66)	106,7
Мангистауская ¹	22,3 (77)	115,6	-3,3 (44)	86,2	27,7 (92)	159,3	-25,2(18)	27,2	15,1 (81)	140,5
Павлодарская	156,0 (98)	153,3	39,0 (100)	187,1	55,2 (97)	200,4	48,7 (85)	140,4	33,0 (93)	145,6
Северо-Казахстанская	152,2 (98)	143,2	48,9 (100)	203,3	18,1 (75)	127,6	125,2 (98)	182,0	-14,6 (36)	83,3
Туркестанская	77,0 (79)	118,0	21,2 (65)	114,0	60,0 (83)	136,0	-0,2 (43)	99,0	18,1 (73)	119,0
Ұлытау	29,5 (73)	114,0	12,8 (83)	124,0	-0,6 (55)	99,0	13,5 (71)	125,0	14,6 (80)	129,0

Примечания: 1. для Мангистауской области оценка проводилась только по МС Форт Шевченко;

2. значения выше 95-го или ниже 5-го процентиля (соответственно влажные 95%-ные и сухие 5 %-ные экстремумы) выделены жирным шрифтом и ярким цветом;

3. значения выше 90-го или ниже 10-го процентиля выделены бледным цветом;

4. средние аномалии количества осадков получены осреднением данных 121 станций РК.

В среднем по территории Казахстана в зимний и летний периоды выпало соответственно 98 мм и 120 мм осадков, что составляет 155,5 % и 136,8 % климатической нормы за сезон. При этом зимний сезон занял первое место в ранжированном ряду наблюдений от самого влажного к самому сухому сезону, начиная с 1941 года. Весенний сезон 2024 года также характеризовался избыточным увлажнением: среднее количество осадков составило 105,7 мм, или 121 % нормы (это 18 самая влажная весна). Осенью в среднем по территории страны выпало 84,1 мм осадков, что соответствует 106,3 % климатической нормы (таблица 3.1).

На рисунке 3.1 показано территориальное распределение годового и сезонного количества осадков в 2024 году, выраженное в процентах нормы за период 1961– 1990 гг., а также приведены значения вероятностей неперевышения годовых и сезонных сумм осадков.

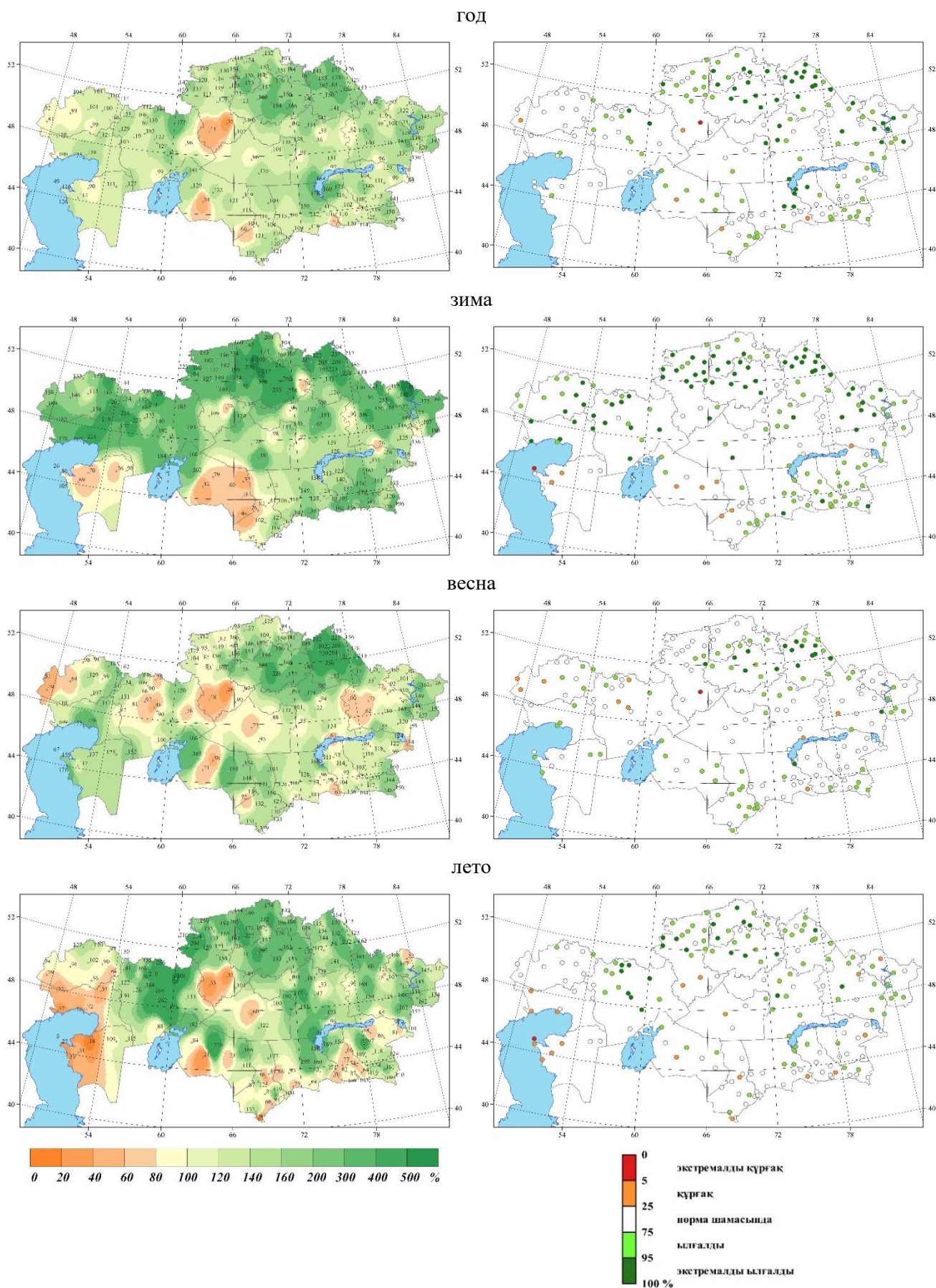


Рисунок 3.1 – Географическое распределение годового и сезонного количества осадков в 2024 г., выраженного в % нормы (слева), а также вероятности его непревышения (справа), рассчитанные за период 1961 – 2024 гг. Лист 1

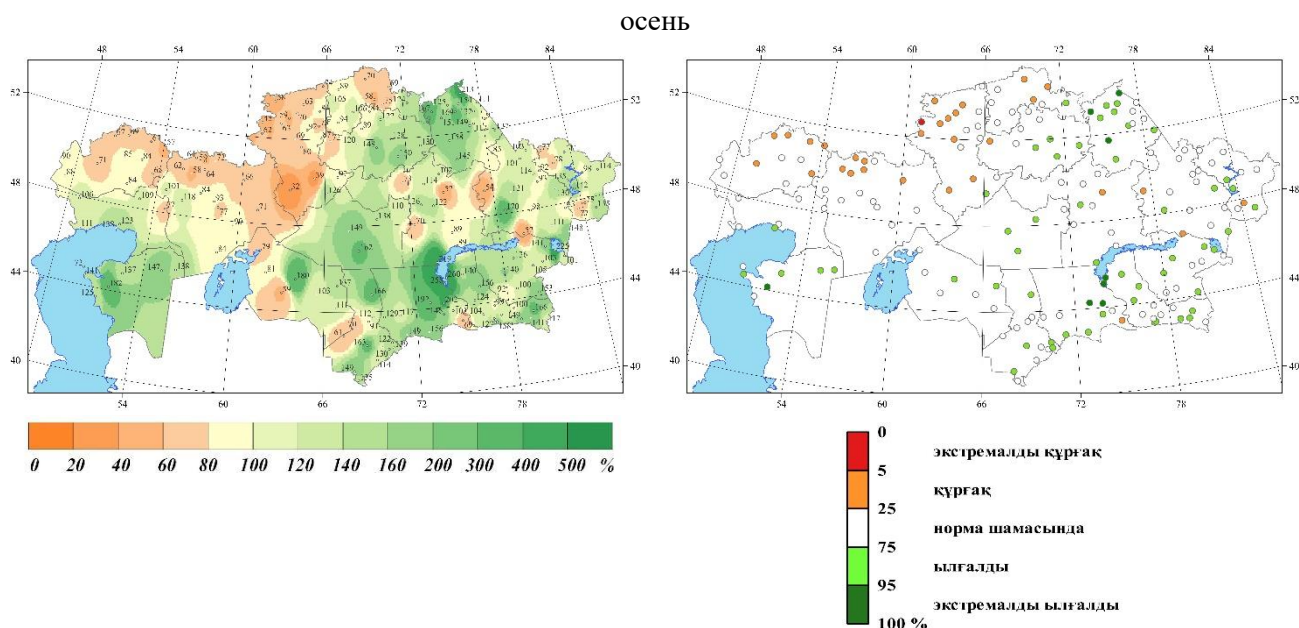


Рисунок 3.1 – Географическое распределение годового и сезонного количества осадков в 2024 г., выраженного в % нормы (слева), а также вероятности его непревышения (справа), рассчитанные за период 1961 – 2024 гг. Лист 2

На рисунке 3.2 представлено внутригодовое распределение количества атмосферных осадков в 2024 г., осредненных по территории Казахстана, а также среднее многолетнее месячное количество осадков за период 1961–1990 гг.

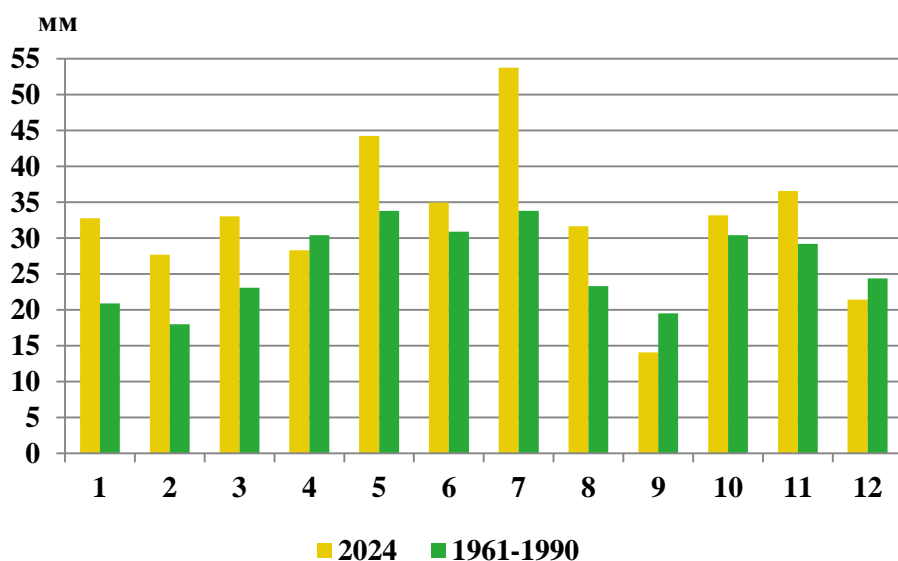


Рисунок 3.2 – Осредненные по территории Казахстана месячные суммы осадков в 2024 году и их нормы, рассчитанные за период 1961–1990 гг.

В большинстве месяцев 2024 года на территории Казахстана наблюдалось избыточное количество осадков (за исключением апреля, сентября и декабря) — в январе–марте, мае–августе и октябре–ноябре (рисунок 3.2). Январь 2024 года отличался экстремально влажным режимом: средний слой осадков по территории страны составил 32,8 мм или 156,8 % климатической нормы, что соответствует 96-му процентилю. Это четвертое по влажности значение в ряду наблюдений с 1941 года; рекордный максимум был зарегистрирован в 2014 году — 37,6 мм. В феврале выпало в среднем 27,7 мм (153,9 % нормы), а в июле — 53,8 мм (159,1 % нормы), что

позволило включить июль в десятку самых влажных месяцев (10 %-е экстремумы). Избыток осадков также наблюдались в марте (33,1 мм — 143,1 % нормы), в августе (31,7 мм — 135,8 % нормы), мае (44,3 мм — 130,9 % нормы) и ноябре (36,6 мм — 125,2 % нормы). Дефицит осадков отмечался в апреле, сентябре и декабре. В апреле среднее количество осадков составило 28,3 мм (93,1 % нормы), в декабре — 21,4 мм (87,8 % нормы), а в сентябре — 14,1 мм (72,3 % нормы), вероятности непревышения составили 42 %, 38 % и 26 % соответственно.

Зимой 2023/2024 гг. (декабрь 2023 г. — февраль 2024 г.) в среднем по территории Казахстана количество осадков составило 155,5 % климатической нормы и стало самым влажным зимним сезоном за весь период наблюдений с 1941 года (1 ранг) (таблица 3.1). На большей части страны наблюдалось превышение нормы более чем на 120 % (рисунок 3.1). В западных регионах осадков выпало 123–230 % нормы, в северных выпало 126 – 278 % нормы, в восточных — 121–354 % нормы, в центральных — 128–191 % нормы, в южных — 125– 195 % нормы, а также в отдельных районах северной части Кызылординской области — 162–168 % нормы. Согласно данным 104 метеостанций, расположенных на всей территории страны за исключением южных и юго-западных областей, зимний сезон вошёл в 5-и 10 %-е экстремально влажные по количеству осадков, из них на 30 метеостанциях зафиксированы рекордные значения максимального количества осадков. Наиболее крупные очаги дефицита осадков наблюдались в Мангистауской и Кызылординской областях (26–79 % нормы), а также локально на севере, востоке и юге страны. На метеостанции острова Кулалы (Мангистауская область) зимний период вошёл в 5 % самых сухих зим.

В **декабре 2023 г.** наблюдался избыток осадков, осреднённые по территории Казахстана относительные аномалии количества осадков составили 150 % климатической нормы за период 1961–1990 гг., что на 13,5 мм выше нормы (вероятность непревышения 92 %, таблица 3.2). На большей части страны наблюдалось значительное превышение нормы осадков (более 120 %), охватывающее западные регионы (130– 329 % нормы), северные (136–386 % нормы), большую часть восточных (137–227 % нормы) и горные районы юго- востока (129–239 %) (рисунок 3.3). На 39 % метеостанций, охватывающих территорию страны, зафиксировано экстремально большое количество осадков с вероятностью 90 и 95 % (экстремумы). По данным 9 метеостанций, расположенных во всех северных областях, а также в Актюбинской и Туркестанской областях, установлены новые рекорды по максимальному месячному количеству осадков (Приложение 2). Наибольшие очаги дефицита осадков наблюдались в Кызылординской (18– 58 % нормы) и Туркестанской (25–66 % нормы) областях, в районе Прибалкашья (46– 79 % нормы) и на значительной части восточных областей (24–70 % нормы), а также локально в отдельных районах Мангистауской области (63 % нормы). Согласно данным метеостанций Аксуат (3,5 мм, 24,5 % нормы) и Актогай (4,6 мм, 23,6 % нормы), расположенных в области Абай, декабрь вошёл в 5 % экстремально сухих месяцев.

Таблица 3.2 – Регионально осредненные месячные аномалии количества осадков в 2024 г., рассчитанные как отклонения от средних многолетних значений за 1961–1990 гг., (в мм), и вероятность превышения (в скобках), рассчитанная по данным за период 1941–2024 гг. и выраженная в %

Регион/ область	12 (2023)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Казахстан	13,5 (92)	11,9 (96)	9,7 (90)	10,0 (81)	-2,1 (42)	10,5 (80)	4,0 (59)	20,0 (90)	8,4 (81)	-5,4 (26)	2,8 (75)	7,4 (83)
Абай	1,1 (56)	11,5 (89)	23,6 (100)	0,2 (55)	-1,3 (42)	2,3 (61)	10,0 (71)	29,7 (90)	-4,4 (39)	-0,8 (53)	-3,5 (61)	13,5 (86)
Алматинская	19,6 (89)	7,1 (81)	8,5 (77)	31,2 (93)	-6,3 (45)	-0,1 (54)	-29,9 (8)	25,3 (89)	13,0 (78)	21,1 (93)	16,2 (83)	0,1 (55)
Акмолинская	33,9 (98)	19,2 (96)	13,8 (93)	2,6 (62)	7,0 (74)	40,6 (98)	33,5 (93)	-3,8 (45)	46,7 (97)	-6,9 (34)	3,6 (72)	14,7 (89)
Актюбинская	19,1 (92)	13,7 (90)	7,8 (83)	1,6 (53)	0,9 (59)	0,0 (46)	27,1 (95)	20,2 (90)	17,9 (93)	-19,2 (0)	-0,2 (44)	2,7 (65)
Атырауская	3,0 (60)	2,4 (55)	27,1 (98)	17,4 (87)	-8,1 (21)	10,1 (69)	-2,9 (53)	-9,9 (19)	-8,8 (28)	-11,4 (3)	3,3 (62)	17,5 (93)
Восточно- Казахстанская	7,6 (75)	19,5 (93)	15,6 (93)	6,4 (73)	7,3 (59)	7,8 (66)	0,4 (53)	29,6 (91)	-4,2 (48)	-10,9 (31)	-2,5 (59)	20,7 (91)
Жамбылская	11,5 (78)	13,7 (89)	4,1 (61)	2,4 (61)	1,1 (59)	-7,6 (46)	-9,6 (19)	12,4 (86)	-4,0 (32)	-3,3 (44)	17,5 (84)	2,8 (63)
Жетісу	15,3 (83)	12,0 (86)	10,1 (77)	25,3 (86)	-14,0 (28)	3,5 (66)	-15,7 (19)	16,2 (80)	3,8 (65)	-5,1 (36)	4,2 (71)	14,6 (74)
Западно- Казахстанская	11,7 (87)	20,6 (97)	3,7 (68)	9,9 (74)	-3,3 (38)	-2,2 (36)	11,4 (81)	-1,4 (50)	-8,5 (38)	-21,3 (0)	6,7 (62)	-5,3 (55)
Карагандинская	10,5 (85)	3,3 (75)	11,2 (93)	4,5 (72)	-9,4 (21)	12,0 (79)	0,4 (51)	38,5 (95)	-0,1 (56)	-10,2 (15)	4,0 (80)	6,4 (74)
Костанайская	17,6 (97)	13,9 (96)	0,7 (51)	-2,8 (31)	1,7 (53)	3,0 (53)	7,0 (66)	18,0 (75)	19,0 (86)	-12,1 (18)	-15,2 (14)	2,5 (65)
Кызылординская	-1,6 (50)	3,5 (63)	-1,7 (37)	15,6 (95)	-6,7 (49)	15,4 (86)	-5,6 (31)	14,7 (93)	0,2 (60)	-4,5 (27)	4,7 (80)	2,0 (66)
Мангистауская ¹	2,4 (71)	1,3 (57)	-7,0 (6)	6,3 (81)	-15,5 (0)	36,9 (96)	-6,0 (66)	-10,9 (0)	-8,3 (26)	-13,5 (0)	14,5 (90)	14,1 (93)
Павлодарская	17,2 (97)	4,4 (75)	17,4 (100)	4,5 (71)	-0,4 (55)	51,2 (98)	-5,0 (37)	28,9 (81)	24,9 (90)	33,6 (98)	-3,7 (56)	3,1 (66)
Северо- Казахстанская	28,0 (100)	18,1 (97)	2,7 (69)	1,1 (50)	1,3 (55)	17,0 (81)	38,0 (92)	54,0 (96)	33,2 (89)	-8,4 (27)	-16,5 (18)	10,3 (85)
Туркестанская	4,9 (63)	8,6 (61)	7,8 (50)	36,6 (84)	-4,0 (46)	27,3 (83)	-7,0 (18)	10,3 (85)	-3,5 (40)	-5,1 (36)	17,4 (80)	5,9 (65)
Ұлытау	6,6 (80)	-1,0 (62)	7,2 (79)	7,2 (79)	-12,2 (20)	4,4 (73)	-15,4 (4)	30,8 (95)	-2,0 (49)	-11,3 (6)	16,0 (90)	9,9 (85)

Примечания: 1. для Мангистауской области оценка проводилась только по МС Форт Шевченко;
2. значения выше 95-го или ниже 5-го перцентиля выделены жирным шрифтом и ярким цветом;
3. значения выше 90-го или ниже 10-го перцентиля выделены бледным цветом;
4. средние аномалии количества осадков получены осреднением данных 121 станций Казахстана.

В **январе** на большей части территории страны наблюдались экстремально увлажнённые условия. В среднем по территории Казахстана количество осадков составило 156,8 % нормы или на 11,9 мм выше многолетнего среднего значения (4-й ранг, таблица 3.2). В целом по территории экстремально влажными были Западно-Казахстанская (193,9 % нормы), Костанайская (180,6 % нормы), Северо-Казахстанская (206,5 % нормы) и Акмолинская области (211,7 % нормы), что соответствует 2-му и 4-му самым влажным январям за весь период наблюдений. В северных, северной части западного и центрального регионов, Приаралье, южных и юго-восточных регионах количество осадков превысило норму в 1,2–2,7 раза, в восточных регионах — в 1,4–4,1 раза, в северо-восточных и центральной части страны — в 1,2–1,8 раза (рисунок 3.3). На 66 метеостанциях по территории почти всей страны наблюдались экстремально влажные условия и фиксировались 5 %-е и 10 %-е экстремумы. Наибольшее количество осадков (66 мм) выпало на метеостанции Лениногорск (Восточно-Казахстанская область), что составило 412,5 % нормы, обновив рекорд 2023 года (59,7 мм, 373,1 % нормы). Также рекордные месячные значения осадков в январе зафиксированы на метеостанциях Аршалинский зсвх (43,7 мм, 291,3 % нормы) и Тобол (43 мм, 226,3 % нормы) в Костанайской области; предыдущие рекорды составляли 39,0 мм (2000 г.) и 41,2 мм (1976 г.), соответственно (Приложение 2). Зона сильного дефицита осадков (20–64 % нормы) охватила часть территории области Абай, а также локальные участки Мангистауской, Костанайской, Акмолинской, Восточно-Казахстанской, Туркестанской областей и центрального региона (50–79 % нормы). Минимальное количество осадков за месяц (1,3 мм) выпало на метеостанции Кулалы остров (Мангистауская область), что составило 16,5 % нормы, и январь вошёл в 5 % экстремально сухих месяцев.

Февраль был неравномерным по распределению осадков, в среднем по территории Казахстана месячное количество осадков составило 153,9 % нормы или на 9,7 мм выше многолетнего среднего значения (9-й ранг, вероятность непревышения 90 %, таблица 3.2). Значительное превышение нормы наблюдалось в Прикаспийской низменности, на севере западного региона, а также на большей части северных и восточных областей. В западных регионах количество осадков превысило норму в 1,3–4,2 раза, в северных и центральных регионах — в 1,2–3,3 раза, в горных районах востока и юга, а также в Южном Прибалкашье — в 1,2–2,3 раза (рисунок 3.3). Экстремально влажные условия наблюдались в Атырауской области, а в Павлодарской области и в области Абай были зарегистрированы рекордные месячные суммы осадков. Среднее по территории увлажнение составило от 124,3 до 163,4 % нормы (вероятность непревышения 98 и 100 % соответственно), что позволяет охарактеризовать февраль как самый влажный и второй по влажности месяц за весь период наблюдений с 1941 года. Существенное превышение нормы зафиксировано на метеостанции Карауыл (область Абай) — 46,7 мм (622,7 % нормы), при этом был превышен предыдущий рекорд 1977 года (27,8 мм). Наибольшее количество осадков зарегистрировано на метеостанции Шалабай (69,8 мм, 425,6 % нормы, область Абай), также установлен новый абсолютный максимум (предыдущий — 62,2 мм в 1966 году). Кроме этих станций, новые максимумы месячных сумм осадков были зафиксированы еще на 6 метеостанциях, расположенных в различных регионах страны (Приложение 2). В целом, на 27 % метеостанций по территории страны зарегистрированы случаи чрезмерного увлажнения с фиксацией 90-и 95 %-х экстремумов.

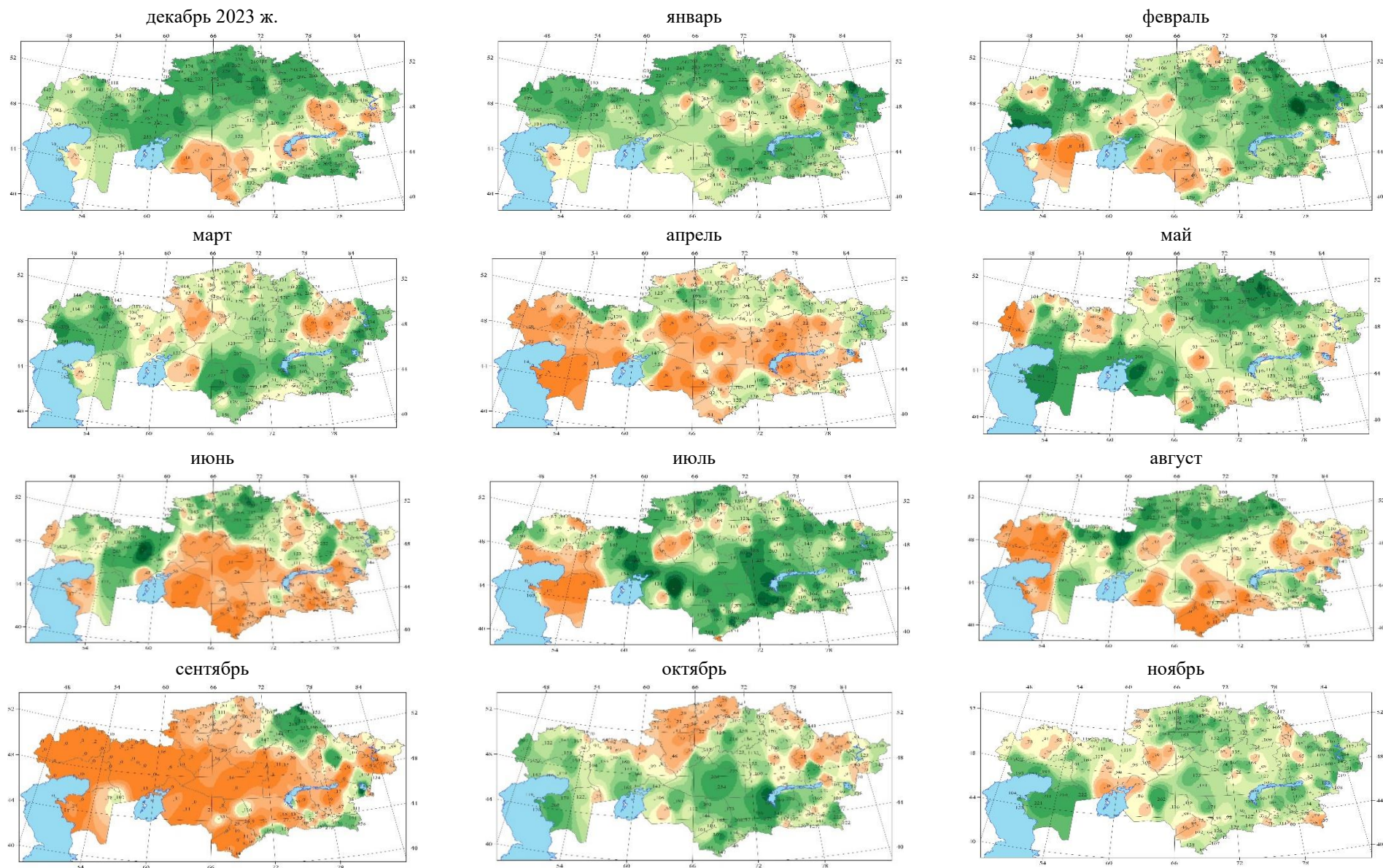


Рисунок 3.3 – Пространственное распределение месячного количества осадков в 2024 году (в % нормы, рассчитанной относительно базового периода 1961–1990 гг.)

В юго-западной части страны, на территории Мангистауской (0–79 % нормы) и Кызылординской областей (20–61 % нормы), наблюдался значительный дефицит влаги. Небольшие очаги дефицита осадков отмечались в отдельных регионах западной (51–76 % нормы), северной (48–72 % нормы), Восточно-Казахстанской (60 % нормы) и южной (17–77 % нормы) областей. По данным 2 метеостанций, расположенных в Мангистауской области, увлажнение характеризовалось как экстремально сухое: на метеостанции Кызан зафиксирован 5 %-й экстремум, а на метеостанции Бейнеу в течение месяца осадки вовсе не выпадали.

Весной среднее по территории Казахстана количество осадков составило 121 % нормы, вероятность неперевышения — 79 % (или 18-я по сухости весна в ряду наблюдений, таблица 3.1). Распределение осадков по территории было неравномерным (рисунок 3.2). Значительный избыток осадков (более 120 % нормы) наблюдался на большей части западных и северных регионов, а также в отдельных районах восточных, центральных и южных регионов, по данным 36 метеостанций зарегистрированы 5 %-е и 10 %-е экстремумы. В Акмолинской и Павлодарской областях сформировались выраженные очаги увлажнения — среднее по территории количество осадков составило от 172,5 до 200,4 % нормы (вероятность неперевышения 97 и 100 %), что соответствует самой влажной и третьей по влажности весне за весь период наблюдений. На 5 метеостанциях этих регионов были установлены новые рекорды сезонного количества осадков: Жалтыр — 158,7 мм, Павлодар — 149,3 мм, Экибастуз — 135,9 мм, Щучинск — 130,3 мм, Красноармейка — 123,2 мм, предыдущие максимумы которых были зафиксированы в 1981, 1993 и 2000 годах (Приложение 2). Дефицит осадков наблюдался в Западно-Казахстанской и Актыбинской областях (48–75 % нормы), Костанайской области (26–48 % нормы), в области Абай (62–77 % нормы), а также в отдельных районах областей Жетісу, Ұлытау и Жамбылской, Кызылординской областях, а также на севере Балхашского региона (61–73 % нормы). На МС Амангельды (Костанайская область) выпало всего 12,9 мм, что соответствует экстремуму 5 % и классифицируется как «экстремально сухо».

В **марте** среднее по территории Казахстана количество осадков составило 143,1 % нормы за период 1961–1990 гг., что на 10 мм превышает среднемноголетнее значение (16-й ранг, вероятность неперевышения — 81 %, таблица 3.2). Существенное превышение осадков наблюдалось на большей части западных, северо-восточных, центральных, восточных и южных регионов страны, а также в Балхашском регионе и на севере Приаралья — от 1,2 до 3,9 раза выше нормы (рисунок 3.3). Особенно выраженные очаги переувлажнения зафиксированы на востоке Западно-Казахстанской области (317 % нормы), на севере Атырауской области (370 % нормы), на востоке области Абай (360 % нормы), на юге Балхашского региона (392 % нормы), на севере Туркестанской области (365 % нормы) и на востоке Кызылординской области (336 % нормы). В этих регионах на 29 метеостанциях отмечены экстремально влажные условия с фиксацией 5 и 10 %-ных экстремумов, при этом на трёх станциях были установлены новые рекорды месячного количества осадков: Шиели (Кызылординская область) — 74,5 мм, Тасты (Туркестанская область) — 67,9 мм, Шыганак (Жамбылская область) — 54,9 мм, прежние рекорды на этих станциях (57,8 мм, 50,1 мм, 42,2 мм) были зафиксированы соответственно в 1984, 2016 и 2018 годах. Значительный дефицит осадков отмечался на большей части Костанайской области (21–74 % нормы), в области Абай (78 % нормы), в центральной части Кызылординской области (36–79,9 % нормы), а также в отдельных районах Мангистауской, Северо-Казахстанской, Акмолинской, Павлодарской, Восточно-Казахстанской и Карагандинской областей, где наблюдались локальные очаги с недостатком осадков (ниже 41–79 % нормы). По данным 5

метеостанций, расположенных в Костанайской области и в области Абай, март вошёл в число экстремально сухих (5 и 10 % экстремумы), в том числе на МС Кайнар (область Абай) зафиксировано всего 0,8 мм, а на станции Карауыл — 2,2 мм, что соответствует минимумам месячного количества осадков.

В апреле среднее по территории страны количество осадков составило 93,1 % нормы, что на 2,1 мм ниже среднегодового значения (49-й ранг, вероятность непревышения 42 %, таблица 3.2). Несмотря на то что в среднем по территории увлажнение было в пределах нормы, на большей части страны наблюдался дефицит осадков (менее 70 % нормы). Крупные очаги дефицита осадков (1–59 % нормы) отмечались на большей части западных, центральных и южных регионов, в том числе в области Абай и на юге Костанайской области (рисунок 3.3). Локальные участки дефицита осадков наблюдались также на севере Костанайской области (57–74 % нормы), в Северо-Казахстанской (66–79 % нормы), Павлодарской (57–76 % нормы) областях. По данным 15 метеостанций зарегистрированы экстремально сухие условия (5 и 10 %-е экстремумы), причём на станции Форт-Шевченко (Мангистауская область) осадки в апреле полностью отсутствовали, предыдущий рекорд (0,3 мм) наблюдалась в 2012 году (Приложение 2). На севере Западно-Казахстанской и Актюбинской областей, в центральной части Костанайской области, на большей части Акмолинской и Павлодарской областей, а также в Восточно-Казахстанской области и прилегающих к ней районах области Абай и в отдельных районах Жамбылской области, напротив, наблюдались очаги значительного превышения нормы осадков (160–240 % нормы). В этих регионах количество осадков по территории составило 120–177 % нормы, а на 9 метеостанциях были зафиксированы экстремально влажные условия (фиксировались 5 и 10 %-е экстремумы).

Май выделялся более влажными условиями по сравнению с апрелем: в среднем по территории страны количество осадков составило 130,9 % нормы, что на 10,5 мм выше среднегодового значения (таблица 3.2). Тем не менее, очаги дефицита осадков сохранялись в отдельных районах западных регионов (37–79 % нормы), а также местами на севере, востоке, в центре и на юге страны, где зафиксированы локальные зоны с 41–77 % нормы (рисунок 3.3). Наиболее выраженный дефицит наблюдался в западной части Западно-Казахстанской и Атырауской областей — в этих регионах средние по территории значения осадков составили 9–59 % нормы. По данным 3 метеостанций были зарегистрированы экстремально сухие условия (5 и 10 %-е экстремумы): на станциях Жана Уштоган (1,6 мм) и Урда (1,9 мм) зафиксированы месячные минимумы осадков (предыдущие рекорды датируются 1957 и 2019 годами), на станции Джаныбек (Западно-Казахстанская область) в течение всего месяца осадки отсутствовали (приложение 2). На метеостанции Амангельды (Костанайская область) также отмечалось дефицит осадков — 37,5 % нормы, что соответствует 19-му процентилю. На большей части юго-западных, западных, северных, северо-восточных, восточных и южных регионов наблюдалось значительное превышение нормы осадков — более 150 % нормы. Четыре крупных очага повышенной влажности были зафиксированы в Мангистауской (384 % нормы), Кызылординской (458 % нормы), Акмолинской (328 % нормы) и Павлодарской (513 % нормы) областях, где средние по территории значения составили 180–290 % от нормы. В этих районах по данным 27 метеостанций зарегистрированы экстремально влажные условия (5 %-е экстремумы). На метеостанции Актогай (Павлодарская область) выпало 112,4 мм осадков, что на 90,5 мм выше среднегодового значения. В мае на 7 метеостанциях Акмолинской и Павлодарской областей зафиксированы новые абсолютные рекорды месячного количества осадков: МС Щучинск — 80 мм (предыдущий рекорд 76,3 мм в 2007 г.),

МС Жалтыр — 112,2 мм (прежний максимум — 100,3 мм в 1988 г.), МС Голубовка — 80 мм (76,8 мм в 1994 г.), МС Ертис — 84,8 мм (76,1 мм в 1954 г.), МС Шалдай — 98,2 мм (72,0 мм в 2018 г.), МС Екибастуз — 103,8 мм (83,8 мм в 2000 г.), МС Федоровка - 85,8 мм (предыдущий рекорд 78,3 мм в 2000 г.) (Приложение 2).

Летом на территории Казахстана осадки распределились неравномерно, среднее количество осадков составило 136,8 % нормы, что соответствует 11-му по влажности летнему сезону за весь период наблюдений с вероятностью неперевышения 87 % (таблица 3.1). Чрезмерное увлажнение в летний период наблюдалось на большей части территории Актюбинской области (135–301 % нормы), а также в северных (133–232 % нормы), восточных (125–188 % нормы), центральных (122–217 % нормы) регионах и в отдельных районах Жетісу (124–207 % нормы), Алматинской (124–189 % нормы), Жамбылской (131–199 % нормы) и Кызылординской (182–238 % нормы) областей. В указанных регионах на 34 метеостанциях зафиксированы экстремумы 5-перцентильного уровня, соответствующие категории «экстремально влажно», при этом на 6 из них были установлены новые сезонные рекорды количества осадков (рисунок 3.2). Так, на метеостанции Карабутах в Актюбинской области зафиксировано трёхкратное превышение нормы – 216,5 мм (против прежнего рекорда 211,7 мм в 1946 г.). Также новые абсолютные максимумы зарегистрированы на следующих метеостанциях: Тайынша – 351,4 мм (Северо-Казахстанская область), Аршалы – 292,3 мм, Житикара – 241,7 мм (Костанайская область), Кос Истек – 267,2 мм, Мугалжар – 161 мм (Актюбинская область); предыдущие рекорды относились к 1960, 1993, 1994 и 2003 годам (приложение 2). Локальные очаги дефицита осадков (60–78 % нормы) зафиксированы в отдельных районах центральных, восточных и юго-восточных регионов. Зоны с выраженной засухой наблюдались на большей части Мангистауской (3–51 % нормы) и Атырауской (26–72 % нормы) областей, а также в отдельных районах Костанайской (33–35 % нормы), Кызылординской (21–73 % нормы) и Туркестанской (9–66 % нормы) областей и в южных регионах в целом. На 2 метеостанциях Мангистауской области – МС Кулалы остров и МС Кызан – было экстремально сухо, фиксировались 5 %-е экстремумы, при этом в летний сезон суммарное количество осадков составило соответственно 1,1 мм (3 % нормы) и 7,5 мм (18 % нормы).

В **июне** среднее количество осадков по территории Казахстана составило 113,1 % нормы, что на 4 мм выше среднегодового значения (таблица 3.2). Существенный дефицит осадков (3–39 % нормы) охватывал Мангистаускую область, значительную часть южных и центральных регионов, а также прилегающие южные районы Костанайской области и области Абай. В области Ұлытау (вероятность неперевышения 4 %), а также в Кызылординской, Туркестанской, Жамбылской, Алматинской (вероятность неперевышения 8 %) областях и области Жетісу среднее по территории количество осадков составляло от 16,9 % до 52 % от нормы, что на 5,6–29,9 мм ниже среднего многолетнего значения. На основании данных 15 метеостанций указанные области вошли в число 5–10 % самых засушливых июней за весь период наблюдений (таблица 3.2). На метеостанциях Карак, Кызылкум, Шардара, Ащысай в течение месяца осадки не наблюдались, а на метеостанции Аксенгир зафиксирован новый минимум месячного количества осадков — 0,9 мм (предыдущий минимум — 6,7 мм в 1995 году (Приложение 2). Небольшие очаги дефицита осадков (менее 43–78 % нормы) также отмечались в южной части Атырауской области, западной части Западно-Казахстанской области, большей части Павлодарской области, а также в отдельных районах Костанайской, Карагандинской, Восточно-Казахстанской областей и в области Абай. В июне чрезмерное увлажнение отмечалось на большей части территорий Актюбинской (145–535 % нормы),

Костанайской (145–259 % нормы), Северо-Казахстанской (138–407 % нормы), Акмолинской (178–283 % нормы) областей и в области Абай (183–252 % нормы), где в среднем по области осадки составили 161–172 % нормы. Кроме того, высокие значения осадков наблюдались на востоке Мангистауской области, севере Западно-Казахстанской и в центральной части Восточно-Казахстанской области (171–202 % нормы, рисунок 3.3). Экстремальные значения осадков (90 и 95 %-ные экстремумы) были зарегистрированы на 21 метеостанции в западных, северных и восточных регионах страны. При этом на трёх из них зафиксированы новые рекорды по месячному количеству осадков: МС Тайынша — 156 мм (предыдущий рекорд: 132,5 мм в 1938 г.), МС Чкалово — 144,1 мм (рекорд 2005 г.: 108,8 мм), МС Мугалжар — 113,7 мм (рекорд 2003 г.: 92 мм).

В июле на большей части территории Казахстана наблюдалось значительное превышение нормы осадков, среднее количество осадков составило 159,1 % нормы, что на 20 мм выше среднегодовых значений (девятое по увлажнённости значение июля с 1941 года, вероятность неповторения 90 %, таблица 3.2). Очаги наибольшего превышения нормы (в 4–6,1 раза) зафиксированы на севере и юге Актюбинской области, на востоке области Ылытау, в южной части Карагандинской области вдоль озера Балхаш, в центральной и восточной части Жамбылской области, в центральных районах Кызылординской области и на севере Приаралья. По этим территориям среднее по области превышение нормы составило от 181 % до 319 % нормы. Кроме того, избыток осадков (150–389 % нормы) наблюдалась в западных, в большинстве районов северных и восточных, а также в южных и юго-восточных регионах страны. По данным 51 метеостанции, расположенных в вышеуказанных регионах, в июле отмечены «экстремально влажные» условия, зарегистрированы 5 и 10 %-е экстремумы. На метеостанции Дмитриевка (область Абай) за месяц выпало 160,1 мм осадков, что является новым рекордом (предыдущий — 134,3 мм в 1993 году). Также новые месячные максимумы осадков зафиксированы на метеостанциях: МС Сарышаган (Карагандинская область) — 46,6 мм, МС Хантау (Жамбылская область) — 47,8 мм, МС Тугыл (Восточно-Казахстанская область) — 70,8 мм (Приложение 2). Сильный дефицит осадков (менее 60 % нормы), местами экстремальный (менее 40 %, менее 20 %) и даже рекордный (менее 6 % нормы), зафиксирован на большей части территории Мангистауской и Атырауской областей. Средние по этим регионам значения осадков были ниже нормы на 9,9–10,9 мм (зафиксированы экстремумы 5 %). На метеостанциях Кулалы остров, Форт-Шевченко, Бейнеу (Мангистауская область), а также на МС Жетысай осадки в течение месяца отсутствовали. Небольшие участки с дефицитом осадков (28–78 % нормы) отмечены на северо-востоке Западно-Казахстанской области, юге Костанайской области и прилегающих территориях востока Актюбинской области, а также в отдельных районах Акмолинской, Павлодарской, Восточно-Казахстанской и Кызылординской областей.

В августе среднее по территории Казахстана количество осадков составило 135,8 % нормы, или вероятность непревышения равнялась 81 % (таблица 3.2). На большей части северной, центральной, юго-восточной и юго-западной территорий страны отмечались очаги избытка осадков, где их количество превышало норму в 1,4–4,8 раза (рисунок 3.3). На 5 метеостанциях, расположенных в указанных регионах, зарегистрированы рекордные значения осадков (Приложение 2), а по данным 27 метеостанций август 2024 года характеризовался как экстремально влажный (отмечены 5 % и 10 % экстремумы). В результате в среднем по территориям областей наибольшая влажность наблюдалась в Акмолинской (3 ранг), Актюбинской (6 ранг) и Павлодарской (9 ранг) областях, где количество осадков составило

от 166,6 до 222,5 % нормы. Значительный дефицит осадков (от 3 до 77 % нормы) охватил многие районы западных и южных областей страны. По данным 16 метеостанций, расположенных в этих регионах, месяц вошёл в число наиболее сухих за период наблюдений (5 % и 10 % экстремумы, рисунок 3.3), при этом на 12 из них осадки не наблюдались в течение всего месяца. Средние по области значения составили: в Мангистауской области — 26 % нормы, в Атырауской — 23,7 %, в Туркестанской — 20,7 %, в Жамбылской — 43,7 %, что на 3,3–8,8 мм ниже многолетних значений. Небольшие очаги дефицита осадков (от 17 до 79 % от нормы) наблюдались на юге Костанайской области, на востоке и в центре прилегающей Актюбинской области, в отдельных районах областей Ылытау и Карагандинской, а также на большей части территорий Восточно-Казахстанской областей и области Абай, а также в приграничных районах около оз. Алаколь.

Осенью среднее по территории Казахстана слой осадков составил 84,1 мм, что соответствует 106,3 % нормы. Распределение осадков по территории страны было неравномерным (рисунок 3.2). На большей части Костанайской, Актюбинской и Западно-Казахстанской областей располагались крупные очаги дефицита осадков (от 32 до 77 % нормы), при этом средние по области значения составили 66,3–76,9 % нормы. Небольшие очаги дефицита осадков (от 52 до 78 % нормы) наблюдались в отдельных районах Атырауской, Северо-Казахстанской, Карагандинской и восточных областей, а также в отдельных районах Жамбылской области, в западной и центральной частях Туркестанской области и прилегающей к ней Кызылординской области, а также в Приаралье. По данным 31 метеостанции, расположенной в указанных районах, наблюдались 5 % и 10 % экстремумы. На МС Аршалы (Костанайская область) зафиксировано новое минимальное значение количества осадков за осенний сезон — 31,1 мм, при предыдущем минимуме 34,9 мм, в 1975 г.

Избыток осадков в среднем по территории наблюдался в Павлодарской и Алматинской областях, где количество осадков составляло от 137,1 до 145,6 % нормы (вероятность превышения 90 и 93 % соответственно). По ряду наблюдений это шестой и девятый по влажности осенний сезон. Кроме того, крупные очаги избыточного увлажнения отмечались в отдельных районах Мангистауской, Жамбылской, Туркестанской, Кызылординской областей, области Ылытау и Абай, а также в Прикаспийской низменности, вблизи Алаколя и на юго-западном побережье озера Балхаш (рисунок 3.2). Очень влажные условия наблюдались на 20 метеостанциях, расположенных в западных, северных, центральных и восточных регионах, при этом на 14 МС из них зарегистрированы 5 % экстремумы. На МС Михайловка (Павлодарская область) и Чиганак (Жамбылская область) зафиксированы рекордные значения сезонного количества осадков.

В **сентябре** на большей части территории страны отмечался выраженный дефицит осадков: среднее по Казахстану аномалии количество осадков составило 72,3 % нормы (вероятность превышения 26 %), что на 5,4 мм ниже многолетнего среднего значения (таблица 3.2). Крупные очаги дефицита осадков (менее 30 % нормы) охватили почти всю территорию западных и центральных областей, а также значительную часть северных, южных и восточных регионов (рисунок 3.3). Согласно данным 41 МС, расположенной в этих районах, месяц характеризовался как «экстремально сухой» (зарегистрированы 5 % экстремумы), при этом на 31 из них осадки не отмечались на протяжении всего сентября. Резкий дефицит осадков отмечался в Мангистауской, Актюбинской, Западно-Казахстанской областях и области Ылытау, где средние по территории значения составили от 0 до 6,9 % нормы, что на 11,3–21,3 мм ниже многолетних величин. Избыточное количество осадков наблюдалось на северо-

востоке страны (144–435 % нормы), в отдельных районах области Абай (129–292 % нормы), на юге Балхаша (155 % нормы), в районе Алаколя (502 % нормы) и в горных районах юго-восточной части Казахстана (135–270 % нормы) (рисунок 3.3). В указанных районах на 16 метеостанциях отмечались очень влажные условия (отмечены 5 % и 10 % экстремумы), из них на МС Актогай (Павлодарская область) отмечено рекордное значение максимального месячного количества осадков (Приложение 2).

В **октябре** увлажнение по территории страны в целом соответствовало норме: среднее количество осадков составило 109,1 % нормы, что на 2,8 мм выше многолетнего среднего значения (таблица 3.2). Избыточное количество осадков (свыше 150 % нормы) отмечалось в ряде районов западных, центральных, северных и южных областей, а также на отдельных районах области Абай (рисунок 3.3). Крупные очаги увлажнения располагались в западной и юго-западной части Балхаша и на прилегающей территории Жамбылской области: на МС Сарышаган (38 мм, 436,8 % нормы) и МС Хантау (101,8 мм, 340,5 % нормы) были обновлены рекордные максимальные значения месячного количества осадков, отмечались в 1976 г. и 2006 г., соответственно (Приложение 2). В указанных районах на 17 МС условия увлажнения характеризовались 90 % и 95 % экстремумами. Небольшие районы с дефицитом осадков (29–79 % нормы) охватывали значительную часть северо-западных и северных регионов страны, север Павлодарской области, отдельные районы на севере и юге области Абай, Восточно-Казахстанской области, а также некоторые участки на западе, в центре и на юге Казахстана (рисунок 3.3).

В **ноябре** по территории страны наблюдалось неравномерное распределение осадков. Среднее по территории количество осадков составило 125,2 % нормы (15-й ранг, вероятность неперевышения 83 %, таблица 3.2). Избыточное количество осадков отмечалось в Мангистауской и Атырауской областях (158–251 % нормы), на большей части Акмолинской области и в прилегающих пограничных районах Костанайской, Северо-Казахстанской и Павлодарской областей (124–214 % нормы), на большей части центральных и восточных регионов (122–201 % нормы), а также на отдельных участках южной части страны (151–262 % нормы). Значительные превышения нормы осадков наблюдались также в Прибалхашье (137–187 % нормы) и в Приалаколье (166–225 % нормы) (рисунок 3.3). В Атырауской (213,1 % нормы) и Мангистауской (216,5 % нормы) областях ноябрь вошёл в число 50 % наиболее влажных месяцев. На 5 метеостанциях, расположенных в юго-западных и восточных районах страны, условия увлажнения характеризовались как экстремально влажные (отмечены 95-процентные экстремумы). На МС Куршим (Восточно-Казахстанская область) обновился рекорд ноября 2018 г. по количеству осадков — 72,1 мм (264,1 % нормы) (Приложение 2). Небольшие очаги дефицита осадков охватывали Западно-Казахстанскую область, северо-запад Костанайской, Павлодарскую областей и области Абай, а также отдельные участки южных регионов, где количество осадков составило 60–78 % нормы. Более выраженные очаги дефицита осадков (38–54 % нормы) отмечались в Костанайской и Актыбинской областях, а также в прилегающем к ним районе Приаралья (рисунок 3.3).

Для оценки экстремальности количества осадков в 2024 году были оценены индексы изменения климата, рекомендованные Всемирной Метеорологической Организацией. Ниже представлен анализ некоторых наиболее показательных индексов осадков и особенностей распределения их значений по территории Казахстана в 2024 году.

На рисунке 3.4 представлены значения абсолютных максимумов суточного количества осадков, зарегистрированные с начала открытия метеостанции по 2024 г. (показаны синим

цветом). Красным цветом выделены значения суточных максимумов количества осадков, перекрывшие в 2024 г. предыдущий абсолютный максимум. В 2024 г. значение абсолютного максимума количества осадков было превышено на 6 метеорологических станций Казахстана: на МС Актобе за сутки выпало 77,6 мм, предыдущий максимум был в 2021 г. и составлял 58,9 мм; на МС Кос-Истек – 100,5 мм (предыдущий максимум в 1983 г. составил 57,2 мм); на МС Жанаарка– 50,8 мм (предыдущий максимум в 1967 г. составил 47,0 мм); на МС Тайынша – 85,5 мм (предыдущий максимум в 1963 г. составил 84,0 мм); на МС Тимирязево – 106,2 мм (предыдущий максимум в 1988 г. составил 84,7 мм); на МС Чиганак, где за сутки выпало 35,0 мм, предыдущий максимум суточного количества осадков наблюдался в 2004 г. и составлял 31,9 мм.

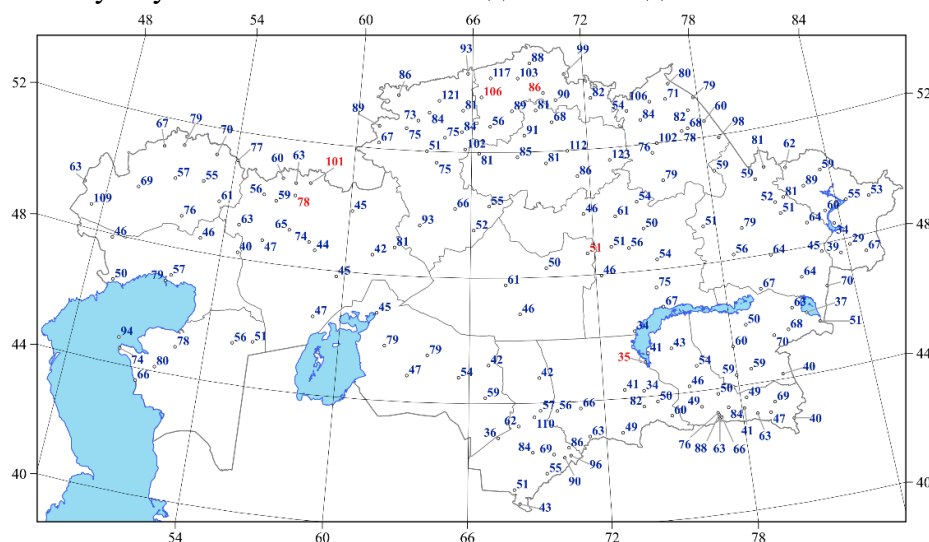


Рисунок 3.4 – Абсолютный максимум суточного количества осадков (мм), выбранный за период с начала открытия метеостанции по 2024 год. Если рекордное суточное количество осадков зафиксировано в 2024 г., значение нанесено красным цветом

Суточный максимум количества осадков, выбранный по данным за 2024 г. (*индекс $Rx1day$*), составлял 10–30 мм на большей части территории Казахстана (рисунок 3.5). Наибольшее максимальное суточное количество осадков наблюдалось на Северо-Казахстанской и северной части Актыбинской областей, где они достигали 77–106 мм, в северной части области Абай — 72 мм, на севере, северо-востоке, востоке, в центральных регионах, в предгорных и горных районах юга и юго-востока, в северной части западных и северо-западных областей составляло местами более 30–40 мм, в области Ылытау местами более 50 мм. Наименьшее максимальное суточное количество осадков (менее 10 мм) наблюдалось в южных частях Актыбинской и Кызылординской областей.

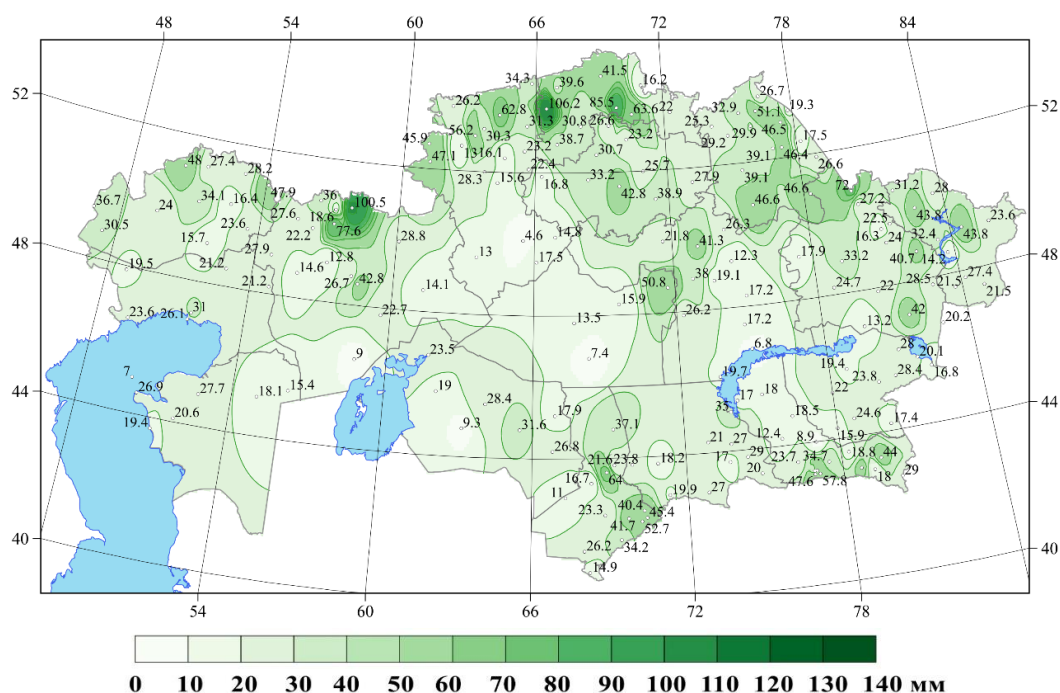


Рисунок 3.5 – Суточный максимум количества осадков в 2024 г. (индекс Rx1day)

В 2024 г. **доля очень сильных осадков** (когда суточное количество осадков равно или больше 95-го перцентиля, индекс $r95ptot$) в годовой сумме осадков на большей части территории Казахстана составляла менее 30 % (рисунок 3.6). Наибольший вклад очень сильных осадков (более 40–50%) отмечался на большей части северных и северо-восточных областей, в Кызылординской области, а также местами в западных, юго-восточных и восточных районах страны. Вместе с тем в ряде регионов наблюдались ситуации, когда суточные количества осадков не достигали значения 95-го перцентиля, что указывает на отсутствие экстремальных осадков на данных метеостанциях.

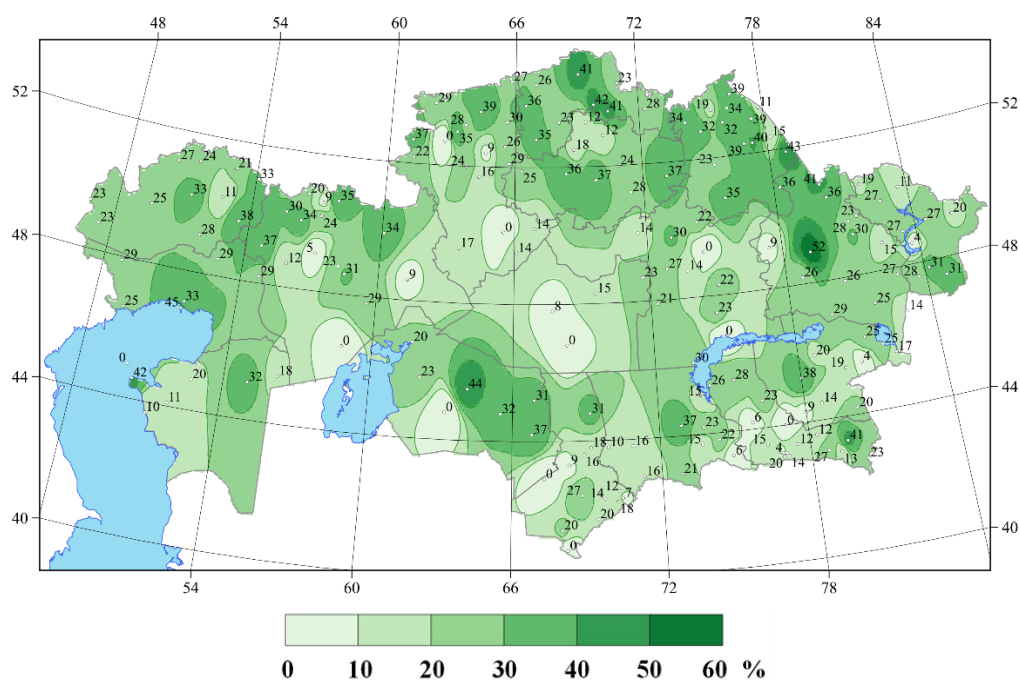


Рисунок 3.6 – Доля (в %) экстремального суточного количества осадков в годовой сумме осадков за 2024 г. (индекс $r95ptot$)

В условиях засушливого климата Казахстана очень важным является индекс CDD, который показывает **максимальную продолжительность бездождного периода**, когда суточное количество осадков составляло менее 1 мм. В 2024 г. на большей части территории республики максимальная непрерывная продолжительность бездождного периода была 20-60 дней. Наибольшая продолжительность бездождного периода наблюдалась в Туркестанской, Кызылординской, Мангистауской и Западно-Казахстанской областях – более 75 суток (рисунок 3.7). Максимальная продолжительность бездождного периода была зафиксирована в Туркестанской области: на МС Жетысай — 142 дня без осадков, Кызылкум — 98 дней, Шардара — 90 дней. В Мангистауской области продолжительные бездождные периоды отмечались на МС Форт-Шевченко и о. Кулалы (по 98 дней), а также МС Кызан (97 дней). В Западно-Казахстанской области на МС Чапаево и в Кызылординской области на МС Карак максимальная продолжительность бездождного периода составила по 84 дня. Наименьшая продолжительность бездождного периода (12 дней) отмечена на МС Мынжылкы в Алматинской области.

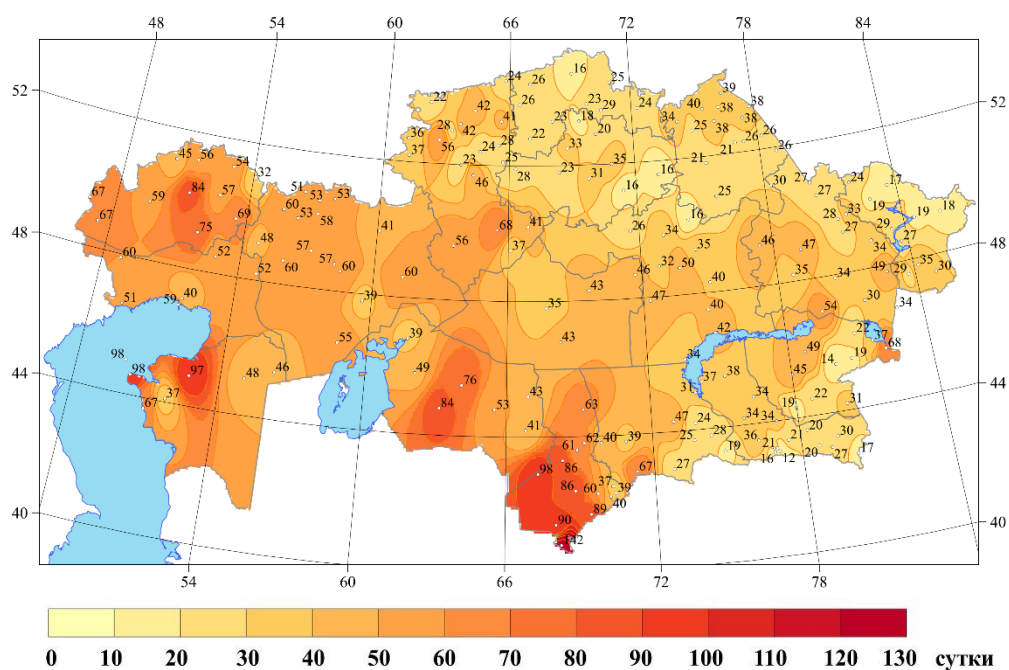


Рисунок 3.7 – Максимальная продолжительность бездождного периода в 2024 г., сутки (индекс CDD)

3.2 Наблюдаемые изменения количества осадков

Линейные тенденции в рядах месячных, сезонных и годовых сумм атмосферных осадков были оценены по данным 121-ой станции.

Временные ряды аномалий годовых и сезонных сумм осадков за период 1941–2024 гг., рассчитанных относительно базового периода 1961–1990 гг. и пространственно осреднённых по территории Казахстана и областям дают общее представление о характере современных изменений режима атмосферных осадков (таблица 3.3, рисунки 3.8 и 3.9). Годовое количество осадков в среднем по территории Казахстана убывало в 1960-х и 1970-х годах, в последний 40-летний период долгопериодные тенденции отсутствовали, наблюдалось чередование коротких периодов с положительными и отрицательными аномалиями количества атмосферных осадков.

Таблица 3.3 – Характеристики линейного тренда аномалии сезонных и годовых сумм атмосферных осадков (% нормы/10 лет), осредненных по территории Казахстана и его областей за период 1976–2024 гг.

Регион/область	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	а	D	а	D	а	D	а	D	а	D
Казахстан	1,1	1	1,9	2	2,5	3	0,5	0	-0,4	0
Абай	2,0	3	2,1	1	0,5	0	3,9	3	1,1	0
Алматинская	0,8	0	2,4	1	0,8	0	-0,6	0	1,9	1
Акмолинская	4,5	10	10,8	15	3,1	2	3,4	2	3,7	3
Актюбинская	-0,5	0	0,1	0	4,6	2	-2,4	1	-3,8	3
Атырауская	3,6	4	9,2	8	17,1	14	-8,3	5	-1,2	0
Восточно-Казахстанская	1,4	2	3,4	2	1,7	1	0,3	0	1,3	1
Жамбылская	-1,3	1	-0,3	0	-1,0	0	0,6	0	-2,9	1
Жетісу	1,4	1	4,7	3	2,8	2	-0,9	0	-0,5	0
Западно-Казахстанская	0,1	0	-1,5	1	9,7	12	-4,4	3	-1,1	0
Карагандинская	1,3	1	1,7	1	-0,9	0	4,6	3	-1,7	1
Костанайская	-0,1	0	0,6	0	5,0	4	-0,9	0	-2,9	2
Кызылординская	-3,8	4	-0,6	0	-1,4	0	-4,8	1	-10,4	13
Мангистауская	-4,1	3	5,0	2	-8,6	5	-5,8	1	-3,2	1
Павлодарская	2,4	3	3,0	3	4,8	3	1,6	1	2,3	1
Северо-Казахстанская	2,8	5	4,9	3	8,1	10	1,7	1	0,0	0
Туркестанская	0,6	0	0,1	0	1,8	1	2,2	0	-0,7	0
Ұлытау	0,9	0	-2,4	2	2,7	1	4,0	2	0,0	0

Примечание: 1. а – коэффициент линейного тренда, °C/10 лет;

2. D – коэффициент детерминации, %;

3. «жирным» шрифтом выделены статистически значимые тенденции.

В период 1976–2024 гг. тенденции в средних по территории Казахстана относительных аномалий годовых и сезонных сумм осадков практически отсутствуют – доля трендовой составляющей в общей дисперсии ряда, в основном, не превышает 3 %, положительный знак

тренда наблюдается для зимних, весенних, летних и годовых сумм осадков, для осенних – отрицательный (таблица 3.3, рисунок 3.8).

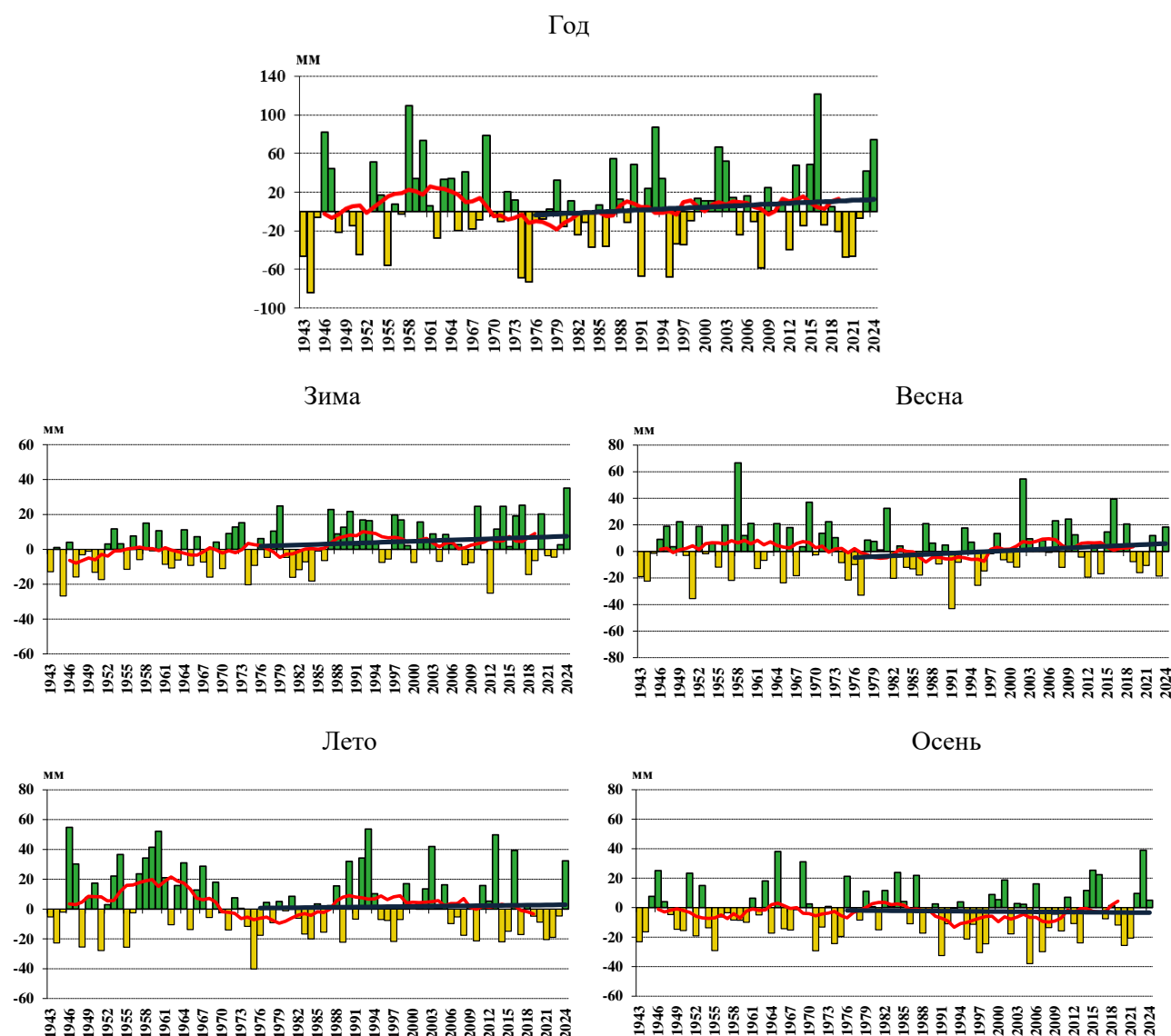


Рисунок 3.8 – Временные ряды аномалий годовых и сезонных сумм осадков (%) пространственно осредненных по территории Казахстана за период 1941 – 2024 гг.

Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961 – 1990 гг. Линейный тренд за период 1976 – 2024 гг. выделен черным цветом. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением

В большинстве областей тенденции как к увеличению, так и к уменьшению годового количества осадков незначительны, коэффициент детерминации составляет 3 % и менее. В Акмолинской области скорость увеличения годового количества осадков составила около 4,5 % нормы/10 лет с коэффициентом детерминации 10 % соответственно. В Кызылординской и Мангистауской областях количество осадков убывало со скоростью 3,8 и 4,1 % нормы/10 лет с коэффициентом детерминации 4 % и 3 % соответственно (таблица 3.3, рисунок 3.9). В среднем по территории Казахстана в период 1976 – 2024 гг. наблюдается незначительная тенденция к увеличению *годового* количества атмосферных осадков на 1,1 % нормы/10 лет (таблица 3.3).

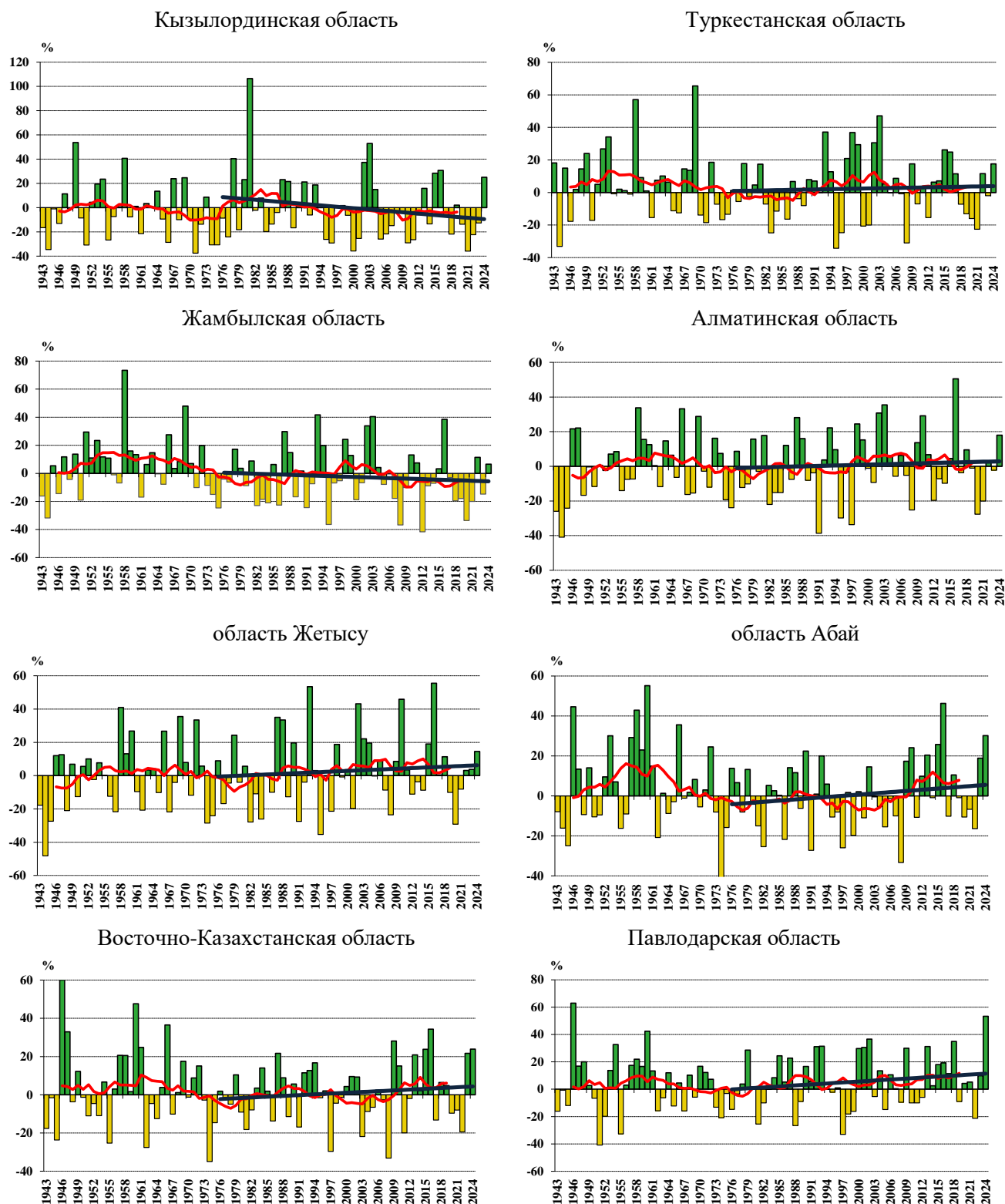


Рисунок 3.9 – Временные ряды аномалий годовых сумм осадков (%) за период 1941 – 2024 гг., пространственно осредненных по областям Казахстана. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961 – 1990 гг. Линейный тренд за период 1976 – 2024 гг. выделен черным цветом. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Лист 1

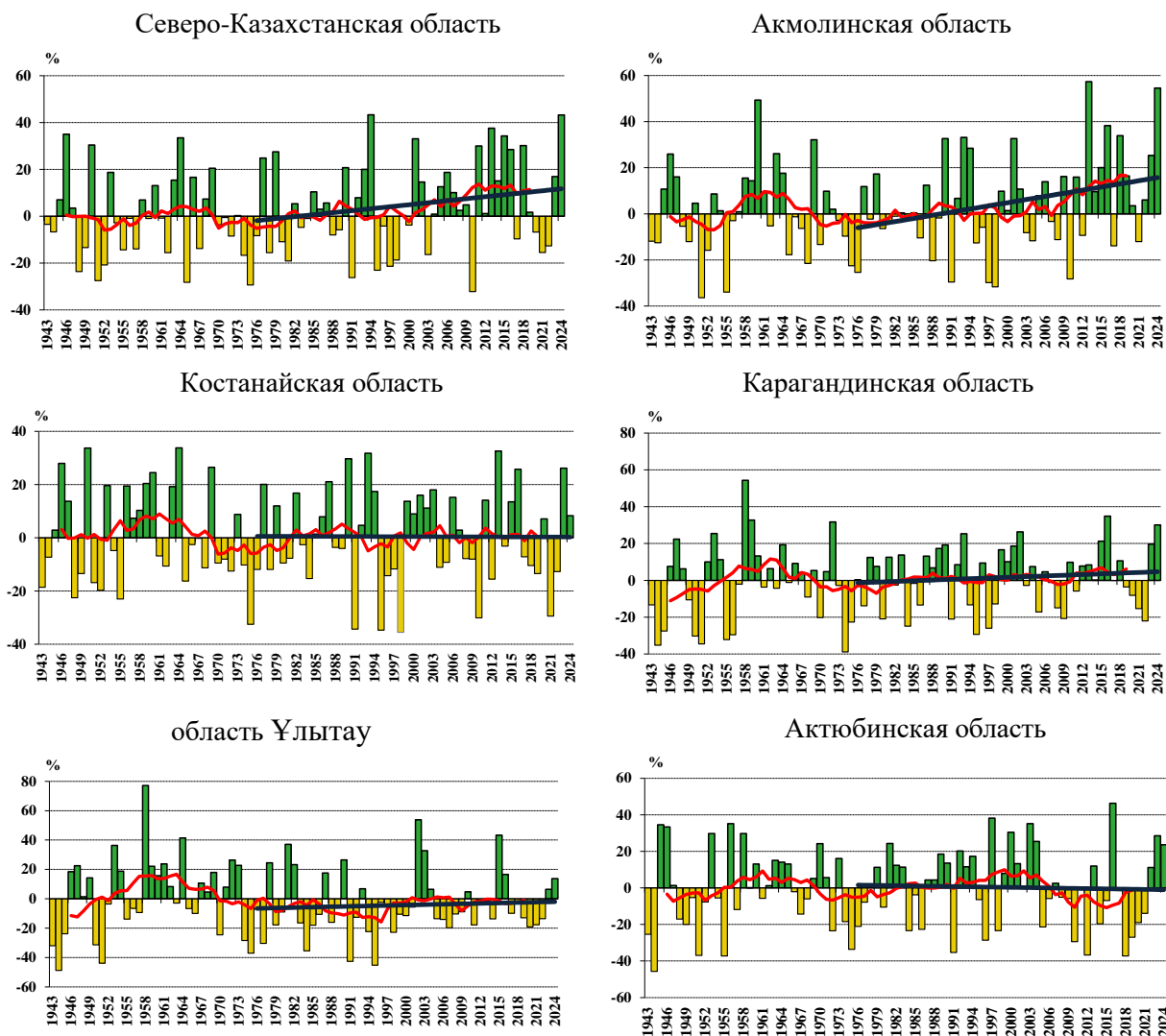


Рисунок 3.9 – Временные ряды аномалий годовых сумм осадков (%) за период 1941–2024 гг., пространственно осредненных по областям Казахстана. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961 – 1990 гг. Линейный тренд за период 1976 – 2024 гг. выделен черным цветом. Сглаженная кривая получена 11 летним скользящим осреднением. Лист 2

В зимний период в среднем по Казахстану тенденции относительных аномалий сезонных сумм осадков незначительно увеличивались — на 1,9 % нормы каждые 10 лет. Наиболее существенные тенденции к увеличению осадков наблюдаются в Акмолинской области — 10,8 % нормы/10 лет (коэффициент детерминации составляет 15 %), Атырауской — 9,2 % нормы/10 лет (коэффициент детерминации — 8 %), Мангистауской — 5 % нормы/10 лет (коэффициент детерминации — 2 %), Северо-Казахстанской областях — 4,9 % нормы/10 лет (коэффициент детерминации — 3 %) и в области Жетісу — 4,7 % нормы/10 лет (коэффициент детерминации — 3 %) (таблица 3.3, рисунок 3.9). Тенденции к увеличению осадков в Акмолинской и Атырауской областях являются статистически значимыми. Заметное убывание количества осадков в среднем по территории отмечается в Западно-Казахстанской области, а также в области Ылытау — на 1,5 и 2,4 % нормы/10 лет соответственно (коэффициенты детерминации составляют 1 % и 2 % соответственно).

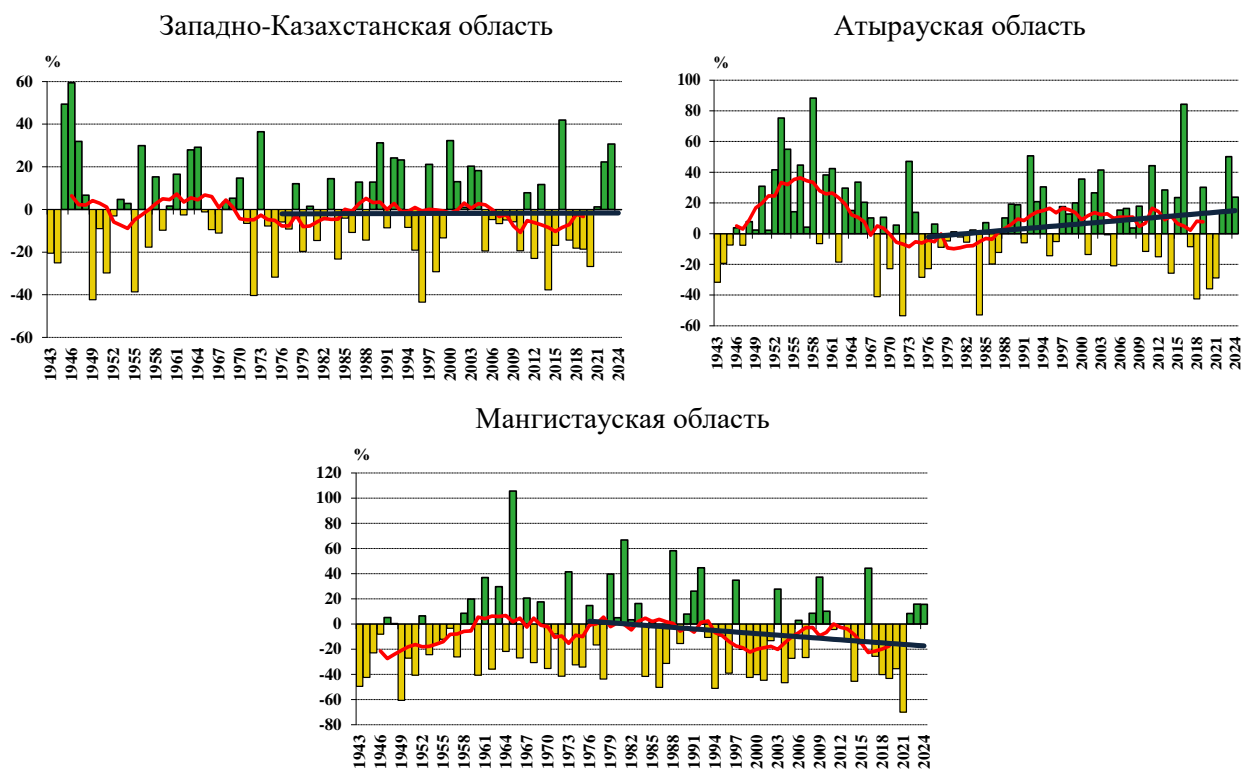


Рисунок 3.9 – Временные ряды аномалий годовых сумм осадков (%) за период 1941–2024 гг., пространственно осредненных по областям Казахстана. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961 – 1990 гг. Линейный тренд за период 1976 – 2024 гг. выделен черным цветом. Сглаженная кривая получена 11 летним скользящим осреднением. Лист 3

Весной средние по Казахстану осадки незначительно увеличивались — на 2,5 % нормы каждые 10 лет. На территории большинства областей отмечаются положительные, но тоже незначительные. Наибольшая скорость увеличения осадков зафиксирована в западных и северных регионах республики. В западных областях — Атырауской (17,1 % нормы/10 лет), Западно-Казахстанской (9,7 % нормы/10 лет) и Актыбинской (4,6 % нормы/10 лет) — коэффициенты детерминации составляют 14 %, 12 % и 2 % соответственно. На севере статистически значимые тенденции выявлены в Костанайской (5 % нормы/10 лет), на Северо-Казахстанской (8,1 % нормы/10 лет) и в Павлодарской (4,8 % нормы/10 лет) областях с коэффициентами детерминации от 3 % до 10 % (таблица 3.3, рисунок 3.9). Устойчивая и статистически значимая тенденция к уменьшению количества осадков наблюдается в Мангистауской области — на 8,6 % нормы каждые 10 лет, при коэффициенте детерминации 5 %. Наибольший вклад в увеличение осадков весеннего сезона приходится на март, когда устойчивые статистически значимые тренды наблюдаются практически на всей территории Казахстана и достигают до 24,4 % нормы/10 лет.

Летом тенденции в количестве сезонных осадков на территории всех областей Казахстана выражены слабо, средняя по Казахстану тенденция к увеличению осадков составила 0,5 % нормы каждые 10 лет. Самое значительное положительное тенденция в количестве осадков наблюдалось в Карагандинской области и составило 4,6 % нормы/10 лет и области Ұлытау — 4 % нормы/10 лет с коэффициентами детерминации 3 % и 2 %, соответственно. Летом выражено существенными тенденциями к убыванию количества осадков. Данное явление отмечалось в

Атырауской — на 8,3 % нормы/10 лет (коэффициент детерминации составил 5 %), Мангистауской — 5,8 % нормы/10 лет и Кызылординской областях — 4,8 % нормы/10 лет, где коэффициент детерминации составил 1 %. (таблица 3.3, рисунок 3.9).

Осенью на территории большинства областей тенденции в количестве осадков за осенний сезон отрицательные, средняя по Казахстану составила 0,4 % нормы/10 лет. Увеличение количества осадков наблюдалось только в Акмолинской области — на 3,7 % нормы/10 лет при коэффициенте детерминации 3 %. Наиболее значительные темпы уменьшения количества осадков отмечаются в Кызылординской (10,4 % нормы/10 лет) и Мангистауской (3,2 % нормы/10 лет) областях. Тенденция уменьшения в Кызылординской области статистически значима при коэффициенте детерминации 13 % (таблица 3.3, рисунок 3.9).

Более детальную информацию о характере изменения режима осадков в Казахстане дает пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда годовых, относительных аномалий сезонных и отдельно для каждого месяца сумм осадков (% нормы/10 лет), представленных на рисунках 3.10 и 3.11. Оценки получены по стационарным временным рядам годовых, сезонных и месячных аномалий количества осадков за период 1976–2024 гг. На территории республики наблюдается пятнистость в направлении изменения сезонного и месячного количества осадков (рисунки 3.10 и 3.11).

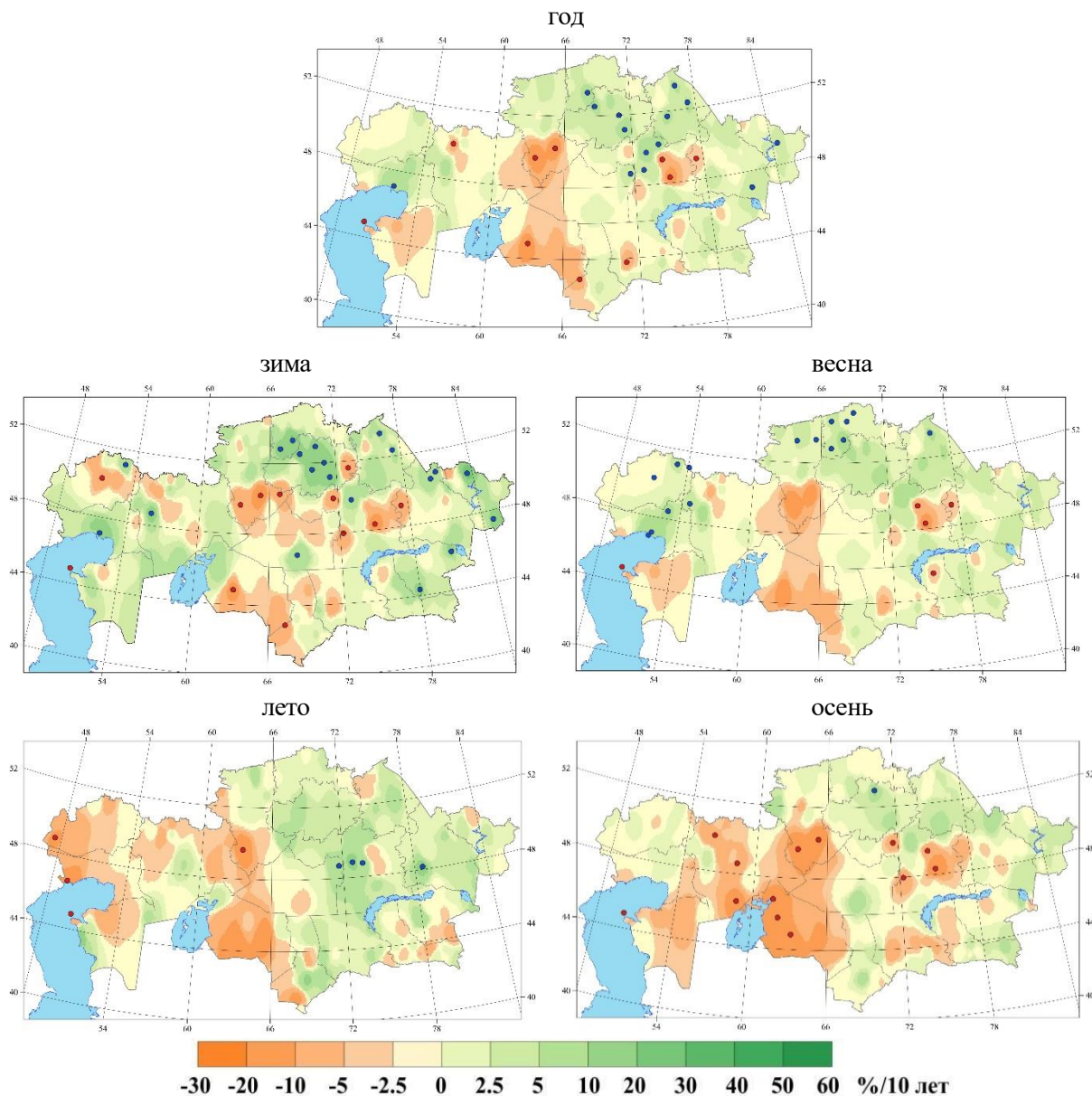
Зимой значимое увеличение осадков зафиксировано практически во всех частях страны — на западе, севере (в основном, в Акмолинской области), юго-востоке, востоке, а также в центральных регионах (на 8–21 % нормы/10 лет). Основной вклад в это увеличение внес февраль (рисунок 3.11). Очаги статистически значимых тенденция в пределах 7–14 % нормы/10 лет к уменьшению сезонного количества осадков наблюдается в центре Западно-Казахстанской, на западе Мангистауской, на юге Костанайской, на востоке Акмолинской, в некоторых районах Карагандинской, на юге Кызылординской, Туркестанской областей, а также на западе области Абай.

В декабре тенденции к уменьшению количества осадков наблюдались в западной и северо-западной частях, в восточной части центрального Казахстана, а также в южной и юго-восточной половине Казахстана (рисунок 3.11). Значимые тенденции к уменьшению количества осадков наблюдались преимущественно на юге в Кызылординской, Туркестанской и Жамбылской областях (на 12–17 % нормы/10 лет) на некоторых метеорологических станциях на севере Западно-Казахстанской и юге Костанайской областей (на 13 % нормы /10 лет) и в центральном Казахстане (на 13 % нормы /10 лет).

В январе тенденции к уменьшению количества осадков наблюдаются западе, на севере и северо-востоке, в центральном регионе и на отдельных небольших очагах на юго-западе (рисунок 3.11). Статистически значимые тенденции уменьшения количества осадков отмечаются на некоторых станциях в центральной и северной части страны от 10,3 % до 14,6 % нормы/10 лет. Тенденции к увеличению осадков наблюдаются в некоторых районах севера (на 12,5–20,2 % / 10 лет), востоке (на 14,4–23,5 % нормы/10 лет), на юге страны (12–19 % нормы/10 лет).

В феврале рост количества осадков наблюдается на большей части территории Казахстана, за исключением очагов убывания количества осадков на западе, юге Костанайской области, южных регионов и на востоке Центрального Казахстана. Статистически важными тенденциями к уменьшению осадков наблюдается на четырех метеостанциях: на западе, севере,

юге и центре и составляет от 10,3 % до 17,3 % нормы за десятилетие. В северных и юго-восточных регионах страны, а также на трех метеостанциях на западе и одной в Центральном Казахстане отмечаются статистически важные тенденции к увеличению количества осадков и составляют от 12,2 % до 33 % нормы за десятилетие.



значимые положительные и отрицательные значения коэффициента линейного тренда выделены синим (увеличение осадков) и красным цветом (уменьшение осадков)

Рисунок 3.10 – Пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда годовых и сезонных сумм осадков (%/10 лет), рассчитанных за период 1976 – 2024 гг.

Весной тенденция к увеличению или уменьшению количества осадков не так велика, однако статистически важные показатели всё же присутствуют. Увеличение количества сезонных осадков наблюдается на западе, северо-западе и севере страны. Статистически важные тенденции увеличения количества осадков варьируются от 8 % до 24,2 % нормы/10 лет. Уменьшение количества осадков наблюдается в Мангистауской области, Туранской низменности, на востоке Центрального Казахстана, а также на отдельных небольших очагах на

западе и востоке страны. Статистически важными являются 5 метеостанций, где тенденция уменьшения отмечается от 9,4 до 27,6 % нормы за десятилетие.

Среди весенних месяцев выделяется **март**, когда практически на всей территории Казахстана фиксируется статистически значимое увеличение месячных сумм осадков. Тенденция уменьшения количества осадков наблюдается небольшими очагами на западе Мангистауской и на юге Кызылординской областей. В среднем по Казахстану тенденция к увеличению осадков превышала 13 % нормы/ 10 лет с коэффициентом детерминации 24 %. Наиболее статистически важные показатели тенденции к увеличению количества осадков зарегистрированы в западных, северных и восточных регионах (на 9,8–39,6 % нормы/10 лет). (рисунок 3.11).

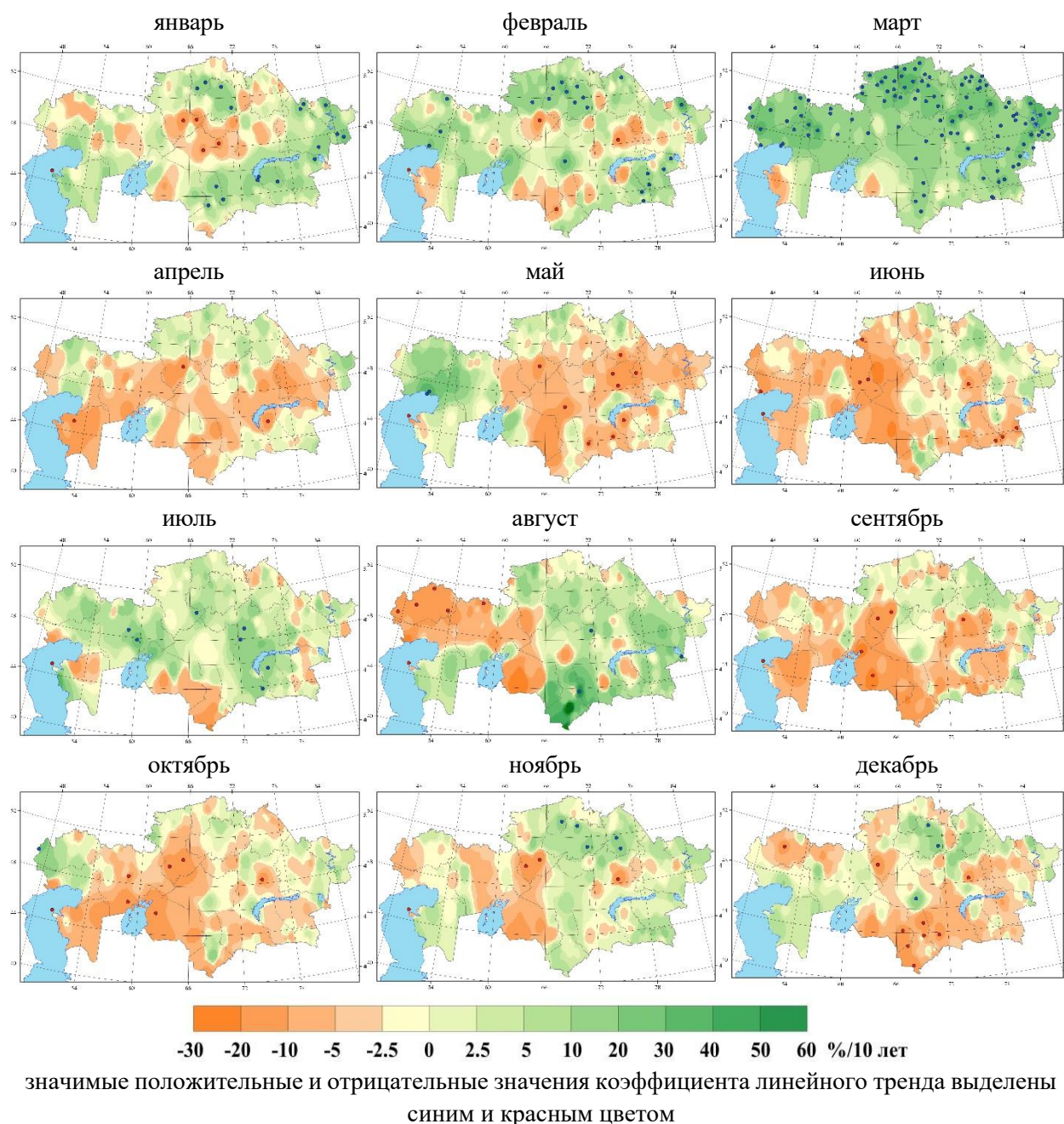


Рисунок 3.11 – Пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда месячного количества осадков (%/10 лет), рассчитанного за период 1976 – 2024 гг.

В **апреле** на территории Казахстана с запада на восток, также охватывая и южные регионы, преобладает тенденция к уменьшению месячных сумм осадков. В районе Прикаспийской низменности и хребтов Мугоджар количество осадков варьируется от 10,8 до 33,2 % нормы/10 лет (МС Кулалы остров в Мангистауской области). В Приаралье, Сары-Арка и на юге Кустанайской области количество осадков уменьшается до 16 % нормы в десятилетие. Апрель отличился недостаточной увлажненностью и статистически важными являются 4 метеостанции, где тенденция варьировалась от 15,6 % до 33,2 % нормы/10 лет.

В **мае** на западе, северо-западе, севере, а также небольшими очагами на юго-востоке отмечается тенденция к увеличению количества осадков, в то время как в центральной и восточной частях страны наблюдается значительное уменьшение количества осадков. 2 метеостанции в Атырауской области имеют статистически важную тенденцию к увеличению 30,2 – 36,9 % нормы/10 лет. По данным 9 метеостанций, расположенных в центральной и южной частях страны, наблюдается тенденции к уменьшению количества осадков. На МС Кулалы остров в Мангистауской области тенденция убывания количества осадков составила 32,9 % нормы/10 лет, что является наибольшим показателем уменьшения по всей стране.

Летом на территории Казахстана тенденции к уменьшению количества осадков наблюдается на западной половине страны, с очагами увлажнения на южной части Мангистауской области, юго-западе страны, в то время как на восточной половине, фиксируется устойчивая тенденция к увеличению количества осадков. На западе уменьшение отмечается до 19,3 % нормы/10 лет. Тенденция к увеличению осадков летнего периода отмечается в прибрежной части Каспийского моря, на юге страны, однако статистически важными тенденциями к увеличению количества осадков наблюдаются на Казахском мелкосопочнике и варьируются от 9 % до 10,9 % нормы/ 10 лет (рисунок 3.10).

В **июне** западная половина Казахстана, центральная часть Казахского мелкосопочника и юго-восточный регион находятся в зоне уменьшения количества осадков (рисунок 3.11). Тенденция к увеличению количества осадков наблюдается преимущественно на юге и севере страны, однако, за июнь месяц не было статистически важных показателей увеличения количества осадков. Наиболее существенные и статистически значимые тенденции уменьшения месячного количества осадков наблюдаются в прибрежных районах Каспийского моря (17-20,2 % нормы/10 лет), на Туранской низменности (18,6-23,9 % нормы/10 лет) и на юго-востоке страны (11,8-14,5 % нормы/10 лет).

В **июле** на большей части страны наблюдаются тенденции к увеличению количества осадков (рисунок 3.11). Прибрежные районы Каспийского моря, южные части Кызылординской и Туркестанской областей, а также в небольших очагах на востоке страны прослеживается тенденция уменьшения количества осадков. Из них статистически важным является лишь одна метеостанция – МС Кулалы остров в Мангистауской области с тенденцией 24,1 % нормы/10 лет. На 7-и метеостанциях, расположенных в Актюбинской, Костанайской, Карагандинской, Жамбылской, а также Алматинской областей прослеживается тенденция к увеличению количества осадков (16,2-22,5 % нормы/10 лет).

В **августе** на западной половине страны, за исключением Мангистауской и южной части Актюбинской областей, наблюдается уменьшение количества осадков, в то время как на другой половине страны наблюдается стремительное увеличение количества осадков. также, как и в июне месяце тенденции к уменьшению количества осадков наблюдаются повсеместно в

западной половине страны (за исключением Мангистауской области). Статистически значимые тенденции убывания осадков зафиксированы только на 6 метеостанциях, расположенных в северной части Западно-Казахстанской и Актыбинской областях, в западной прибрежной части Мангистауской области и составили 16,5-18,7 % нормы/10 лет (рисунок 3.11). Статистически важными тенденциями к увеличению количества осадков наблюдается на двух метеостанциях, расположенных в центре и юго-востоке страны и составили 18-19,4 % нормы/10 лет. В Жамбылской области на МС Саудагент тенденция к увеличению количества осадков составила 56,2 % нормы/10 лет с коэффициентом детерминации 12 %.

Осенью большая часть территории находилась в зоне отрицательных тенденций в количестве осадков (рисунок 3.10). Суммы осадков за осенний сезон значительно убывали по данным многих метеорологических станций в Актыбинский, южной части Костанайской, Кызылординской областях, местами в центральных и южных регионах. В этих регионах на некоторых станциях наблюдается статистически значимое (на уровне 5 %) сокращение количества осадков в пределах 8,6-19,7 % нормы/10 лет, при этом лишь в Кызылординской области коэффициент детерминации составляет 13 %. Тенденции к увеличению количества осадков наблюдаются на севере, востоке, в горных и предгорных районах юго-востока и лишь МС Щучинск в Акмолинской области имеет статистически важное значение в 10,1 % нормы/10 лет (рисунок 3.10).

В сентябре тенденции к убыванию количества осадков фиксируются на большей части территории страны. Наиболее значительные темпы сокращения количества осадков наблюдаются на пяти метеостанциях, расположенные в Мангистауской, Кызылординской и Костанайской областях (17,2-23,3 % нормы/10 лет). В некоторых северных, восточных и юго-восточных регионах наблюдается слабая тенденция к увеличению количества осадков и она статистически незначима (рисунок 3.11).

В октябре также, как и в сентябре, на территории Казахстана отмечены, в основном, слабые тенденции в сторону увеличения осадков. На большей части территории республики наблюдается сокращение количества осадков (рисунок 3.11). На западных, северо-западных, юго-западных и центральных регионах страны наблюдаются статистически значимые темпы сокращения количества осадков на 11,6-23,6 % нормы/10 лет. Наиболее значительные темпы убывания осадков отмечены на МС Кулалы остров (Мангистауская область). В некоторых районах на крайнем западе, севере и востоке фиксируются тенденции к увеличению количества осадков практически отсутствуют, доля трендовой составляющей в общей дисперсии ряда не более 2 %. Наиболее значительные темпы увеличения количества осадков наблюдаются на крайнем западе и северо-западе страны (6,1-14,8 % нормы/10 лет), а статистически значимое увеличение количества осадков только на МС Жаныбек (Западно-Казахстанская область) на 25,8 % нормы/10 лет.

В ноябре тенденции к уменьшению количества осадков, в основном, наблюдались в западной половине Казахстана, Казахском мелкосопочнике и некоторых районах южного региона. На большинстве станций тенденции статистически незначимы. Статистически значимые тенденции отмечены только на 4-х метеостанциях, расположенных в этих регионах, где скорость убывания количества осадков находилась в диапазоне 15,6-20,7 % нормы/10 лет. Устойчивая тенденция наиболее значительного сокращения количества осадков наблюдается на МС Актогай (Карагандинская область) на 17,7 % нормы/10 лет, при этом доля объясненной

трендом дисперсии составляет 24 %. Тенденции к увеличению количества осадков наблюдаются на большей части северного, северо-восточного, западной части центрального, горных и предгорных районах восточного и южного регионов Казахстана. На большинстве станций в этих регионах тенденции, в основном, статистически незначимы, кроме значений на 4-х метеостанциях, расположенных в северном и северо-восточном регионах, где наблюдается значимая тенденция к увеличению количества осадков на 13,8-17,5 % нормы/10 лет. (рисунок 3.11).

Годовые суммы количества осадков существенно уменьшаются в некоторых северо-западных, центральных и южных регионах (на 4,1-12,2 % нормы/10 лет), а также во все месяцы статистически значимые тенденции уменьшения количества осадков отмечаются на МС Кулалы остров в Мангистауской области, где тенденция уменьшения составляет 19,9 % нормы/10 лет, а коэффициент детерминации составляет 68 %. Значимо увеличиваются по данным 14 метеостанций в северном, северо-восточной части центрального регионах (на 3,5-8,3 % нормы/10 лет, рисунок 3.10).

3.3 Тенденции в экстремумах атмосферных осадков

На рисунке 3.12 представлено изменение *максимальной продолжительности бездождного периода, когда суточное количество осадков составляло менее 1 мм* (индекс CDD). По территории Казахстана отмечены слабые тенденции, как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения бездождного периода на 1–4 суток/10 лет. Тренды, в основном, незначимы, за исключением некоторых станций северных, северо-восточных и северной части центральных регионов, а также локально восточных, юго-восточных и южных районов, где зафиксировано статистически значимое уменьшение такого периода; а в юго-западном регионе, Приаралье и некоторых горных районах юго-восточного региона зафиксировано увеличение максимальной продолжительности бездождного периода на 1–6 дня/10 лет.

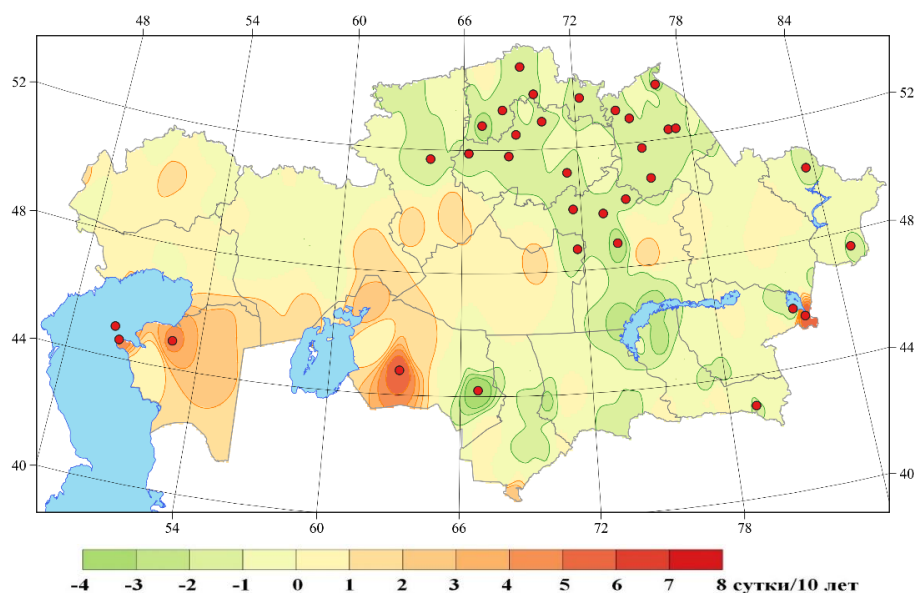


Рисунок 3.12 – Темпы изменения максимальной продолжительности бездождного периода (дни/10 лет) в период 1961 – 2024 гг. (индекс CDD)

РЕКОРДНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ СРЕДНЕЙ МЕСЯЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА, УСТАНОВЛЕННЫЕ В 2024 г.

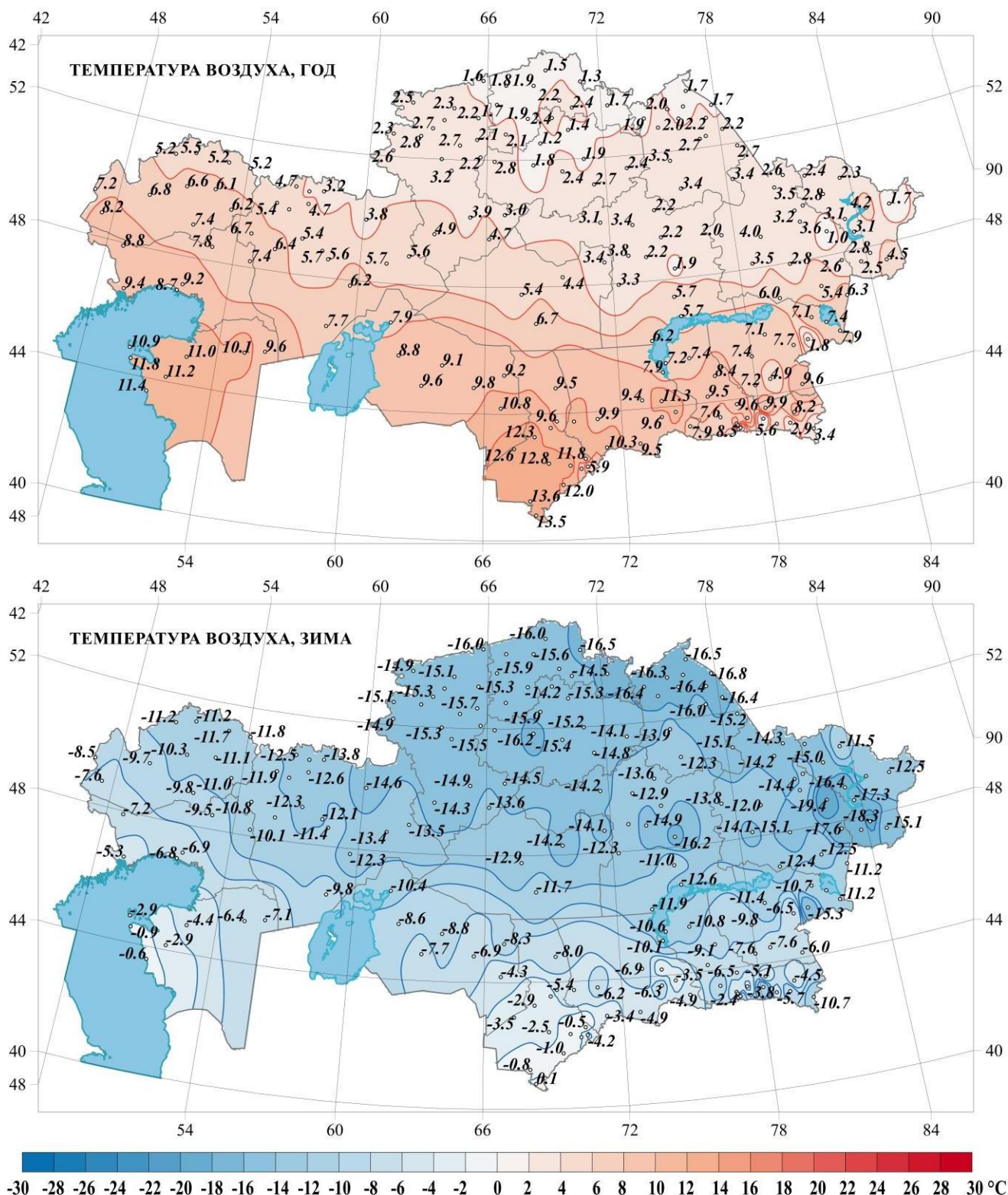
№ пп	Наименование МС	Область	Максимальная температура воздуха, °С	Предыдущее рекордное значение максимальной температуры воздуха, °С	№ пп	Наименование МС	Область	Максимальная температура воздуха, °С	Предыдущее рекордное значение максимальной температуры воздуха, °С
Январь, 2024 г.					8	Толе би	Жамбылская	26,1	25,9 (2022 г.)
1	Актогай_ВКО	Абай	-7,8	-8,2 (2022 г.)	9	Уюк	Жамбылская	27,8	27,4 (2022 г.)
2	Алаколь	Жетісу	-6,2	-6,8 (2022 г.)	Август, 2024 г.				
3	Лепси	Жетісу	-10,3	-10,7 (2022 г.)	1	Актогай_ВКО	Абай	25,5	25,3 (1998 г.)
4	Учарал	Жетісу	-6,1	-6,8 (2022 г.)	2	Бакты	Абай	24,4	23,4 (2019 г.)
5	Тасарык	Туркестанская	1,9	1,7 (2016 г.)	3	Карауыл	Абай	21,7	21,6 (2002 г.)
Апрель, 2024 г.					4	Уржар	Абай	23,1	23,0 (1999 г.)
1	Жаныбек	ЗКО	15,7	15,4 (2012 г.)	5	Усть-Каменогорск	ВКО	21,4	21,3 (1998 г.)
2	Урда	ЗКО	17,0	16,7 (2012 г.)	6	Айдарлы	Алматинская	27,2	26,4 (2002 г.)
3	Каменка	ЗКО	13,9	13,5 (2012 г.)	7	Аксенгир	Алматинская	25,4	24,9 (2019 г.)
4	Ганюшкино	Атырауская	16,5	15,8 (2012 г.)	8	Аул N 4	Алматинская	25,6	25,4 (1998 г.)
5	Новый Уштаган	Атырауская	17,1	16,9 (2012 г.)	9	Баканас	Алматинская	26,6	25,8 (1998 г.)
6	Актау	Мангистауская	16,1	15,2 (1986 г.)	10	Есик	Алматинская	24,1	23,7 (1987 г.)
7	Форт-Шевченко	Мангистауская	16,9	16,0 (1975 г.)	11	Шелек (Чилик)	Алматинская	26,3	25,6 (1984 г.)
8	Кулалы остров	Мангистауская	15,8	14,6 (1975 г.)	12	Алаколь	Жетісу	25,8	25,5 (1998 г.)
Июнь, 2024 г.					13	Матай	Жетісу	26,1	25,9 (1998 г.)
1	Алматы_Камен.пл.	Алматинская	21,9	21,7 (2008 г.)	14	Сарканд	Жетісу	24,2	23,6 (1998 г.)
2	Куйган	Алматинская	26,1	25,9 (2022 г.)	15	Сарыозек	Жетісу	23,3	22,9 (2002 г.)
3	Шолаккорган	Туркестанская	27,4	27,2 (2022 г.)	16	Учарал	Жетісу	25,2	24,9 (1998 г.)
4	Жетысай	Туркестанская	28,5	28,4 (1980 г.)	17	Уштобе	Жетісу	24,4	24,3 (1998 г.)
5	Жосалы	Кызылординская	29,1	28,8 (1977 г.)	18	Жаланашколь	Жетісу	26,7	26,5 (2019 г.)
6	Карак	Кызылординская	29,1	28,8 (2010 г.)	19	Толе би	Жамбылская	25,8	25,6 (1999 г.)
7	Мойынқум	Жамбылская	26,9	26,7 (2022 г.)					

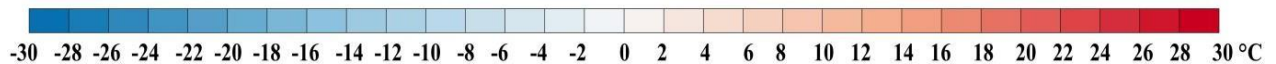
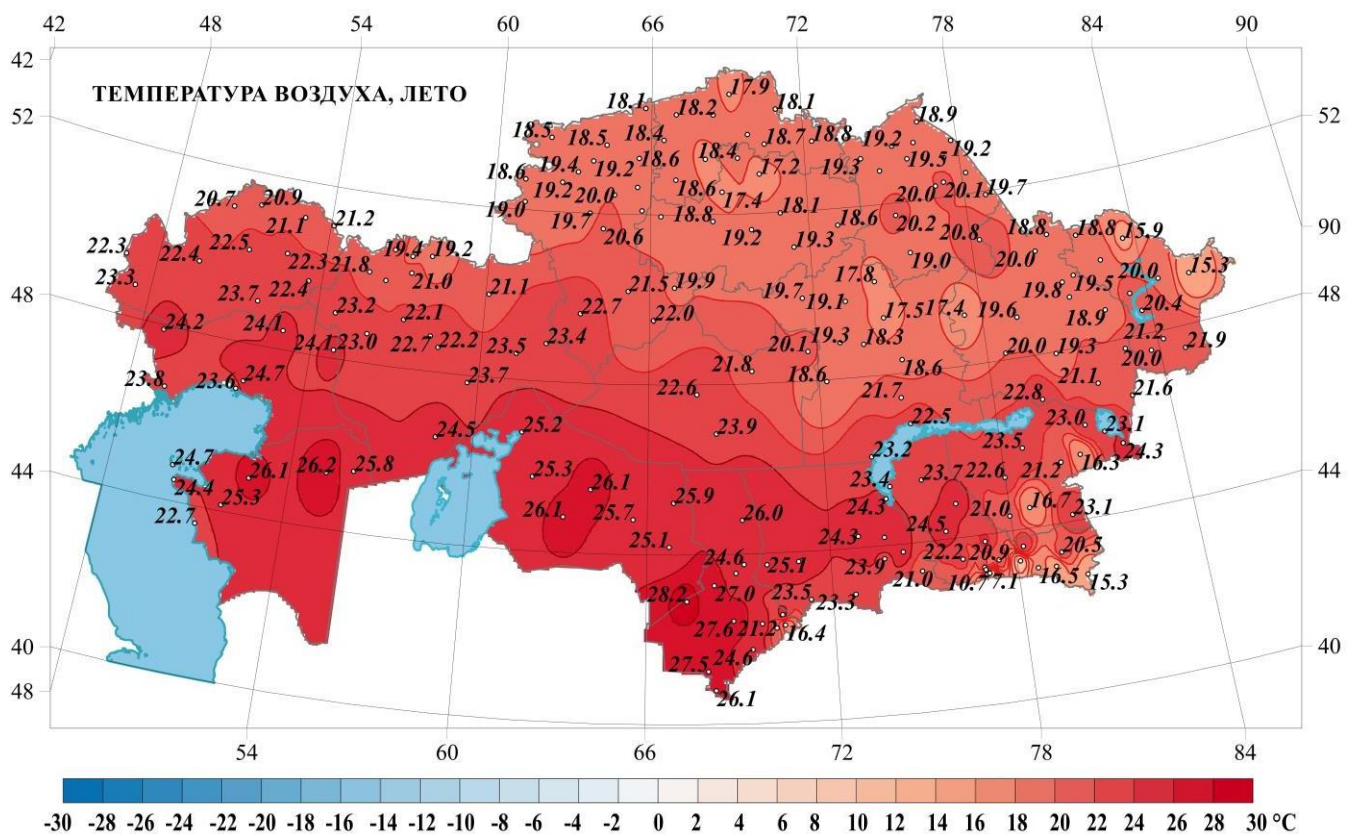
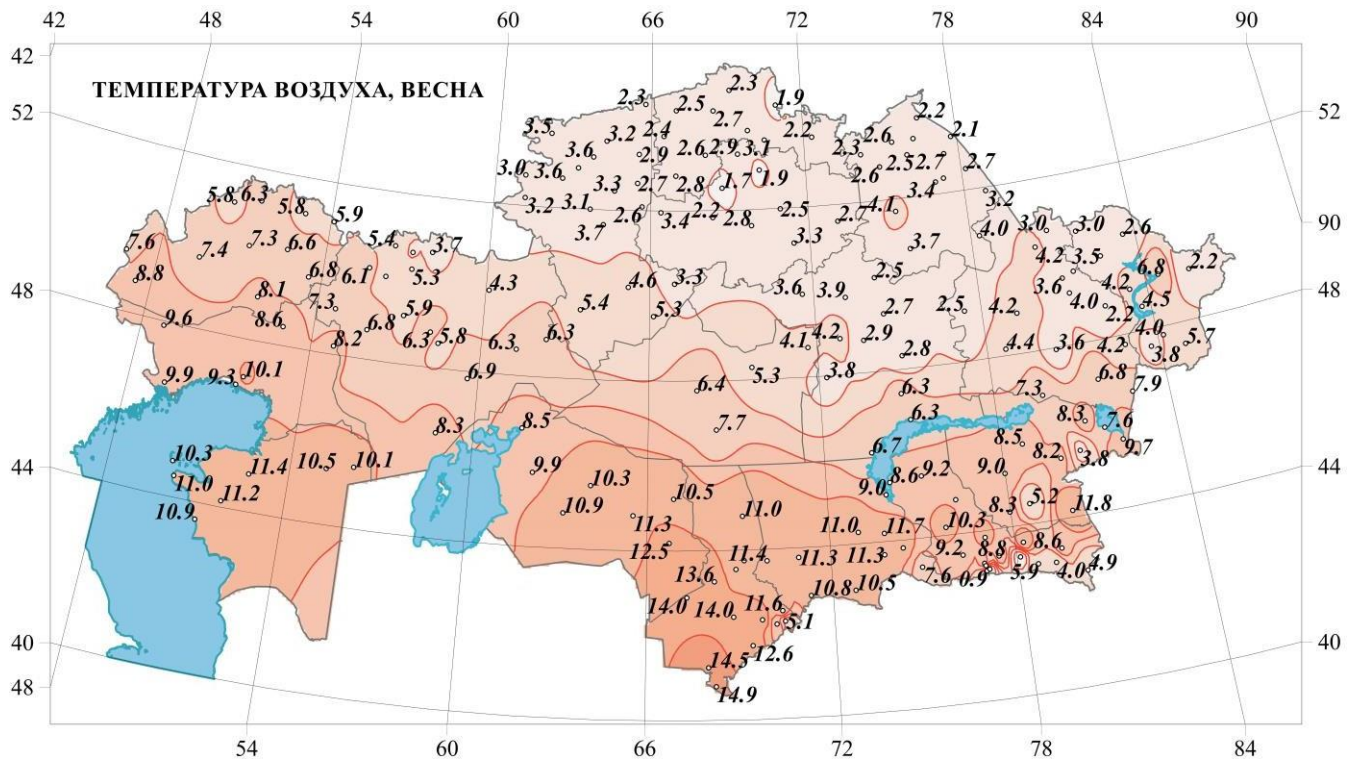
**РЕКОРДНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ МЕСЯЧНОГО КОЛИЧЕСТВА ОСАДКОВ,
УСТАНОВЛЕННЫЕ В 2024 г.**

№ пп	Наименование МС	Область	Максимальное количество осадков, мм	Предыдущее максимальное количество осадков, мм (год)	Минимальное количество осадков, мм	Предыдущее минимальное количество осадков, мм (год)
Январь, 2024 г.						
1	Лениногорск	ВКО	66,0	59,7 (2023 г.)		
2	Тобол	Костанайская	43,0	41,2 (1976 г.)		
3	Аршалинский зсвх	Костанайская	43,7	39,0 (2000 г.)		
Февраль, 2024 г.						
1	Нарынкол	Алматинская	25,7	25,5 (2019 г.)		
2	Ганюшкино	Атырауская	32,6	28,8 (1985 г.)		
3	Дмитриевка	Абайская	39,2	38,9 (1966 г.)		
4	Карауыл	Абайская	46,7	27,8 (1977 г.)		
5	Шалабай	Абайская	69,8	62,2 (1966 г.)		
6	Лозовая	Павлодарская	31,0	28,2 (2020 г.)		
7	Ертис	Павлодарская	33,3	30,5 (2007 г.)		
8	Красноармейка	Павлодарская	34,5	32,5 (1966 г.)		
Март, 2024 г.						
1	Чиганак	Жамбылская	54,9	42,2 (2018 г.)		
2	Шиели (Шиили)	Кызылординская	74,5	57,8 (1984 г.)		
3	Тасты	Туркестанская	67,9	50,1 (2016 г.)		
Май, 2024 г.						
1	Жалтыр	Акмолинская	112,2	100,3 (1988 г.)		
2	Щучинск	Акмолинская	80,0	76,3 (2007 г.)		
3	Шалдай	Павлодарская	98,2	72,0 (2016 г.)		
4	Ертис	Павлодарская	84,8	76,0 (1954 г.)		
5	Голубовка	Павлодарская	80,0	76,8 (1994 г.)		
6	Екибастуз	Павлодарская	103,8	83,8 (2000 г.)		
7	Федоровка	Павлодарская	85,8	78,3 (2000 г.)		
8	Жаныбек	ЗКО			0,0	0,5 (1984 г.)
Июнь, 2024 г.						
1	Мугоджарская	Актюбинская	113,7	92,0 (2003 г.)		
2	Чкалово	СКО	144,1	108,8 (2005 г.)		
3	Тайынша	СКО	156,0	132,5 (1938 г.)		
4	Аксенгир	Алматинская			0,9	6,7 (1995 г.)
Июль, 2024 г.						
1	Дмитриевка	Абайская	160,1	134,3 (1993 г.)		
2	Тугыл	ВКО	70,8	62,1 (1961 г.)		
3	Хантау	Жамбылская	47,8	36,0 (2001 г.)		
4	Сарышаган	Карагандинская	46,6	42,0 (1967 г.)		
Август, 2024 г.						
1	Атбасар	Акмолинская	105,0	92,0 (2001 г.)		
2	Актобе	Актюбинская	104,1	74,9 (1964 г.)		
3	Карабута	Актюбинская	88,7	68,6 (1982 г.)		

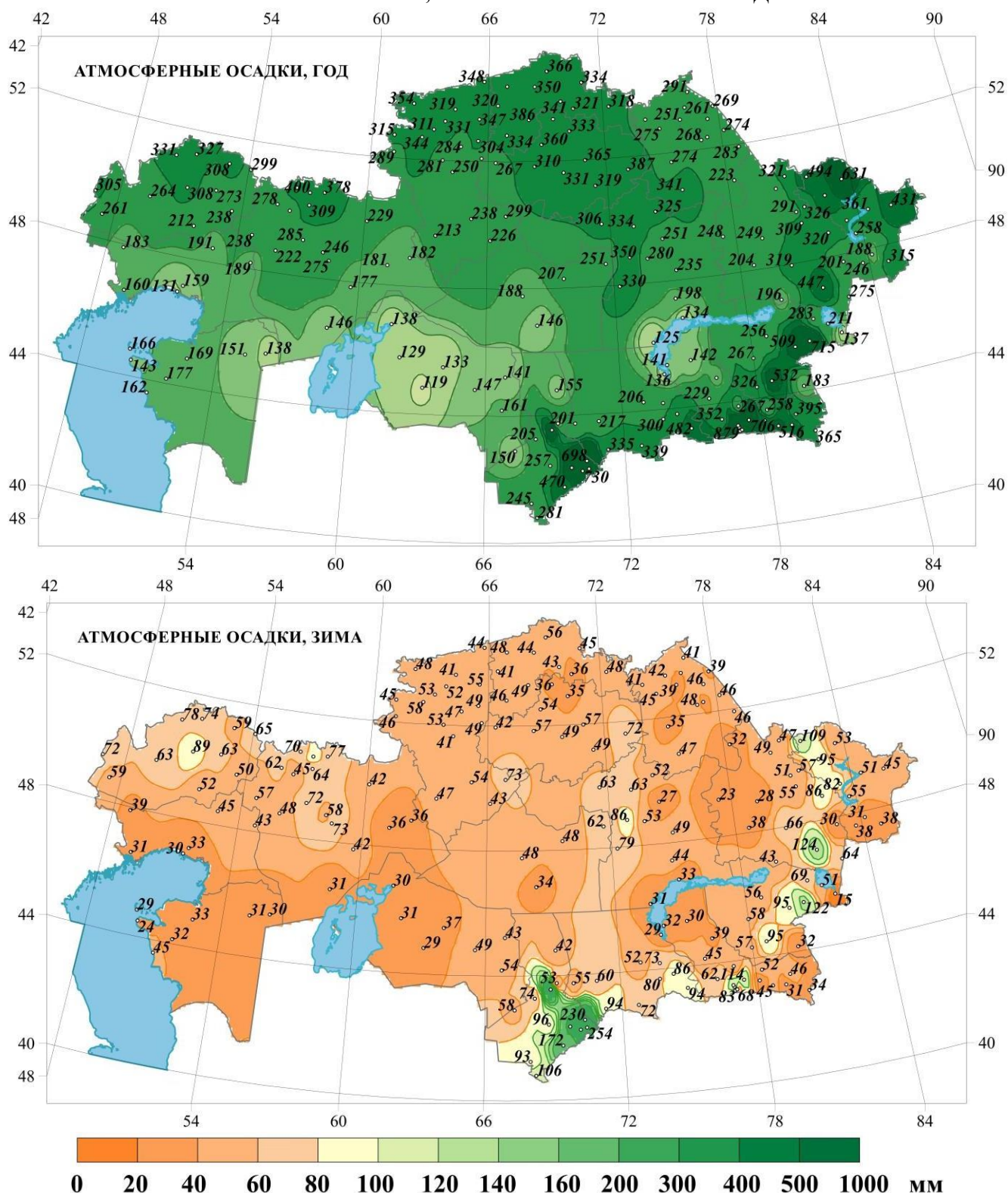
№ пп	Наименование МС	Область	Максимальное количество осадков, мм	Предыдущее максимальное количество осадков, мм (год)	Минимальное количество осадков, мм	Предыдущее минимальное количество осадков, мм (год)
4	Успенка	Павлодарская	138,2	103,9 (2021 г.)		
5	Рузаевка	СКО	123,8	122,1 (1993 г.)		
Сентябрь, 2024 г.						
1	Актогай_Павл	Павлодарская	64,4	59,2 (1981 г.)		
2	Жаныбек	ЗКО			0,0	0,1 (1994 г.)
3	Каменка	ЗКО			0,0	1,8 (1994 г.)
4	Уральск	ЗКО			0,0	1,0 (1944 г.)
Октябрь, 2024 г.						
1	Хантау	Жамбылская	101,8	97,1 (1976 г.)		
2	Сарышаган	Карагандинская	38,0	35,2 (2006 г.)		
Ноябрь, 2024 г.						
1	Куршим	ВКО	72,1	61,7 (2018 г.)		
Декабрь, 2024 г.						
1	Аул №4	Алматинская	75,2	37,0 (2002 г.)		
2	аул Турара Рыскулова	Туркестанская			6,1	8,1 (1965 г.)

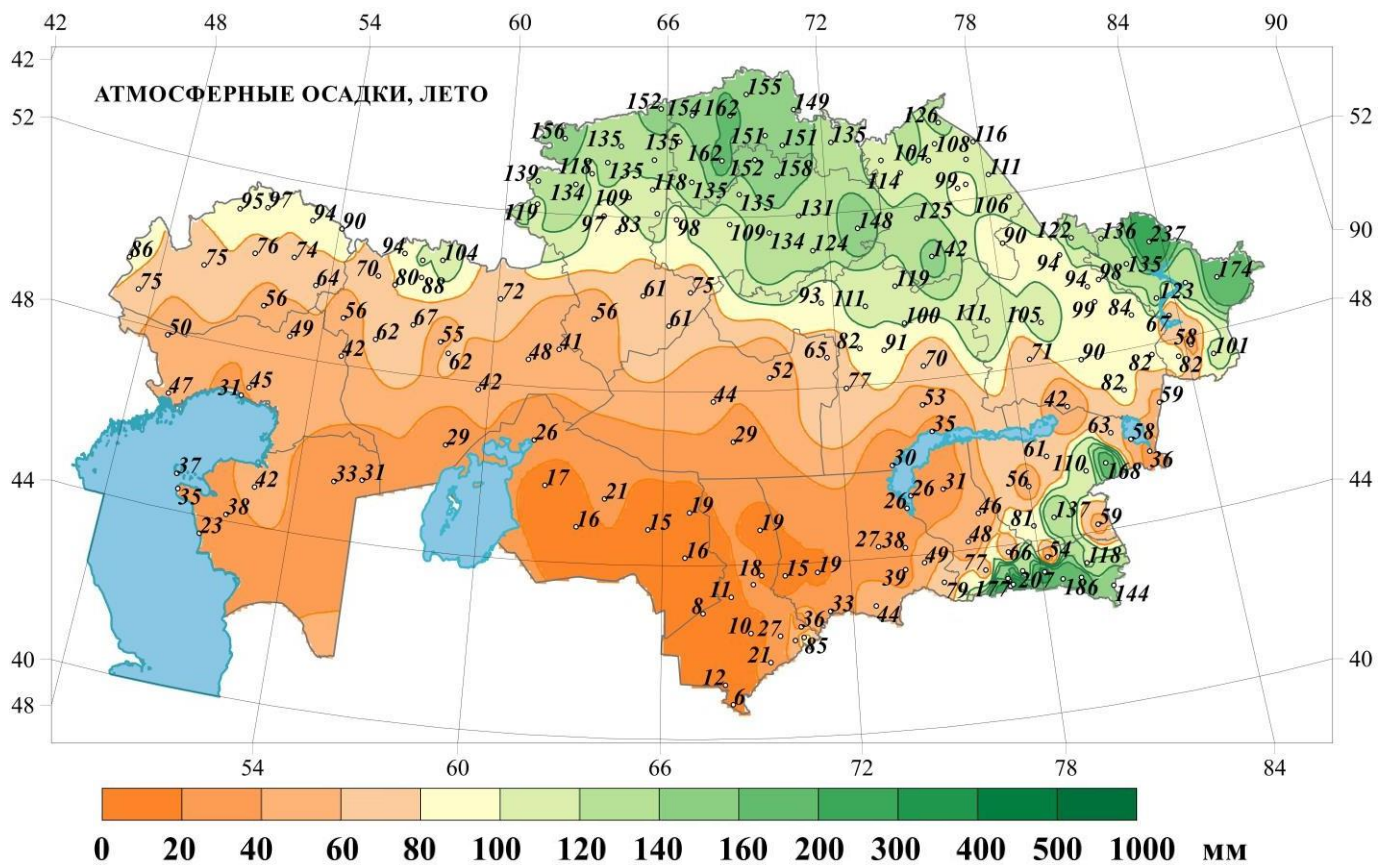
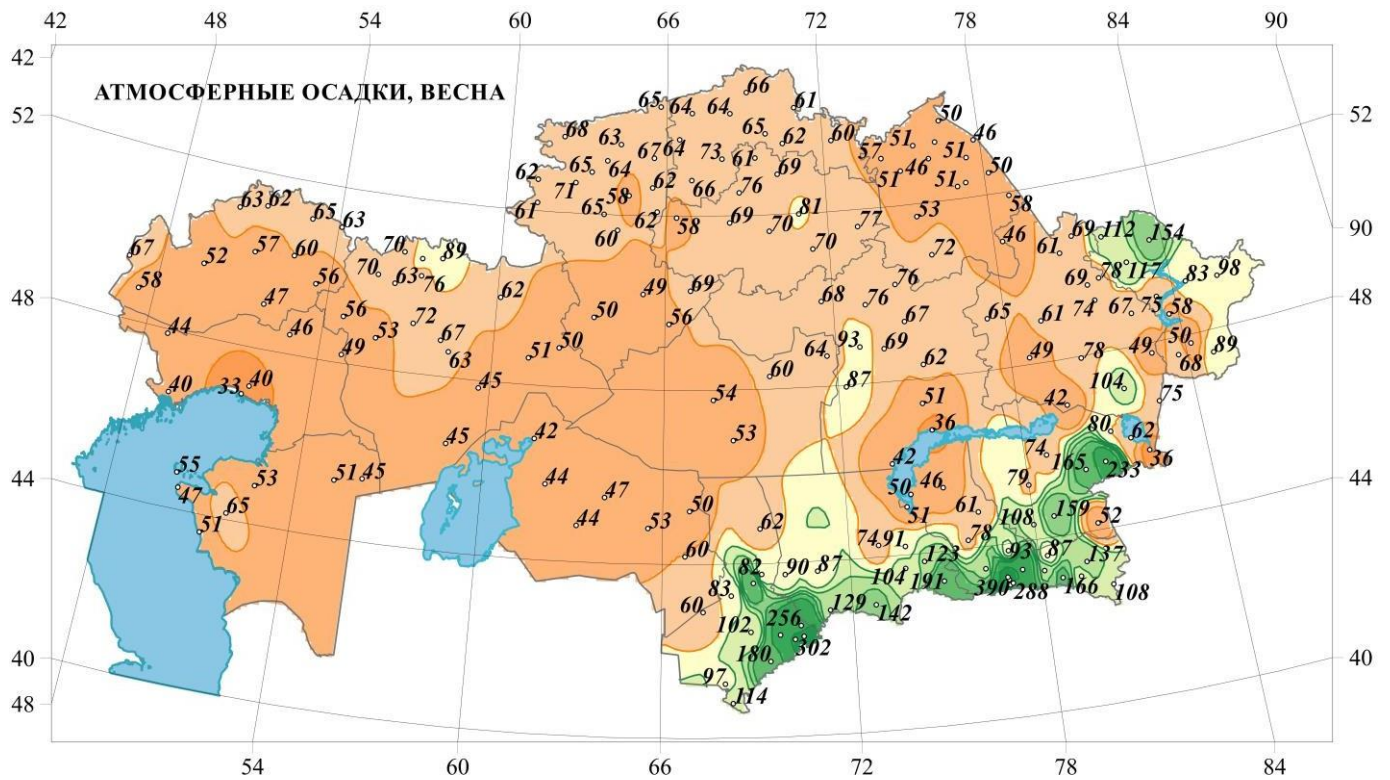
ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕГОДОВЫХ И СРЕДНЕСЕЗОННЫХ
ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА ПО ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА, РАССЧИТАННЫХ ЗА ПЕРИОД
1961–1990 гг.

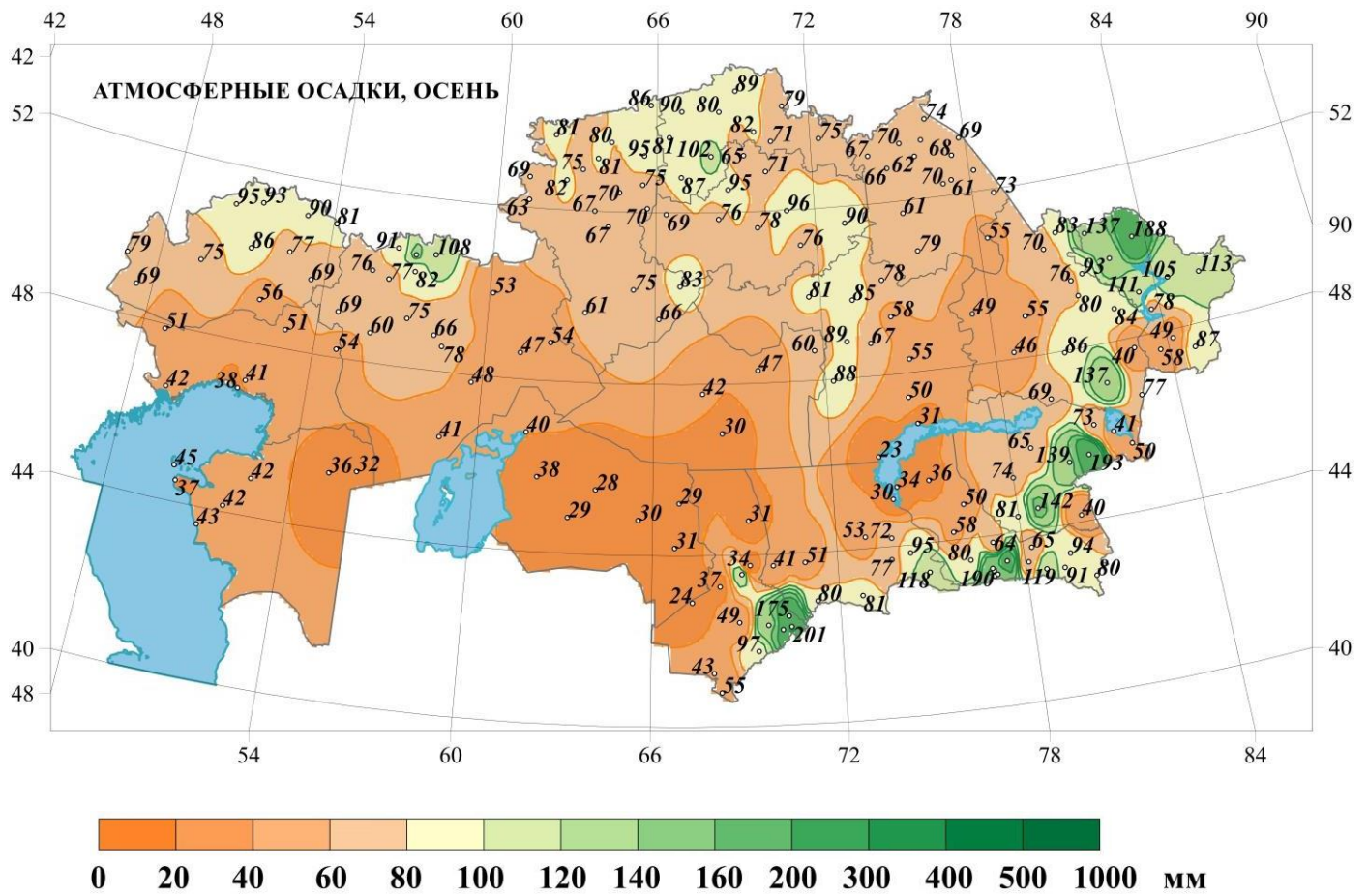




ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВЫХ И СЕЗОННЫХ СУММ ОСАДКОВ ПО
ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА, РАССЧИТАННЫХ ЗА ПЕРИОД 1961–1990 гг.







Бюллетень составлен в Управлении климатических исследований
Научно-исследовательского центра РГП «Казгидромет»
Адрес: 010000, Республика Казахстан, г. Астана, проспект Мәңгілік ел 11/1
Тел. +7 (7172) 79-83-03
e-mail: info@meteo.kz

В оформлении обложки бюллетеня использованы фотографии из открытых источников.

Одно из изображений заимствовано с сайта [KazTAG](#).

При использовании материалов бюллетеня обязательна ссылка на РГП «Казгидромет».