

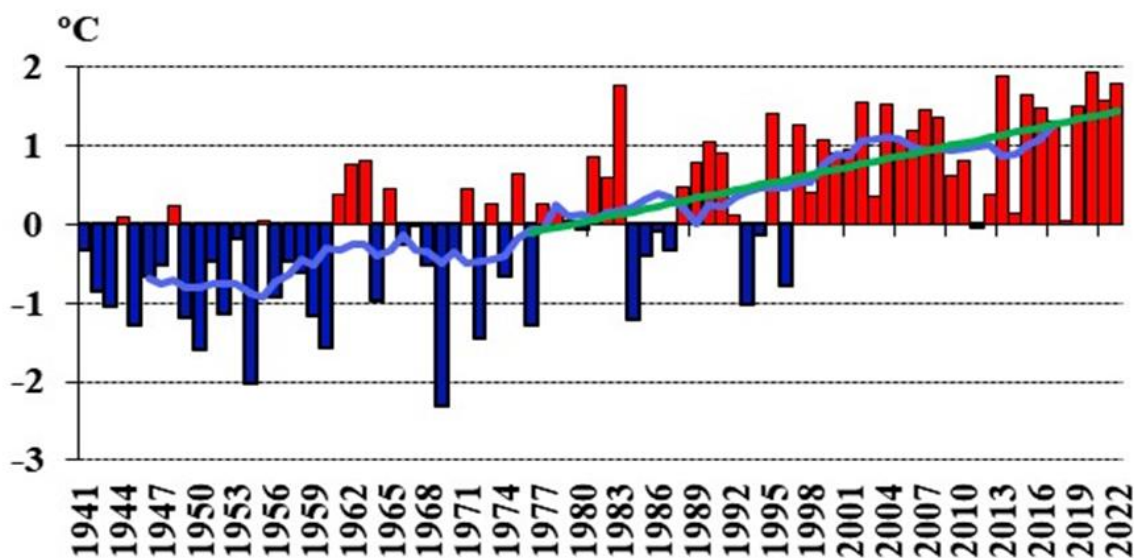


МИНИСТЕРСТВО ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ
РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ «КАЗГИДРОМЕТ»

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

ЕЖЕГОДНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА КАЗАХСТАНА: 2022 год



АСТАНА, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

КРАТКОЕ РЕЗЮМЕ	4
ВВЕДЕНИЕ	6
1 ОБЗОР ИЗМЕНЕНИЙ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА И ЕГО СОСТОЯНИЯ В 2022 г.	9
2 ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА	12
2.1 Аномалии температуры воздуха в 2022 году	13
2.2 Наблюдаемые изменения температуры воздуха	28
2.3 Тенденции в экстремумах температуры приземного воздуха	37
3. АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ	45
3.1 Аномалии количества осадков в 2022 году	45
3.2 Наблюдаемые изменения количества осадков	58
3.3 Тенденции в экстремумах атмосферных осадков	68
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	69
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	70
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	72

КРАТКОЕ РЕЗЮМЕ

Особенности климата в 2022 году

В целом для Земного шара 2022 год вошел в пятерку-шестерку самых теплых лет за период инструментальных наблюдений. Глобальная средняя годовая температура в 2022 г. была примерно на $1,15 \pm 0,13$ °C выше базового уровня 1850-1900 гг., используемого в качестве аппроксимации доиндустриальных уровней.

В среднем по Казахстану среднегодовая температура воздуха в 2022 г. была на $1,78$ °C выше климатической нормы за период 1961-1990 гг. и это третья величина в ранжированном ряду самых тёплых лет за период 1941-2022 гг., год вошел в число 5 % экстремально теплых лет. Для пяти областей Карагандинской, Жетысу, Улытау, Атырауской и Кызылординской 2022 год вошел в число 5 % экстремально теплых лет с аномалиями от $+1,46$ °C до $+2,42$ °C, для четырех областей Жамбылской, Мангистауской, Туркестанской и Алматинской год стал рекордно теплым – в среднем по территории аномалии составили $+2,33$ °C, $+2,21$ °C, $+2,05$ °C, $+2,03$ °C, соответственно. Экстремально высокие годовые температуры зафиксированы по данным большинства метеостанций западного, юго-западного, южных и юго-восточных регионов страны. По данным 29-ти метеостанций западного, южного и восточного регионов 2022 год стал самым теплым годом с 1941 г., рекордные аномалии температуры составили здесь от $+1,13$ до $+3,11$ °C.

Во многих регионах Казахстана экстремально жарким был январь, период с апреля по июнь и сентябрь. Суточный максимум температуры в 2022 г. превышал 30 °C и даже 35 °C на всей территории Казахстана (за исключением высокогорных районов). В 2022 г. на четырех метеостанциях, участвующих в мониторинге климата Казахстана, обновлены значения абсолютных максимумов. В западных и южных регионах общая продолжительность всех волн жары составляла более 50, местами более 60 суток. Следствием высоких температур воздуха значительную часть теплого периода года, особенно в западных и южных регионах Казахстана, наблюдалась острая необходимость в охлаждении помещений для поддержания благоприятной температуры.

Слой осадков за 2022 год в среднем по территории Казахстана составил 311 мм (98 % нормы). В среднем по территории большинства областей годовые суммы осадков были в пределах ± 20 % к норме. Значительный дефицит осадков (до 25-45 %) наблюдался в юго-восточных, южных и центральных областях республики.

Среднее по территории Казахстана количество осадков было ниже нормы в феврале, апреле, с июня по октябрь и декабре. Сухими (10 % экстремумы) были два месяца: апрель, в который средний слой осадков составил около 52 % нормы, и сентябрь, когда выпало 53 % нормы. Существенный дефицит осадков также наблюдался в феврале (вероятность не превышения 25 %), июне (23 %) и августе (11 %). Рекордно влажным был март (209 % нормы) и экстремально влажным – ноябрь (175 % нормы, вероятность не превышения 98 %). С апреля по октябрь и декабрь месяцы дефицит осадков испытывала большая часть территории Казахстана. На некоторых станциях обновлены месячные минимумы осадков, на других – месячные максимумы. По данным многих станций в западных, центральных и южных регионах осадки отсутствовали как минимум месяц.

Изменение климата в Казахстане

Устойчивое повышение средней годовой температуры воздуха наблюдается на территории всех областей Казахстана. В среднем по территории Казахстана повышение среднегодовой температуры воздуха составляет $0,33$ °C каждые 10 лет. В среднем для территории отдельных областей скорость роста находится в диапазоне от $0,21$ °C/10 лет

(Карагандинская область) до 0,54 °С/10 лет (Западно-Казахстанская область). Во все сезоны, кроме зимнего, повышение температуры статистически значимое.

Все тренды среднего по территории Казахстана годового и сезонного количества осадков статистически незначимы. Наблюдается слабая тенденция к увеличению годовых сумм атмосферных осадков (на 0,8 мм/10 лет), в основном за счет осадков весеннего сезона, когда увеличение в некоторых западных, северных и центральных регионах составляет 7-18 %/10 лет. В осенний период количество осадков уменьшается практически на всей территории Казахстана, в некоторых западных и южных регионах на 4–12 %/10 лет.

Анализ тенденций в экстремумах температуры приземного воздуха и количества атмосферных осадков показал, что за период 1961 - 2022 гг.:

- прослеживается устойчивое увеличение количества летних дней с температурами выше 25 °С и 30 °С, а также тропических ночей с температурами выше 20 °С, особенно заметное на юге, юго-западе и западе республики;

- повсеместно происходит увеличение количества волн жары в теплое время года, общей и максимальной продолжительности волн жары, увеличивается также продолжительность волн тепла в целом за год;

- 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;

- повсеместно наблюдается устойчивое увеличение периода активной вегетации со среднесуточной температурой выше 10 °С, а также суммы активных температур за этот период;

- сокращается количество суток с заморозками и с сильными морозами ниже минус 20 °С;

- в характеристиках экстремальности режима осадков на большей части территории республики существенных изменений не произошло.

Наблюдаемое повышение повторяемости и продолжительности периодов с высокими температурами воздуха в теплый период года ведет к негативным последствиям не только для организма человека и животных, но также для транспортной инфраструктуры вследствие деформирования дорожного покрытия, для условий городской среды и зон рекреации, для энергетической отрасли, так как возникает потребность в дополнительной выработке энергии для охлаждения помещений.

Повышение приземной температуры ведет к сокращению периода с отрицательными температурами, как следствие, осадки чаще выпадают в жидком виде. Это в свою очередь может повлиять на снегонакопление в холодный период года. В горных районах сокращается как площадь, так и период выпадения осадков в твердом виде, что сказывается на ледниковых системах.

Повышение приземной температуры в холодный период года ведет к снижению потребности выработки тепловой энергии. Сокращение количества дней с морозами, с одной стороны, ведет к положительному эффекту для здоровья населения, с другой стороны, волны тепла в холодный период года могут приводить к образованию гололедицы на дорогах при возврате холодов.

Увеличение продолжительности периода вегетации в тех районах, где это сочетается с увеличением количества осадков и сокращением максимальной продолжительности бездождного периода (в некоторых северных и юго-восточных регионах) улучшает условия для растениеводства.

В некоторых районах зафиксировано увеличение максимального суточного количества осадков, что может привести к усилению опасности разрушения дорожного полотна и ливневых систем в населенных пунктах, оползневых и селевых проявлений в горных районах.

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.

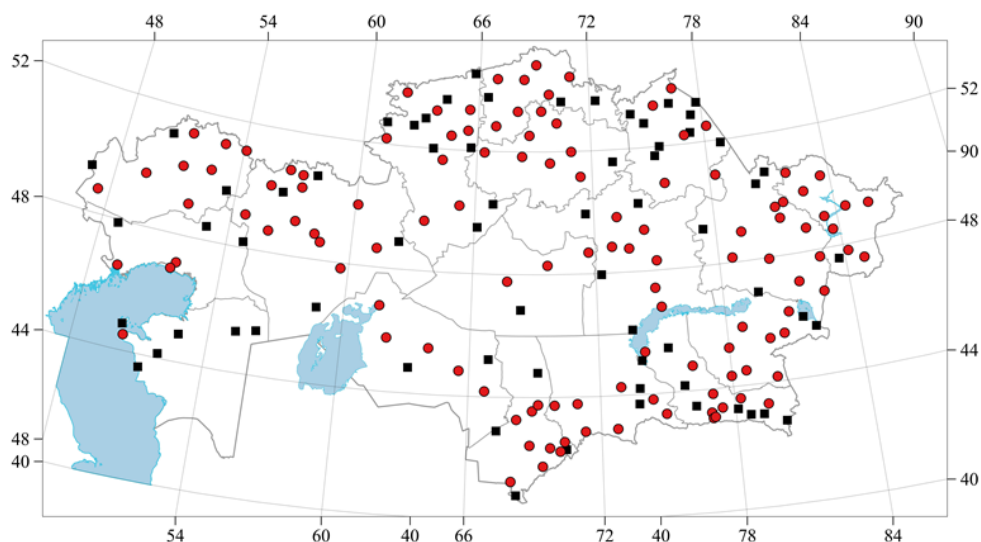
Данный выпуск бюллетеня описывает климатические условия, наблюдавшиеся в 2022 г., включая оценку экстремальности режимов температуры и осадков, и предоставляет историческую информацию об изменении температуры приземного воздуха и количества осадков, которые имели место, начиная с 1941 г. Также этот выпуск 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 2 и 3 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 120 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.

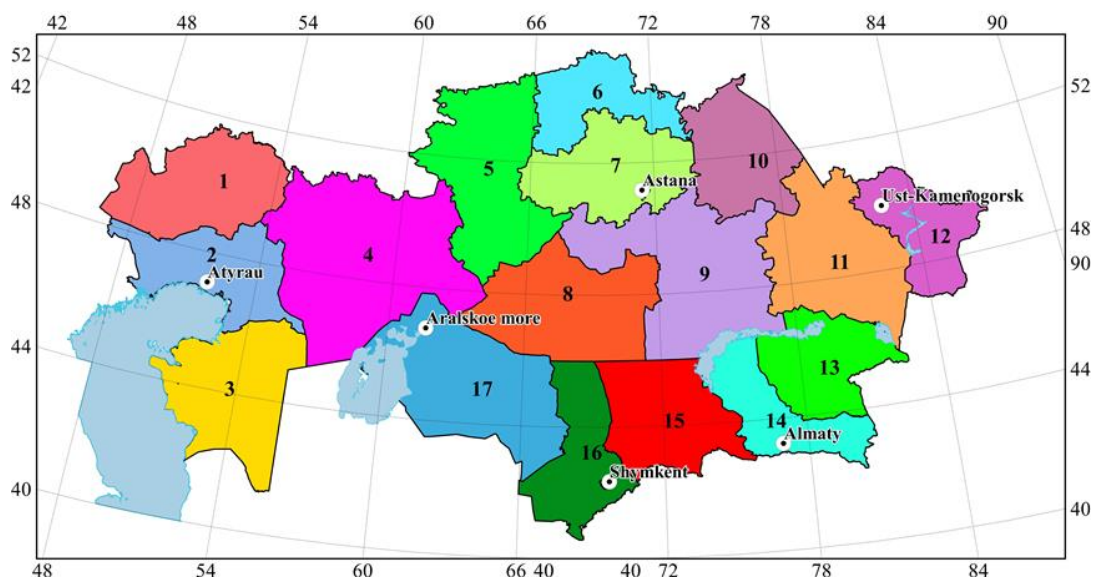


Сеть МС на территории Казахстана, используемая для мониторинга климата (станции, используемые для осреднения по площади регионов, показаны красными кружками)

Основные подходы и методы. Под «нормой» в бюллетене понимается среднегодовое значение рассматриваемой климатической переменной за период 1961 - 1990 гг. Аномалии температуры рассчитываются как отклонения наблюденного 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. | 10 Павлодарская обл. |
| 2 Атырауская обл. | 11 обл. Абай |
| 3 Мангистауская обл. | 12 Восточно-Казахстанская обл. |
| 4 Актюбинская обл. | 13 Алматинская обл. |
| 5 Костанайская обл. | 14 обл. Жетысу |
| 6 Северо-Казахстанская обл. | 15 Жамбылская обл. |
| 7 Акмолинская обл. | 16 Туркестанская обл. |
| 8 обл. Улытау | 17 Кызылординская обл. |
| 9 Карагандинская 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 Тіллекәрім Т.А. В подготовке бюллетеня также принимали участие: канд. геогр. наук Долгих С.А., ведущие научные сотрудники Смирнова Е.Ю., Белдеубаев Е.Е., Курманова М.С., Актаева Г., Медетова А.К., Абдолла Н.С. и ведущие инженеры Турумова Г.Е. и Каратай М.А.

1 ОБЗОР ИЗМЕНЕНИЙ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА И ЕГО СОСТОЯНИЯ В 2022 г.

Прошло 30 лет с тех пор, как в 1993 году Всемирная метеорологическая организация выпустила первый доклад о состоянии климата в связи с высказанной тогда озабоченностью по поводу прогнозируемого изменения климата. В ежегодном докладе о состоянии глобального климата указаны индикаторы климатической системы, включая концентрации парниковых газов, повышение температур 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 CO_2 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 2022 г.:

Средняя годовая глобальная температура в 2022 году была на $1,15 \pm 0,13$ °C выше средней температуры за доиндустриальный период 1850-1900 гг. (рисунок 1.1). Это менее значительная аномалия, так как в течении трех лет подряд наблюдалось влияние охлаждающего эффекта явления Ла-Нинья, такое продолжительное влияние условий Ла-Нинья возникала всего три раза за последние 50 лет. Шесть наборов данных, использованных в анализе, помещают 2022 год на пятое или шестое место самых теплых лет за всю историю наблюдений в мире, и все шесть наборов данных показывают, что последние восемь лет, с 2015 по 2022 годы, были самыми теплыми годами в истории инструментальных наблюдений, начиная с 1850 года (рисунок 1.1.).

В 2021 году молярные доли **концентрации парниковых газов** достигли новых максимумов: 149 % диоксида углерода (CO_2), 262 % метана (CH_4) и 124 % закиси азота (N_2O) от доиндустриального (1750 г.) уровней. Увеличение выбросов диоксида углерода с 2020 по 2021 годы было равно тому, которое наблюдалось с 2019 по 2020 годы, но превышало среднегодовые темпы роста за последнее десятилетие. Годовой прирост концентрации метана с 2020 по 2021 гг. был самым высоким за всю историю наблюдений. Данные в режиме реального времени из ряда конкретных мест показывают, что уровни концентрации парниковых газов, CO_2 , CH_4 и N_2O , продолжали расти в 2022 году.

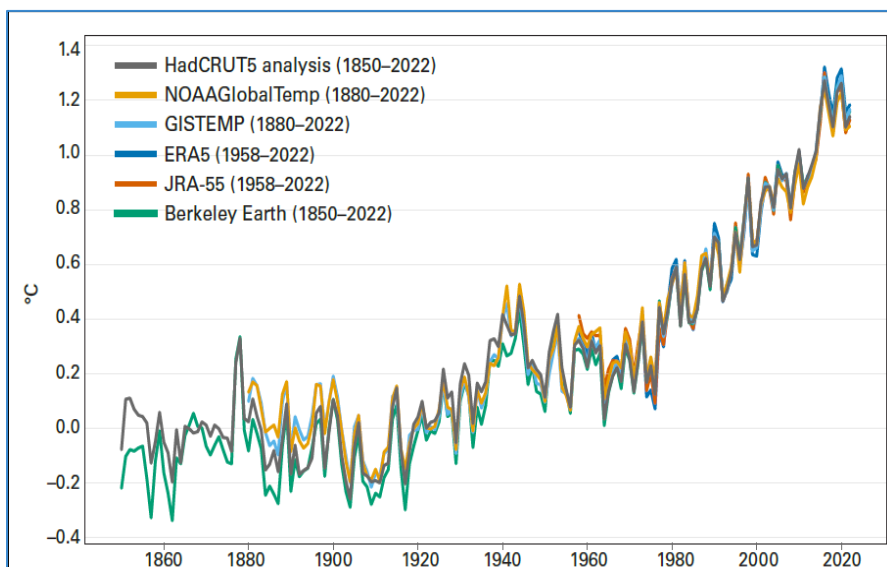


Рисунок 1.1 – Аномалии глобальной среднегодовой температуры воздуха относительно доиндустриальных условий (1850-1900 гг.) по шести наборам данных о глобальной температуре (1850–2022 гг.)

Источник: Метеобюро, Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии; Служба изменения климата Copernicus (C3S); Хранилище климатических данных (CDS), 2023 г.

Глобальный средний уровень моря продолжал расти в 2022 году, достигнув нового рекордно высокого уровня за все время существования спутниковой альтиметрии (1993-2022 гг.). Темпы повышения глобального среднего уровня моря удвоились в период между первым десятилетием (1993-2002 гг.) спутниковых наблюдений, когда уровень моря повышался в среднем на 2,27 мм в год и последним десятилетием (2013-2022 гг.), где глобальный средний уровень моря повысился в среднем на 4,62 мм в год.

Теплосодержание океана в 2022 году достигло нового рекордно высокого уровня за всю историю наблюдений. Темпы нагрева океана особенно высоки в последние два десятилетия. Несмотря на сохраняющиеся, в течение последних трех лет, условия явления Ла-Нинья, в 2022 году поверглись воздействию 58 % поверхности океана как минимум одной морской волны тепла.

Ледники. В Швейцарии впервые в истории даже в самых высоких точках измерений снег не сохранился после летнего сезона таяния, и поэтому не произошло накопления свежего льда. 25 июля швейцарский шар-зонд зафиксировал 0 °C на высоте 5184 м, что стало самым высоким показателем нулевой линии за всю историю наблюдений (69 лет) и лишь вторым разом, когда высота нулевой линии превысила 5000 м.

Измерения на ледниках в высокогорной Азии, западной части Северной Америки, Южной Америки и некоторых частях Арктики также показывают потерю существенной массы ледников.

Для ледяного щита Гренландии 26-й год подряд закончился с отрицательным общим балансом массы.

Развитие озоновой дыры в 2022 году была аналогична ее эволюции в 2021 году. Антарктическая **озоновая дыра** достигла площади в 26 млн км², что сопоставимо с 2020 и 2021 годами. Эта необычно глубокая и большая озоновая дыра была вызвана сильным и стабильным полярным вихрем и более холодными, чем обычно, условиями в нижней стратосфере.

Исключительные **волны тепла** побили рекорды в летний период в Европе и Китае. В некоторых районах Европы экстремально высокие температуры воздуха сочетались с

исключительно сухими условиями. В Китае, с середины июня до конца августа наблюдалась самая сильная и продолжительная волна тепла за все время с начала национальных наблюдений, которая привела к самому жаркому лету за всю историю наблюдений с превышением температуры более чем на 0,5 °С, при этом лето еще стало вторым самым сухим летом за всю историю наблюдений.

В Пакистане **наводнение** из-за рекордных дождей в июле (181 % нормы) и в августе (243 % нормы) привело к многочисленным жертвам и нанесло экономический ущерб в размере 30,0 млрд долларов США.

Засуха затронула многие регионы Европы и Средиземноморья, а также Восточную Африку. В Европе засушливые условия наиболее тяжелыми были в августе. В западно-центральной Германии было зафиксировано самое засушливое лето за всю историю наблюдений. В Северной Италии и на Пиренейском полуострове была исключительно засушливая зима 2021/2022 года. В восточной Африке, в течение пяти сезонов дождей подряд количество осадков было ниже среднего – это самый продолжительный подобный период за последние 40 лет, что оказало серьезное воздействие на сельское хозяйство и продовольственную безопасность. Как и в предыдущую длительную засуху 2010-2012 гг. условия явления Ла-Нинья и отрицательная фаза индекса индийского океанического диполя (IOD) внесли существенный вклад в возникновение засушливых условий.

2 ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА

В 2022 г. в среднем по Казахстану среднегодовая аномалия температуры воздуха составила +1,78 °С относительно среднего многолетнего значения за период 1961–1990 гг. (5,4 °С) и была на 0,14 °С ниже, чем в рекордном 2020 году. С 1960-х годов на территории Казахстана каждое последующее десятилетие было теплее предыдущего. Среднее годовое значение температуры воздуха за последнее десятилетие 2013–2022 гг. составило +6,75 °С и превысила климатическую норму на 1,33 °С, это рекордная величина среди положительных декадных аномалий, предыдущее самое теплое десятилетие было в 2001–2010 гг. с аномалией +1,09 °С. Последнее пятилетие 2018–2022 гг. также было самым теплым со значением среднегодовой температуры воздуха +6,79 °С, которое превысило климатическую норму на 1,36 °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 судить о совпадениях в ранге попавших в оба списка самых теплых лет. Шесть самых тёплых лет в Казахстане вошли в список десяти самых тёплых лет для Земного шара. 2020 год оказался рекордно теплым как в Казахстане, так и в целом по земному шару.

Таблица 2.1 – Самые тёплые годы в истории наблюдений на Земном шаре (с 1850 г.) и в Казахстане за период 1941–2022 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	2020	2020	1,92
2	2016	2013	1,89
3	2019	2022	1,78
4	2017	1983	1,76
5	2022	2015	1,64
6	2015	2021	1,58
7	2021	2002	1,55
8	2018	2004	1,53
9	2014	2019	1,50
10	2010	2016	1,48

На рисунке 2.1 представлен ранжированный ряд среднегодовых аномалий температуры приземного воздуха, осреднённых по метеостанциям Казахстана за период с 1941 г. по 2022 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 четвертое место в ранге самых теплых лет.

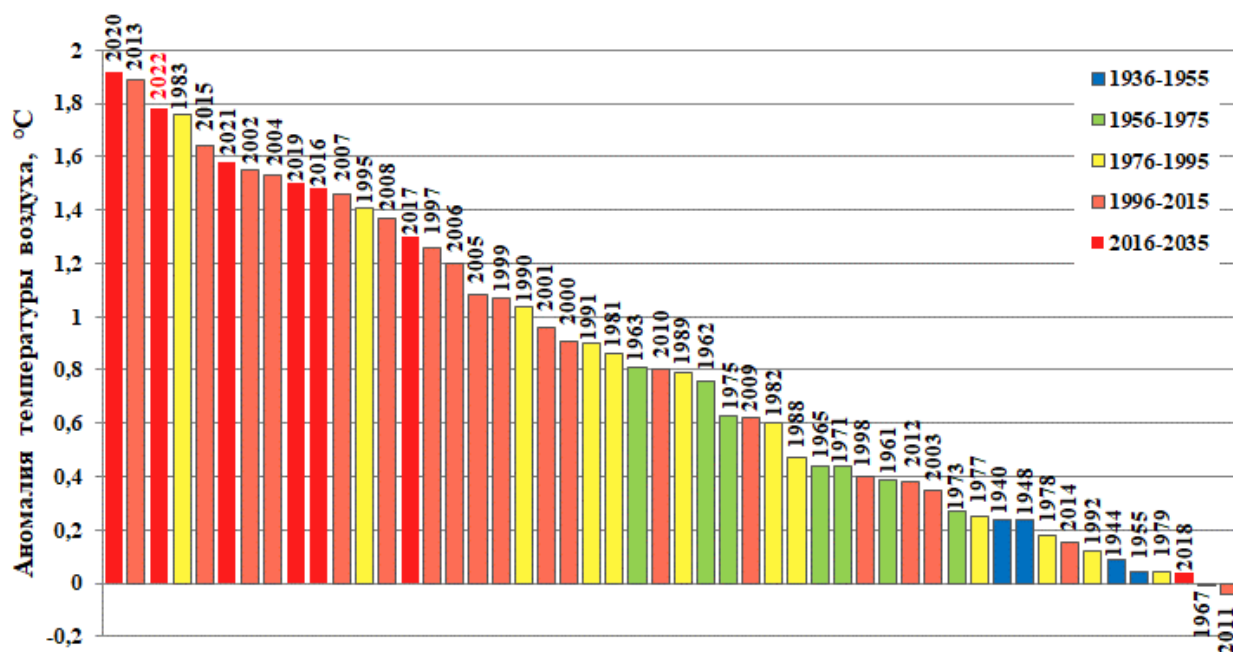


Рисунок 2.1 – Ранжированный ряд положительных аномалий среднегодовых (январь-декабрь) температур приземного воздуха, осреднённых по территории Казахстана (по данным 121 метеостанции) за период 1941–2022 гг. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961–1990 гг.

2.1 Аномалии температуры воздуха на территории Казахстана в 2022 г.

2022 год в Казахстане занял 3-е место в ранжированном по убыванию ряду среднегодовых температур с 1941 года и вошел в число 5 % экстремально теплых лет (рисунок 2.1).

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 1941–2022 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 перцентиля (соответственно теплые и холодные экстремумы) выделены жирным шрифтом и цветом.

Год был рекордно теплым (таблица 2.2) для Жамбылской, Мангистауской, Туркестанской и Алматинской областей (в среднем по территории аномалии составили +2,33 °С, +2,21 °С, +2,05 °С, +2,03 °С, соответственно). Для Кызылординской, Атырауской, Улытау, Жетысу и Карагандинской областей 2022 год вошел в число 5 % экстремально теплых лет (с аномалиями +2,42, +2,33, +2,08, +1,91 и +1,46 °С, соответственно). Средние по территории Западно-Казахстанской, Восточно-Казахстанской, и Абай областей аномалии температуры воздуха вошли в 10 % экстремально высоких аномалий: +2,12, +1,82 и +1,78 °С, соответственно. На территории остальных областей средние по территории аномалии температуры воздуха находились в пределах +1,20...+1,60 °С.

Таблица 2.2 – Регионально осредненные средние годовые (январь-декабрь) и сезонные аномалии температуры воздуха в 2022 г.: νT – отклонения от средних многолетних за 1961-1990 гг., °C; $P(t \leq T_{2022})$ – вероятность непревышения (в скобках), рассчитанная по данным за период 1941-2022 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	1,78 (98)	0,86	4,17 (94)	2,44	2,43 (91)	1,28	1,09 (91)	0,65	1,50 (86)	1,16
Абай	1,78 (91)	1,07	3,54 (91)	2,74	3,66 (96)	1,47	1,04 (90)	0,77	1,40 (77)	1,50
Алматинская	2,03 (100)	0,75	3,90 (99)	2,24	3,38 (99)	0,96	1,34 (94)	0,66	1,65 (91)	1,02
Акмолинская	1,26 (86)	1,07	3,67 (91)	2,84	1,97 (78)	1,85	0,21 (62)	1,04	1,08 (69)	1,51
Актюбинская	1,60 (89)	0,94	4,66 (91)	2,50	0,58 (63)	1,90	1,17 (80)	0,93	1,83 (89)	1,40
Атырауская	2,33 (99)	0,82	5,74 (99)	2,40	1,10 (68)	1,56	2,04 (94)	0,85	2,13 (94)	1,20
Восточно-Казахстанская	1,82 (93)	1,11	3,30 (91)	2,72	3,70 (96)	1,59	0,72 (73)	0,84	1,59 (84)	1,52
Жамбылская	2,33 (100)	0,87	5,54 (100)	2,87	3,22 (99)	1,00	1,26 (91)	0,81	1,90 (91)	1,18
Жетысу	1,91 (99)	0,79	4,17 (99)	2,46	3,59 (100)	1,04	1,05 (90)	0,63	1,42 (84)	1,13
Западно-Казахстанская	2,12 (94)	1,06	5,01 (93)	2,74	0,23 (48)	2,01	2,04 (90)	1,22	2,10 (91)	1,27
Карагандинская	1,46 (95)	0,85	3,42 (94)	2,45	3,32 (95)	1,31	0,65 (74)	0,80	0,96 (72)	1,37
Костанайская	1,25 (83)	1,06	3,80 (91)	2,75	1,15 (67)	1,91	0,94 (78)	1,07	0,76 (65)	1,50
Кызылординская	2,42 (98)	0,91	5,09 (95)	2,85	3,03 (88)	1,28	1,84 (94)	0,95	2,04 (91)	1,21
Мангистауская	2,21 (100)	0,75	4,42 (100)	1,88	0,83 (68)	1,35	2,67 (98)	0,86	2,23 (94)	1,16
Павлодарская	1,20 (83)	1,16	3,78 (94)	3,15	2,81 (90)	1,73	0,16 (58)	0,94	0,89 (59)	1,62
Северо-Казахстанская	1,35 (88)	1,16	3,64 (91)	2,94	1,86 (80)	1,87	0,65 (77)	1,17	0,77 (62)	1,53
Туркестанская	2,05 (100)	0,79	4,51 (99)	2,60	2,61 (96)	0,86	1,41 (94)	0,85	1,97 (94)	1,10
Улытау	2,08 (98)	0,97	4,53 (95)	2,71	3,48 (93)	1,42	1,33 (90)	0,92	1,77 (89)	1,46

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.

Аномалии средней годовой температуры воздуха в 2022 г. были положительными на всей территории Казахстана (рисунок 2.2, сверху). В северной, северо-восточной, центральной частях и горных районах республики температуры превышали норму на 1,0-2,0 °C, и только в некоторых центральных районах небольшие очаги – на +0,6...+0,9 °C. В западных, юго-западных, южных и юго-восточных регионах аномалии температуры воздуха были в диапазоне +2,0...+3,1 °C, в перечисленных регионах на 75 метеостанциях были отмечены экстремально высокие годовые температуры (вероятность непревышения аномалий выше 95 %). По данным 29-ти метеостанций западного, южного и восточного регионов 2022 год стал самым теплым годом с 1941 г., рекордные аномалии составили здесь от +1,13 до +3,11 °C (рисунок 2.2, внизу).

Год

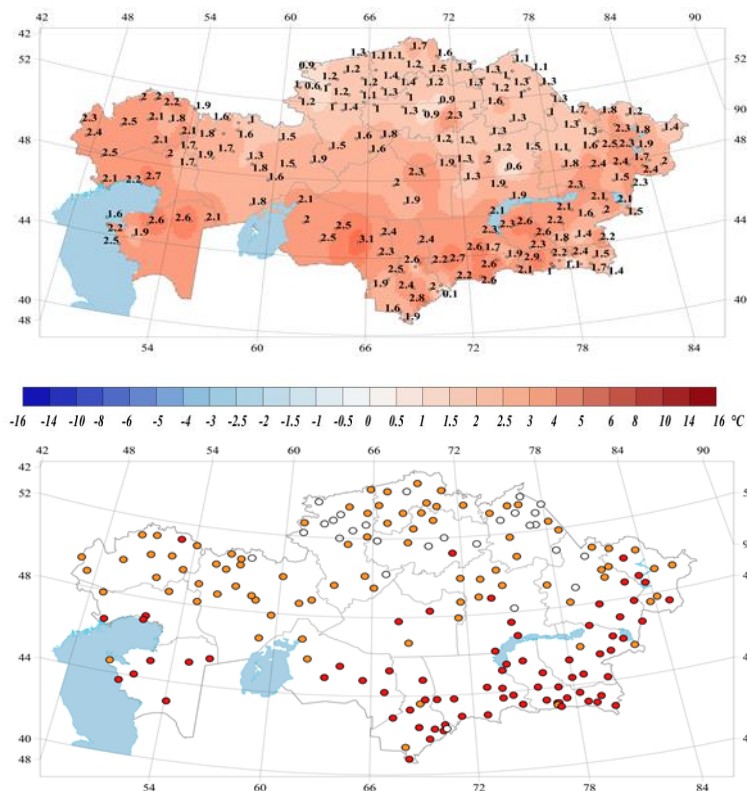


Рисунок 2.2 – Географическое распределение средних годовых аномалий температуры воздуха (вверху, °С) на территории Казахстана в 2022 г., рассчитанных относительно базового периода 1961–1990 гг., и вероятности их неперевышения (внизу), рассчитанные по данным периода 1961–2022 гг.

В 2022 г. среднемесячные температуры, осредненные по территории Казахстана, были выше нормы за период 1961–1990 гг., за исключением декабря месяца со значительной отрицательной аномалией в минус 2,75 °С (рисунок 2.3). Экстремально теплыми были апрель и сентябрь, которые расположились на втором месте среди самых теплых месяцев с 1941 г. с аномалией +4,29 °С и +2,46 °С соответственно. Самый теплый апрель был в 2012 г. с аномалией +5,70 °С. Рекорд температуры сентября установлен в 1957 году с аномалией +2,69 °С. Теплым был и январь месяц (аномалия +4,21 °С), он вошел в число 10 % самых теплых месяцев за период с 1941 года. В остальные месяцы года положительная аномалия температуры воздуха находилась в пределах от +0,29 °С в ноябре до +4,84 °С в феврале (таблица 2.3).

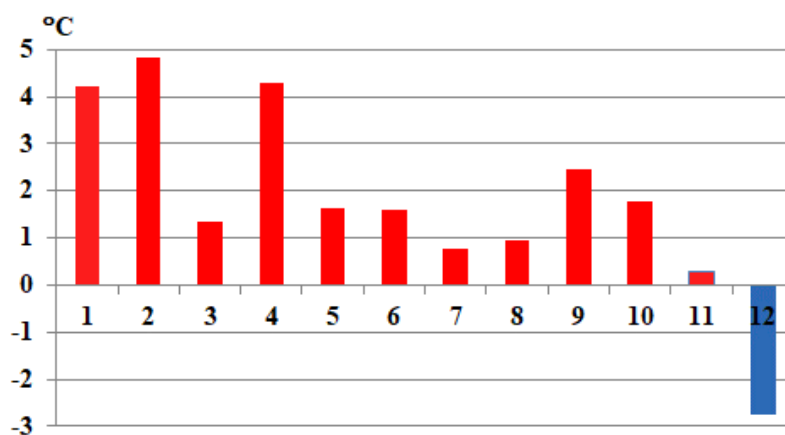


Рисунок 2.3 – Осредненные по территории Казахстана средние месячные аномалии температуры воздуха в 2022 году, рассчитанные относительно средних за период 1961-1990 гг.

Таблица 2.3 – Регионально осредненные средние месячные аномалии температуры воздуха в 2022 г.: νT – отклонения от средних за 1961–1990 гг., °C; $P(t \leq T_{2021})$ – вероятность неперевышения (в скобках), рассчитанная по данным за период 1941–2022 гг. и выражена в %

Регион/ область	12 (2021)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Казахстан	3,45 (93)	4,21 (91)	4,84 (89)	1,35 (63)	4,29 (99)	1,64 (84)	1,59 (88)	0,76 (75)	0,94 (72)	2,46 (99)	1,76 (79)	0,29 (59)
Абайская	3,61 (86)	3,98 (93)	2,95 (70)	3,00 (79)	3,66 (93)	4,28 (100)	2,38 (95)	0,86 (73)	-0,11 (37)	2,56 (96)	1,49 (67)	0,15 (53)
Алматинская	3,62 (95)	5,29 (100)	2,78 (65)	2,89 (79)	4,73 (100)	2,57 (95)	2,56 (96)	1,83 (93)	-0,34 (25)	3,08 (98)	1,30 (73)	0,59 (62)
Акмолинская	2,63 (80)	3,21 (81)	5,10 (88)	-0,58 (40)	4,09 (90)	2,40 (85)	0,30 (64)	0,36 (72)	-0,01 (40)	2,33 (93)	2,04 (75)	-1,14 (43)
Актюбинская	3,14 (86)	3,66 (83)	7,22 (93)	-0,88 (43)	4,39 (95)	-1,78 (20)	0,38 (56)	0,18 (58)	2,93 (90)	2,38 (95)	2,36 (79)	0,78 (69)
Атырауская	3,19 (94)	5,10 (95)	8,87 (100)	1,47 (64)	4,00 (96)	-2,17 (15)	1,80 (78)	0,20 (49)	4,10 (98)	2,67 (95)	2,83 (86)	0,87 (70)
Восточно- Казахстанская	3,28 (83)	4,00 (90)	2,59 (70)	3,20 (80)	3,24 (91)	4,68 (100)	1,96 (90)	0,21 (54)	0,02 (37)	2,56 (95)	1,46 (70)	0,73 (54)
Жамбылская	5,03 (98)	6,64 (100)	4,91 (78)	2,43 (75)	5,07 (100)	2,14 (91)	2,80 (100)	1,37 (86)	-0,34 (30)	2,90 (98)	1,40 (72)	1,37 (65)
Жетысуская	3,87 (91)	6,00 (100)	2,64 (63)	3,79 (84)	4,20 (99)	2,76 (98)	2,43 (96)	1,21 (85)	-0,45 (22)	2,55 (96)	0,99 (67)	0,68 (59)
Западно- Казахстанская	2,50 (78)	4,45 (86)	8,06 (93)	0,49 (51)	3,85 (91)	-3,66 (7)	0,94 (64)	0,50 (57)	4,74 (95)	1,65 (85)	2,98 (86)	1,66 (80)
Карагандинская	3,69 (94)	3,14 (89)	3,44 (78)	2,41 (77)	4,51 (96)	3,03 (96)	2,34 (96)	0,20 (60)	-0,59 (22)	1,93 (89)	1,50 (70)	-0,53 (49)
Костанайская	2,62 (79)	2,83 (78)	5,94 (93)	-0,90 (38)	4,20 (93)	0,18 (41)	-0,03 (49)	0,68 (73)	2,14 (83)	2,27 (94)	1,13 (58)	-1,09 (43)
Кызылординская	3,58 (91)	4,92 (89)	6,82 (85)	2,04 (63)	5,28 (99)	1,76 (83)	3,04 (95)	1,06 (81)	1,46 (75)	2,84 (98)	1,70 (69)	1,52 (70)
Мангистауская ¹	2,56 (90)	4,10 (94)	6,60 (100)	0,50 (54)	3,40 (95)	-1,40 (17)	2,60 (86)	0,50 (56)	5,00 (100)	3,00 (91)	2,80 (84)	0,90 (74)
Павлодарская	4,54 (90)	2,42 (74)	4,38 (84)	0,68 (54)	3,80 (91)	3,92 (96)	0,52 (65)	0,16 (63)	-0,26 (31)	1,68 (86)	2,36 (84)	-1,38 (33)
Северо- Казахстанская	2,91 (81)	3,01 (79)	4,96 (86)	-0,74 (38)	4,33 (93)	1,94 (79)	-0,01 (56)	0,53 (73)	1,43 (77)	1,89 (90)	1,83 (67)	-1,39 (33)
Туркестанская	4,01 (96)	4,92 (96)	4,60 (78)	0,91 (62)	5,17 (100)	1,79 (84)	2,47 (98)	1,71 (89)	0,06 (46)	3,23 (99)	1,62 (73)	1,09 (67)
Улытауская	3,96 (91)	4,63 (93)	5,03 (83)	2,97 (74)	5,00 (99)	2,50 (93)	2,77 (98)	0,63 (72)	0,57 (53)	2,53 (98)	2,03 (79)	0,70 (62)

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%-е и холодные 5%-е экстремумы) выделены жирным шрифтом и ярким цветом.

Пространственное распределение сезонных аномалий температуры воздуха в 2022 году по территории Казахстана представлено на рисунке 2.4.

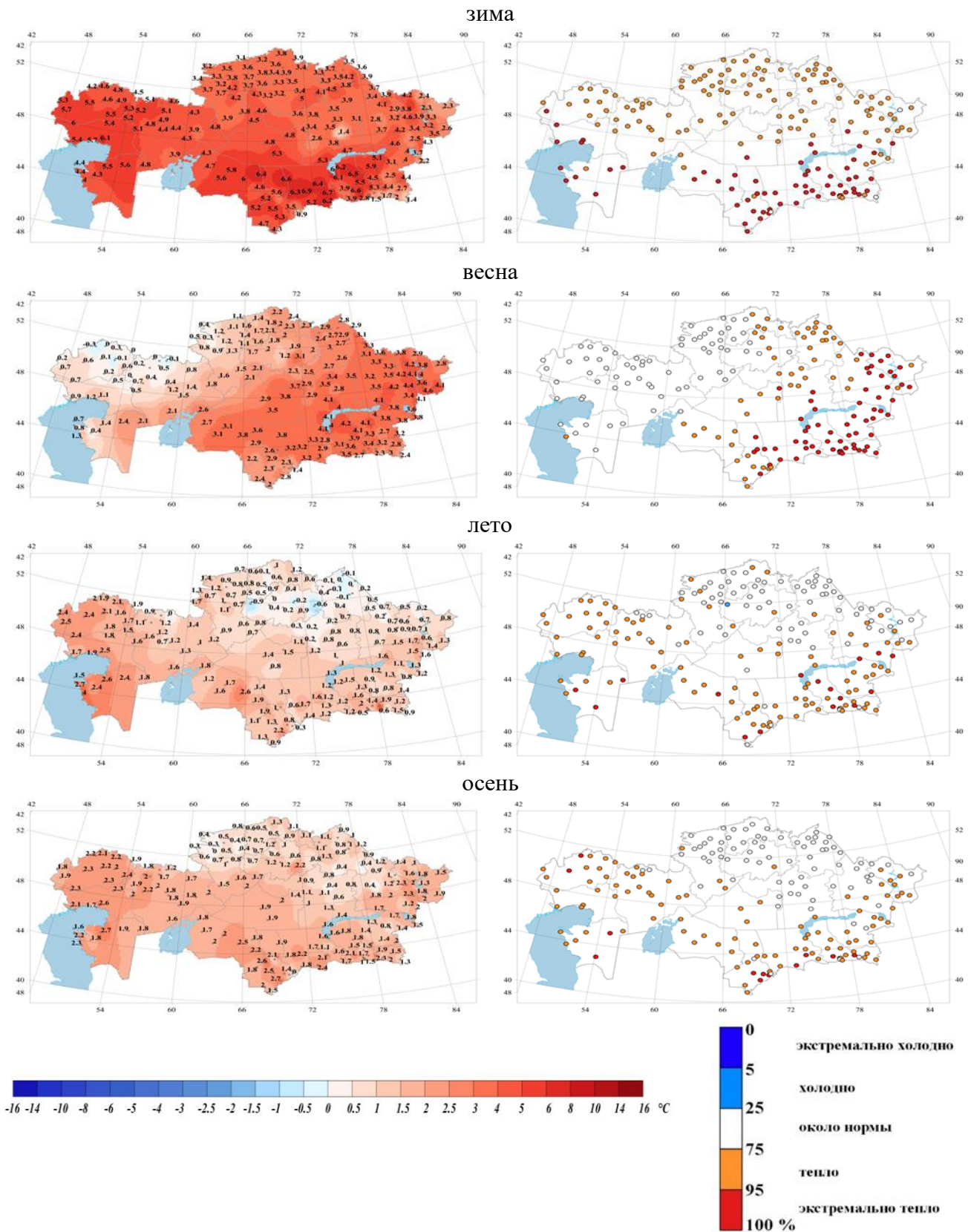


Рисунок 2.4 – Пространственное распределение аномалии температуры воздуха (°C) в 2022 году, рассчитанные относительно базового периода 1961–1990 гг., и вероятности непревышения значений температуры воздуха в 2022 году, рассчитанные по данным периода 1961–2022 гг.

Зимой 2021/22 гг. средняя по Казахстану температура воздуха была на 4,17 °С выше нормы (ранг 6, таблица 2.2). Самым теплым зимним сезоном осталась зима 2019/2020 гг. В зимний сезон 2021/2022 гг. аномалии были положительные на всей территории Республики и превышали 3,0 °С, за исключением юго-восточных и восточных регионов (рисунок 2.4). Наблюдались два очага наиболее значительного превышения нормы температуры воздуха за период 1961-1990 гг.: один занимал всю территорию Атырауской области и пограничные с ней районы (с аномалией от +5,0 °С до +6,1 °С); второй очаг занимал большую часть территории Жамбылской области и некоторые районы соседних областей (с аномалией от +6,1 до +6,9 °С). На востоке и севере были отдельные районы с аномалиями от +4,0 °С до +5,4 °С. В результате зима была рекордно теплой (таблица 2.2) для Жамбылской и Мангистауской областей, где в среднем по территории аномалии составили +5,54 и +4,42 °С, соответственно. Для остальных областей зима 2021/2022 гг. оказалась в числе 5 % или 10 % экстремально теплых зим со средними по территории аномалиями температуры воздуха от +3,30 °С для Восточно-Казахстанской и до +5,74 °С для Атырауской областей. На 62 метеостанциях Казахстана, расположенных в западном, южном и юго-восточном регионах Казахстана отмечались экстремально высокие температуры, соответствующие 95-100 перцентильям.

В декабре 2021 г. в среднем по территории Казахстана аномалия температуры была выше нормы за период 1961–1990 гг. на 3,45 °С (ранг 7, таблица 2.3). Значения осредненных по территории областей аномалий лежат в пределах +2,50...+4,54 °С с вероятностью непревышения 78-96 %. Области температур значительно выше нормы сформировались в южном, восточном регионах и в Прибалкашье (от +4,2 до +6,8 °С). В западной половине республики аномалии температуры воздуха были положительными и их значения уменьшались в западном направлении, достигнув в крайнем западном регионе +1,2 °С. В северных регионах температуры воздуха были также выше нормы с аномалиями в пределах от +1,6 до +3,7 °С (рисунок 2.5).

В январе 2022 г. на всей территории страны наблюдались положительные аномалии температуры воздуха. Средняя по территории Казахстана температуры воздуха была на 4,21 °С выше среднемноголетнего значения за период 1961–1990 гг. (ранг 8 с вероятностью непревышения 91 %, таблица 2.3). На территории республики наблюдались три очага наиболее значительного превышения нормы температуры воздуха за период 1961-1990 гг.: наиболее значительный из них занимал обширную территорию на юге, юго-востоке Казахстана и области Улытау (с аномалией от +4,9 °С до +8,9 °С) с центром в юго-западном Прибалкашье и песках Таукум и Сарыесик Атырау; второй очаг занимал всю территорию Атырауской, Мангистауской и Западно-Казахстанской (с аномалией от +4,0 °С до +5,5 °С); третий очаг занимал большую часть территории южной и восточной частей области Абай и западную часть Восточно-Казахстанской области (с аномалией от +4,1 до +6,7 °С). На остальной территории страны температура воздуха была выше среднего многолетнего значения на 2,0-4,7 °С). В результате январь месяц был рекордно теплым для области Жетысу, Алматинской и Жамбылской областей, а для шести областей восточного, южного, центрального, западного Казахстана в числе 5 % или 10 % экстремально теплого месяца (таблица 2.3, рисунок 2.5).

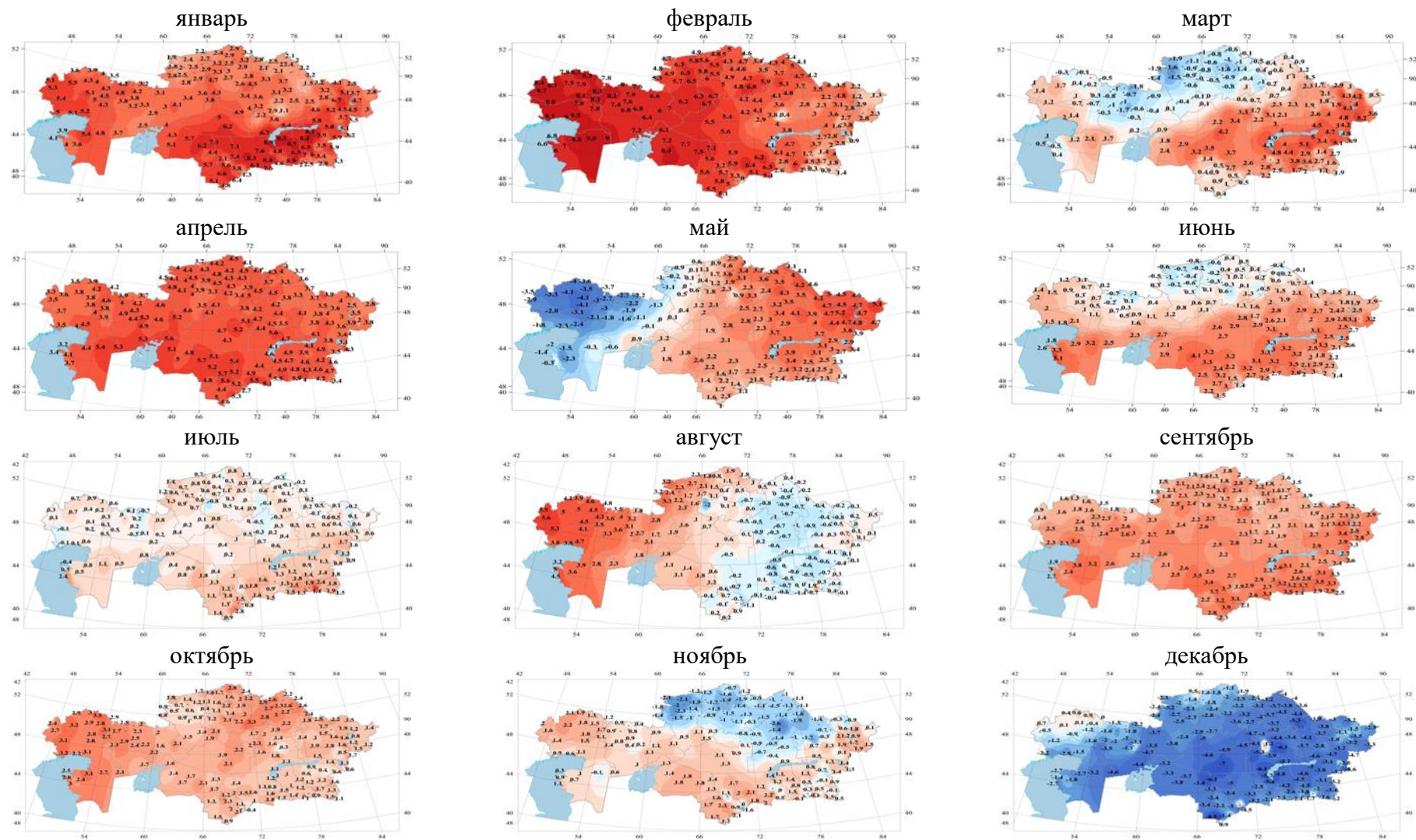


Рисунок 2.5 – Пространственное распределение аномалии среднемесячной температуры воздуха (°C) в 2022 году, рассчитанных относительно базового периода 1961–1990 гг.

По данным 71 метеостанции (МС), расположенных в этих регионах, было экстремально тепло, значения температуры воздуха вошли в 5 % наиболее теплых январей, из них на 21 МС были обновлены максимумы средней месячной температуры воздуха.

В **феврале** средняя по Казахстану аномалия температуры воздуха была выше климатической нормы и составила +4,84 °С (ранг 10, таблица 2.3). Рекордно теплый февраль был в Атырауской и Мангистауской областях (средние аномалии по территории составили +8,87 °С и +6,60 °С, соответственно), на территории еще трех областей, расположенных в северных и северо-западных регионах, средние по территории аномалии температуры воздуха вошли в 10 % наиболее теплых месяцев. По всей территории страны наблюдались положительные аномалии температуры воздуха, которые увеличивались с востока на запад, достигнув максимальных значений от +6,0 до +8,8 °С, местами превысив +9,0...+9,8 °С. Температуры незначительно выше нормы (от +0,3 до +2,0 °С) наблюдались в горных и предгорных районах юга, юго-востока и востока страны. Аномалии температуры воздуха в пределах от +2,2 до +4,8 °С отмечались, в основном, в восточной и юго-восточной частях страны, в центральном Казахстане, а в северных и северо-восточных ее частях аномалии температуры находились в диапазоне от +2,9 до +5,9 °С, местами до +6,8 °С (рисунок 2.5). По данным 60 МС, расположенных в западных и северных регионах, было экстремально тепло, температуры в этих регионах вошли в 5 % или 10 % экстремально теплых февралей. На 9 метеостанциях Атырауской и Мангистауской областей зафиксированы новые рекорды средней месячной температуры воздуха.

Весной средняя по территории Казахстана аномалия температуры воздуха составила +2,43 °С (ранг 8) и также, как и в зимний период, превышала норму практически на всей территории республики (таблица 2.2, рисунок 2.4), за исключением небольших районов на северо-западе с незначительными отрицательными аномалиями (минус 0,1-0,3 °С). Величина положительных аномалий температуры воздуха увеличивалась с западных регионов, где она была менее 1 °С, на восток, где в Прибалкашье и на востоке достигла +4,0...+4,6 °С.

Рекордно теплая весна была в области Жетысу (средняя аномалия +3,59 °С), на территории еще 9-ти областей весенний сезон вошел в 5 % или 10 % экстремально теплых сезонов. На 65 метеорологических станциях Казахстана отмечались экстремально высокие сезонные температуры воздуха – выше 95-го перцентиля, в том числе на 8 МС Алматинской области зафиксированы самые высокие сезонные температуры с 1941 г.

В **марте** было тепло на большей части территории страны (рисунок 2.5), средняя по Казахстану аномалия температуры составила +1,35 °С (таблица 2.3). Температуры в диапазоне ± 1 °С, около нормы, наблюдались на северо-западе, юго-западе, в северных, северной части центральных и некоторых южных регионах страны. Северную часть Актюбинской и Костанайской областей занимала область с отрицательными аномалиями температуры воздуха до минус 1,9 °С. Зона положительных аномалий охватила восточную, юго-восточную части страны, центральный, южный Казахстан, а также несколько западных областей. Наиболее значительные очаги тепла наблюдались в юго-восточной части области Абай, в западной половине Восточно-Казахстанской области, в Прибалкашье, северных частях области Жетысу и Алматинской области, в этих регионах аномалии температуры воздуха составили от +4,3 до +5,2 °С (рисунок 2.5).

В **апреле** осредненная по территории Казахстана аномалия температуры воздуха составила +4,29 °С (ранг 2 с вероятностью неперевышения 99 %, таблица 2.3). На всей территории страны температуры были выше климатической нормы в пределах от +2,0 до +5,9 °С (рисунок 2.5). Очаги тепла с аномалией температуры в пределах +5,0...+5,9 °С занимали территории Мангистауской, Кызылординской, Туркестанской областей, юга Актюбинской, Жамбылской и Алматинской областей. В западных и восточных регионах температуры воздуха были выше нормы с аномалиями в пределах от +3,2 до +3,9 °С. На остальной территории страны температуры воздуха были выше нормы, в основном на +4,1 °С.

Рекордно теплым апрель был на юге Казахстана – в Алматинской, Жамбылской, Туркестанской областях, где в среднем по территории аномалии составили +4,7, +5,1 и +5,2 °С, соответственно. На территории остальных 14-ти областей апрель вошел в 5 % или 10 % экстремально теплых месяцев. На 143 метеорологических станциях Казахстана отмечались экстремально высокие месячные температуры воздуха – выше 90-95-го процентиля, в том числе на 26 МС южного и центрального Казахстана зафиксированы самые высокие месячные температуры воздуха с 1941 г.

В мае средняя по Казахстану аномалия температуры воздуха составила 1,64 °С (таблица 2.3). Большая часть страны находилась в зоне положительных аномалий: вся южная, центральная и восточная часть страны, большая часть северных регионов, а также некоторые южные районы Актюбинской области. Значения аномалии температуры увеличивались с запада на восток достигнув максимальных значений в пределах от +4,7 до +5,2 °С. Значительный очаг тепла наблюдался в восточной и северо-восточной частях страны, где аномалии составили +4,1...+5,4 °С (рисунок 2.5). По данным 79 метеостанций, расположенных на востоке страны, а также в Алматинской, Карагандинской и Павлодарской областях май вошел в 5 % или 10 % экстремально теплых месяцев, из них на 23-х метеостанциях, расположенных в этих районах, были установлены рекордные среднемесячные температуры воздуха. Большая часть западной половины страны находилась в зоне отрицательных аномалий. В западной части страны температуры уменьшались с юга на север. Аномалии ниже минус 3 °С отмечались в Западно-Казахстанской и Атырауской (минус 3,0...минус 4,1 °С) областях. На 23 метеостанциях Западно-Казахстанской, Актюбинской и Атырауской областей значения температуры воздуха вошли в 5 % или 10 % наиболее низких температур, наблюдавшихся в мае месяце.

Лето было теплым на всей территории Казахстана, только в Мангистауской области было экстремально тепло, значение средней по стране аномалии температуры воздуха составило +1,09 °С (ранг 8, вероятность непревышения 91 %, таблица 2.2). В северной части страны температуры воздуха были около нормы (аномалии составляли ± 1 °С), при этом очаги с отрицательной аномалией занимали лишь небольшие районы в Акмолинской и Павлодарской областях (рисунок 2.4). Зона с температурой воздуха выше нормы более, чем на 1,0 °С, занимала почти всю территорию западных областей (где максимальные аномалии в диапазоне +2,0...+2,5 °С наблюдались в крайних западных регионах, а на юго-западе – до +4,0 °С), а также южные и юго-восточные регионы, где аномалии редко превышали +2,0 °С. На территории еще 10-ти областей летний сезон вошел в 10 % экстремально теплых сезонов (таблица 2.2). На 15 метеорологических станциях Казахстана, расположенных на юго-западе, юге и востоке, отмечались экстремально высокие сезонные температуры воздуха – выше 95-го процентиля с 1941 г.

В июне средняя по Казахстану аномалия температуры воздуха составила +1,6 °С (ранг 11, таблица 2.3). На территории Жамбылской области было рекордно тепло, аномалия среднемесячной температуры воздуха в среднем по территории составила +2,80 °С. Еще в 7-ми областях средние по территории аномалии температуры воздуха вошли в 5 % экстремально высоких аномалий со значениями от +2,34 °С для Карагандинской области до +3,04 °С для Кызылординской области. Положительные аномалии наблюдались практически на всей территории республики за исключением небольшой области на севере с отрицательными аномалиями до минус 1,0 °С. Аномалии в пределах ± 1 °С около нормы наблюдались на севере страны и в нескольких районах Актюбинской, Западно-Казахстанской и Атырауской областей (рисунок 2.5). Значения положительных аномалий температуры воздуха в пределах +3,0...+5,1 °С отмечались в южных областях и в Мангистауской области. На 56 метеостанциях аномалии температуры воздуха вошли в 5 % экстремально высоких температур, из них на 15 метеостанциях, расположенных на юге и юго-востоке страны, были установлены новые рекордные значения средней месячной температуры воздуха.

В **июле** осредненная по территории Казахстана аномалия температуры воздуха составила $+0,76$ °С (таблица 2.3). Температуры воздуха в диапазоне ± 1 °С (около нормы) наблюдались практически на всей территории Казахстана, за исключением южного и юго-восточного региона. На территории Алматинской области было экстремально тепло, аномалия температуры в среднем по территории составила $+1,83$ °С (ранг 7 с вероятностью не превышения 93 %, таблица 2.3). На 16 метеостанциях этих регионов аномалии температуры воздуха вошли в 5 % экстремально высоких температур.

В **августе** осредненная по территории Казахстана среднемесячная температура воздуха на $+0,94$ °С была выше климатической нормы (таблица 2.3). Западная половина территории республики и северные регионы охватывала зона положительных аномалий, значения которых увеличивалась к западу от $+1,0$ до $+5,6$ °С (рисунок 2.5). Рекордно тепло было на территории Мангистауской области, аномалия среднемесячной температуры воздуха в среднем по территории составила $+5,0$ °С. Экстремально тепло (5-ти % экстремумы) было в Атырауской и Западно-Казахстанской областях, значения аномалий температуры воздуха составили $+4,10$ °С и $+4,74$ °С, соответственно. На территории Актюбинской области август вошел в 10 % экстремально теплых месяцев с 1941 г. На 21 метеостанциях аномалии температуры воздуха вошли в 5 % или 10 % экстремально высоких температур, на МС Форт-Шевченко был установлен новый рекорд значения средней месячной температуры воздуха. Отрицательные аномалии охватывали восточные части территории Акмолинской, Карагандинской областей и области Улытау, всю территорию области Абай, Павлодарскую и Карагандинскую области, южные и юго-восточные области, северную часть Восточно-Казахстанской области. Самые значительные отрицательные аномалии (до минус $2,0$ °С) наблюдались в Акмолинской области. На 3 метеостанциях аномалии температуры воздуха вошли в 10 % экстремально низких температур.

Осенью на всей территории республики температуры воздуха были выше климатической нормы, в среднем по территории Казахстана температура воздуха была на $+1,5$ °С выше климатической нормы (ранг 12, таблица 2.2). В северных регионах аномалии температуры редко превышали $+1,0$ °С. Аномалии температуры воздуха более $+2,0$ °С зафиксированы в западных, юго-западных, в восточных регионах (до $+2,3$ °С), местами на территории южных областей до $+2,7$ °С, рисунок 2.4). На территории 7-ми областей осенний сезон вошел в 10 % экстремально теплых сезонов. На 11 метеорологических станциях Казахстана отмечались экстремально высокие сезонные температуры воздуха – выше 95-го перцентиля с 1941 г.

Сентябрь месяц был очень жарким: осредненная по территории Казахстана среднемесячная температура воздуха на $2,46$ °С была выше климатической нормы (ранг 2 с вероятностью не превышения 99 %, таблица 2.3). Экстремально тепло (5-ти % экстремумы) было на территории 10 областей, расположенных в восточном, южном и западном регионах. На территории северного и юго-западного региона (Костанайская, Северо-Казахстанская, Акмолинская и Мангистауская области) сентябрь вошел в 10 % экстремально теплых месяцев. Очаги максимальных положительных аномалий ($+3,1...+3,8$ °С) занимали Прикаспийскую низменность, Туркестанскую область, крайний юг области Жетысу, Алматинскую область, восточную часть области Абай (рисунок 2.5). На 150 метеостанциях Казахстана аномалии температуры воздуха вошли в 5 % или 10 % экстремально высоких температур, из них на 13 метеостанциях, расположенных на юге, юго-западе и востоке страны, были установлены новые рекордные значения средней месячной температуры воздуха.

В **октябре** в среднем по территории Казахстана аномалия средней месячной температуры воздуха составила $+1,76$ °С (таблица 2.3). На всей территории страны температуры воздуха были выше климатической нормы. Температуры воздуха около нормы были в северной половине Костанайской области, в восточной части области Жетысу и в горных районах юга и юго-востока. Очаги с аномалией температуры воздуха в пределах от $+2,4$ до $+3,5$ °С занимали территории западного и северо-восточного регионов страны. На остальной территории республики температуры воздуха были выше нормы в пределах

+1,1...+2,3 °С. На 3 метеорологических станциях Западно-Казахстанской области (МС Каменка, Уральск, Аксай) отмечались экстремально высокие месячные температуры воздуха – выше 10-го перцентиля.

В **ноябре** аномалия средней за месяц температуры воздуха в среднем по территории Казахстана была около нормы (аномалия +0,29 °С, таблица 2.3). Отрицательные аномалии температуры воздуха охватывали северные и северо-восточные территории страны (северную половину Костанайской, Северо-Казахстанскую, Акмолинскую, Карагандинскую, Павлодарскую области и северную часть области Абай), а также горные районы юга и юго-востока (рисунок 2.5). Самые значительные отрицательные аномалии (до минус 2,6 °С) наблюдались на стыке юга Павлодарской области и области Абай, зона еще одного значительного очага холода (до минус 2,3 °С) находилась в северной половине Костанайской области. Западная половина территории страны, южные и юго-восточные регионы (за исключением горных районов) охватывала зона положительных аномалий, значения которых находились в пределах 1,0–2,3 °С. Очаги более значительных положительных аномалий (с аномалией до +2,1...+2,3 °С) занимали крайние северо-западные районы страны и южные районы Туркестанской и Жамбылской областей.

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 2022 г.

В 2022 г. теплый период года характеризуется тем, что суточный максимум температуры превышал 30 и даже 35 °С на всей территории Казахстана (за исключением высокогорных районов юго-востока). Количество дней, когда максимальная суточная температура воздуха превышала 30 °С увеличивается с севера на юг. В северных, северо-восточных, восточных, центральных, в северо-восточной части области Улытау и в северной части западных областей **количество дней, когда максимальная суточная температура воздуха превышала 30 °С (индекс T_{xge30})** составляло, в основном, от 10 до 70 дней (рисунок 2.6), на остальной территории – от 80 до 120 дней, максимальное количество таких дней было на юге Туркестанской области – 142 дня.

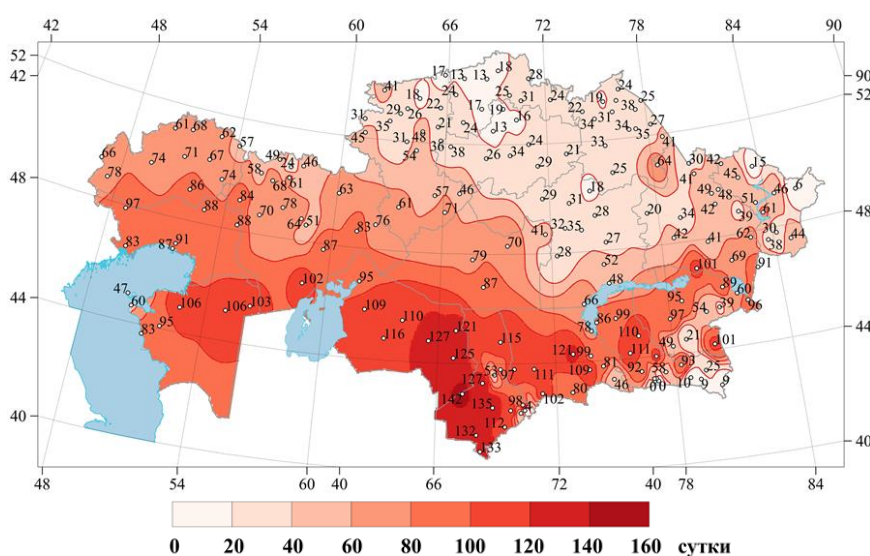


Рисунок 2.6 – Количество дней в 2022 г., когда максимальная температура воздуха превышала 30 °С (индекс T_{xge30})

В качестве еще одной характеристики экстремальности температурного режима в теплый период года является общая продолжительность всех волн жары (за волну жары принят случай, когда 6 и более суток подряд коэффициент избытка тепла имеет положительное значение, индекс HWF/ENF, рисунок 2.7). На территории Казахстана индекс HWF/ENF варьирует в северном и центральном регионе в пределах 10-20 суток. В направлениях к югу, западу и востоку значения индекса увеличиваются. В результате общая продолжительность всех волн жары составляла в западных регионах 41-68 суток, южных – 41-59 суток и восточных – 41-43 суток регионах.

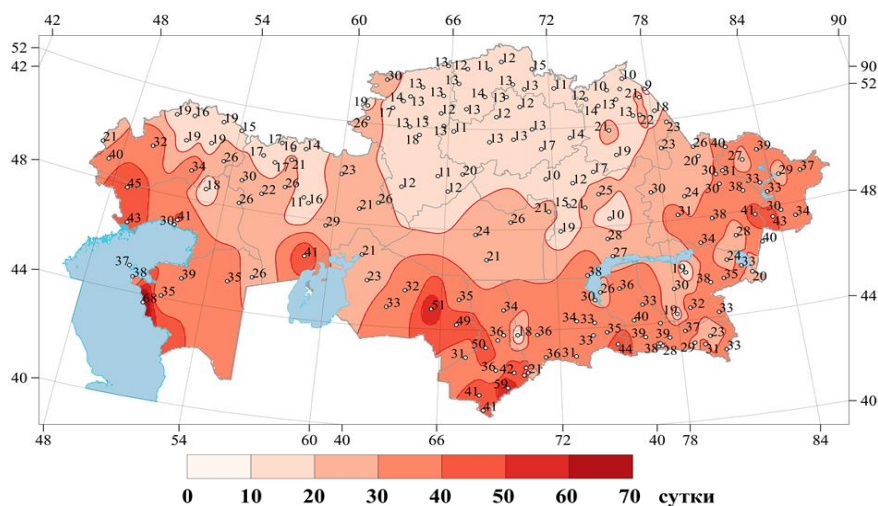


Рисунок 2.7 – Общая продолжительность волн тепла в теплый период в 2022 г. (индекс HWF/ENF, сутки)

В 2022 г. на большей территории западного и южного регионов (за исключением горных районов) страны, а также в некоторых районах области Улытау и Костанайской области **суточный максимум температуры воздуха (индекс TXx)** превышал 40 °С, в Мангистауской, Кызылординской и Туркестанской областях местами суточный максимум температуры воздуха превышал 45 °С (рисунок 2.8). В остальных регионах значения **индекса TXx** варьировало в пределах 35-39 °С.

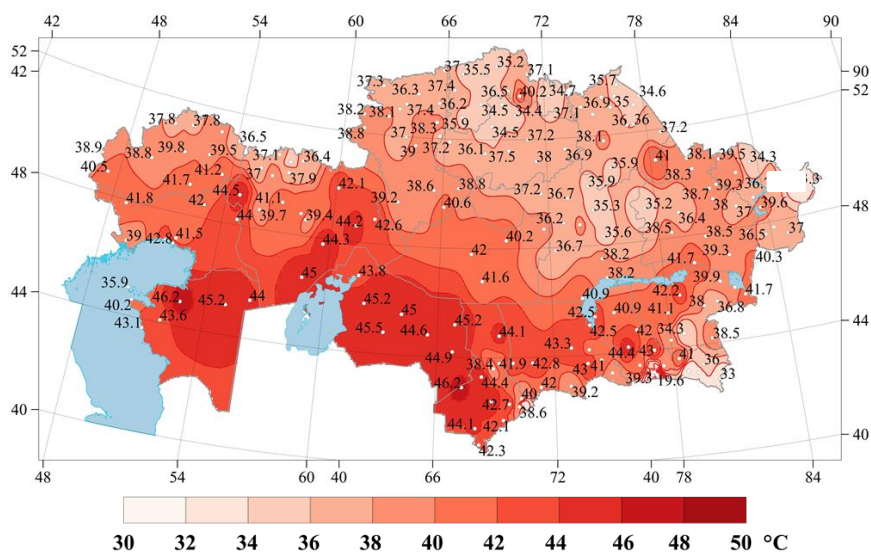


Рисунок 2.8 – Значения максимумов суточной температуры воздуха (°С, индекс TXx), зарегистрированные в 2022 г.

В результате такого повышенного фона температуры в летние месяцы на некоторых метеостанциях в 2022 г. были обновлены значения предыдущих абсолютных суточных максимумов температуры воздуха (выделены красным цветом, рисунок 2.9). Синим цветом показаны значения абсолютных максимумов, зарегистрированных с момента открытия станции по 2022 г. В 2022 г. значения абсолютных максимумов были превышены на четырех метеостанциях, участвующих в мониторинге климата Казахстана: МС Казалы на +1,5 °С (45,2 °С); МС Чкалово на +0,2 °С (40,2 °С); МС Шалкар на +0,2 °С (44,3 °С); МС Пешной на +0,4 °С (42,8 °С). Большинство самых высоких значений температуры воздуха (абсолютные максимумы) в Казахстане были зафиксированы в июле 1983 г., когда на некоторых метеостанциях Туркестанской области температуры воздуха достигали +49...+50 °С (МС Туркестан, Шаян, Арыс, Тасты), а также в июле 1995 г., когда на МС Кызылжук температура воздуха поднималась до +51 °С.

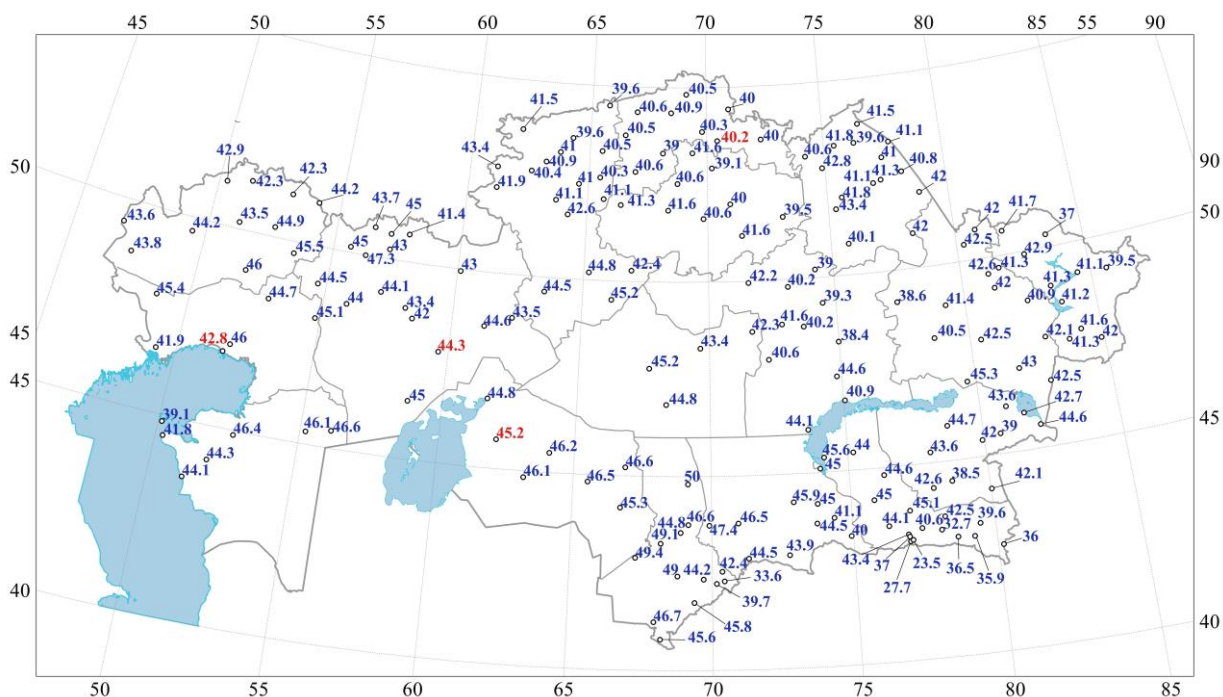


Рисунок 2.9 – Значения абсолютных максимумов температуры воздуха (°С), зарегистрированные с начала открытия метеостанции по 2022 г. Если рекордное значение максимальной суточной температуры воздуха зафиксировано в 2022 г., это значение нанесено красным цветом

По рекомендации ВОЗ введен индекс, характеризующий *количество дней, когда суточный минимум температуры не опускается ниже 20 °С (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 58-78 дней, в Мангистауской – более 60-70 дней, а местами более 90 дней (рисунок 2.10). Минимальное количество тропических ночей, или их отсутствие, наблюдалось в северных, центральных, юго-восточных, восточных и горных регионах Казахстана.

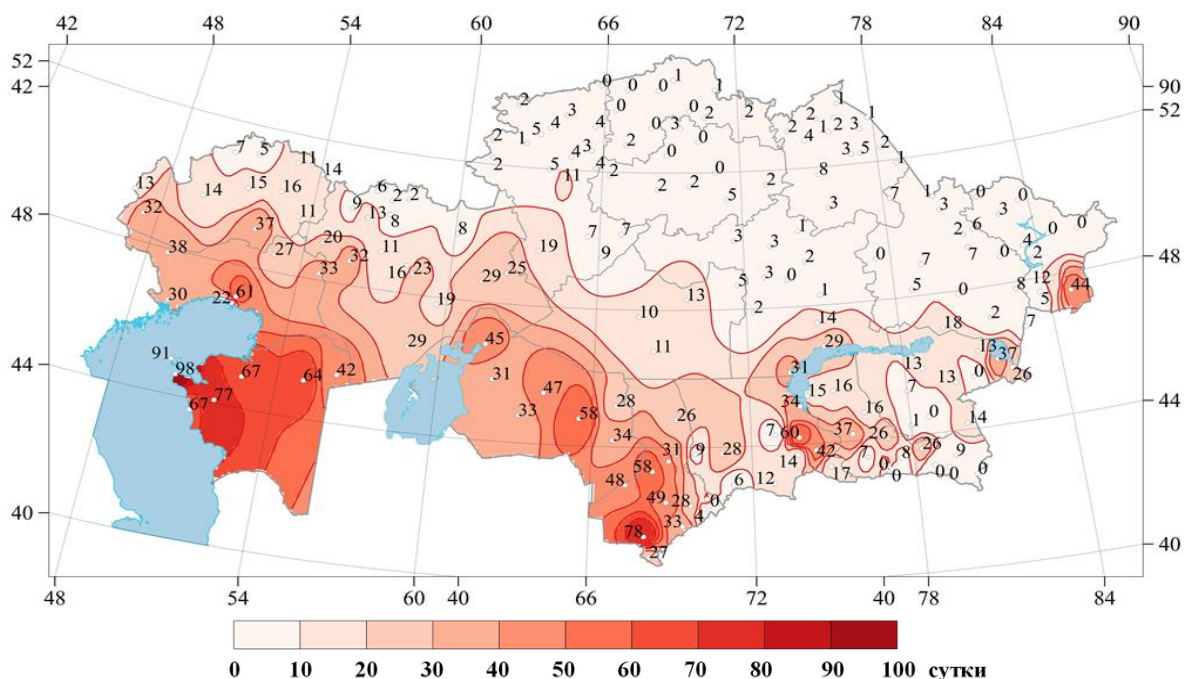


Рисунок 2.10 – Количество суток, когда суточный минимум температуры выше 20 °С в июле 2022 г. (индекс TR)

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. В данном случае в качестве благоприятной температуры принят порог в 23 °С, превышение которого означает *дефицит холода* (индекс CDDcold23, рисунок 2.11). Максимальный дефицит холода наблюдался в Мангистауской, Кызылординской и Туркестанской областях, где значения индекса составили местами 500-600 и даже 682 градусо-суток.

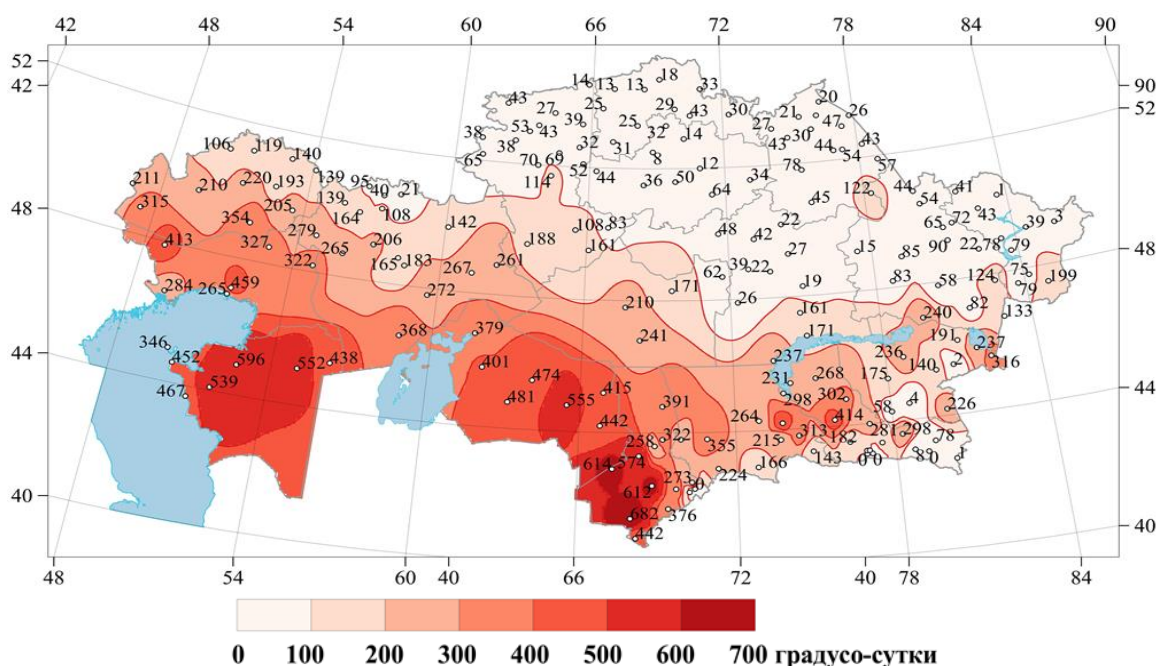


Рисунок 2.11 – Дефицит холода (градусо-сутки), наблюдавшийся в 2022 г. (индекс CDDcold23)

В январе 2022 г., как правило самом холодном месяце года, в северных и северо-восточных и центральных регионах Казахстана наблюдались значительные отрицательные аномалии и *суточный минимум температуры воздуха* (индекс *TNn*, рисунок 2.12) опускался здесь ниже минус 35-40 °С, местами ниже 43 °С.

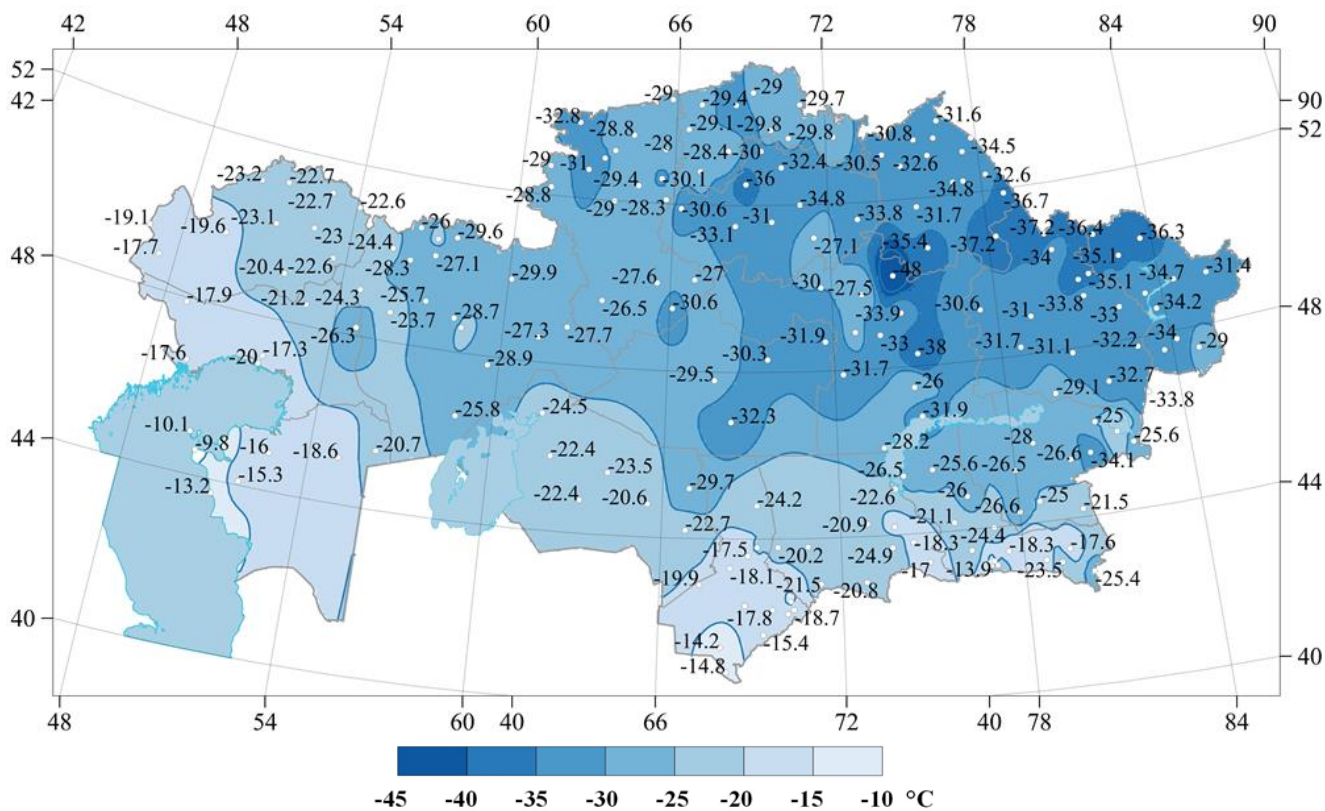


Рисунок 2.12 – Значения суточной минимальной температуры воздуха (°С), зарегистрированные в 2022 г. (*индекс TNn*)

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 °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 2022 г. новых рекордов суточной минимальной температуры не зафиксировано.

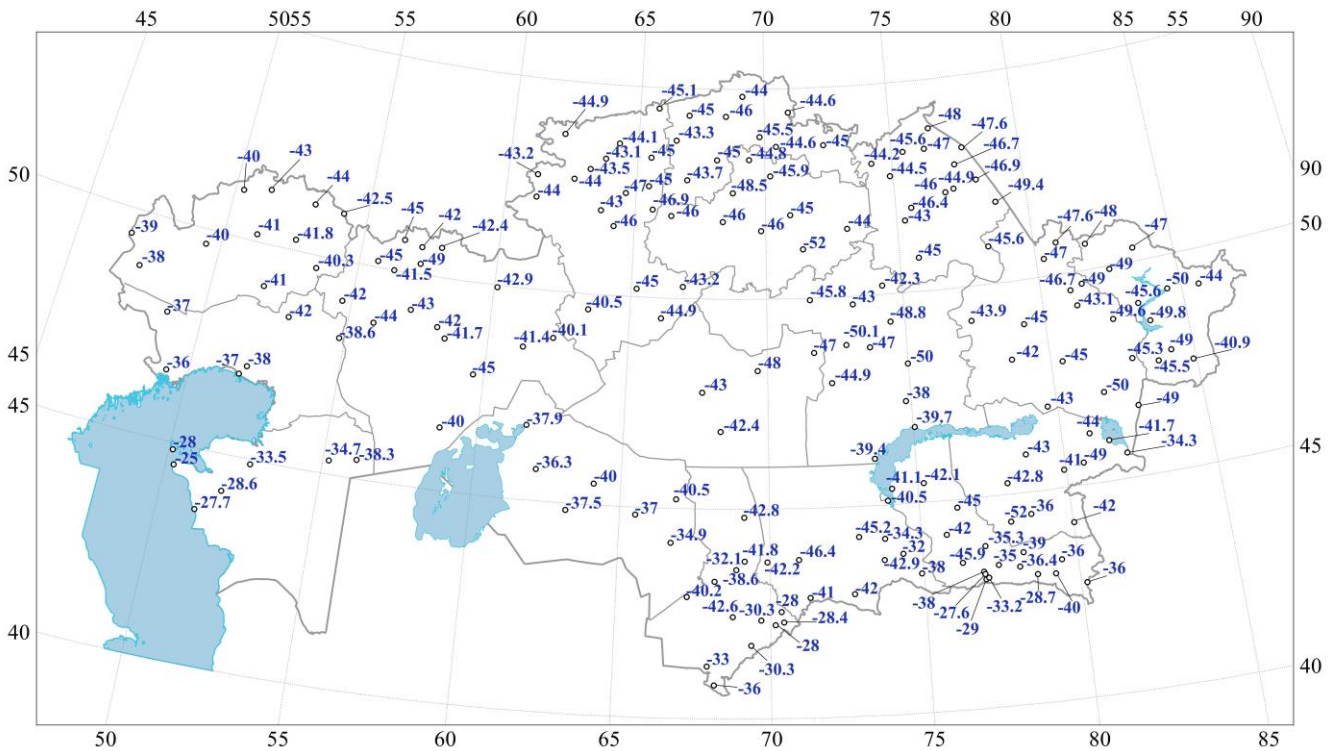


Рисунок 2.13 – Значения абсолютных минимумов температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$), зарегистрированные с начала открытия метеостанции по 2022 г. Если рекордное значение минимальной суточной температуры воздуха зафиксировано в 2022 г., это значение нанесено красным цветом

2.2 Наблюдаемые на территории Казахстана 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 1941–2022 гг., а также линейные тенденции изменения температуры воздуха за период 1976–2022 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 – 2022 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.

В среднем по территории Казахстана за период 1976–2022 гг. повышение **среднегодовой** температуры воздуха составляет $0,33\text{ }^{\circ}\text{C}$ каждые 10 лет, вклад в общую изменчивость температуры составляет 30 % (рисунок 2.14, таблица 2.4). В среднем по территории всех областей Казахстана в период 1976–2022 гг. также наблюдается устойчивое повышение средней годовой температуры воздуха – коэффициенты детерминации находятся в пределах 10–55 %, 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 $0,44\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет до $0,54\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет), более медленными темпами – в центральных, северных и восточных областях (от $0,21\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет до $0,29\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет).

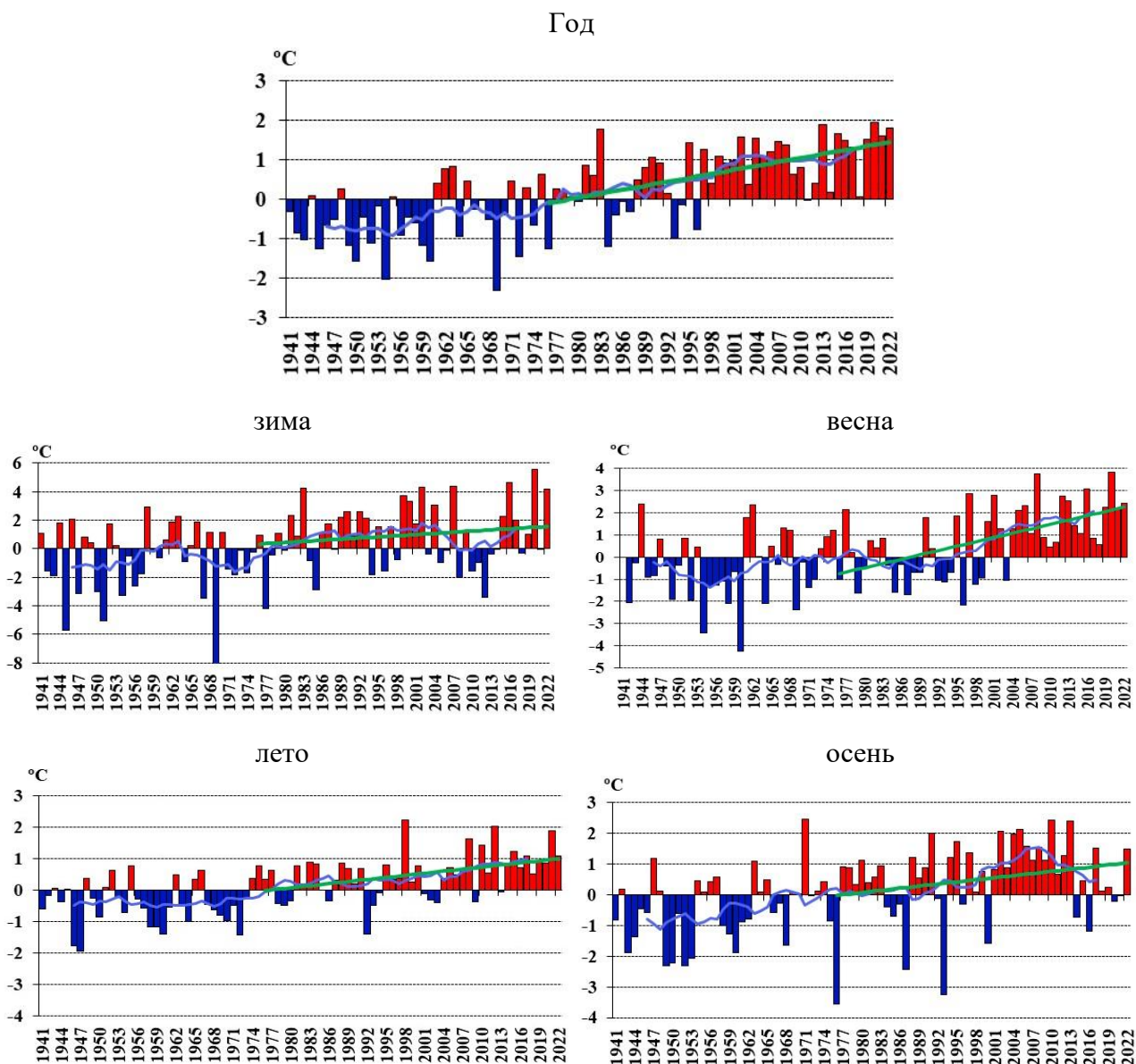


Рисунок 2.14 – Временные ряды аномалий годовой и сезонных температур воздуха (°C), осредненных по территории Казахстана за период 1941–2022 гг. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961–1990 гг. Линейный тренд за период 1976–2022 гг. выделен зеленым цветом. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением

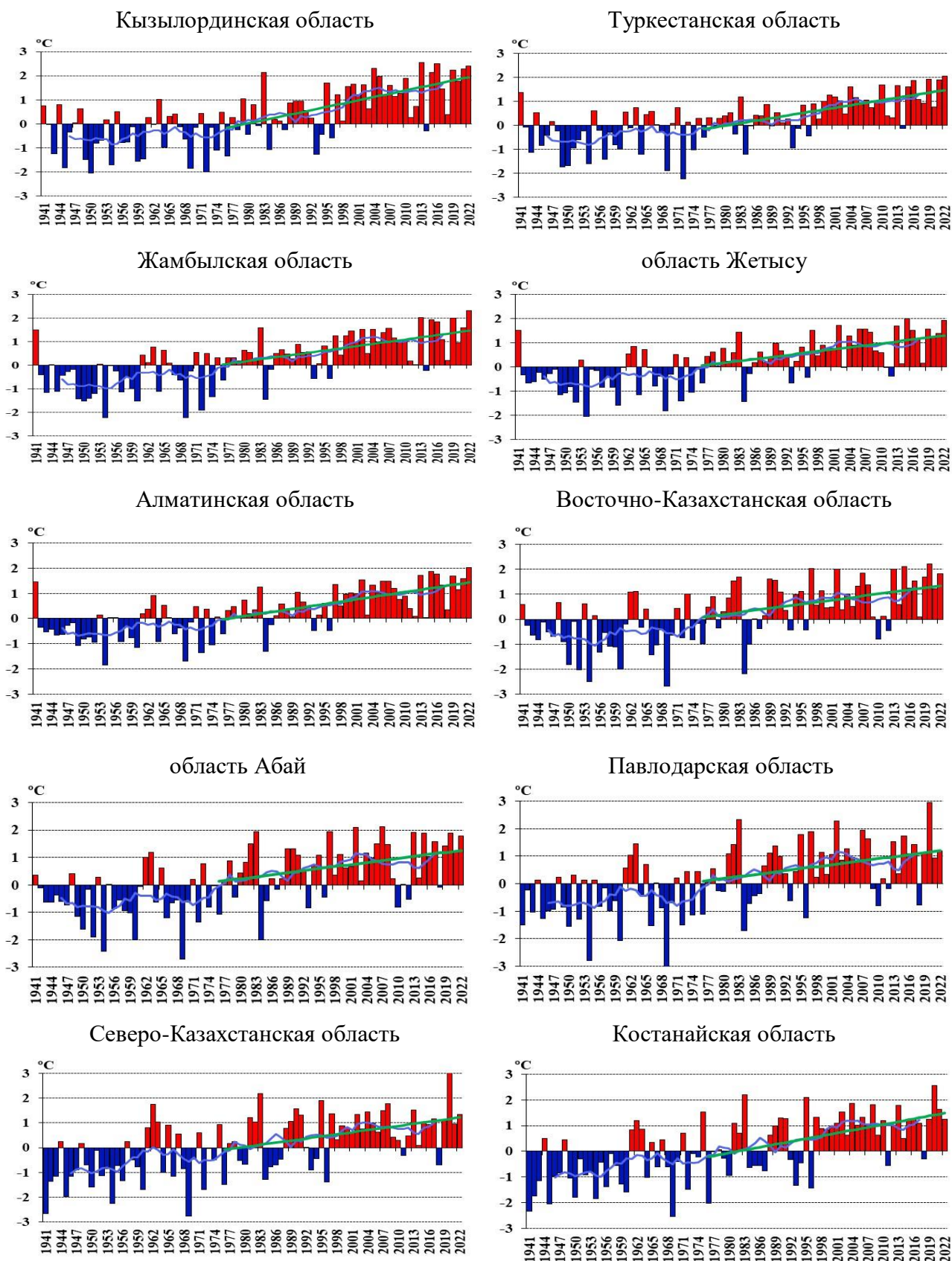


Рисунок 2.15 – Временные ряды аномалий годовых температур воздуха (°C), осредненных по областям Казахстана за период 1941–2022 гг. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961–1990 гг. Линейный тренд за период 1976–2022 гг. выделен зеленым цветом. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Лист 1

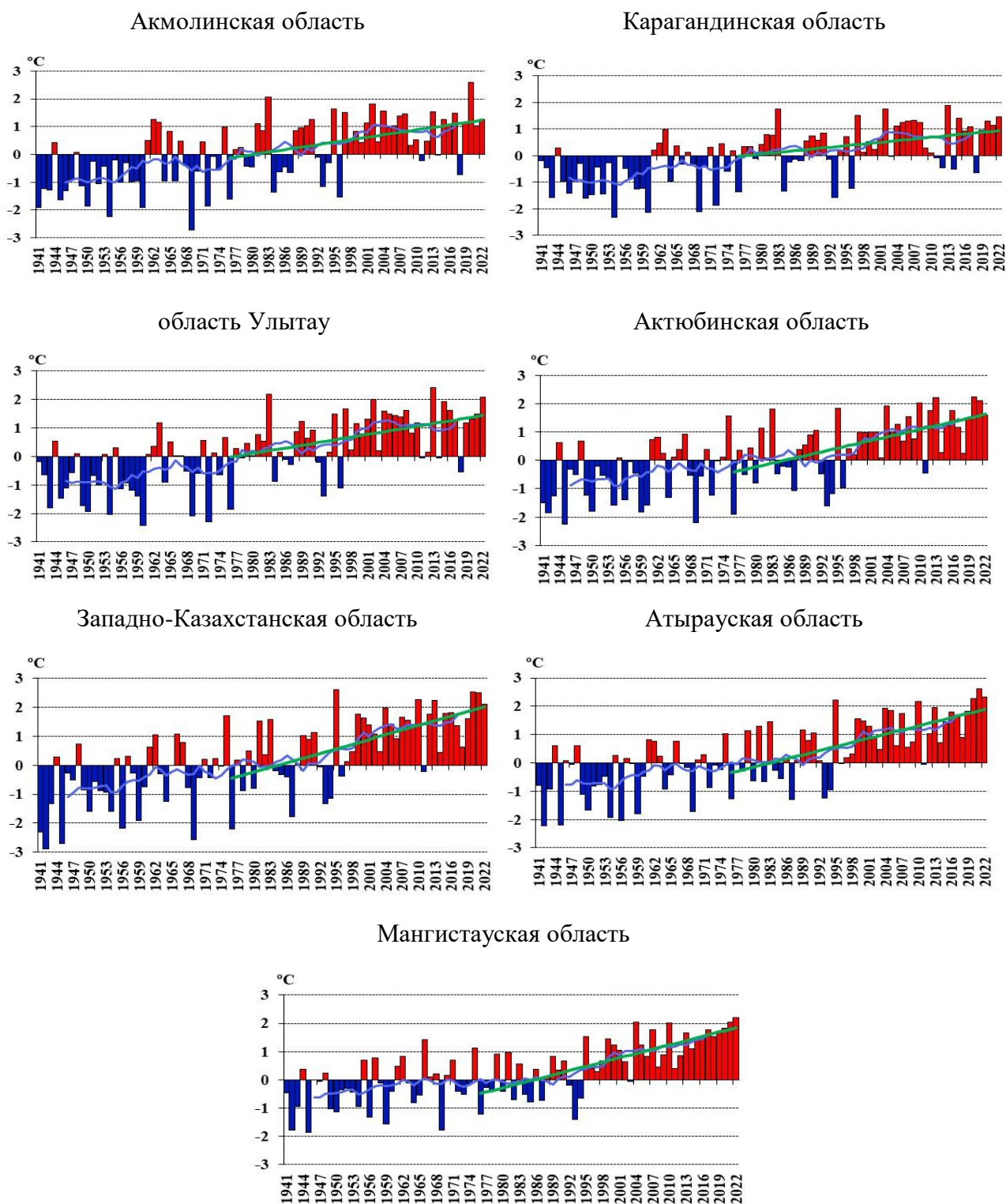


Рисунок 2.15 – Временные ряды аномалий годовых температур воздуха (°C), осредненных по областям Казахстана за период 1941–2022 гг. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961–1990 гг. Линейный тренд за период 1976–2022 гг. выделен зеленым цветом. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Лист 2

В среднем по территории Казахстана тенденция к потеплению **зимнего** сезона составляет $0,26\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет (таблица 2.4), но надо отметить, что тренд описывает всего около 3 % суммарной дисперсии и незначим на уровне 5 %. Тренды средних по областям

зимних температур были положительными и, в основном, объясняют до 5 % дисперсии рядов и статистически незначимы. Наиболее заметное потепление, на 0,41-0,55 °С/10 лет, отмечено в западном, юго-западном и южном регионах Казахстана – в Актюбинской, Западно-Казахстанской, Атырауской, Мангистауской, Кызылординской и Туркестанской областях, где коэффициент детерминации составляет 7-15 %. В Атырауской и Мангистауской областях тренд описывает 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 2.16). На территории Казахстана выделяется довольно обширная область, где наметилась тенденция к понижению температуры – это центр, северо-восток и восток Казахстана.

Таблица 2.4 – Характеристики линейного тренда аномалий температуры приземного воздуха, осреднённых по территории Казахстана и его областей за период 1976–2022 гг.

Регион/область	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	a	D	a	D	a	D	a	D	a	D
Казахстан	0,33	30	0,26	3	0,65	32	0,22	18	0,23	6
Абай	0,25	12	0,06	0	0,73	31	0,14	8	0,11	1
Алматинская	0,32	36	0,27	4	0,66	37	0,24	24	0,14	3
Акмолинская	0,29	17	0,21	1	0,68	24	0,03	0	0,28	5
Актюбинская	0,44	33	0,41	5	0,61	19	0,36	15	0,38	11
Атырауская	0,49	40	0,55	10	0,51	22	0,52	39	0,37	13
Восточно-Казахстанская	0,27	15	0,14	1	0,68	27	0,18	11	0,15	2
Жамбылская	0,31	29	0,32	4	0,65	34	0,22	20	0,11	1
Жетысу	0,27	24	0,19	2	0,64	32	0,21	20	0,09	1
Западно-Казахстанская	0,54	39	0,54	7	0,56	18	0,59	29	0,44	17
Карагандинская	0,21	11	0,12	1	0,70	29	0,01	0	0,05	0
Костанайская	0,37	24	0,27	2	0,62	19	0,19	4	0,40	10
Кызылординская	0,46	36	0,43	4	0,87	37	0,33	26	0,23	5
Мангистауская	0,51	55	0,49	15	0,41	21	0,66	53	0,47	22
Павлодарская	0,24	10	0,05	0	0,72	29	0,04	0	0,21	3
Северо-Казахстанская	0,28	15	0,16	1	0,57	19	0,04	0	0,37	8
Туркестанская	0,35	41	0,41	7	0,58	34	0,27	22	0,18	4
Улытау	0,32	20	0,22	1	0,81	32	0,13	5	0,14	2

* a – коэффициент линейного тренда, °С/10 лет

** D – коэффициент детерминации, %

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

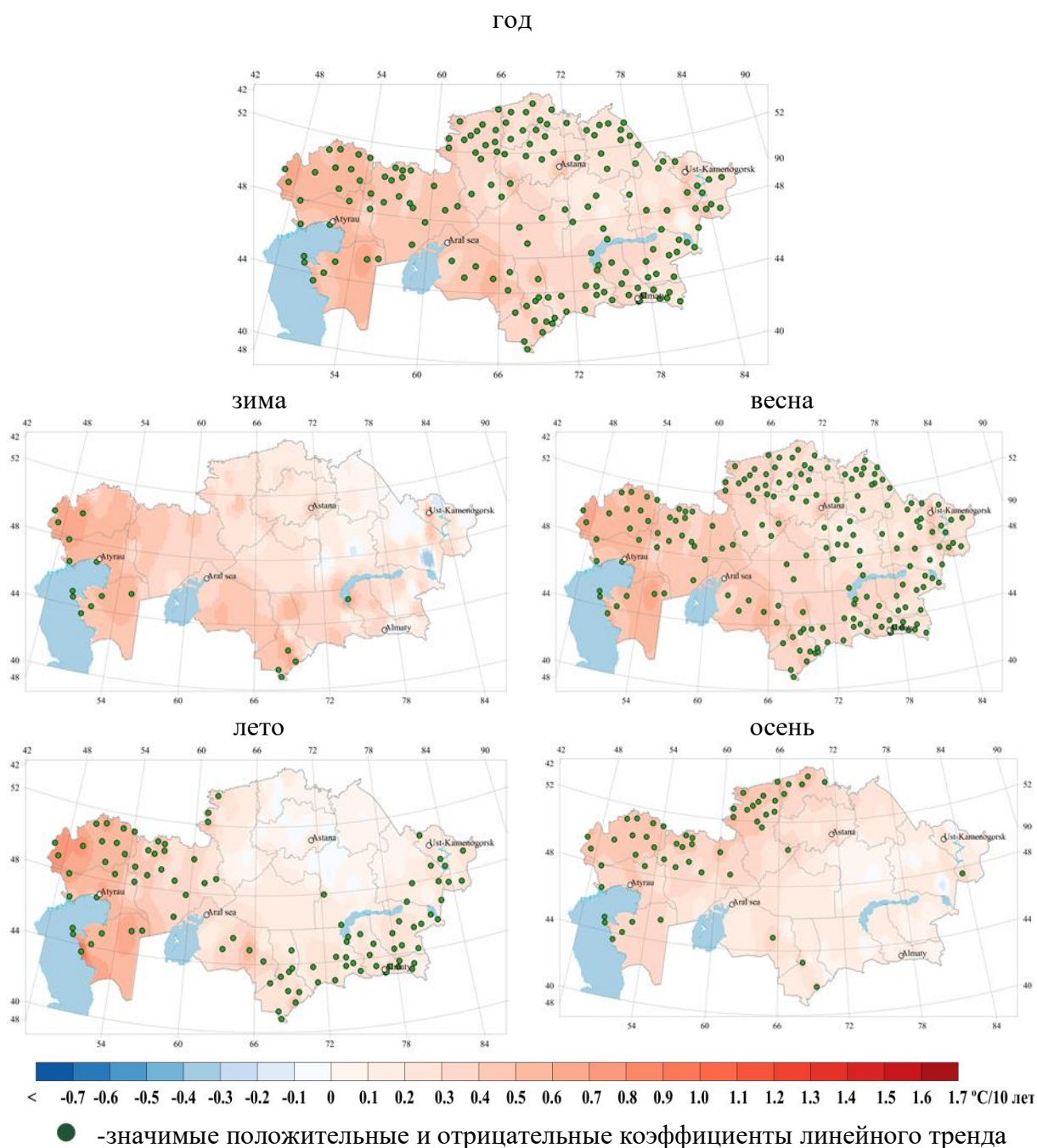


Рисунок 2.16 – Пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда средней годовой и сезонной температуры приземного воздуха (°C/10 лет), рассчитанного по данным наблюдений за период 1976–2022 гг.

В декабре 2021 г. устойчивых тенденций в изменении средних месячных температур нет. На большей части территории Казахстана тенденции положительные, максимальные значения на западе (до 0,31 °C/10 лет). В южной половине Казахстана наблюдается несколько очагов с тенденцией к понижению температуры воздуха, максимально до 0,50 °C/10 лет в южном и юго-восточном регионах республики (рисунок 2.17).

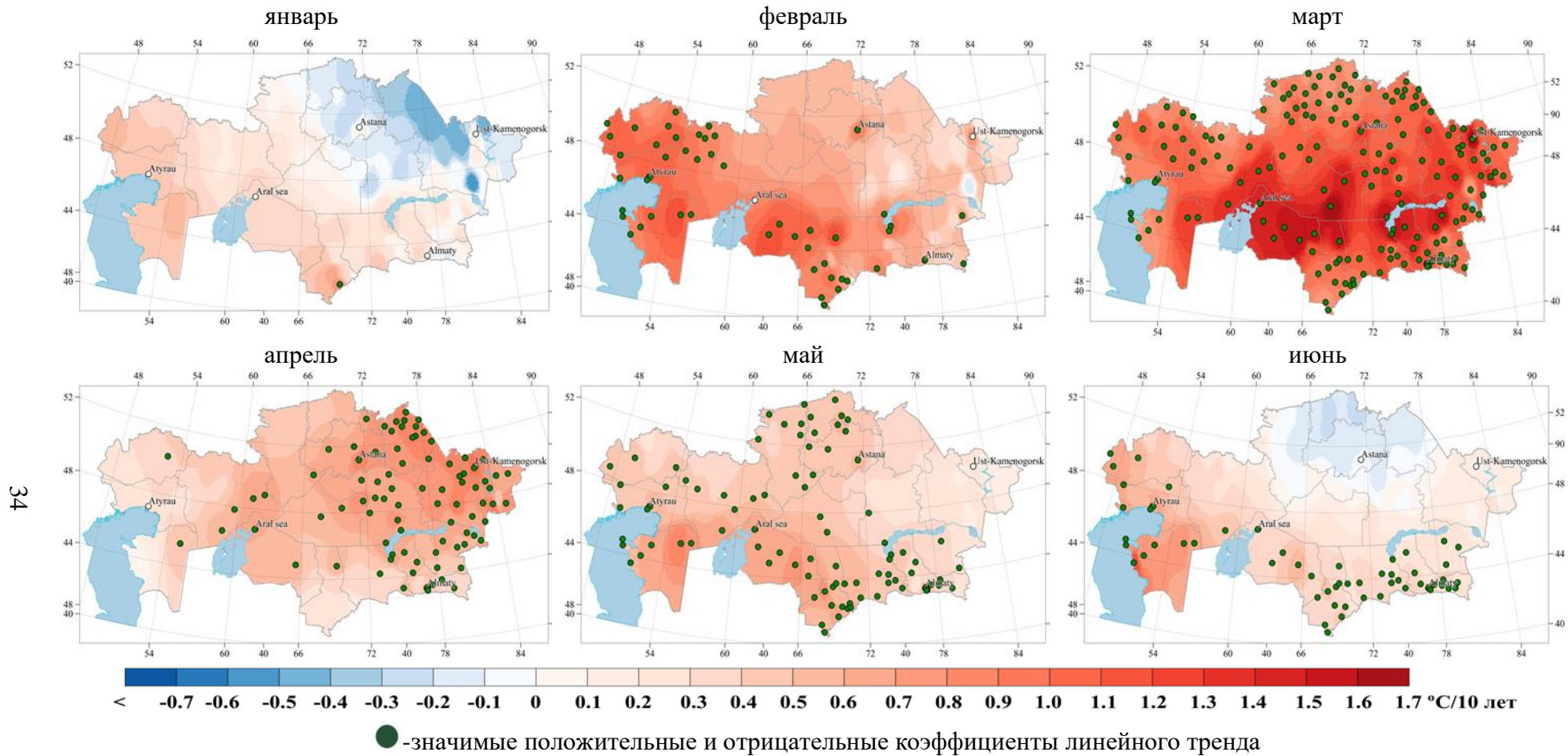
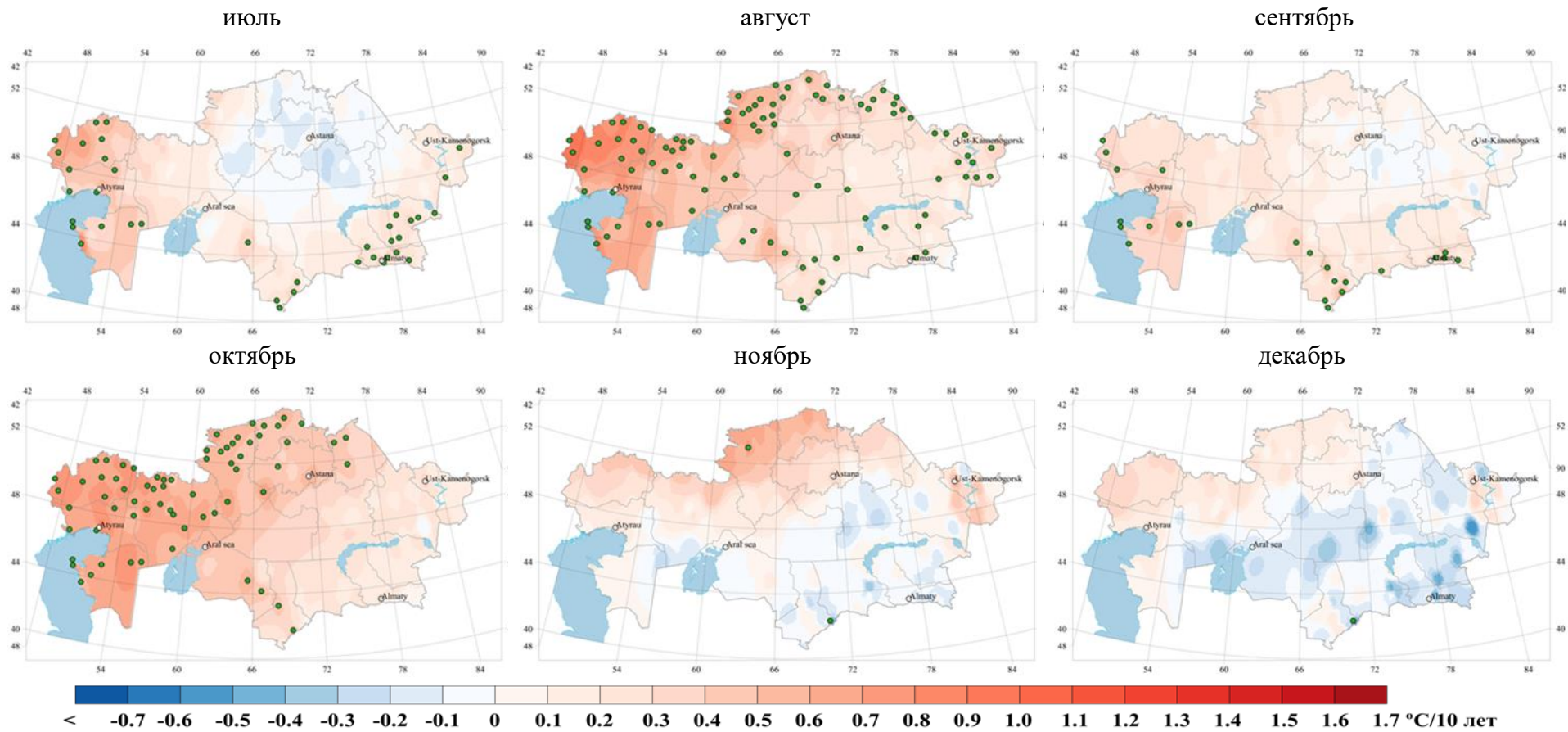


Рисунок 2.17 – Пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда средней месячной температуры приземного воздуха (°C/10 лет), рассчитанного по данным наблюдений за период 1976–2022 гг. *Лист 1*



● -значимые положительные и отрицательные коэффициенты линейного тренда

Рисунок 2.17 – Пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда средней месячной температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}/10$ лет), рассчитанного по данным наблюдений за период 1976–2022 гг. *Лист 2*

В январе область с тенденцией к понижению температуры воздуха занимала обширную территорию центральной, северо- и северо-восточной и восточной части республики, максимально со скоростью до 0,34-0,60 °C/10 лет температура понижается в северо-восточных регионах и на юге области Абай (рисунок 2.17). На западе и юге отмечены максимальные положительные тенденции – до 0,36-0,68 °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 значимая положительная тенденция температуры наблюдалась лишь на МС Казыгурт (0,79 °C/10 лет, Туркестанская область).

В феврале на территории всего Казахстана прослеживается тенденция повышения температуры воздуха с максимальными значениями в западных областях, Кызылординской и Туркестанской областях 0,80–1,19 °C/10 лет. Статистически значимые темпы роста температуры воздуха в феврале отмечались на 49 метеостанциях, расположенных в западных, южных и юго-восточных регионах республики, а также в городе Астана (рисунок 2.17).

В **весенний** сезон наблюдается наиболее интенсивная тенденция к потеплению во всех областях Казахстана (таблица 2.4). В среднем по территории Казахстана температура воздуха повышалась на 0,65 °C/10 лет (вклад трендовой составляющей 32 %). Диапазон скорости повышения температуры воздуха по областям составляет от 0,41 °C/10 лет (Мангистауская область) до 0,87 °C/10 лет (Кызылординская область) при 18-37 % объясненной трендом дисперсии. Очаги наиболее интенсивного потепления наблюдаются в Западно-Казахстанской, восточной части Мангистауской, в Кызылординской, Улытау, Карагандинской, Павлодарской, Абай областях (0,70-0,98 °C/10 лет), рисунок 2.16. На всех метеостанциях страны тенденции статистически значимы.

Наибольшая и статистически значимая по данным всех станций скорость увеличения температуры воздуха в весенний период отмечена в марте (на 0,63-1,69 °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 0,99 °C/10 лет), в мае – в противоположной части (северо-западе, западе, юго-западе и юге) республики (в пределах от 0,36 до 0,88 °C/10 лет).

Летом в среднем по Казахстану температура воздуха сезона повышается на 0,22°C/10 лет (коэффициент детерминации 18 %, таблица 2.4). Наиболее значительные темпы повышения температуры воздуха отмечается в западных областях – на 0,36–0,66 °C/10 лет. Менее интенсивное потепление наблюдается в южных и юго-восточных областях Казахстана, где температуры воздуха летнего сезона имеют тенденцию повышаться на 0,18–0,27 °C/10 лет (рисунок 2.16). Тренды здесь описывают от 15 до 53 % дисперсии временных рядов. В северных и центральных регионах тенденции практически отсутствуют – доля трендовой составляющей в общей дисперсии ряда в этих регионах практически нулевая, хотя сохраняется положительный знак тренда.

В июне и июле тенденция к незначительному похолоданию наблюдается в северных, северо-восточных и центральных районах (максимум до 0,30 °C/10 лет, рисунок 2.17). В некоторых западных, южных и юго-восточных регионах страны наблюдались статистически значимые темпы роста приземной температуры воздуха на 0,25-0,78 °C/10 лет. В августе в большинстве регионов Казахстана отмечается статистически значимые положительные тенденции температуры воздуха в диапазоне от 0,20 до 0,94 °C/10 лет. Наибольшая скорость роста температуры воздуха в летние месяцы отмечается в западном регионе.

Осенью в среднем по Казахстану сезонная температура повышается на 0,23 °C/10 лет (коэффициент детерминации 6 %, таблица 2.4). Тенденции средней по областям температуры воздуха также положительные. Наиболее значительные темпы повышения температуры

наблюдаются в западных и северных областях – на 0,37-0,47 °C/10 лет, при этом доля объясненной трендом дисперсии составляет 8-22 %. В центральных, некоторых южных и восточных регионах тенденции практически отсутствуют – хотя знак тренда положительный, но доля трендовой составляющей в общей дисперсии ряда не более 5 %. Если летом максимальные и значимые тенденции наблюдались в западных, южных и юго-восточных регионах, то 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 0,26-0,49 °C/10 лет (рисунок 2.17). В восточных и центральных регионах есть очаги с незначительным похолоданием. В октябре потепление происходило на всей территории Казахстана, статистически значимые положительные тенденции температуры воздуха в интервале от 0,41 до 0,86 °C/10 лет прослеживаются в западном регионе, на севере и местами на юге – в Кызылординской и Туркестанской областях. В ноябре положительные тенденции (в диапазоне 0,22-0,73 °C/10 лет) охватывали северную половину Казахстана, включая восточный регион, и только на метеостанции Рудный Костанайской области тенденция статистически значимая (0,73 °C/10 лет). Отрицательные тенденции в ноябре месяце охватывали южный, юго-восточный и центральный регионы, только на метеостанции Шуылдак Туркестанской области тенденция статистически значимая (-0,50 °C/10 лет).

2.3 Тенденции в экстремумах температуры приземного воздуха

Изменяется 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 таких воздействий изменений 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 1-5 суток/10 лет. Статистически значимое увеличение на 3–5 суток/10 лет прослеживается по данным большинства станций Западно-Казахстанской, Актюбинской, Кызылординской, Туркестанской, Жамбылской, Алматинской, Жетысу, Улытау, 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. В северных и северо-восточных регионах увеличение продолжительности вегетационного периода в основном статистически незначимое.

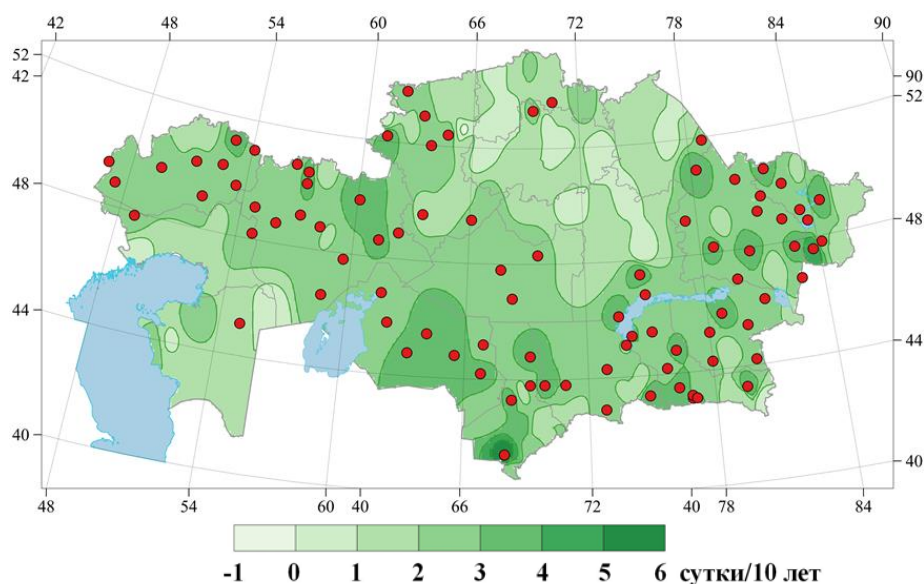


Рисунок 2.18 – Темпы изменения продолжительности вегетационного сезона (сутки/10лет) в период 1961-2022 гг. (*индекс GSL*)

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 части. Наибольшее и статистически значимое увеличение, более чем на 60 градусо-дней/10лет, прослеживается по данным большинства станций юго-западной части Западно-Казахстанской, Атырауской, Мангистауской, Кызылординской, Туркестанской, Жамбылской и Алматинской областей.

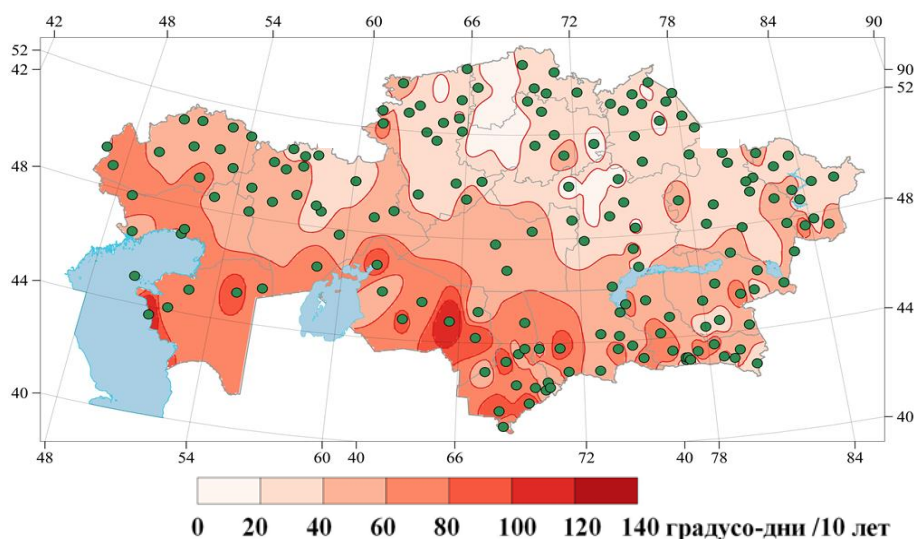


Рисунок 2.19 – Темпы изменения суммы температур в период вегетации (градусо-дни/10лет) в период 1961–2022 гг. (*индекс GDDgrow10*)

Повышается не только средний уровень температуры воздуха, но и увеличивается повторяемость высоких летних температур. В условиях жаркого и засушливого лета в западных и 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 °С, особенно заметно в западном и южном регионах республики – на 4-7 дней за 10 лет (рисунок 2.20). Наибольшая скорость увеличения повторяемости высоких летних температур наблюдалась на метеорологических станциях Актау (7,6 суток/10лет, Мангистауская область) и Арал тенизи (7,0 суток/10лет, Кызылординская область). На станциях Северо-Казахстанской и Акмолинской областей наблюдалась статистически незначимая отрицательная тенденция повторяемости жарких дней.

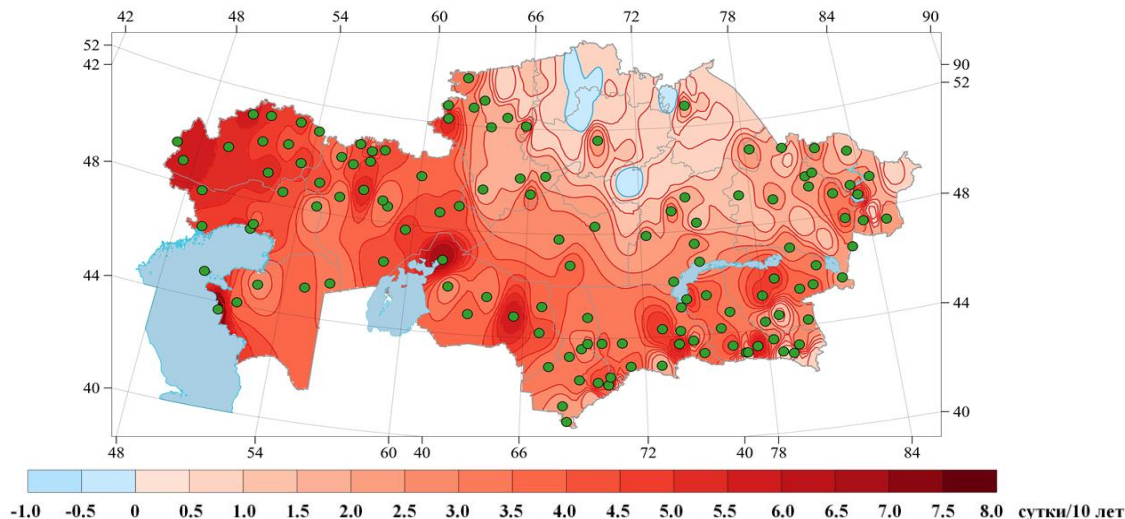


Рисунок 2.20 – Темпы изменения количества суток, когда максимальная суточная температура равна или выше 30 °С (сутки/10 лет) в период 1961-2022 гг. (*индекс TXge30*)

На большей части территории республики наблюдается статистически значимая положительная тенденция общей продолжительности всех волн жары в теплый период (волна жары это 3 и более суток подряд, когда коэффициент избытка тепла имеет положительное значение, *индекс HWF/EHF*, рисунок 2.21). Наибольшая значимая положительная тенденция (более 6-9 суток/10лет) наблюдалась на метеорологических станциях, расположенных в западных и южных областях.

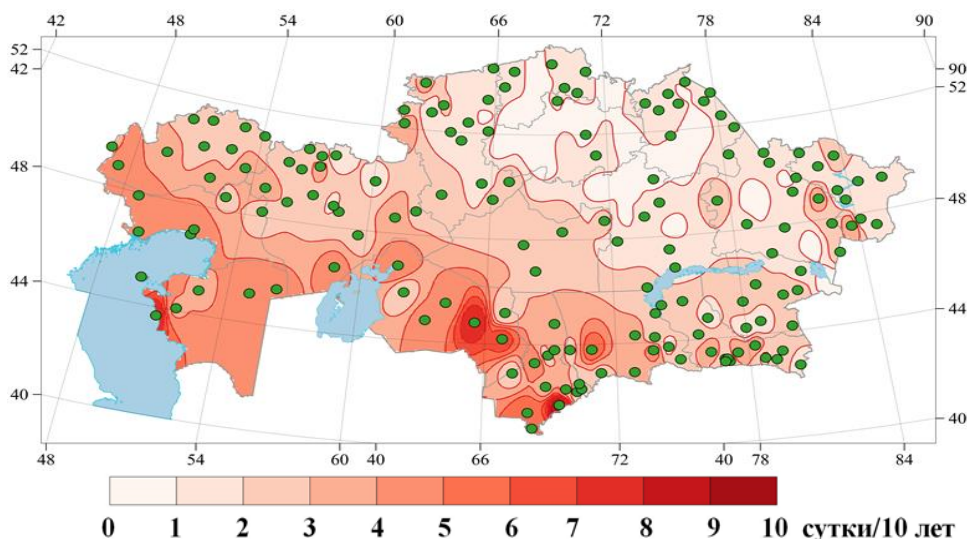


Рисунок 2.21 – Темпы изменения общей продолжительности волн тепла в теплый период (сутки/10лет) в 1961–2022 гг. (*индекс HWF/EHF*)

Почти по всей территории республики наблюдается статистически значимая положительная тенденция количества отдельных волн жары в теплый период (*индекс HWN*, рисунок 2.22). На станциях южных областей таких волн становится на одну больше в среднем через каждые 10 лет.

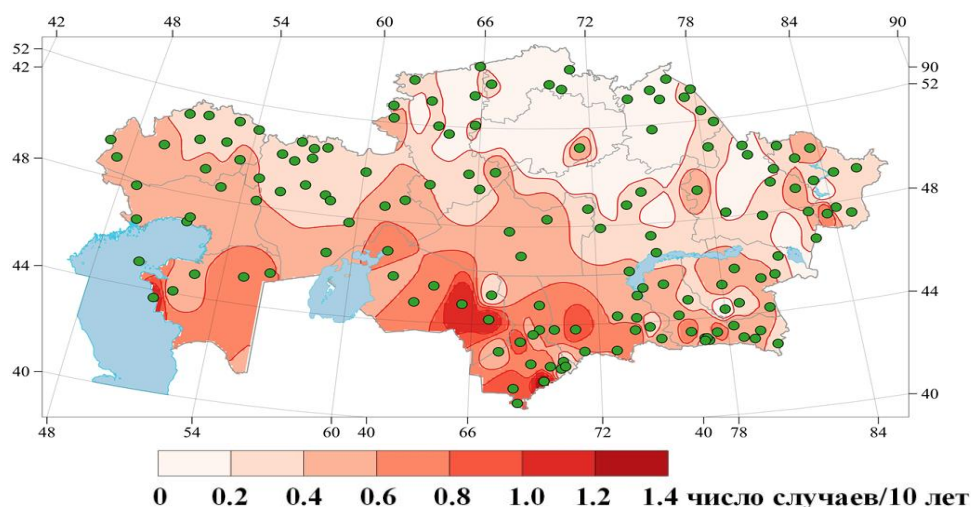


Рисунок 2.22 – Темпы изменения количества волн жары в теплый период (число случаев/10лет) в 1961–2022 гг. (*индекс HWN*)

Повсеместно увеличивается *продолжительность максимальной волны жары в теплый период* (*индекс HWD*, рисунок 2.23), в западных и южных регионах волна удлинится более чем на один день в среднем за каждые 10 лет.

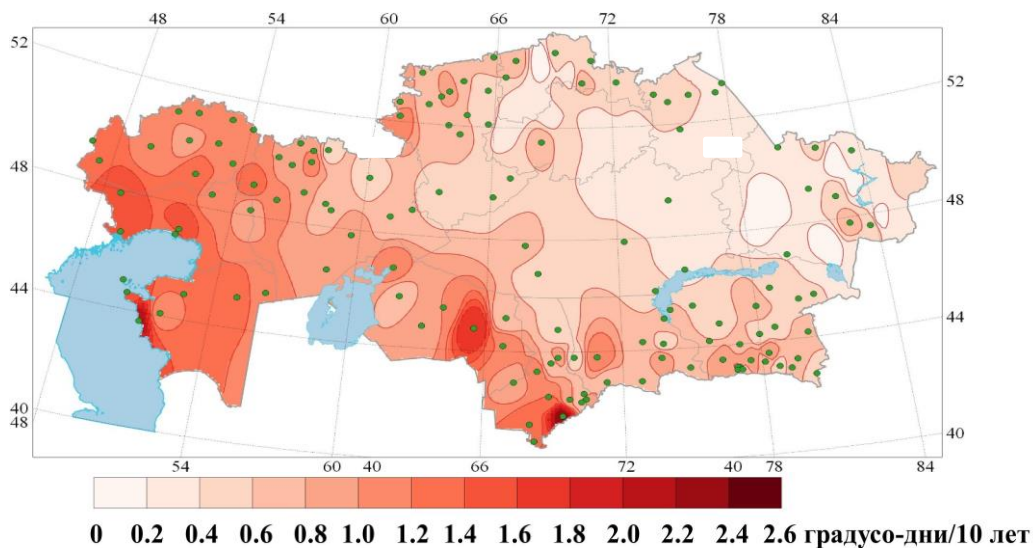


Рисунок 2.23 – Темпы изменения максимальной продолжительности волн тепла в теплый период (сутки/10лет) в 1961-2022 гг. (*индекс HWD*)

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 в западной половине страны.

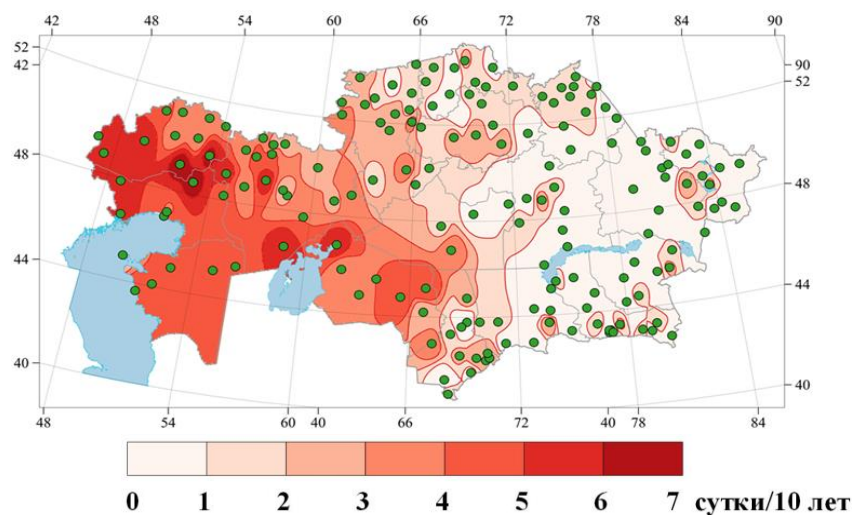


Рисунок 2.24 – Темпы изменения общей за год продолжительности волн тепла (сутки/10лет) в период 1961–2022 гг. (*индекс WSDI*)

Следствием повышения температуры воздуха в большинство месяцев теплого времени года является увеличение *дефицита холода*, или необходимости поддержания в помещении благоприятной температуры, в данном случае принят порог в 23 °С (*индекс CDDcold23*, рисунок 2.25). Лишь на севере и северо-востоке республики существуют небольшие области 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 10 °С каждые 10 лет. Максимум увеличения дефицита холода наблюдается в Атырауской, Мангистауской, Кызылординской, Туркестанской областях (30-50 °С/10 лет).

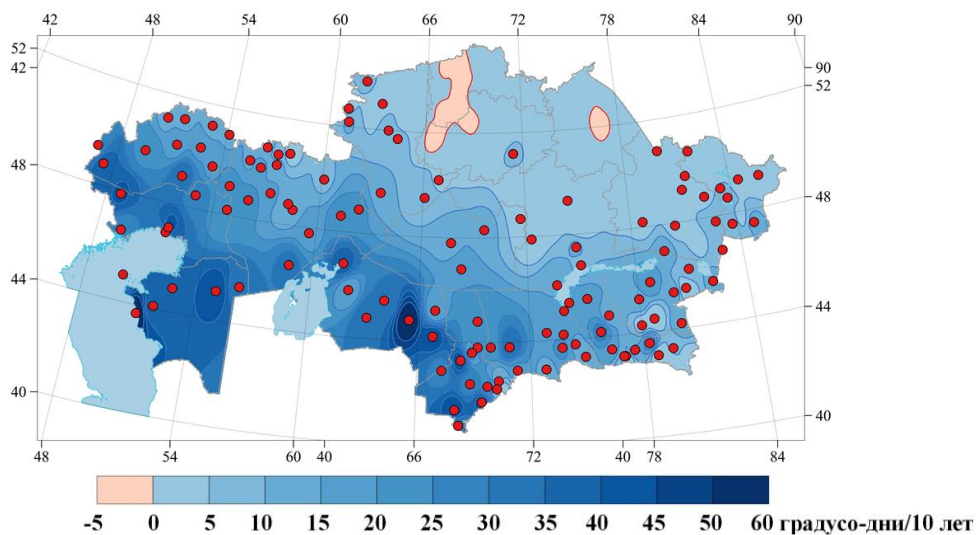


Рисунок 2.25 – Темпы изменения дефицита холода (градусо-дни/10лет) в период 1961-2022 гг. (*индекс CDDcold23*)

Во многих регионах Казахстана увеличивается значение суточного минимума температуры, примерно в половине случаев опережающими темпами по сравнению с ростом суточного максимума. На рисунке 2.26 представлено *изменение количества суток, когда минимальная температура ≥ 20 °С* (*индекс TR, количество тропических ночей*). За последние более чем 60 лет в Казахстане прослеживается, в основном, увеличение количества таких

суток, максимально в Атырауской и Мангистауской областях на 4-8 суток/10лет, а также на 6-7 суток/10лет на некоторых станциях Кызылординской, Туркестанской областей. Таким образом, здесь значительно ухудшаются условия для ночного отдыха организма человека от дневной жары, которая, как показано выше, тоже усиливается.

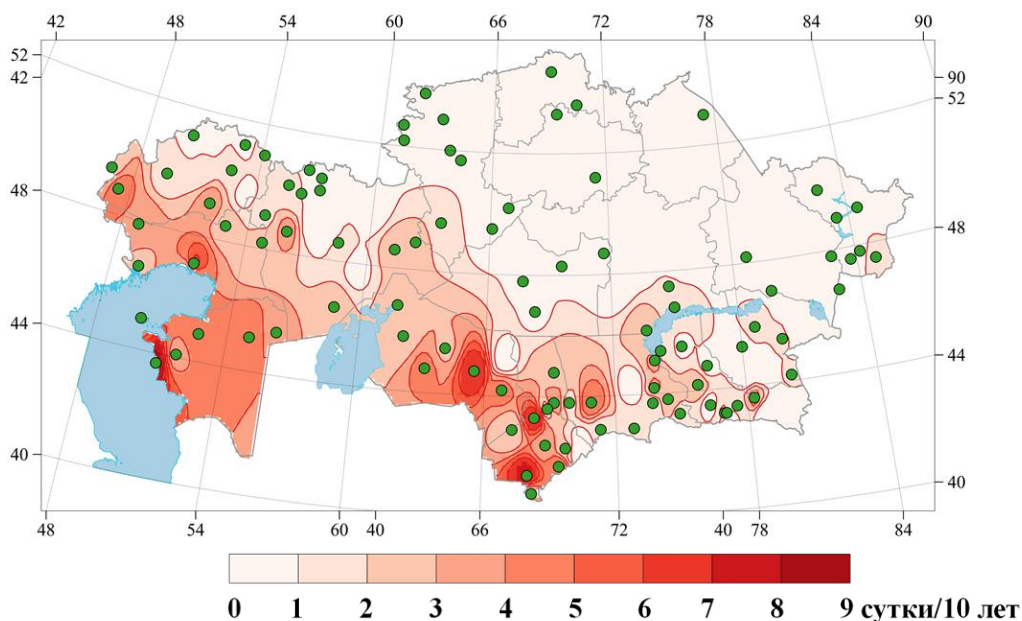


Рисунок 2.26 – Темпы изменения количества тропических ночей (сутки/10лет) в период 1961-2022 гг. (индекс TR)

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 2 до 4 суток/10лет, местами скорость сокращения выше 5-6 суток за 10 лет.

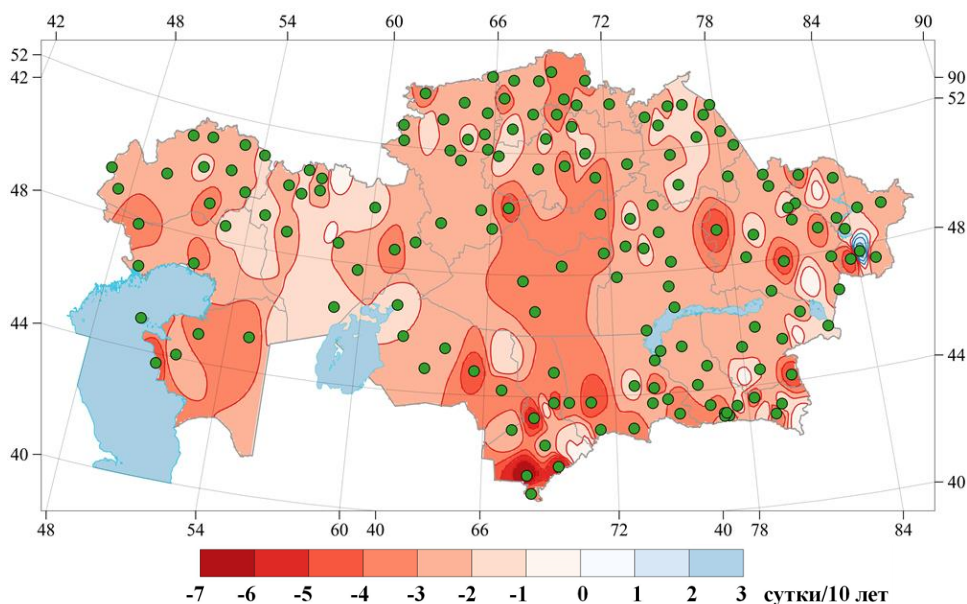


Рисунок 2.27 – Темпы изменения количества суток с заморозком (сутки/10лет) в период 1961-2022 гг. (индекс *FD0*)

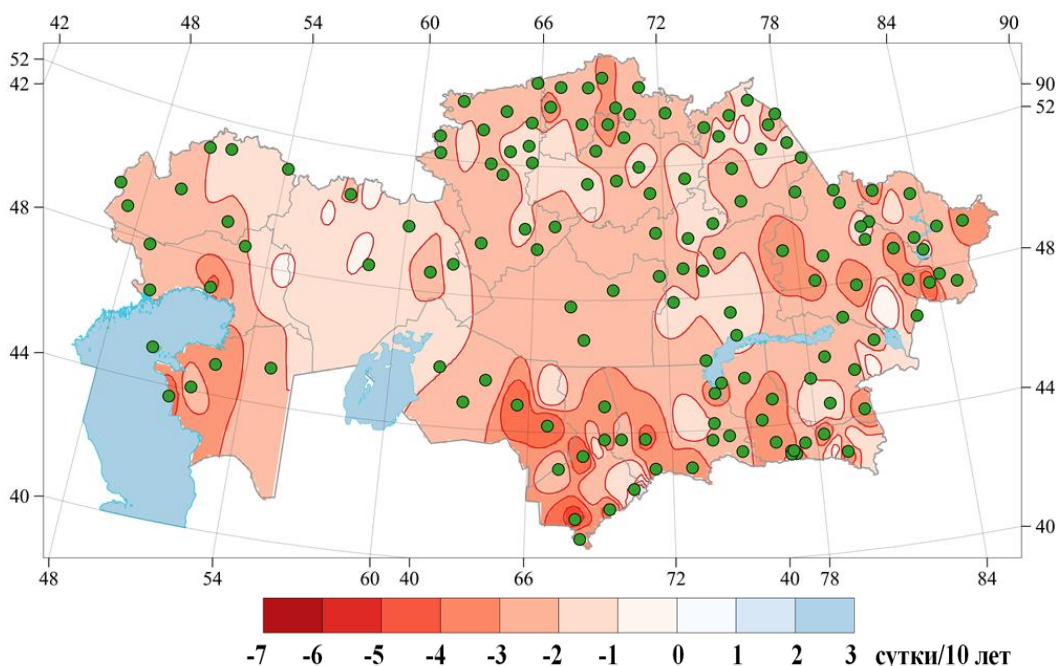


Рисунок 2.28 – Темпы изменения количества суток с жесткими заморозками (сутки/10лет) в период 1961-2022 гг. (*индекс TNltm2*)

На территории республики практически повсеместно сокращается количество дней с очень жесткими морозами (когда суточный минимум температуры воздуха ниже минус 20 °С, *индекс TNltm20*, рисунок 2.29). Существенно сокращается количество таких суток (на 2–3 суток/10лет) в северо-западных, центральных и юго-восточных регионах. В некоторых районах Восточно-Казахстанской области повторяемость суток с очень жесткими морозами уменьшается более значительными темпами – на 4-5 суток/10лет.

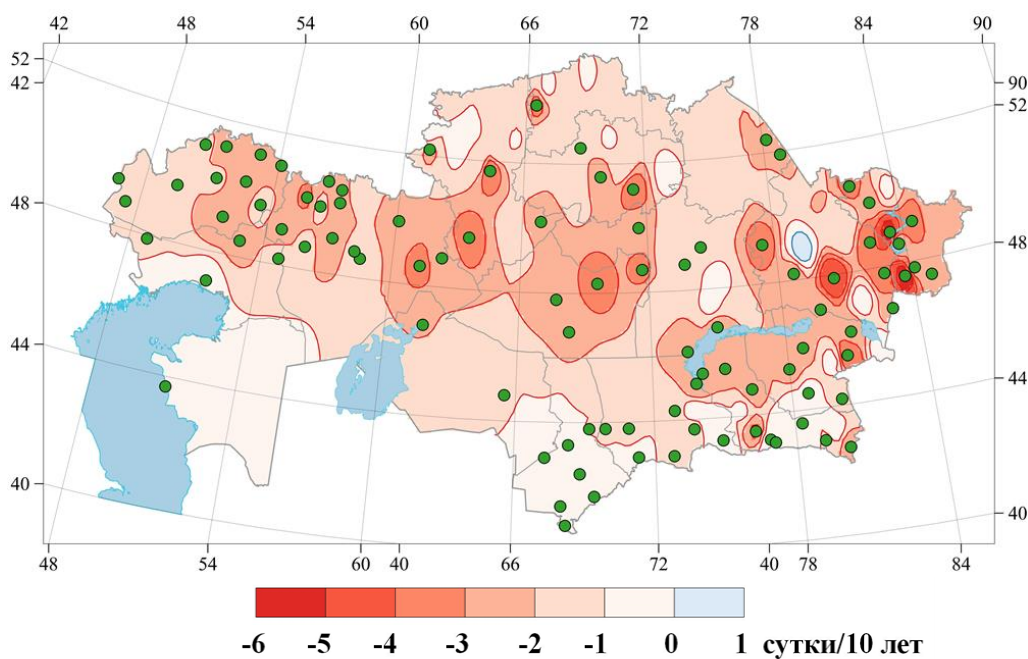


Рисунок 2.29 – Темпы изменения количества суток с очень жесткими морозами (сутки/10лет) в период 1961–2022 гг. (*индекс TNltm20*)

Сокращение количества дней с отрицательными температурами ведет к повсеместному сокращению *дефицита тепла в холодный период года* (индекс *HDDheat18*, рисунок 2.30). Здесь, за пороговое значение температуры воздуха, которую желательно поддерживать в помещении, принята температура 18 °С. Диапазон сокращения дефицита тепла составляет 60-100 градусо-дней за каждые 10 лет. Местами в различных регионах Казахстана это сокращение составило более 120 градусо-дней/10 лет.

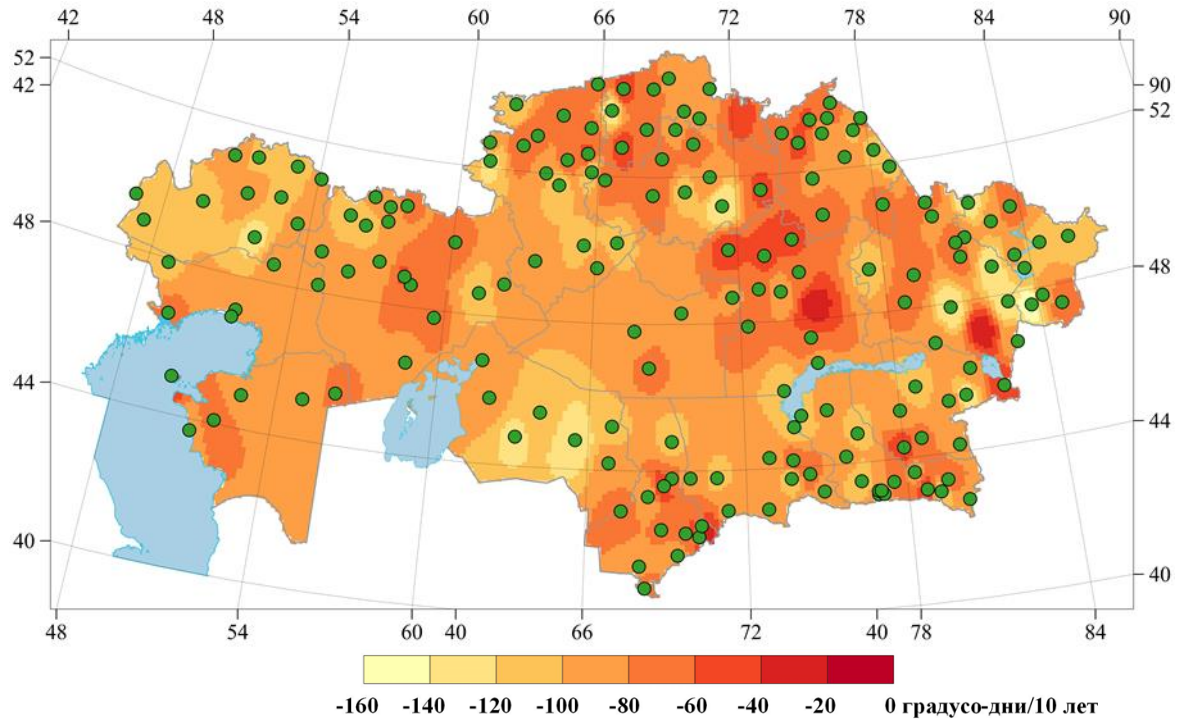


Рисунок 2.30 – Темпы изменения дефицита тепла (градусо-дни/10лет) в период 1961-2022 гг. (*индекс HDDheat18*)

3 АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ

3.1 Аномалии количества осадков на территории Казахстана в 2022 году

В 2022 г. средняя по территории Казахстана годовая сумма атмосферных осадков была близка к норме и составила 98,0 % нормы, или 311 мм (ранг 47, вероятность превышения 43%). В таблице 3.1 представлены значения аномалий годовых и сезонных сумм осадков, в таблице 3.2 – значения аномалий месячных сумм осадков, наблюдавшиеся в 2022 г. и осредненные в целом по территории Казахстана и его областям. Для каждого значения аномалии приведены вероятности превышения, рассчитанные за период 1941 – 2022 гг. Вероятность превышения характеризует частоту появления соответствующего значения аномалии в ряду наблюдений. Количество осадков выше 95-го или ниже 5-го перцентиля выделено жирным шрифтом.

Таблица 3.1 - Регионально осредненные средние годовые (январь-декабрь) и сезонные аномалии осадков в 2022 гг.: **vR** – отклонения от средних многолетних за 1961-1990 гг., мм/сезон; **P($r \leq R_{2021}$)** – вероятность превышения (в скобках), рассчитанная по данным за период 1941–2022 гг. в %; **RR** – отношение R_{2022} 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	-6,5 (43)	98,0	-4,5 (40)	92,8	11,9 (70)	113,6	-19,0 (13)	78,4	9,7 (80)	112,2
Абай	-47,2 (11)	83,6	-8,3 (34)	85,6	-2,5 (51)	96,3	-22,1 (14)	74,5	-9,2 (46)	87,8
Алматинская	13,4 (55)	102,8	-20,3 (12)	68,5	42,7 (82)	124,1	-35,3 (16)	74,4	27,3 (82)	127,1
Акмолинская	19,7 (59)	106,0	10,2 (72)	121,4	-28,8 (3)	58,4	14,5 (64)	111,1	25,5 (88)	132,6
Актюбинская	29,5 (65)	111,2	8,8 (69)	114,8	27,0 (85)	142,2	-7,2 (45)	89,4	3,6 (65)	105,0
Атырауская	22,3 (60)	114,9	17,0 (83)	154,1	48,2 (93)	227,8	-23,4 (16)	42,5	-4,2 (49)	89,5
Восточно-Казахстанская	-76,3 (9)	80,6	-11,7 (37)	81,1	-20,9 (28)	77,5	-27,2 (17)	78,7	-17,6 (32)	84,2
Жамбылская	34,8 (69)	111,4	-19,8 (17)	73,0	40,9 (90)	134,3	-2,9 (40)	92,5	17,9 (72)	124,2
Жетысу	11,9 (55)	103,1	-26,2 (6)	64,1	45,8 (85)	138,6	-25,2 (18)	72,5	16,5 (80)	116,4
Западно-Казахстанская	62,8 (83)	122,3	9,1 (79)	113,9	67,5 (98)	216,6	-27,6 (25)	65,3	34,8 (88)	144,4
Карагандинская	-56,0 (13)	78,0	-9,0 (38)	82,2	-12,2 (33)	81,2	-20,2 (27)	73,9	-18,2 (24)	70,5
Костанайская	-36,8 (20)	87,3	10,1 (77)	120,7	-11,6 (24)	80,6	-39,4 (13)	63,3	16,2 (80)	122,0
Кызылординская	-31,5 (19)	77,7	3,6 (49)	109,1	-7,4 (40)	85,0	-10,5 (23)	44,8	-7,3 (40)	78,0
Мангистауская ¹	11,9 (72)	108,3	-1,7 (51)	92,9	-5,7 (58)	87,8	-17,7 (34)	48,8	36,6 (95)	198,1
Павлодарская	-62,4 (6)	78,7	-4,3 (39)	90,4	-22,1 (8)	59,8	-23,2 (22)	80,7	-14,7 (25)	79,7
Северо-Казахстанская	-44,9 (25)	87,3	-2,8 (44)	94,0	-21,1 (9)	67,9	-22,6 (30)	85,2	5,7 (66)	106,6
Туркестанская	50,8 (70)	111,6	-17,1 (27)	88,7	35,1 (72)	120,9	-12,5 (19)	48,6	50,5 (86)	153,7
Улытау	-29,1 (32)	86,5	3,6 (65)	106,9	4,1 (64)	106,9	-19,5 (20)	63,8	-6,7 (43)	86,5

- Примечания:** 1. для Мангистауской области оценка проводилась только по МС Форт Шевченко;
2. значения выше 95-го или ниже 5-го перцентиля (соответственно влажные 95%-е и сухие 5%-е экстремумы) 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 РК.

В среднем по территории Казахстана в летний период 2022 года количество осадков было ниже нормы (78,4 %), зимой, весной и осенью – около и выше нормы и составило 92,8 %, 113,6 %, 112,2 %, соответственно (таблица 3.1).

На рисунке 3.1 представлено внутригодовое распределение количества атмосферных осадков в 2022 г., осредненных по территории Казахстана, а также среднее многолетнее месячное количество осадков за период 1961–1990 гг.

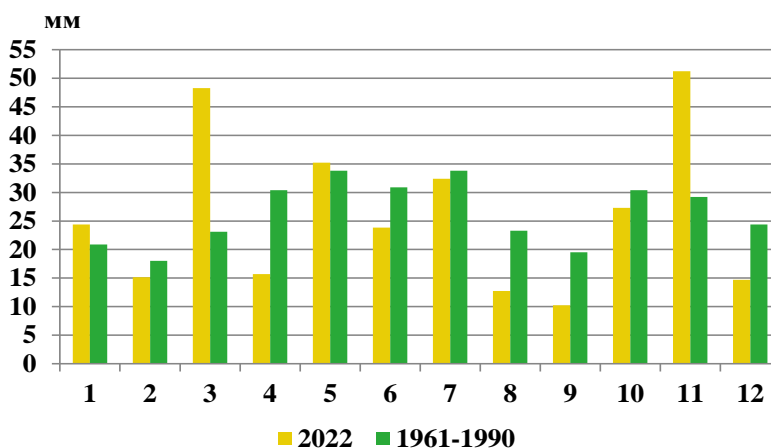


Рисунок 3.1 – Осредненные по территории Казахстана месячные суммы осадков в 2022 году и их нормы, рассчитанные за период 1961–1990 гг.

В 2022 году в среднем по территории Казахстана большую часть года наблюдался дефицит осадков (в феврале, апреле, с июня по октябрь и в декабре). Апрель (15,7 мм, 52 % нормы) и сентябрь (10,2 мм, 53 % нормы) с вероятностью неперевышения 8 % характеризуются как «сухие» месяцы. Рекордно влажным был март, в который средний слой осадков составил 48,3 мм или 209 % нормы и экстремально влажным – ноябрь месяц, когда в среднем по стране выпало 51,2 мм (175 % нормы), вероятность неперевышения суммы осадков составила 98 %.

На рисунке 3.2 показано территориальное распределение годового и сезонного количества осадков в 2022 г., выраженное в процентах нормы за период 1961–1990 гг., а также приведены вероятности неперевышения годовых и сезонных сумм осадков в данном году.

На большей части территории Казахстана осадков за 2022 год выпало либо около нормы, либо больше нормы (рисунок 3.2). В 2022 году дефицит осадков испытали Павлодарская, Восточно-Казахстанская, Карагандинская и Кызылординская области, где в среднем по территории области годовая сумма осадков составила несколько менее 80 % нормы (таблица 3.1), при этом в Павлодарской и Восточно-Казахстанской областях годовое количество осадков вошло в 10 % экстремально сухих. Максимально превышена годовая норма в среднем по территории Западно-Казахстанской области – на 22 %, но при этом средний слой осадков составил всего 344 мм. В среднем по территории западных, северных, юго-восточных и некоторых южных областей: Актюбинской, Атырауской, Мангистауской, Костанайской, Северо-Казахстанской, Акмолинской, Алматинской, Жетысу, Жамбылской и Туркестанской осадки выпали около нормы.

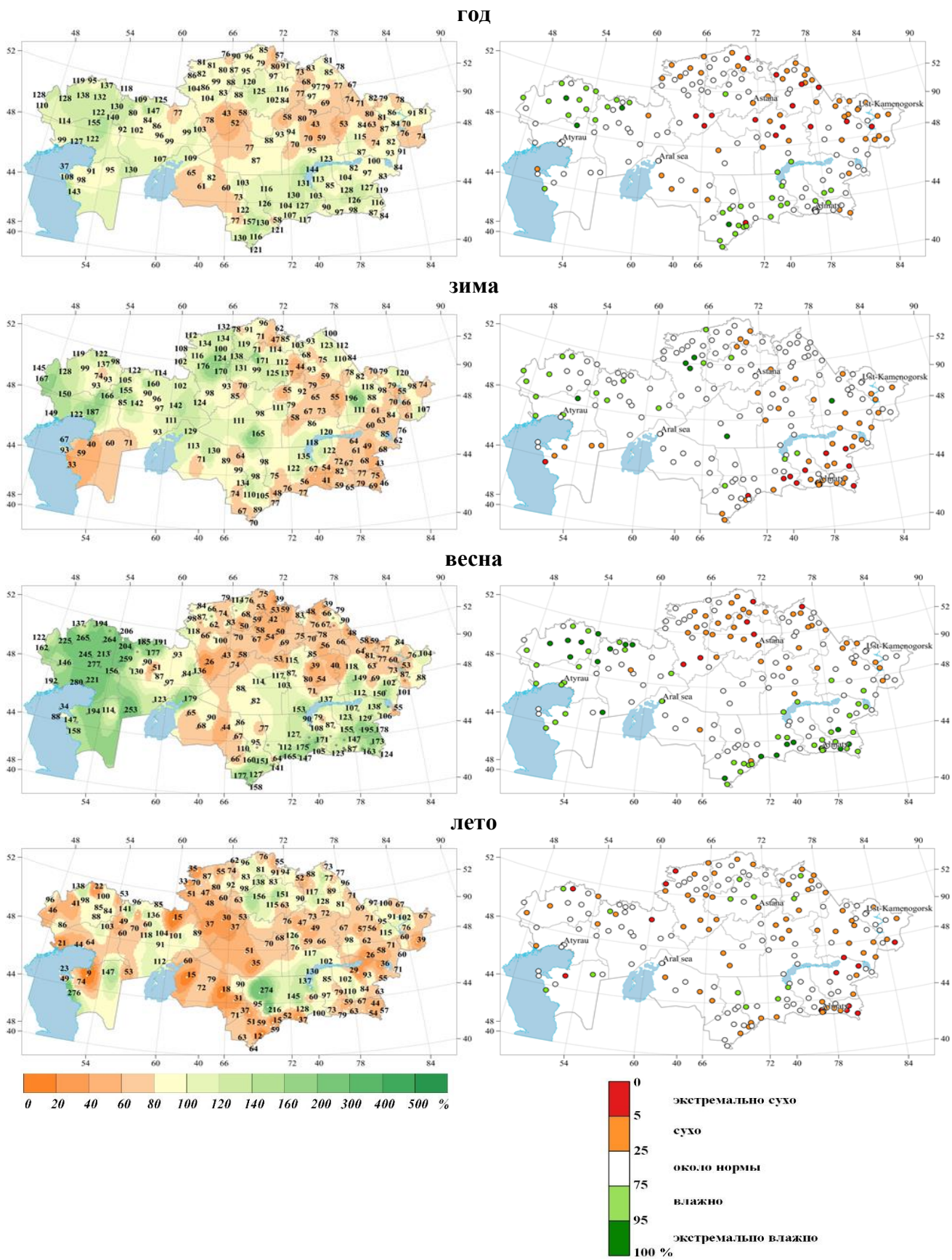


Рисунок 3.2 – Географическое распределение годового и сезонного количества осадков в 2022 г., выраженного в % нормы (слева), а также вероятности его непревышения (справа), рассчитанные за период 1961 – 2022 гг. *Лист 1*

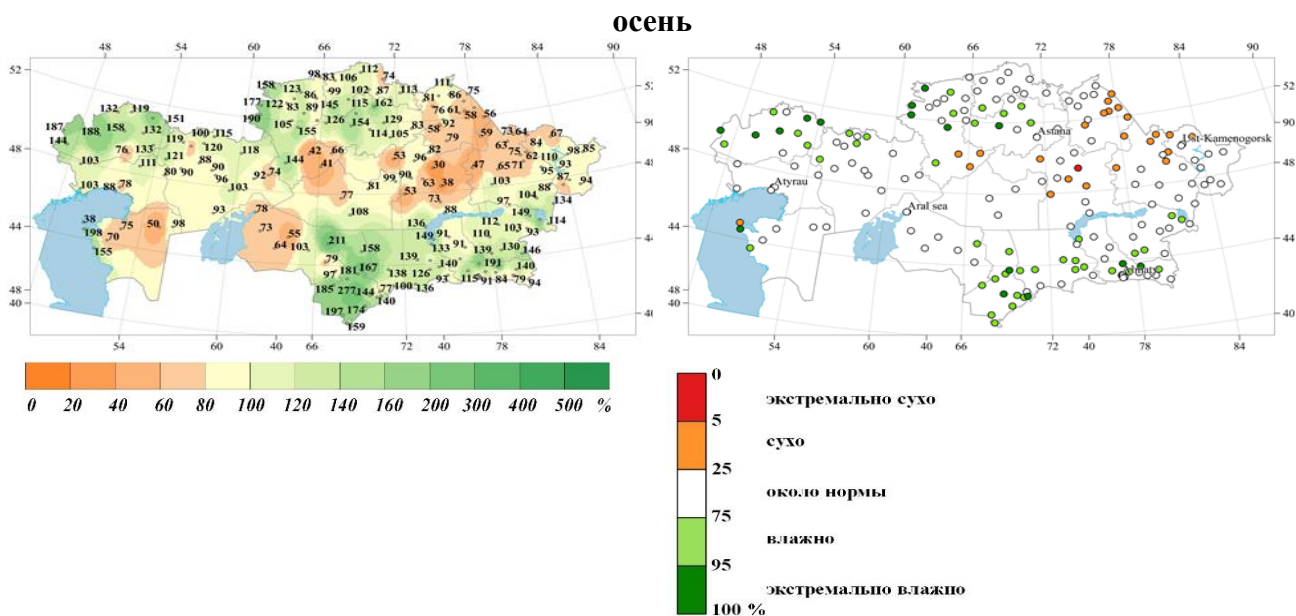


Рисунок 3.2 – Географическое распределение годового и сезонного количества осадков в 2022 г., выраженного в % нормы (слева), а также вероятности его непревышения (справа), рассчитанные за период 1961 – 2022 гг. *Лист 2*

Очаги максимального количества осадков относительно нормы располагались в северо-западных регионах (122-155 % нормы), в центральных районах Акмолинской области (125 % нормы), в юго-восточном регионе и в Жамбылской области (123-144 % нормы), в Туркестанской области количество осадков местами превышало 122-157 % нормы. Дефицит осадков испытывали некоторые районы на юге Костанайской области, в области Улытау и Кызылординской областях, а также в Центральном Казахстане (осадков было на 20-60 % ниже нормы), и на северо-востоке и востоке (на 20-50 % ниже нормы, рисунок 3.2).

На 4 метеостанциях были установлены новые минимумы годовой суммы осадков: на МС Бесоба в Карагандинской области количество осадков выпало 107,6 мм при предыдущем минимуме 126,8 мм в 2011 году; на МС Екидин в Костанайской области – 116,8 мм при предыдущем минимуме 118,4 мм в 1993 году; на МС Возвышенка в Северо-Казахстанской области – 188,8 мм, предыдущий рекорд минимального количества осадков был в 2010 году и составлял 205,3 мм; на МС Аул Т.Рыскулова в Туркестанской области – 402,0 мм при предыдущем минимуме 470,3 мм в 1936 году.

Зимой 2021/2022 гг. (декабрь 2021 г. – февраль 2022 г.) в среднем по территории Казахстана количество осадков в зимний период (таблица 3.1) составило 92,8 % нормы (ранг – 49). На большей части страны осадков выпало более 80 % нормы (рисунок 3.2). Избыток количества осадков (более 120 %) наблюдался в западной части страны (122-187 % нормы), в северных регионах (124-176 % нормы) и в некоторых районах южной части страны (122-134 % нормы). Значительное превышение нормы количества осадков наблюдалось по данным МС Жетыкнур в области Улытау (165 %), МС Карауыл в области Абай (196 %), трех метеостанций Костанайской области (Кушмурун, Диевская, Караменды) и МС Карабау (Атырауская область), зимний период на этих метеостанциях вошел в 5 % экстремально влажных. Очаги значительного дефицита осадков в зимний период (менее 80 % нормы) наблюдались в Мангистауской области (33-71 %), в горных и предгорных районах южных областей (41-79 %), в Карагандинской области, в восточной части страны (55-79 % нормы) и в некоторых районах северной части страны (44-78 %) (рисунок 3.2). По данным 10-ти метеостанций, расположенных на юге страны и в Мангистауской области, наблюдался дефицит осадков и было экстремально сухо. На МС Кордай, аул Т.Рыскулова

были установлены новые рекорды минимального количества осадков за зимний период (38,5 мм, 110,5 мм), предыдущие значения (41,0 мм, 115,8 мм) отмечались в 1983, 1937 гг., соответственно.

В декабре 2021 г. в среднем по территории Казахстана количество осадков составило 79 % нормы за период 1961–1990 гг. или на 5,2 мм ниже нормы (вероятность непревышения 28 %), но распределение осадков по территории было неравномерным. В южной половине Казахстана, за исключением Кызылординской области и небольших отдельных, в основном, предгорных и горных районов, наблюдался дефицит осадков. Так, менее 20 % нормы осадков выпало практически на всей территории Мангистауской области, в Северном Прибалкашье, на юге Жетысу и Алматинской областей. На МС Балкаш и Бектауата были установлены новые минимумы месячного количества осадков (1,60 мм, 2,70 мм), их предыдущие значения (1,61 мм, 2,99 мм) отмечались в 1965 гг., соответственно (Приложение 1). На большей части территории страны осадков выпало около или значительно выше нормы (рисунок 3.3). В некоторых западных, северных, северо-восточных и центральных регионах количество осадков превысило норму в 1,5-2,5 раза. Наибольшее по территории и рекордное максимальное месячное количество осадков (32,90 мм) выпало на МС Жетыконур, предыдущий рекорд наблюдался в 2015 г. (31,70 мм).

В январе среднее по территории Казахстана количество осадков составило 116,6 % нормы (ранг 21, вероятность непревышения 75 %, таблица 3.2). Распределение осадков было неравномерным. Осадки более 120 % нормы наблюдались в разных частях страны. Осадков около нормы и выше нормы, местами выше 200 % нормы, выпало в западном и северном регионах, на севере Восточно-Казахстанской области, в Северном Прибалкашье, а также в Туркестанской, Жамбылской областях, в юго-западной части Южного Прибалкашья, на севере области Абай, где количество осадков составило даже более 300 % нормы (рисунок 3.3). На 16-ти метеостанциях, расположенных в разных частях страны, условия увлажнения характеризовались как экстремально влажные (5 %-е экстремумы), в том числе на трех метеостанциях выпало рекордное количество месячной суммы осадков: МС Карауыл (29 мм), предыдущий рекорд был установлен в 1947 г. и составлял 25,6 мм, МС Чиганак (31,2 мм), предыдущий рекорд составлял 27,4 мм (2014 г.), МС Шолаккорган (42,8 мм), предыдущее значение 32,7 мм в 1940 г. (Приложение 1). В январе в зоне значительного дефицита осадков находились восточный и юго-восточный регионы страны, где условия увлажнения характеризуются как сухо и местами экстремально сухо (5 %-е и 10 %-е экстремумы). Значительное поле недостатка увлажнения прослеживалось в северо-восточных и центральных регионах страны. Количество выпавших осадков в этих регионах было в пределах 30-60 % нормы. Небольшие зоны с дефицитом осадков (55-69 % нормы) находились в северо-восточной части, в некоторых районах Кызылординской области и на западе Мангистауской области (рисунок 3.3). По данным 6-ти метеостанций, расположенных на юго-востоке страны, условия увлажнения характеризовались, как экстремально сухие (5 %-е экстремумы), в том числе на МС Жаланашколь осадки отсутствовали в течение всего месяца (Приложение 1).

Таблица 3.2 – Регионально осредненные месячные аномалии количества осадков в 2022 г., рассчитанные как отклонения от средних многолетних значений за 1961–1990 гг., (в мм), и вероятность превышения (в скобках), рассчитанная по данным за период 1941–2022 гг. и выраженная в %

Регион/ область	12 (2021)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Казахстан	-5,2 (28)	3,5 (75)	-2,8 (25)	25,2 (100)	-14,7 (8)	1,4 (54)	-7,1 (23)	-1,4 (49)	-10,5 (11)	-9,3 (8)	-3,1 (56)	22,0 (98)
Абай	-2,9 (43)	0,3 (59)	-5,7 (23)	23,6 (96)	-11,0 (13)	-15,1 (24)	-3,5 (38)	-8,7 (30)	-9,9 (18)	-11,5 (11)	-14,5 (23)	16,8 (91)
Алматинская	-14,5 (7)	-5,7 (32)	-0,1 (45)	61,8 (100)	-25,9 (18)	6,8 (65)	-12,3 (28)	-17,1 (23)	-6,0 (30)	-19,4 (6)	-9,7 (48)	56,4 (100)
Акмолинская	-0,7 (41)	4,8 (76)	6,1 (80)	7,4 (77)	-16,5 (6)	-19,7 (8)	5,4 (56)	20,0 (74)	-10,8 (37)	-10,4 (23)	5,8 (79)	30,1 (97)
Актюбинская	-6,6 (33)	13,2 (90)	2,2 (60)	2,2 (55)	-8,6 (32)	33,4 (91)	-9,1 (29)	17,0 (83)	-15,2 (12)	-5,4 (46)	-7,3 (33)	16,3 (92)
Атырауская	4,6 (69)	8,0 (79)	4,4 (71)	19,6 (90)	-2,6 (50)	31,2 (93)	-10,0 (18)	-2,4 (58)	-11,1 (11)	-2,1 (59)	4,1 (66)	-6,2 (30)
Восточно- Казахстанская	0,4 (56)	-2,2 (45)	-10,0 (7)	24,0 (97)	-9,5 (22)	-35,5 (4)	3,6 (60)	-9,3 (27)	-21,5 (11)	-15,0 (18)	-12,4 (34)	9,7 (74)
Жамбылская	-16,6 (12)	7,3 (76)	-10,6 (12)	58,8 (100)	-21,5 (18)	3,6 (70)	-2,2 (43)	-5,3 (32)	4,7 (77)	-9,7 (2)	5,0 (70)	22,6 (88)
Жетысу	-10,7 (16)	-14,7 (6)	-0,9 (37)	55,9 (98)	-21,0 (18)	11,0 (79)	-7,0 (37)	-8,9 (33)	-9,4 (17)	-12,7 (12)	-13,7 (43)	42,9 (97)
Западно- Казахстанская	7,6 (81)	6,7 (79)	-5,2 (29)	24,8 (96)	-0,5 (46)	43,3 (98)	-21,2 (7)	13,8 (79)	-20,3 (7)	6,6 (70)	13,7 (71)	14,5 (88)
Карагандинская	-4,7 (30)	-1,3 (56)	-3,1 (44)	16,1 (93)	-10,6 (14)	-17,6 (13)	-16,4 (8)	0,6 (54)	-4,4 (41)	-13,1 (3)	-9,2 (35)	4,1 (66)
Костанайская	2,9 (66)	4,5 (74)	2,8 (69)	-1,4 (43)	-13,4 (11)	3,3 (53)	-5,5 (44)	-12,1 (35)	-21,8 (2)	-10,5 (23)	6,5 (70)	20,2 (97)
Кызылординска я	1,4 (60)	1,1 (49)	1,1 (55)	2,5 (66)	-5,6 (53)	-4,2 (39)	-7,7 (4)	0,6 (71)	-3,5 (29)	-5,1 (19)	-10,8 (9)	8,6 (85)
Мангистауская ¹	-8,6 (28)	3,4 (65)	3,5 (76)	6,1 (81)	-13,3 (20)	1,5 (79)	-14,9 (0)	5,0 (75)	-7,8 (30)	-7,5 (40)	46,7 (100)	-2,6 (50)
Павлодарская	1,3 (54)	-4,8 (38)	-0,9 (56)	4,6 (72)	-6,8 (20)	-19,9 (2)	-15,5 (14)	-11,7 (27)	4,0 (59)	-6,4 (33)	-11,3 (27)	3,0 (65)
Северо- Казахстанская	-1,3 (48)	3,3 (71)	-4,8 (22)	-0,6 (43)	-10,8 (18)	-9,7 (32)	-5,2 (35)	7,0 (59)	-24,4 (12)	-9,2 (24)	-6,7 (37)	21,6 (95)
Туркестанская	-30,1 (17)	28,2 (91)	-15,2 (17)	71,1 (97)	-46,4 (4)	10,4 (67)	-2,0 (34)	-7,8 (20)	-2,7 (53)	-7,1 (0)	13,5 (79)	44,0 (91)
Улытау	7,4 (81)	-4,3 (43)	0,5 (58)	12,5 (87)	-3,8 (41)	-4,5 (55)	-15,8 (2)	-7,8 (38)	4,1 (61)	-9,4 (16)	-10,4 (25)	13,1 (90)

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.

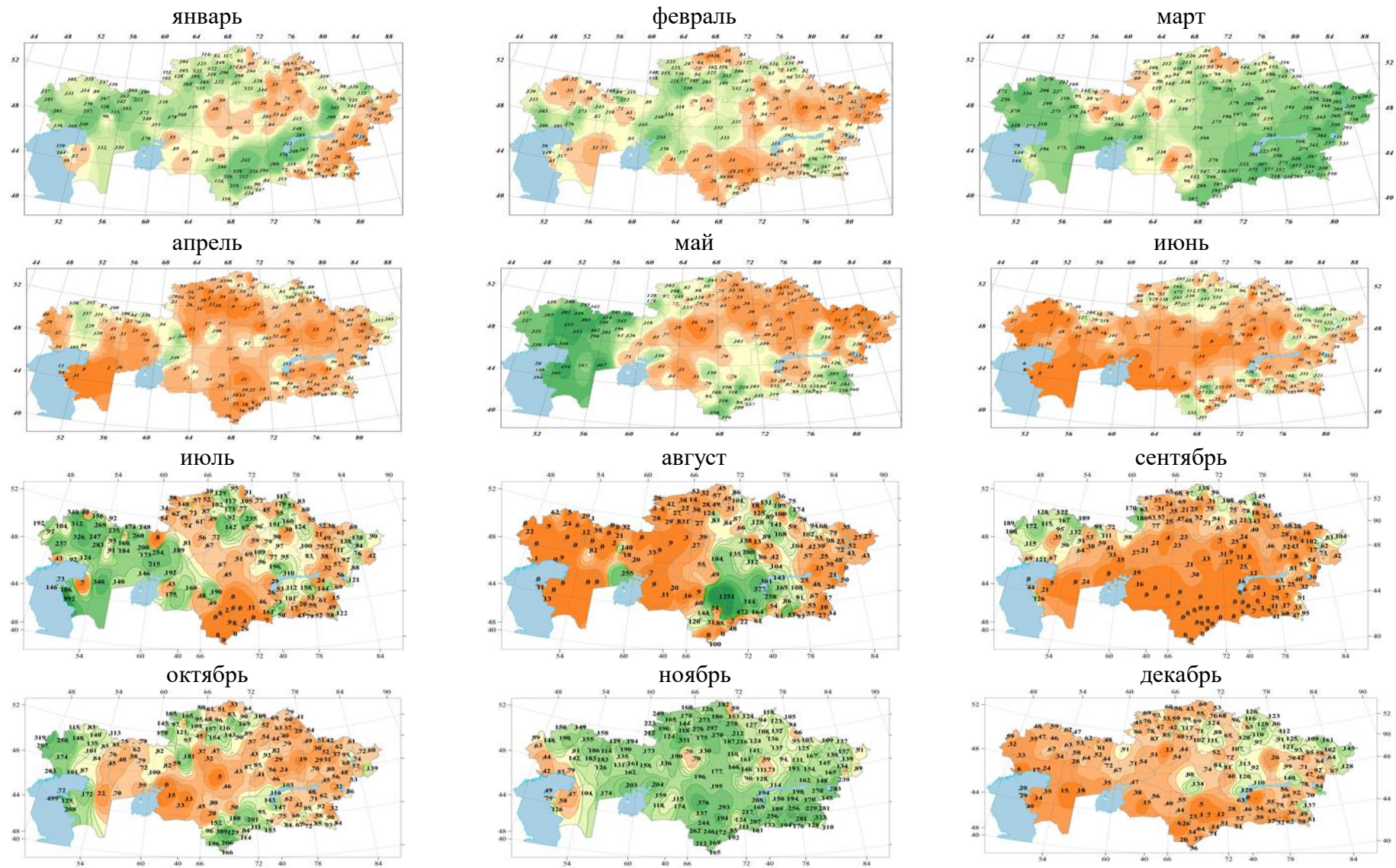


Рисунок 3.3 – Пространственное распределение месячного количества осадков в 2022 году (в % нормы, рассчитанной относительно базового периода 1961–1990 гг.)

Февраль был сухим на большей части территории Казахстана, среднее по территории республики количество осадков составило 84,2 % нормы (ранг 61, вероятность превышения 25 %, таблица 3.2). На большей части территории страны наблюдался значительный дефицит осадков – менее 60 % нормы. Осадков менее 45 % нормы выпало в южных, восточных регионах и на крайнем севере (рисунок 3.3). На 8-ми метеостанциях, расположенных на юге и крайнем севере страны, условия увлажнения характеризовались как экстремально сухие (5 %-е экстремумы). Осадки более 120 % нормы отмечались в некоторых западных районах, северо-западных, северо-восточных районах, на юге области Жетысу, в Улытау области и в западной половине Кызылординской области. В этих районах наблюдались несколько небольших очагов, где количество осадков превысило норму в два и более раз.

Весной в среднем по территории Казахстана количество осадков составило 114 % нормы с вероятностью превышения 70 % (ранг 25, таблица 3.1). Избыток осадков преобладал на западе страны и в южных областях, кроме Кызылординской области (рисунок 3.2). На большинстве метеостанций западных областей осадки превысили норму более чем в два раза (204-280 % нормы). Очаги значительного количества осадков (более 120 %) также наблюдались в южных районах Туркестанской, Жамбылской, Алматинской и Жетысу областей (122-195 % нормы), на МС Арал тенизи, расположенной на западе Кызылординской области (179 % нормы), в некоторых местах Северного Прибалкашья и юго-восточной части страны (137-153 % нормы). В результате в среднем по территории Западно-Казахстанской области количество осадков весной выпало 216,6 % нормы, условия увлажнения здесь характеризовались как экстремально влажные (5 %-е экстремумы), а в Атырауской и Жамбылской областях в среднем по территории количество осадков за весенний период составило 227,8 и 134,3 % нормы, соответственно, и условия увлажнения характеризовались как влажные (10 %-е экстремумы). Весной 2022 г. были установлены новые рекорды максимального сезонного количества осадков: 270,7 мм на МС Жаланащ (Алматинская область); и 151,1 мм на МС Чапаево (Западно-Казахстанская область). Дефицит осадков (менее 80 % нормы) преобладал на севере и востоке Казахстана (26-79 % нормы), также зоны с недостаточным количеством осадков наблюдались в Кызылординской (44-68 %), Карагандинской (39-80 %) областях. Как результат, в Северо-Казахстанской и Павлодарской областях условия увлажнения характеризовались как сухие (10 %-е экстремумы), среднее по территории количество осадков за весенний период составило 67,9 и 59,8 % нормы, соответственно. По данным шести метеостанций в северной части страны было экстремально сухо.

Март был рекордно влажным, в среднем по территории Казахстана месячное количество осадков составило 209,0 % нормы или на 25,2 мм выше среднего многолетнего значения (ранг 1, таблица 3.2). На большей части территории страны осадки превысили норму в 1,5-2,0 раза, а на крайнем западе и в горных, предгорных районах юга и юго-востока даже в 3 раза. (рисунок 3.3). В Алматинской и Жамбылской областях было рекордно влажно, среднее по территории увлажнение составило 257-267 % нормы, экстремально влажно (5 %-е экстремумы) наблюдалось на территории 5 областей: Восточно-Казахстанской, Абай, Жетысу, Туркестанской и Западно-Казахстанской, где среднее по территории увлажнение составило от 213 до 284 % нормы (с вероятностью превышения 96-98 %). Наибольшее количество осадков (289,7 мм) выпало на МС Тасарык (Туркестанская область), что составило 291 % нормы. На 54-х метеостанциях, расположенных на юге, юго-востоке, западе, условия увлажнения характеризовались как экстремально влажные (фиксировались 5 %-е экстремумы), в том числе на 13 МС установлены рекордные значения максимального месячного количества осадков (Приложение 1). Зоны значительного дефицита осадков (менее 40 % нормы) наблюдались на севере Актюбинской, юго-западе Костанайской, восточной части Кызылординской и Северо-Казахстанской областях.

В апреле на большей части Казахстана преобладал значительный дефицит осадков. В среднем по территории Казахстана количество выпавших осадков составило 51,6 % нормы

(это восьмой самый сухой месяц в ряду наблюдений с 1941 г., таблица 3.2). Сильный дефицит осадков был в Туркестанской и Акмолинской областях в среднем по территории 26,7 % и 23,2 % нормы, где количество осадков было ниже 5 % и 10 %-го процентиля, соответственно. Наибольший дефицит месячных сумм осадков испытывали в Мангистауской, западной половине Атырауской и Западно-Казахстанской, Актюбинской областей, в северной и южной половине Казахстана (за исключением северо-востока и крайнего востока), где выпало менее 40-50 % нормы осадков, местами менее 10-20 % нормы (рисунок 3.3). На двух метеостанциях Мангистауской области (МС Актау, Кызан) осадков не наблюдалось в течение всего месяца (Приложение 1). По данным 16-ти метеостанций, находящихся в Мангистауской, Костанайской, Северо-Казахстанской, Акмолинской и Туркестанской областях условия увлажнения характеризовались как экстремально сухие. Осадки около нормы и в некоторых районах более 120 % нормы были отмечены в Западно-Казахстанской (157 % нормы), Актюбинской (166 % нормы), Павлодарской областей (143 % нормы) и северного Приаралья (149 % нормы). Самое значительное количество осадков выпало на МС Улькен Алматы со значением 102,7 мм.

В мае осадки были неравномерно распределены по территории. В среднем по территории Казахстана количество осадков составило 104,1 % нормы таблица 3.2. На большей части территории западного региона осадков выпало значительно больше нормы (рисунок 3.3), здесь их количество превысило норму в 2,0-4,8 раза, с максимальным значением – 482 % нормы или на 59,6 мм выше среднего многолетнего значения (МС Чапаево, Западно-Казахстанская область). Зоны со значительным превышением нормы осадков наблюдались в южной (максимальное значение 250 % нормы) и юго-восточной частях (максимальное значение 231 % нормы) страны, также местами осадки более 120 % нормы отмечались в Северном Прибалкашье и областях Абай и Костанайской. По данным 31 метеостанции в западных, южных и юго-восточных регионах условия увлажнения классифицируются как экстремально влажные (5 %-е или 10 %-е экстремумы), в том числе на четырех метеостанциях, расположенных в западных областях, выпало рекордное количество осадков (Приложение 1). Дефицит осадков наблюдался в северных и восточных регионах страны и их минимальные значения составили: в Северо-Казахстанской области – 28 % нормы, в Павлодарской области – 14 % нормы, в Акмолинской области – 19 % нормы, в южной части Костанайской области – 12 % нормы. На востоке Казахстана осадки наблюдались в количестве менее 30 % нормы с минимальными значениями в области Абай (МС Шалабай – 2 % нормы) и в Восточно-Казахстанской области (МС Шемонаиха – 6 % нормы). Зоны с недостатком влаги занимали районы от северной границы Карагандинской области (минимум 15 % нормы), охватывая Прибалхашье (минимум 29 % нормы), Алакольский район области Жетысу (минимум 23 % нормы) и некоторые районы Алматинской и Жамбылской областей в диапазоне от 42 до 58 % нормы. На большей части Кызылординской и Улытау областях, а также на востоке Актюбинской области наблюдавшиеся осадки были незначительными и варьировали от 21 до 77 % нормы. Минимальный слой осадков выпал на МС Шалабай в области Абай – 0,9 мм. По данным 19-ти метеостанций условия увлажнения характеризовались как экстремально сухие (рисунок 3.3).

Летом среднее по территории количество осадков составило 78 % нормы с вероятностью непревышения 13 % (ранг – 71, т.е. десятое «сухое» лето с 1947 г., таблица 3.1). На большей части страны наблюдался дефицит осадков, менее 80 % нормы (рисунок 3.2). Осадки меньше нормы отмечались во всех областях, наиболее засушливые зоны (менее 20 % нормы) были в Мангистауской (всего 9 % нормы), на севере Актюбинской (15 % нормы), Кызылординской (15-18 % нормы) и Туркестанской (12-15 % нормы) областях. На МС Нарынкол (Алматинская область) был установлен новый рекорд минимального сезонного количества осадков – 82,7 мм, предыдущее значение было в 1976 г. – 102,1 мм. На 13-ти метеостанциях, расположенных в разных частях страны, условия увлажнения характеризовались как экстремально «сухо» (отмечались 5 %-е экстремумы). Избыток

осадков отмечался лишь в отдельных местах западной (136-276 % нормы), южной (130 - 274 % нормы) и северной (128-156 % нормы) частей страны.

Значительный дефицит месячных сумм осадков сохранялся в большинстве регионов на протяжении всех летних месяцев, а с учетом апреля и мая – уже на протяжении 5-ти месяцев подряд (таблица 3.2, рисунок 3.3). Это прежде всего Мангистауская и все южные области, большая часть территории северного и центрального регионов.

В июне на большей части территории Казахстана наблюдался значительный дефицит осадков, в среднем по территории страны количество осадков составило 77,2 % нормы. Рекордно сухо было в Мангистауской области. Существенный дефицит осадков отмечен в Улытау и Кызылординской областях, в среднем по территории их количество составило 14,4 % нормы и 7,7 % нормы (5%-е экстремумы) соответственно. В Западно-Казахстанской и Карагандинской областях месяц вошел в 10 % самых сухих июней (таблица 3.2). Осадки менее 80 % нормы наблюдались на крайнем севере, в некоторых районах восточных областей и в горных и предгорных районах республики. В Жетысу, Алматинской, Жамбылской и Туркестанской областях заметно преобладание дефицита над избытком осадков. В центральной части страны, в западных регионах, а также в Кызылординской области наблюдался повсеместный дефицит осадков, менее 40 % нормы. На 11-ти метеостанциях, расположенных в основном в Мангистауской, Кызылординской и Улытау областях, осадки отсутствовали в течение всего месяца. На 23-х МС, расположенных в разных районах страны значения количества осадков вошли в градацию 5%-ых экстремумов, и характеризуют условия увлажнения, как экстремально «сухо» (рисунок 3.3). В некоторых районах северных, восточных и южных областей, а также местами вдоль северных границ западного Казахстана количество выпавших осадков было около нормы, местами выше нормы от 130 до 240 % нормы.

В июле в среднем по территории Казахстана количество осадков составило 95,9 % нормы или на 1,4 мм ниже среднего многолетнего значения, но распределение осадков по территории было неравномерным (таблица 3.2). В западной половине страны (за исключением отдельных районов, где количество осадков составляло 7-43 % нормы), а также в некоторых районах центрального и северного регионов преобладало избыточное количество осадков, здесь осадки превысили норму в 1,5-3,4 раза (рисунок 3.3). Максимальное превышение нормы осадков наблюдалось на юго-западе Мангистауской области (МС Актау), где месячное количество осадков составило 992 % нормы (или 61,5 мм) – это рекордное количество осадков, прежний рекорд был установлен в 2021 году (52,2 мм). По данным 9-и метеостанций в июле условия увлажнения характеризовались как экстремально влажно – отмечались 5%-е экстремумы. В июле в большинстве регионов южной половины территории республики, включая восток, северо-восток, Костанайскую, Улытау области и некоторые районы Карагандинской области осадков было менее 60 % нормы. В Туркестанской и Жамбылской, на севере Актюбинской и северо-западе Мангистауской областей осадков выпало менее 10 % нормы, на 9-и метеостанциях в этих районах осадки отсутствовали в течение всего месяца. На 12 метеостанциях, расположенных, в основном, на юге страны было экстремально сухо (5% или 10% экстремумы).

В августе на большей территории страны преобладал дефицит осадков, среднее количество осадков по территории Казахстана составило 54,8 % нормы (август вошел в 10 самых сухих месяцев с 1941 г., таблица 3.2). Катастрофическая ситуация с дефицитом осадков наблюдается во многих регионах в западной половине Казахстана, где в августе осадков либо не было (на около 20-ти метеостанциях), либо выпало менее 10-20 % нормы (рисунок 3.3). Многие регионы восточной, юго-восточной частей, горные и предгорные районы, в некоторых частях центрального региона и в северном регионе количество осадков составило менее 40 % нормы, местами менее 10 % нормы. По данным более чем 40-а метеостанций август 2022 г. был экстремально сухим (5 % или 10 %-е экстремумы), на 22-х метеостанциях, расположенных в западном, восточном и южном регионах целый месяц

не наблюдались осадки. На МС Катон-Карагай (Восточно-Казахстанская область) было установлено рекордное минимальное значение количества осадков (13,40 мм), предыдущий рекорд был зафиксирован в 1945 году – 13,93 мм. Избыток количества осадков (более 120 % нормы) наблюдался в нескольких южных районах, в западном Прибалкаше, на юге Актюбинской области, в некоторых районах центрального и северо-восточного Казахстана. На МС Тасты (Туркестанская область) выпало рекордное количество осадков 48,8 мм, что составило 1251 % нормы (Приложение 1).

Осенью средний слой осадков по территории Казахстана составил 112 % нормы (ранг – 17 с вероятностью неперевышения 80 %, таблица 3.1). Избыточное количество осадков (рисунок 3.2) наблюдалось в северных регионах 121-190 % нормы, в западной части страны – 132-198 % нормы, в южных и юго-восточных областях – 130-277 % нормы. По данным шестнадцати метеостанций, расположенных в западных, южных и северных областях, условия увлажнения характеризовались как экстремально влажные. Более крупные зоны значительного дефицита осадков, с количеством осадков менее 80 % нормы, находились на востоке и северо-востоке страны, в центральной ее части, на юге Костанайской области, в Кызылординской и Мангистауской областях, также наблюдались небольшие очаги дефицита осадков в разных частях страны. На МС Бесоба в Карагандинской области был установлен новый минимум сезонного количества осадков – 17,6 мм, предыдущий минимум составлял 19,20 мм в 1966 г.

В сентябре на большей части страны преобладал значительный дефицит осадков. Среднее по территории Казахстана количество осадков составило 52,5 % нормы (ранг 75 с вероятностью неперевышения 8 %, таблица 3.2). Рекордно сухо было в Туркестанской области, на всей территории этой области осадки отсутствовали в течение всего месяца. Существенный дефицит осадков отмечен в Жамбылской и Карагандинской областях, в среднем по территории их количество составило 1,9 % нормы и 14,1 % нормы (5%-е экстремумы) соответственно. В Алматинской области условия увлажнения в сентябре попали в 10 % самых сухих месяцев (таблица 3.2). В зоне острого дефицита находилась вся южная часть страны, большая часть западных регионов, центральные и восточные области Казахстана и почти все северные районы страны. В южных областях Казахстана осадки были намного меньше нормы, на более чем 30-ти метеостанциях осадков не наблюдалось в течение всего месяца. На 28 метеостанциях условия увлажнения характеризовались как экстремально сухие, здесь осадков было на 20 % меньше нормы (10%-е экстремумы). Избыток количества осадков, более 120 % нормы, наблюдался в Западно-Казахстанской области и в нескольких районах на севере и крайнем востоке страны (рисунок 3.3).

В октябре среднее количество осадков по территории республики составило 89,8 % нормы (ранг 36, таблица 3.2). По данным рисунка 3.3 видно, что большая часть страны была в зоне дефицита осадков. Очень сухо было в Кызылординской области, где количество осадков составляло всего 17,1 % нормы (вероятность неперевышения 9 %). Зоны с осадками менее 70 % нормы (местами менее 40 и даже 20 % нормы) охватывали весь восточный и центральный Казахстан, северо-восточный и крайний север страны, Алматинскую, Жетысу и Кызылординскую области, большую часть Актюбинской и некоторые районы Атырауской и Мангистауской областей. Избыток осадков наблюдался на юге в Туркестанской (до 389 % нормы) и Жамбылской (до 201 % нормы) областях, в Западно-Казахстанской области (до 319 % нормы), в западная часть Атырауской (203 % нормы) и Мангистауской (до 499 % нормы) областей. Рекордно влажно было в Мангистауской области в среднем по территории увлажнение составило 499 % нормы, где на метеостанции Форт-Шевченко был установлен новый максимум месячной суммы осадков: 58,4 мм (предыдущий максимум составлял 31,5 мм в 1979 году, Приложение 1). Также небольшие зоны осадков с превышением нормы можно заметить в некоторых северных регионах – 120-180 % нормы. По данным 10-ти метеостанций, расположенных на севере, юге, западе страны было экстремально влажно, фиксировались 5 %-е или 10 %-е экстремумы.

Ноябрь был экстремально влажным – в среднем по территории страны количество осадков составило 175,4 % нормы (ранг 2, вероятность непревышения 98 %). Почти вся территория Казахстана была в зоне избыточного количества осадков (120–200 % нормы), за исключением нескольких районов западного Казахстана. В Алматинской области выпало рекордное количество осадков (260,2 % нормы (или 91,59 мм), ранг 1), предыдущий максимум составлял 85,03 мм в 2003 г. Экстремально влажно было в Северо-Казахстанской, Акмолинской, Костанайской и Жетысу областях (5 %-е экстремумы). По данным 43 метеостанций, выше перечисленных областей, условия увлажнения характеризовались как экстремально влажные – отмечались 5 %-е экстремумы. На 11 метеостанциях были установлены рекорды максимального месячного количества осадков (Приложение 1). Сухо было на большей части Атырауской и западной части Западно-Казахстанской областей, на многих метеорологических станциях этих районов осадков выпало менее 60 % нормы.

Для оценки экстремальности количества осадков в 2022 году были оценены индексы изменения климата, предложенные Всемирной Метеорологической Организацией. Ниже представлен анализ некоторых наиболее показательных индексов осадков и особенностей распределения их значений по территории Казахстана в 2022 году.

На рисунке 3.4 представлены значения абсолютных максимумов суточного количества осадков, зарегистрированные с начала открытия метеостанции по 2022 г. (показаны синим цветом). Красным цветом выделены значения суточных максимумов количества осадков, перекрывшие в 2022 г. предыдущий абсолютный максимум. В 2022 г. значение абсолютного максимума было превышено на одной метеорологической станции Казахстана: на МС Когалы за сутки выпало 58,8 мм, предыдущий максимум был в 2010 г. и составлял 51,3 мм.

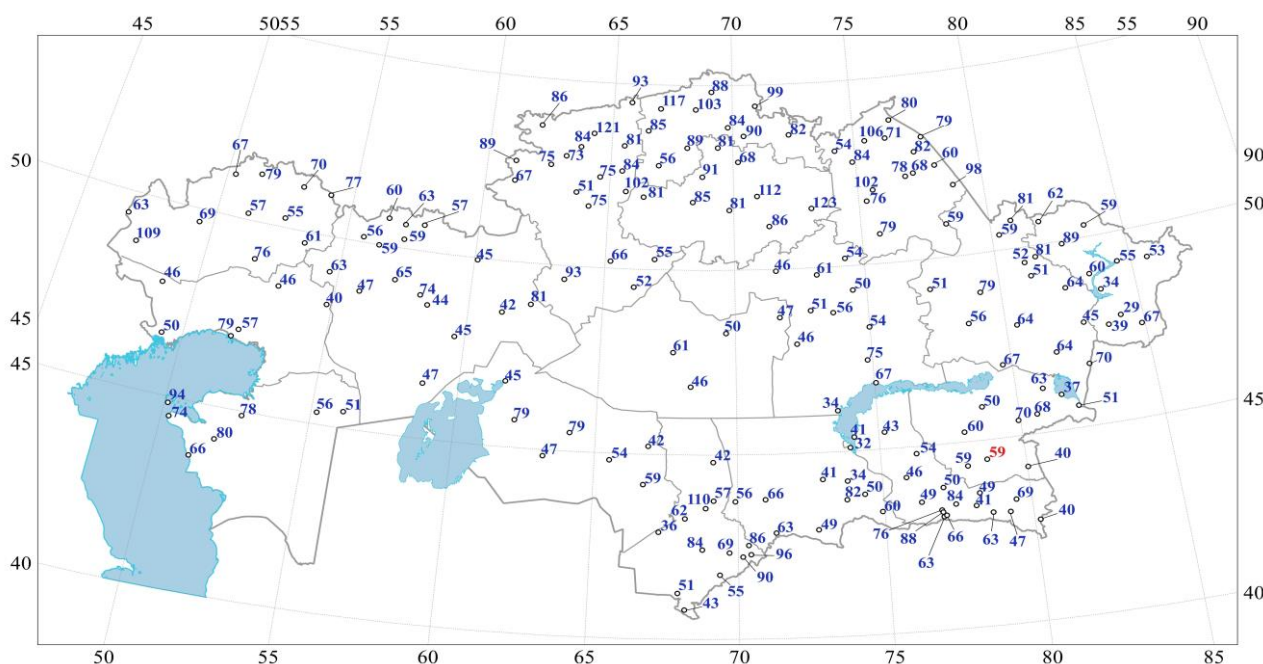


Рисунок 3.4 – Абсолютный максимум суточного количества осадков (мм), выбранный за период с начала открытия метеостанции по 2022 год. Если рекордное суточное количество осадков зафиксировано в 2022 г., значение нанесено красным цветом

Суточный максимум количества осадков, выбранный по данным за 2022 г. (*индекс $Rx1day$*), составлял 10–20 мм на большей части территории Казахстана (рисунок 3.5). Максимальное суточное количество осадков наблюдалось на северо-западе, северо-востоке и в предгорных и горных районах юга составляло местами более 40 мм, в северных регионах и в предгорных и горных районах юга-востока – более 50–60 мм.

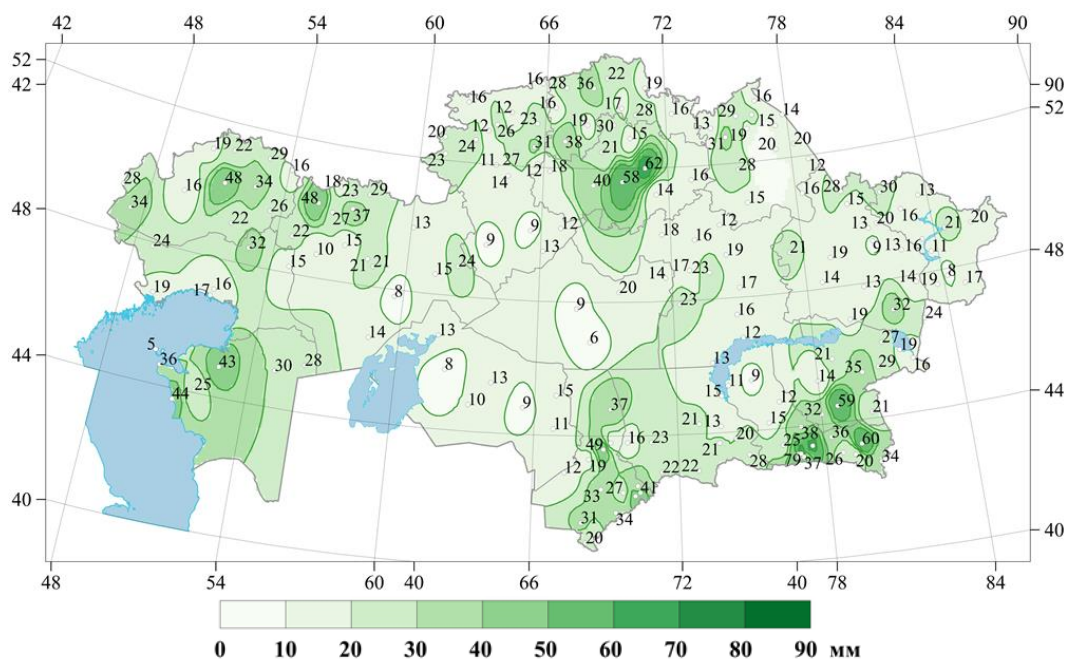


Рисунок 3.5 – Суточный максимум количества осадков в 2022 г. (*индекс $Rx1day$*)

В 2022 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 20 % (рисунок 3.6). Наибольший вклад очень сильных осадков (более 40–50%) отмечен в Мангистауской области, а также местами на севере Западно-Казахстанской, Актюбинской, Костанайской и Акмолинской областей. В различных регионах Казахстана суточное количество осадков не достигало 95-го перцентиля.

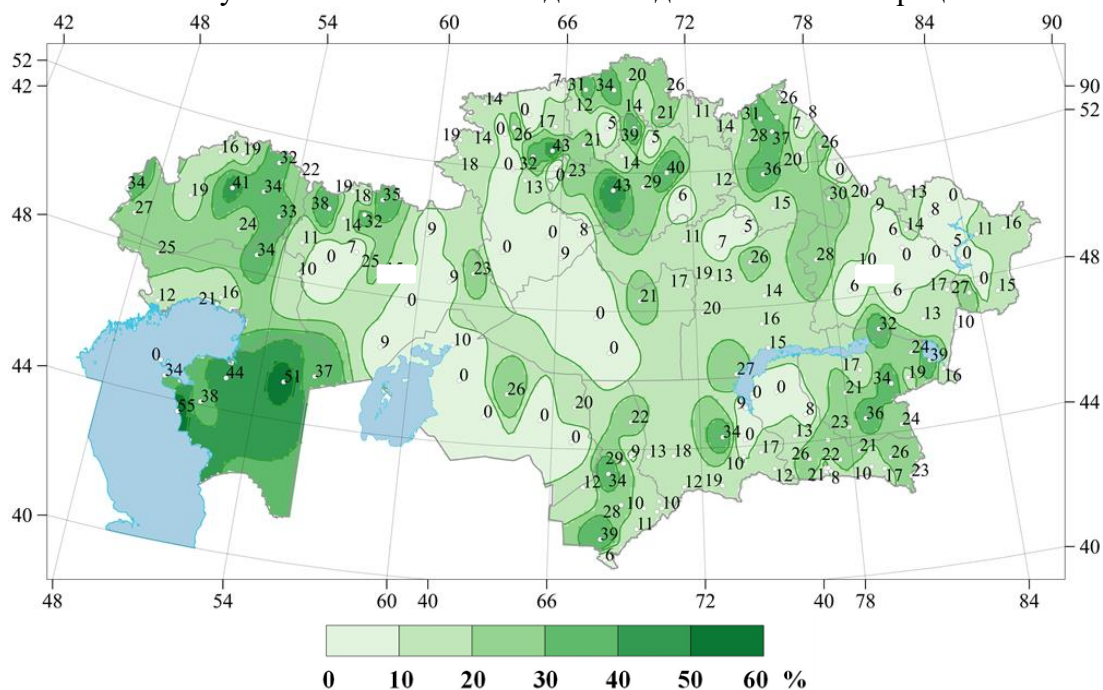


Рисунок 3.6 – Доля (в %) экстремального суточного количества осадков в годовой сумме осадков за 2022 г. (*индекс $r95ptot$*)

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 2022 г. на большей части территории республики максимальная непрерывная продолжительность бездождного периода была 20-60 дней. Наибольшая продолжительность бездождного периода наблюдалась в Кызылординской и Туркестанской областях – более 100 суток (рисунок 3.7). В Кызылординской области максимальная продолжительность бездождного периода зафиксирована на МС Казалы (116 дней без осадков), в Туркестанской области – на МС Шолаккорган (130 дней без осадков). Наименьшая продолжительность бездождного периода (21 дней) отмечена на МС Шалдай в Павлодарской области.

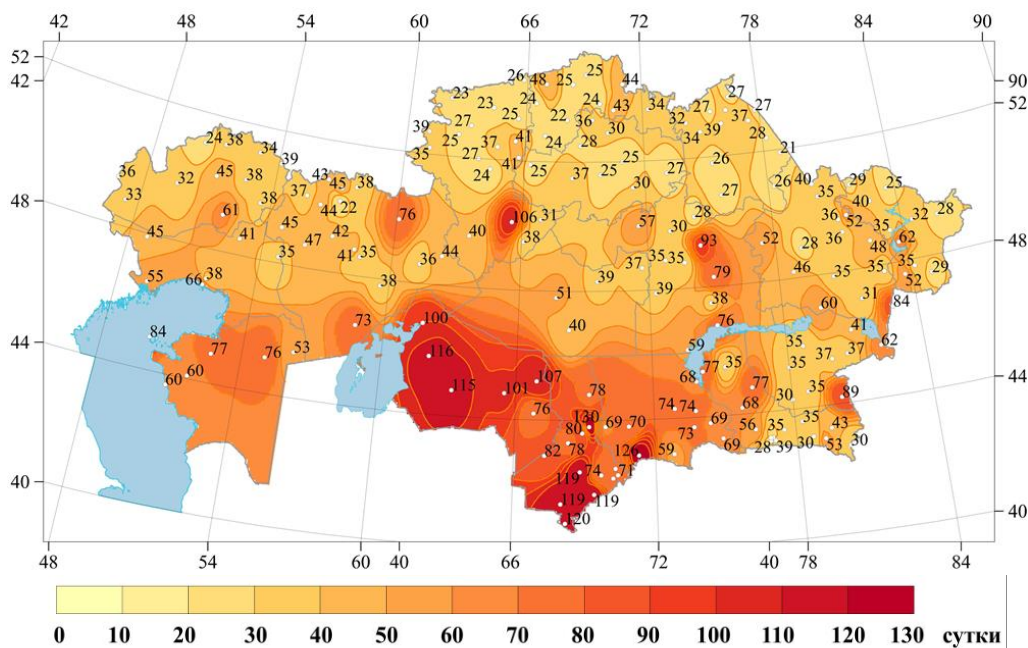


Рисунок 3.7 – Максимальная продолжительность бездождного периода в 2022 г., сутки (индекс CDD)

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 1941-2022 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.

В период 1976-2022 гг. тенденции в средних по территории Казахстана годовых и сезонных суммах осадков практически отсутствуют – доля трендовой составляющей в общей дисперсии ряда не превышает 3 %, положительный знак тренда для зимних, весенних и годовых сумм осадков, для летних и осенних – отрицательный (таблица 3.3, рисунок 3.8).

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 количества осадков составила около 3% нормы/10 лет с коэффициентом детерминации 5 %. В Кызылординской и Мангистауской областях количество осадков убывало со скоростью 4,7 и 6% нормы/10 лет соответственно с коэффициентом детерминации 6 % (таблица 3.3, рисунок 3.9). В среднем по Казахстану в период 1976 – 2022 гг. наблюдается незначительная тенденция к увеличению *годового* количества атмосферных осадков на 0,2 %нормы/10 лет (таблица 3.3).

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 1976–2022 гг.

Регион/область	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	a	D	a	D	a	D	a	D	a	D
Казахстан	0,2	0	0,8	0	2,9	3	-0,2	0	-2,2	2
Абай	0,9	1	0,1	0	0,6	0	3,8	3	-1,1	0
Алматинская	0,5	0	2,6	1	0,9	0	-0,5	0	0,5	0
Акмолинская	3,1	5	8,6	10	2,2	1	2,8	1	1,3	0
Актюбинская	-2,1	2	-1,7	1	5,6	3	-5,4	3	-6,0	8
Атырауская	2,3	2	7,2	5	18,4	14	-7,9	3	-5,3	3
Восточно-Казахстанская	0,3	0	1,2	0	1,5	0	0,2	0	-0,8	0
Жамбылская	-1,4	1	-0,8	0	-0,6	0	1,8	2	-3,7	2
Жетысу	1,2	1	4,8	3	3,1	2	-0,3	1	-1,9	1
Западно-Казахстанская	-0,9	0	-3,3	3	11,4	14	-6,2	1	-2,2	1
Карагандинская	0,1	0	0,1	0	-0,7	0	4,2	4	-4,5	4
Костанайская	-1,0	1	-0,6	0	7,3	8	-3,0	6	-4,8	6
Кызылординская	-4,7	6	-0,4	0	-2,0	0	-6,5	16	-12,2	16
Мангистауская	-6,0	6	6,7	3	-12,9	10	-4,8	2	-5,6	2
Павлодарская	1,2	1	0,9	0	3,8	2	1,3	0	0,1	0
Северо-Казахстанская	1,8	2	3,1	1	9,4	12	0,1	0	-1,4	0
Туркестанская	0,4	0	0,1	0	2,3	1	0,8	0	-1,8	0
Улытау	0,3	0	-3,5	3	3,1	1	3,8	1	-2,2	1

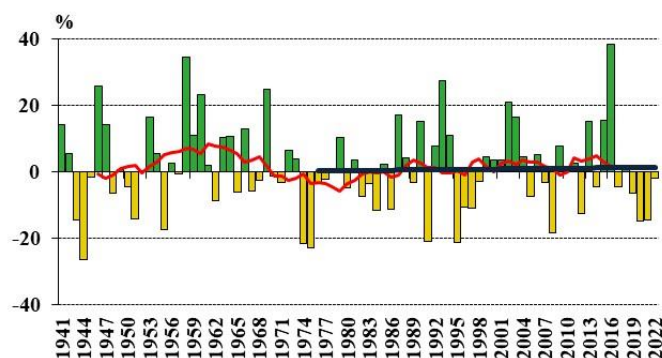
* a – коэффициент линейного тренда, %нормы/10лет;

** D – коэффициент детерминации, %;

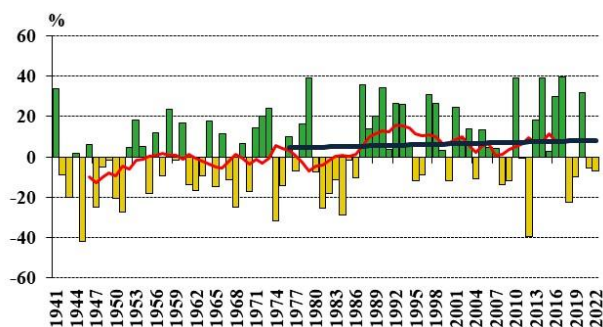
*** - статистически значимые тенденции выделены жирным шрифтом.

В *зимний период* в среднем по Казахстану осадки незначительно увеличивались – на 0,8 % нормы/10 лет. Наиболее существенны тенденции к увеличению осадков в Акмолинской области – 8,6 % нормы/10лет (коэффициенты детерминации составляет 10 %), Атырауской – на 7,2 % нормы/10 лет (коэффициент детерминации составляет 5 %) и Мангистауской областях – на 6,7 % нормы/10 лет (коэффициент детерминации составляет 3 %) (таблица 3.3, рисунок 3.9). Тенденция к увеличению осадков в Акмолинской области статистически значима. Заметное убывание количества осадков в среднем по территории отмечается в Западно-Казахстанской и Улытау областях – на 3,3 и 3,5 % нормы/10 лет соответственно (коэффициенты детерминации составляют 3 %).

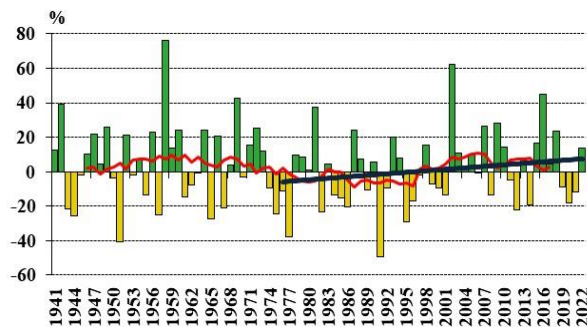
ГОД



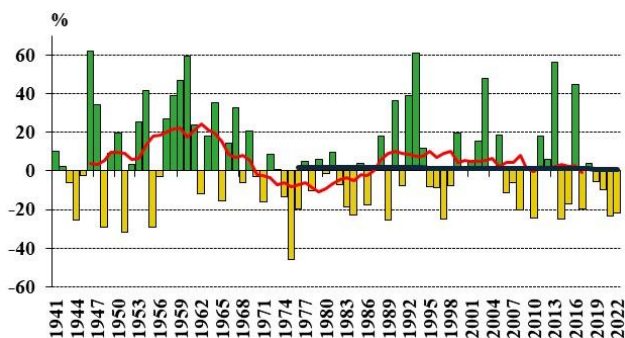
ЗИМА



ВЕСНА



ЛЕТО



ОСЕНЬ

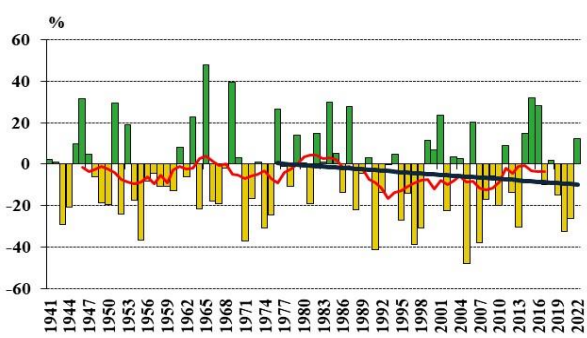


Рисунок 3.8 – Временные ряды аномалий годовых и сезонных сумм осадков (%) пространственно осредненных по территории Казахстана за период 1941 – 2022 гг. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961 – 1990 гг. Линейный тренд за период 1976 – 2022 гг. выделен черным цветом. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением.

Весной средние по Казахстану осадки весеннего периода незначительно увеличивались – на 2,9 % нормы каждые 10 лет. На территории большинства областей тенденции в количестве осадков положительные, но тоже незначительные. В Западно-Казахстанской и Атырауской областях западного региона, в Костанайской и Северо-Казахстанской областях северного региона республики осадки увеличивались с наибольшей скоростью – на 7,3-18,4 % нормы/10 лет при коэффициенте детерминации 8-14 % (таблица 3.3, рисунок 3.9). Данные тенденции статистически значимы. Наибольший вклад в увеличение осадков весеннего сезона приходится на март месяц, когда устойчивые статистически значимые тренды наблюдаются практически на всей территории Казахстана. Заметная статистически

значимая тенденция к уменьшению количества осадков наблюдается в Мангистауской области – на 12,9 % нормы/10 лет с коэффициентом детерминации 10 %.

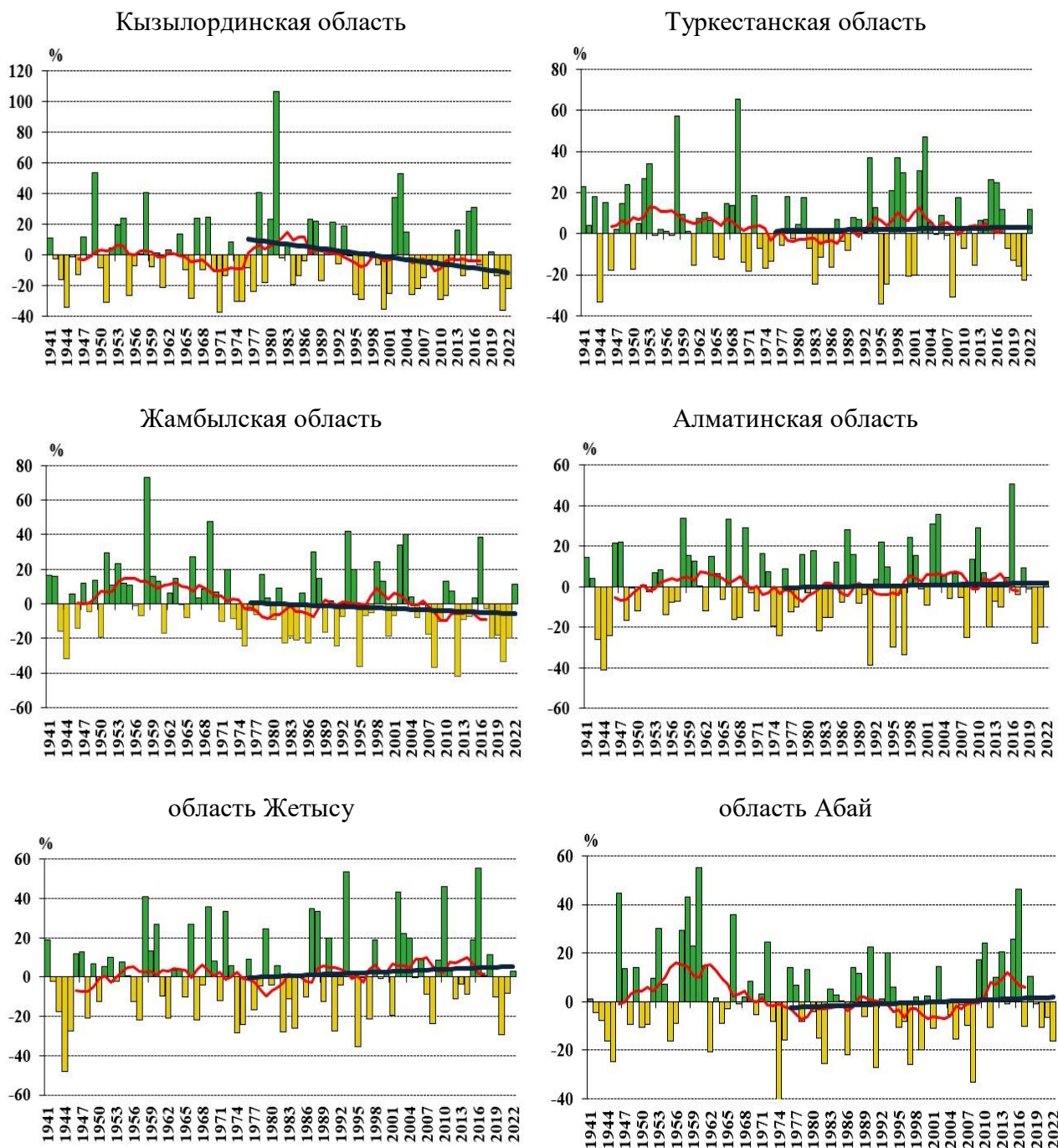


Рисунок 3.9 – Временные ряды аномалий годовых сумм осадков (%) за период 1941 - 2022 гг., пространственно осредненных по областям Казахстана. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961 – 1990 гг. Линейный тренд за период 1976 – 2022 гг. выделен черным цветом. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Лист 1

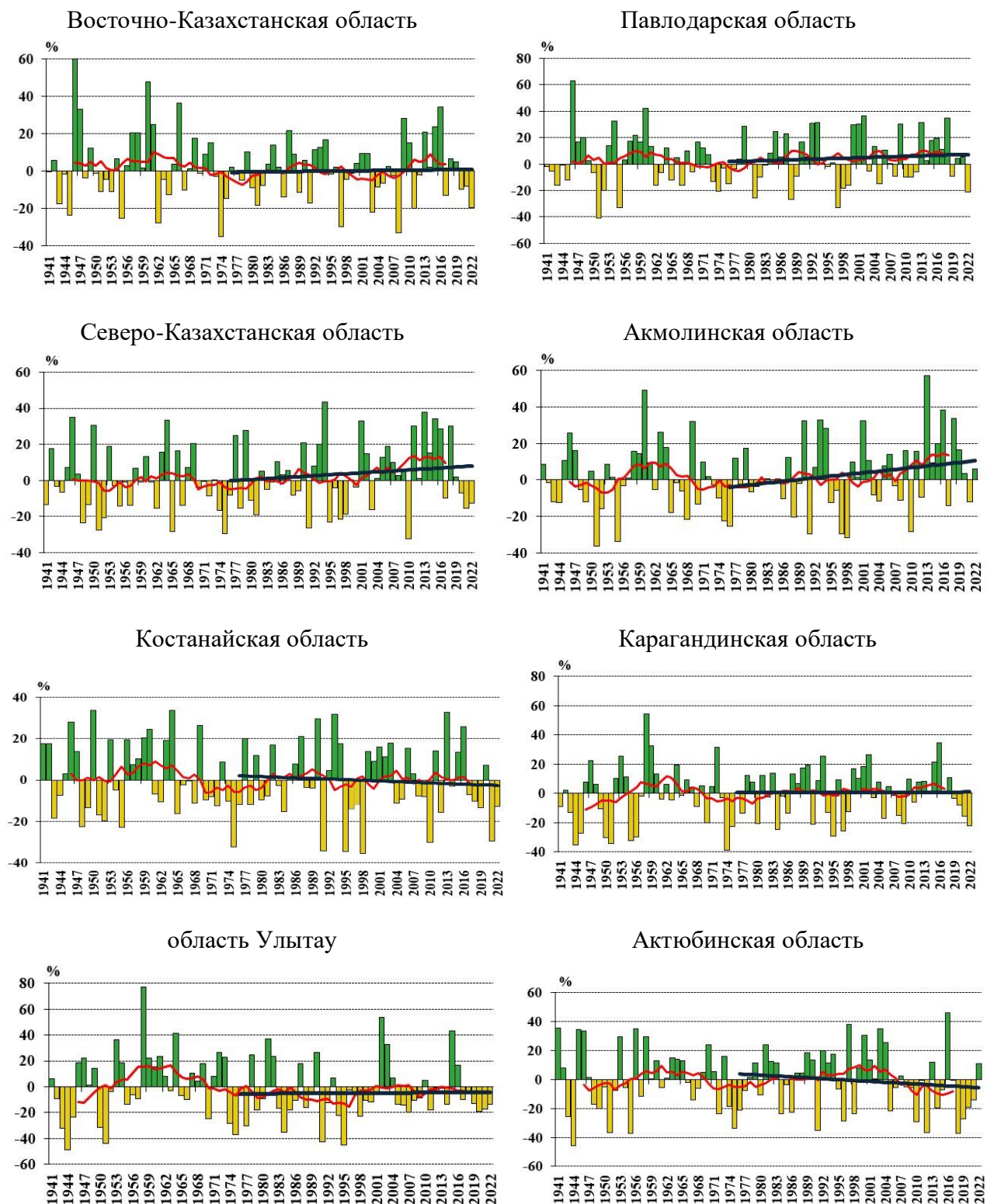


Рисунок 3.9 – Временные ряды аномалий годовых сумм осадков (%) за период 1941 - 2022 гг., пространственно осредненных по областям Казахстана. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961 – 1990 гг. Линейный тренд за период 1976 – 2022 гг. выделен черным цветом. Сглаженная кривая получена 11 летним скользящим осреднением. Лист 2

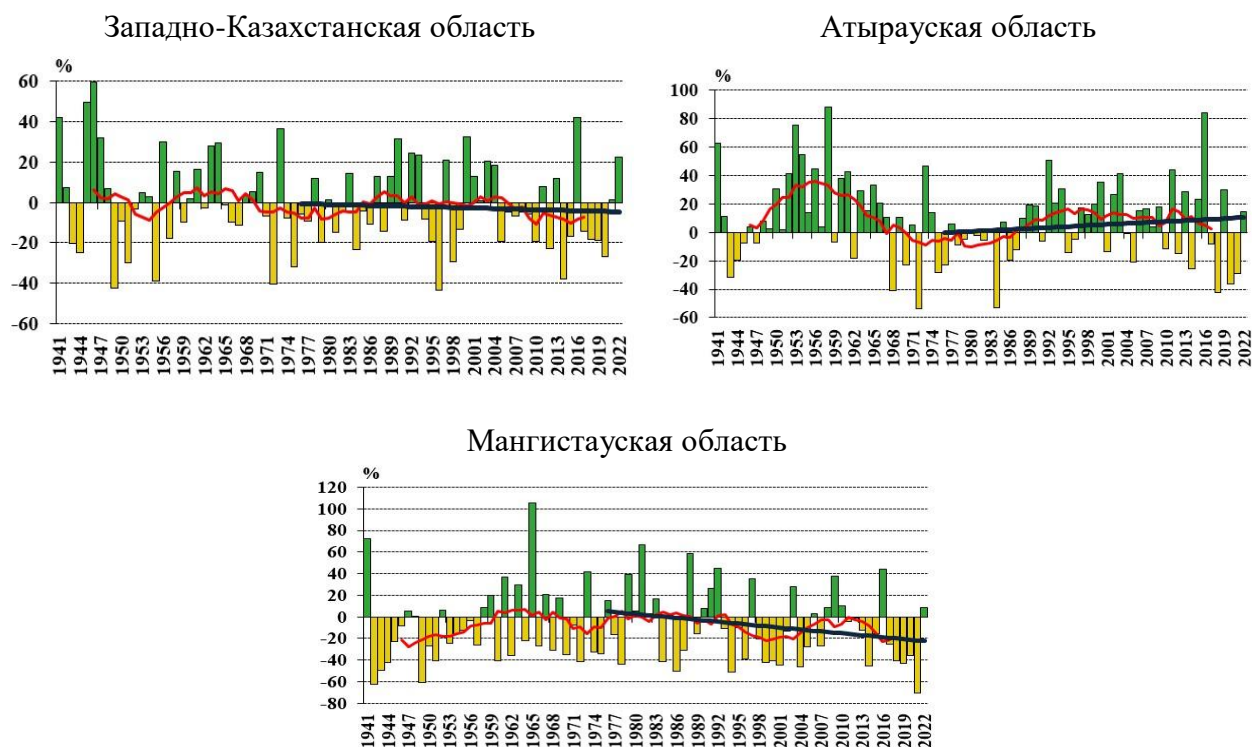


Рисунок 3.9 – Временные ряды аномалий годовых сумм осадков (%) за период 1941 - 2022 гг., пространственно осредненных по областям Казахстана. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961 – 1990 гг. Линейный тренд за период 1976 – 2022 гг. выделен черным цветом. Сглаженная кривая получена 11 летним скользящим осреднением. Лист 3

Летом тенденции в количестве сезонных осадков на территории всех областей Казахстана практически отсутствовали, так как вклад тренда в общую дисперсию незначительный и не превышал 4 %. Наиболее существенны тенденции к убыванию количества осадков в Атырауской – на 7,9 % нормы/10 лет (коэффициент детерминации составляет 3 %), Кызылординской – 6,5 % нормы/10лет (коэффициенты детерминации составляет 16 %), Западно-Казахстанской – на 6,2 % нормы/10 лет (коэффициент детерминации составляет 1 %), Актыубинской – на 5,4 % нормы/10 лет (коэффициент детерминации составляет 3 %) и Мангистауской областях – на 4,8 % нормы/10 лет (коэффициент детерминации составляет 2 %). Лишь в Кызылординской области тенденция к убыванию количества осадков статистически значима (таблица 3.3, рисунок 3.9).

Осенью на территории большинства областей тенденции в количестве осадков за осенний сезон отрицательные. Наиболее значительные темпы уменьшения количества осадков отмечаются в Актыубинской и Кызылординской областях – на 6,0 и 12,2 % нормы/10 лет соответственно с коэффициентом детерминации 8 и 16 % соответственно. Тенденции уменьшения количества осадков в этих областях статистически значимы (таблица 3.3, рисунок 3.9).

Более детальную информацию о характере изменения режима осадков в Казахстане дает пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда годовых, сезонных и отдельно для каждого месяца сумм осадков (%/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 1976-2022 гг.

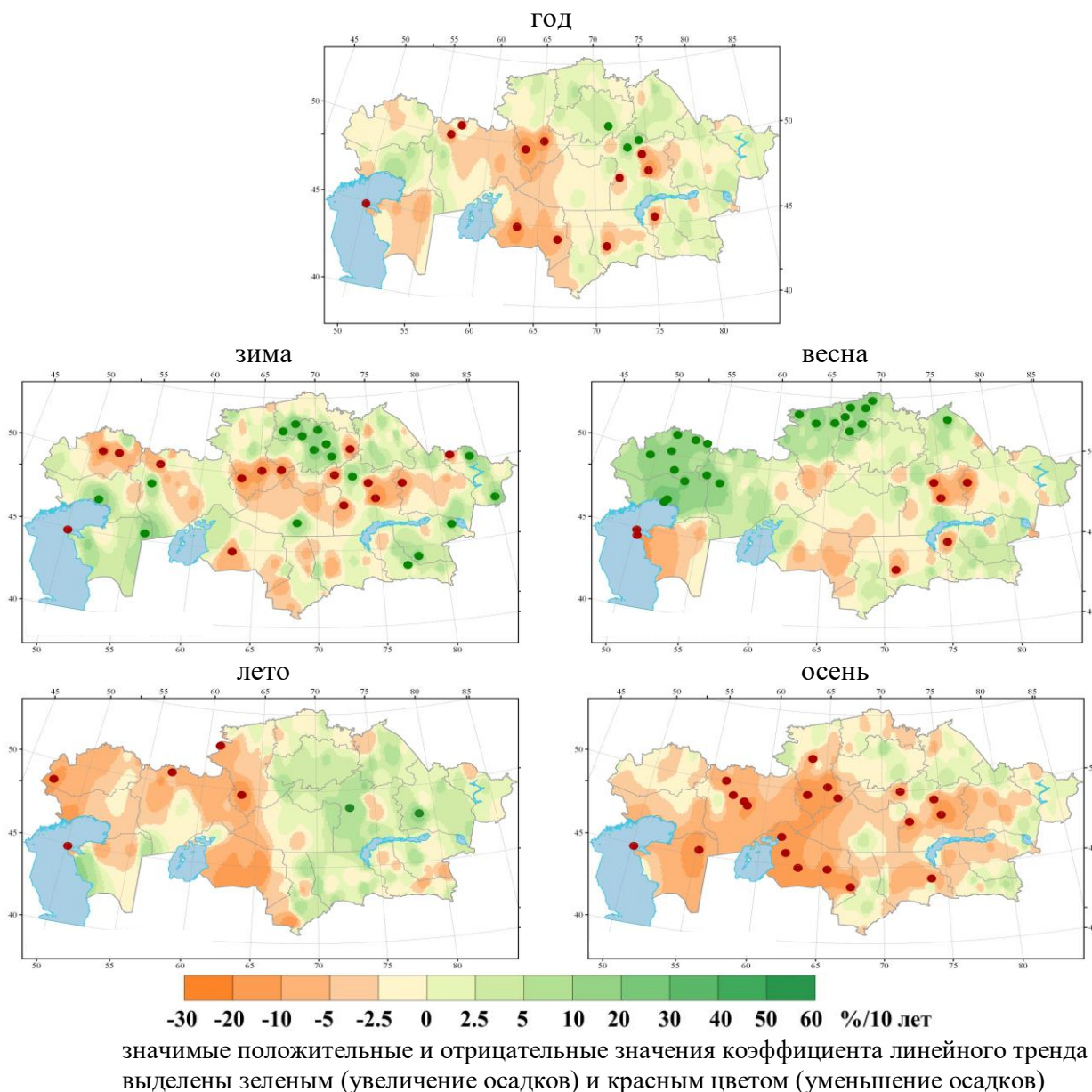


Рисунок 3.10 – Пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда годовых и сезонных сумм осадков (%/10 лет), рассчитанных за период 1976 – 2022 гг.

На территории республики наблюдается пятнистость в направлении изменения сезонного и месячного количества осадков (рисунки 3.10 и 3.11). **Зимой** значимое увеличение осадков зафиксировано в нескольких регионах – на севере (в основном, в Акмолинской области), юго-западе, юго-востоке и востоке (на 7-17 % нормы /10 лет). Основной вклад в это увеличение внес февраль (рисунок 3.11). Статистически значимая тенденция к уменьшению сезонного количества осадков наблюдается в северо-западных и центральных регионах, на юге Кызылординской области и находится в пределах 7-12 %/10 лет.

В **декабре** тенденции к уменьшению количества осадков наблюдались в северной и северо-западной частях, в восточной части центрального Казахстана и в южной и юго-восточной половине Казахстана (рисунок 3.11). Значимые тенденции к уменьшению количества осадков наблюдались на некоторых метеорологических станциях на севере Западно-Казахстанской области и юге Костанайской области (на 10-15 % нормы /10 лет), в центральном и восточном регионе (на 9-17 % нормы /10 лет), в южном регионе (на 12-17 % нормы /10 лет).

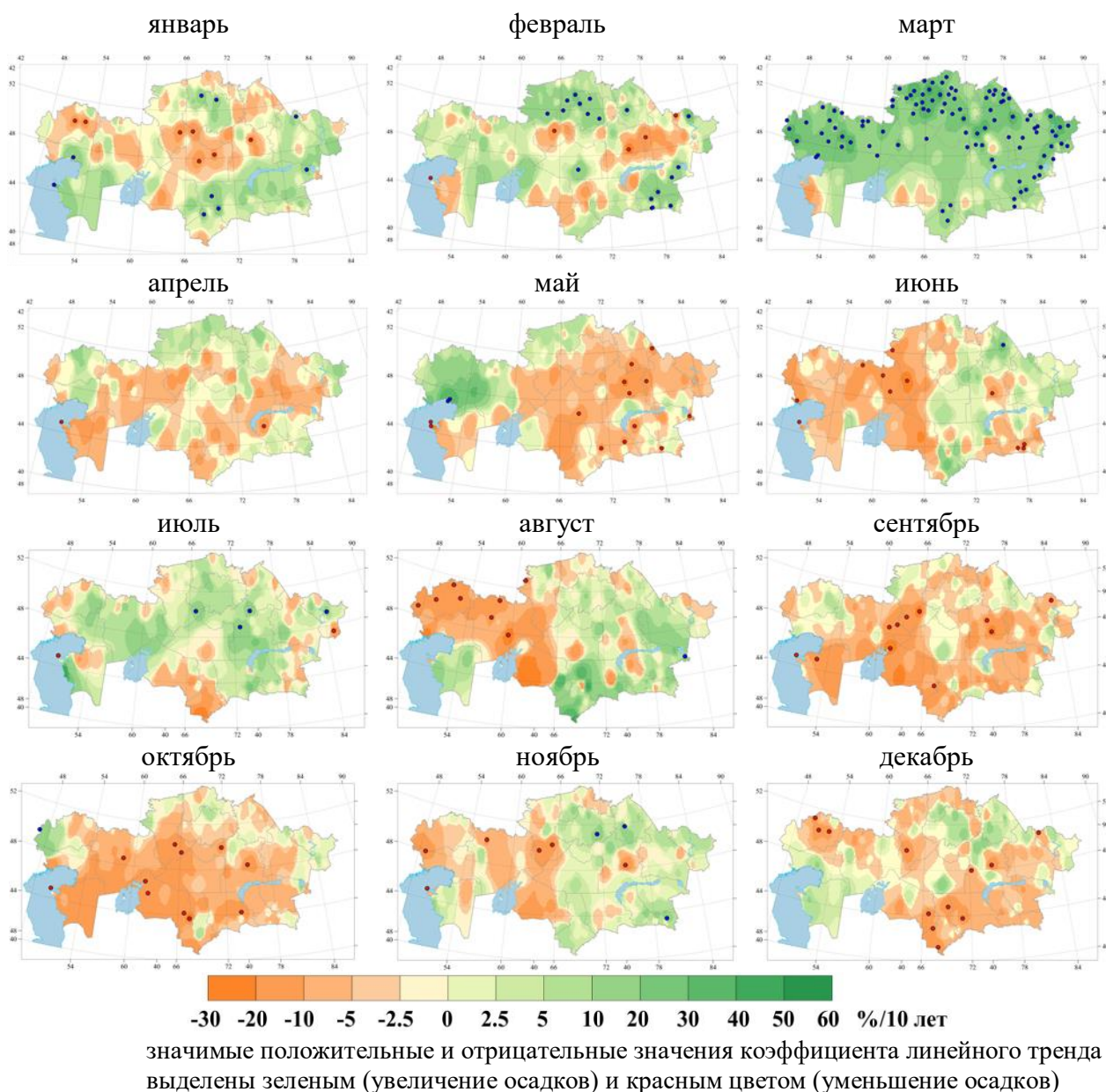


Рисунок 3.11 – Пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда месячного количества осадков (%/10 лет), рассчитанного за период 1976 – 2022 гг.

В **январе** тенденции к уменьшению количества осадков отмечаются на севере западного региона, в центральном регионе, на северо-востоке, отдельных небольших очагах на севере и в горных регионах юга, юго-востока и востока (рисунок 3.11). Статистически значимые тенденции уменьшения количества осадков отмечаются на некоторых станциях в центральной и западной части страны в пределах 10-15 %/10 лет. Тенденция к увеличению осадков наблюдаются в некоторых районах севера (на 15-17 %/10 лет), в восточной части страны (9 %/10 лет), на юге и юго-востоке (13-21 %/10 лет), а также в Прикаспийском регионе (на 20-33 %/10 лет).

В **феврале** рост количества осадков наблюдается практически на всей территории Казахстана, но фиксируются несколько крупных очагов, где наблюдается тенденция к уменьшению количества осадков: в южном регионе – западная часть Мангистауской области, южная часть Кызылординской, северная часть Туркестанской и Жамбылской областей, а также южное Прибалкашье; в центральном регионе – южная часть Костанайской области и

район Казахского мелкосопочника. Статистически значимая тенденция к увеличению месячного количества осадков прослеживается в северных и юго-восточных регионах, также местами в северо-восточной, восточной и центральной частях страны в пределах 14-25 %/10 лет. Зоны со статистически значимыми тенденциями к уменьшению количества осадков отмечаются на некоторых станциях, расположенных на Казахском мелкосопочнике, на севере в Восточно-Казахстанской, юге Костанайской и западе Мангистауской областях – 12-23 % нормы за каждые 10 лет (рисунок 3.11).

Весной устойчивое статистически значимое увеличение количества сезонных осадков наблюдается в западных (на 10-26 % нормы/10 лет) и северных (на 8-14 % нормы/10 лет) регионах страны. В южной половине Казахстана статистически значимые тенденции отсутствуют, за исключением небольших районов, где осадки значительно убывают (рисунок 3.10).

Среди весенних месяцев выделяется **март**, когда на большей части территории Казахстана фиксируется статистически значимое увеличение месячных сумм осадков: в северных (на 16-45 % нормы/10 лет), западных (на 13-37 % нормы/10 лет), в южных, в основном юг Туркестанской, Алматинской и Жетысу областей, на 9-24 % нормы/10 лет, центральных и восточных (на 14-35 % нормы/10 лет) регионах страны (рисунок 3.11).

В **апреле** на территории Казахстана преобладает тенденция к уменьшению месячных сумм осадков, наблюдаются два больших очага – один очаг расположен в направлении с юго--запада на северо-восток, тренды в этой зоне статистически незначимы, кроме значения на МС Кулалы остров, где количество осадков уменьшается на 35,6 % нормы/10 лет; второй очаг, охватывает часть южных, центральных регионов, районы Прибалкашья и Алаколя, а также область Абай, устойчивые тенденции в этом очаге также отсутствуют, за исключением МС Аул-4, где скорость уменьшения количества осадков составляет 15 % нормы/10 лет. Зоны увеличения количества осадков наблюдались к северу от Каспийского моря захватывая Западно-Казахстанскую область, в северных и северо-восточных регионах, в некоторых районах центральной части страны, а также предгорных районах юго-востока и востока страны. Статистически значимые тенденции к увеличению количества осадков отсутствуют.

В **мае** на большей части восточной половины и юго-запада страны наблюдается тенденция к уменьшению количества осадков. По данным 6-ти метеостанций, расположенных в северо-восточной, восточной и центральной частях страны, а также 5-ти метеостанций южных областей и 2-х метеостанций Мангистауской области тенденции к уменьшению месячного количества осадков статистически значимы. Тенденция к увеличению количества осадков наблюдаются в нескольких регионах – на северо-западе, западе и некоторых районах на юге Казахстана. Статистически значимые тенденции увеличения количества осадков отмечаются на некоторых станциях прибрежной части Прикаспийской низменности в пределах 35-42 % нормы/10 лет.

Летом западная половина территории республики находится в зоне уменьшения осадков, восточная – в зоне увеличения, но тенденции обоих знаков редко статистически значимые (рисунок 3.10).

В **июне** большая часть западной половины Казахстана, центральная часть Казахского мелкосопочника и юго-восточный регион находится в зоне уменьшения количества осадков (рисунок 3.11). Статистически значимые тенденции уменьшения месячного количества осадков наблюдаются на 11-ти метеостанциях, расположенных в Прикаспийском регионе, в восточной части Актюбинской и западной части Костанайской областях, в центре Карагандинской области и в горных и предгорных районах юго-востока. Тенденции к увеличению количества осадков наблюдаются на большей части восточной половины Казахстана, но статистически значимые тенденции значительного увеличения количества осадков отмечаются только на МС Красноармейка (Павлодарская область) на 21 % нормы/10 лет.

В июле на большей части страны наблюдаются тенденции к увеличению количества осадков (рисунок 3.11), но есть небольшие очаги в разных районах страны, где фиксируется уменьшение количества осадков. Наиболее существенные тенденции к увеличению осадков наблюдаются в центральном регионе Казахстана – 13–19 % нормы/10 лет (коэффициент детерминации составляет 3-4 %), и на востоке – 11–15 % нормы/10 лет (коэффициент детерминации составляет 2-4 %). При этом статистически значимые тенденции увеличения количества осадков отмечаются только на 4-х метеостанциях в этих регионах. Заметное убывание осадков по территории Казахстана отмечается на юге страны – на 8-27 % нормы/10 лет (коэффициент детерминации составляет 1-3 %), в области Улытау – на 1-6 % нормы/10 лет, местами в западных, северных и восточных регионах. Статистически значимых тенденций убывания количества осадков по территории Казахстана не отмечается, кроме двух станций: МС Зайсан (12 % нормы/10 лет, коэффициент детерминации 5 %) и МС Кулалы остров (25 % нормы/10 лет, коэффициент детерминации 6 %).

В августе тенденции к уменьшению количества осадков наблюдались повсеместно в западной половине страны (за исключением Мангистауской области). Статистически значимые тенденции убывания осадков зафиксированы только на семи метеостанциях, расположенных в северной части Западно-Казахстанской, Актюбинской и Костанайской областях и составили 11-22 % нормы/10 лет (коэффициент детерминации 4-7 %) (рисунок 3.11). Тенденции к увеличению количества осадков наблюдаются в Мангистауской области (на 4-16 % нормы/10 лет) на большей части восточной половины Казахстана, тренды в этой зоне статистически незначимы, кроме значения на МС Жаланашколь, где количество осадков увеличивается на 18 % нормы/10 лет.

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 станций в Актюбинской, юге Костанайской, Кызылординской областях, местами в центральных и южных регионах (максимально на 13-22 % нормы/10 лет, вклад в дисперсию на этих станциях составляет 21-34 %). Как результат, по данным большинства станций эти изменения статистически незначимы (рисунок 3.10).

В сентябре тенденция к убыванию количества осадков наблюдалась на большей части территории страны. Наиболее значительные темпы убывания количества осадков наблюдаются в Мангистауской, Актюбинской, Костанайской, Кызылординской, Жамбылской и Карагандинской областях (выше 10 % нормы/10 лет), но на большинстве станций тенденции статистически незначимы. Статистически значимые тенденции отмечены только на 11-ти метеостанциях, расположенных в этих регионах, где скорость убывания количества осадков находилась в диапазоне 10-22 % нормы/10 лет, при этом доля объясненной трендом дисперсии составляла 4-10 %. В некоторых западных, северных, восточных, центральных и юго-восточных регионах наблюдалась слабая тенденция к увеличению количества осадков (рисунок 3.11).

В октябре также, как и в сентябре, на территории Казахстана отмечены, в основном, слабые тенденции, как в сторону увеличения, так и в сторону убывания количества осадков. На большей части территории республики наблюдается убывание количества осадков (рисунок 3.11), в некоторых западных, южных и центральных регионах страны наблюдались статистически значимые темпы сокращения количества осадков на 12-28 % нормы/10 лет, при этом доля объясненной трендом дисперсии составляла 6-17 %. Наиболее значительные темпы убывания осадков отмечены на МС Кулалы остров (Мангистауская область). В некоторых районах на крайнем западе, севере и востоке тенденции к увеличению количества осадков практически отсутствуют, доля трендовой составляющей в общей дисперсии ряда не более 3 %. Наиболее значительная и статистически значимая скорость увеличения количества осадков наблюдается на МС Жаныбек (Западно-Казахстанская область) на 20 % нормы/10 лет, при этом доля объясненной дисперсии составляет 4 %.

В **ноябре** тенденции к уменьшению количества осадков наблюдались в западной половине Казахстана и в некоторых районах северо-запада, центра и юга, на большинстве станций тенденции статистически незначимы. Статистически значимые тенденции отмечены только на 6-ти метеостанциях, расположенных в этих регионах, где скорость убывания количества осадков находилась в диапазоне 11-23 % нормы/10 лет, при этом доля объясненной трендом дисперсии составляла 5-16 %. Наиболее значительная скорость сокращения количества осадков наблюдалась на МС Актогай (Карагандинская область) на 20 % нормы/10 лет, при этом доля объясненной трендом дисперсии составляет 16 %. Тенденция к увеличению количества осадков наблюдалась на большей части северного, центрального, восточного и южного регионов Казахстана, тренды в этих регионах на большинстве станций статистически незначимы, кроме значений 3-х метеостанций, где количество осадков увеличивается на 14-18 % нормы/10 лет (рисунок 3.11).

Годовые суммы количества осадков существенно уменьшаются в некоторых северо-западных, центральных и южных регионах (на 6-12 % нормы/10 лет), и значимо увеличиваются лишь по данным нескольких станций в северном регионе (на 5-7 % нормы/10 лет).

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, в основном, слабые тенденции, как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения бездождного периода. Исключение составляют некоторые северные, северо-восточные и центральные районы, где зафиксировано уменьшение такого периода на 1–3 дня/10 лет.

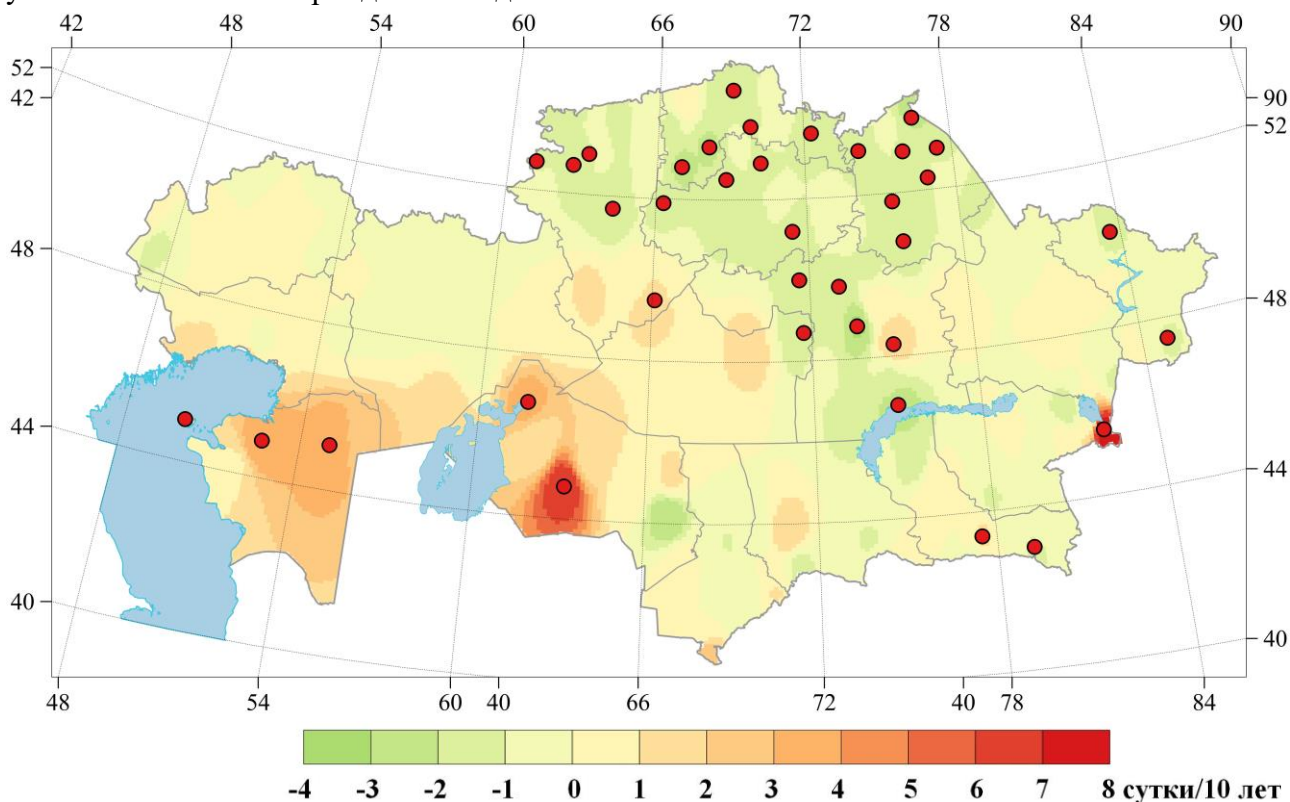


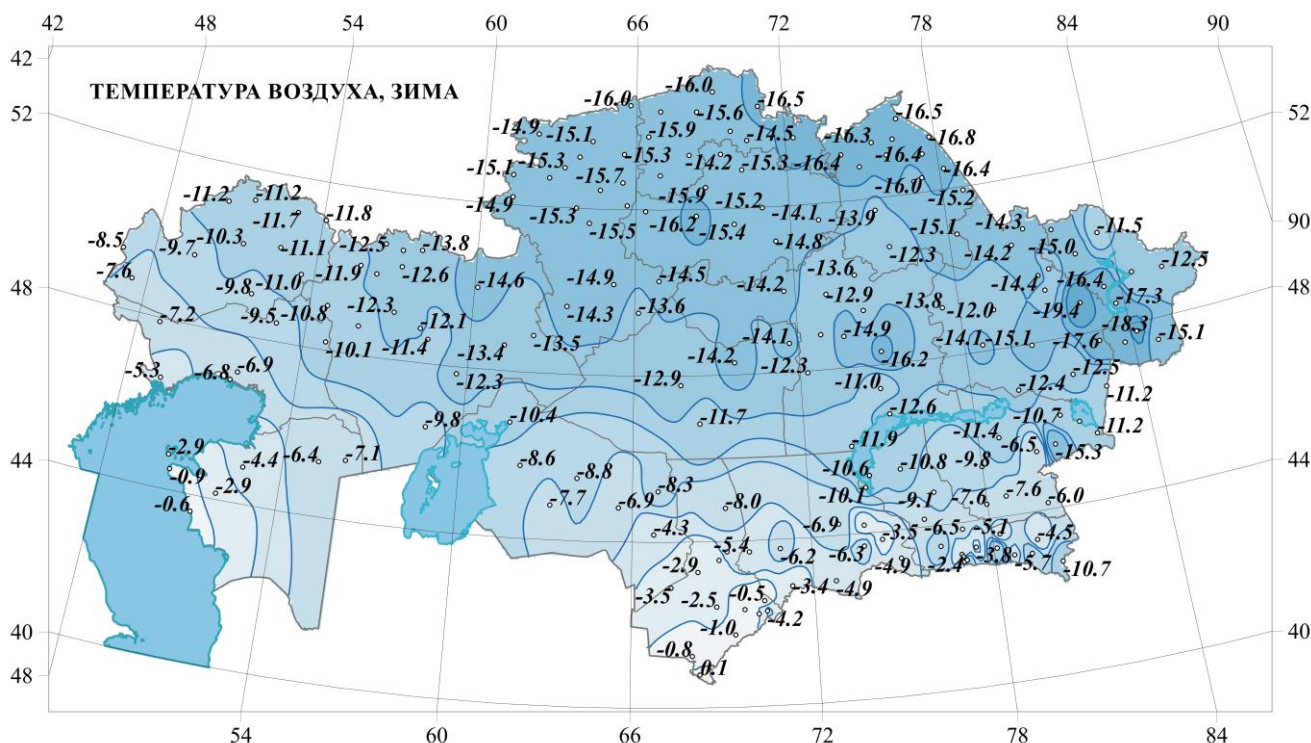
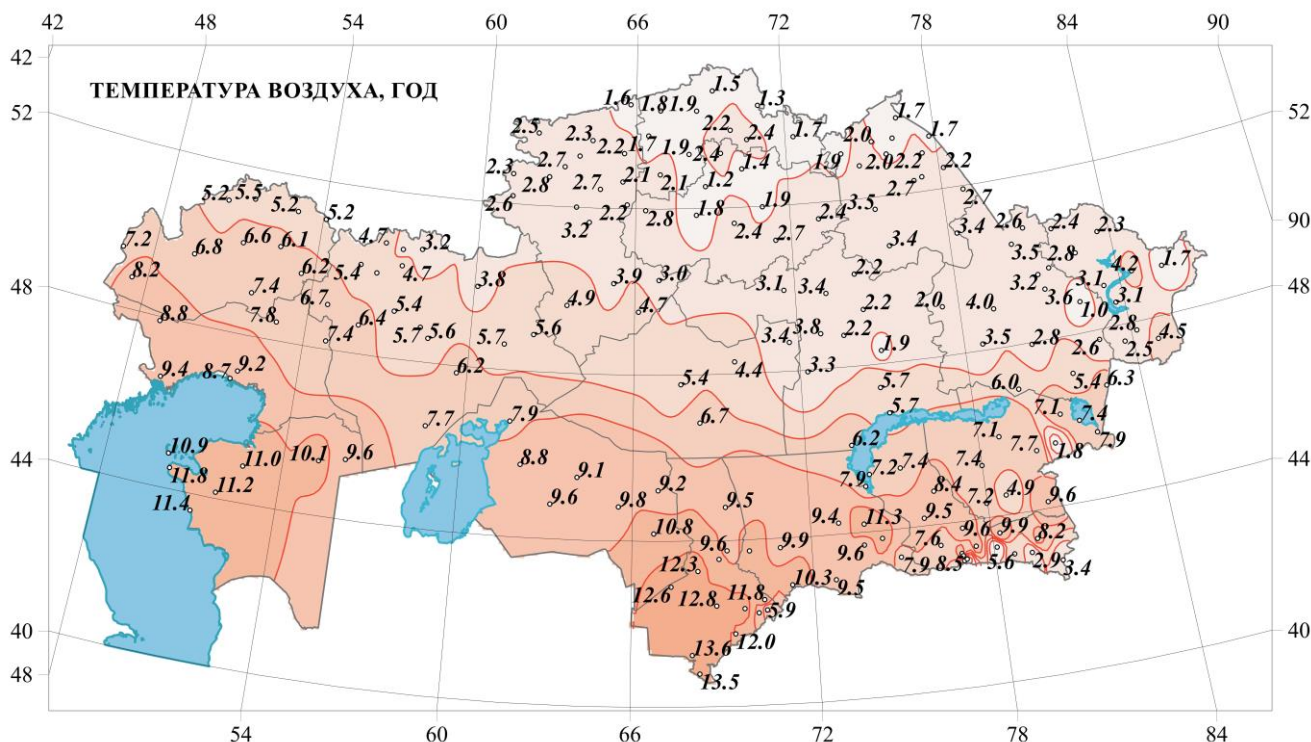
Рисунок 3.12 – Темпы изменения максимальной продолжительности бездождного периода (дни/10 лет) в период 1961 – 2022 гг. (индекс CDD)

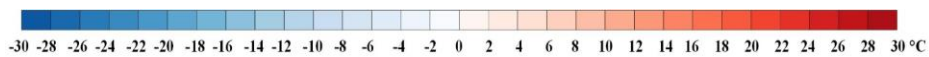
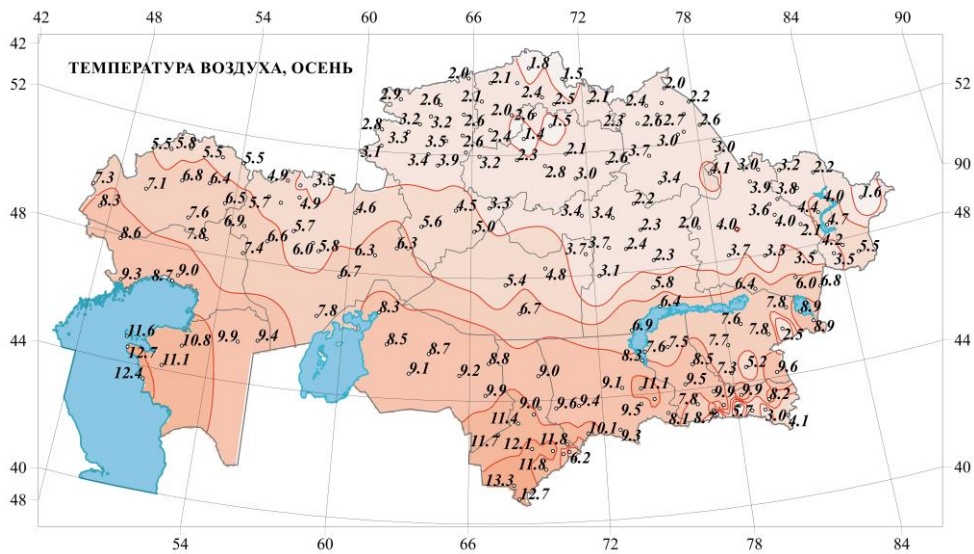
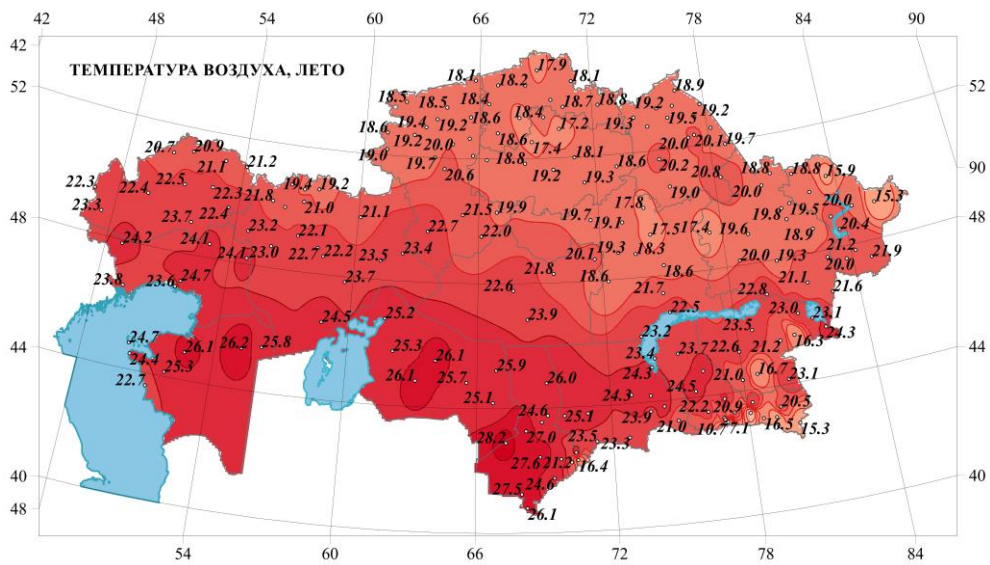
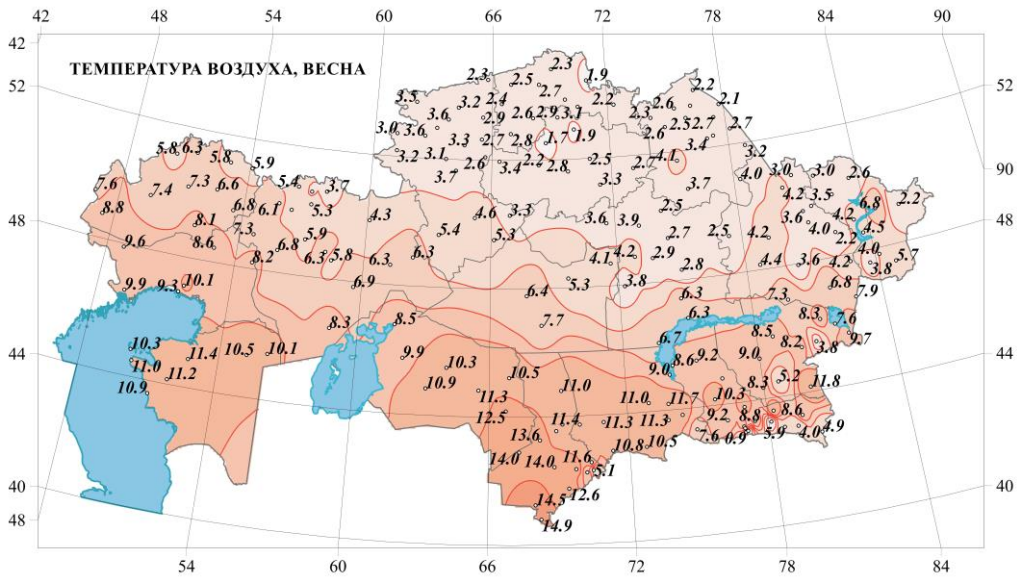
ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**РЕКОРДНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ МЕСЯЧНОГО КОЛИЧЕСТВА ОСАДКОВ,
УСТАНОВЛЕННЫЕ В 2022 г.**

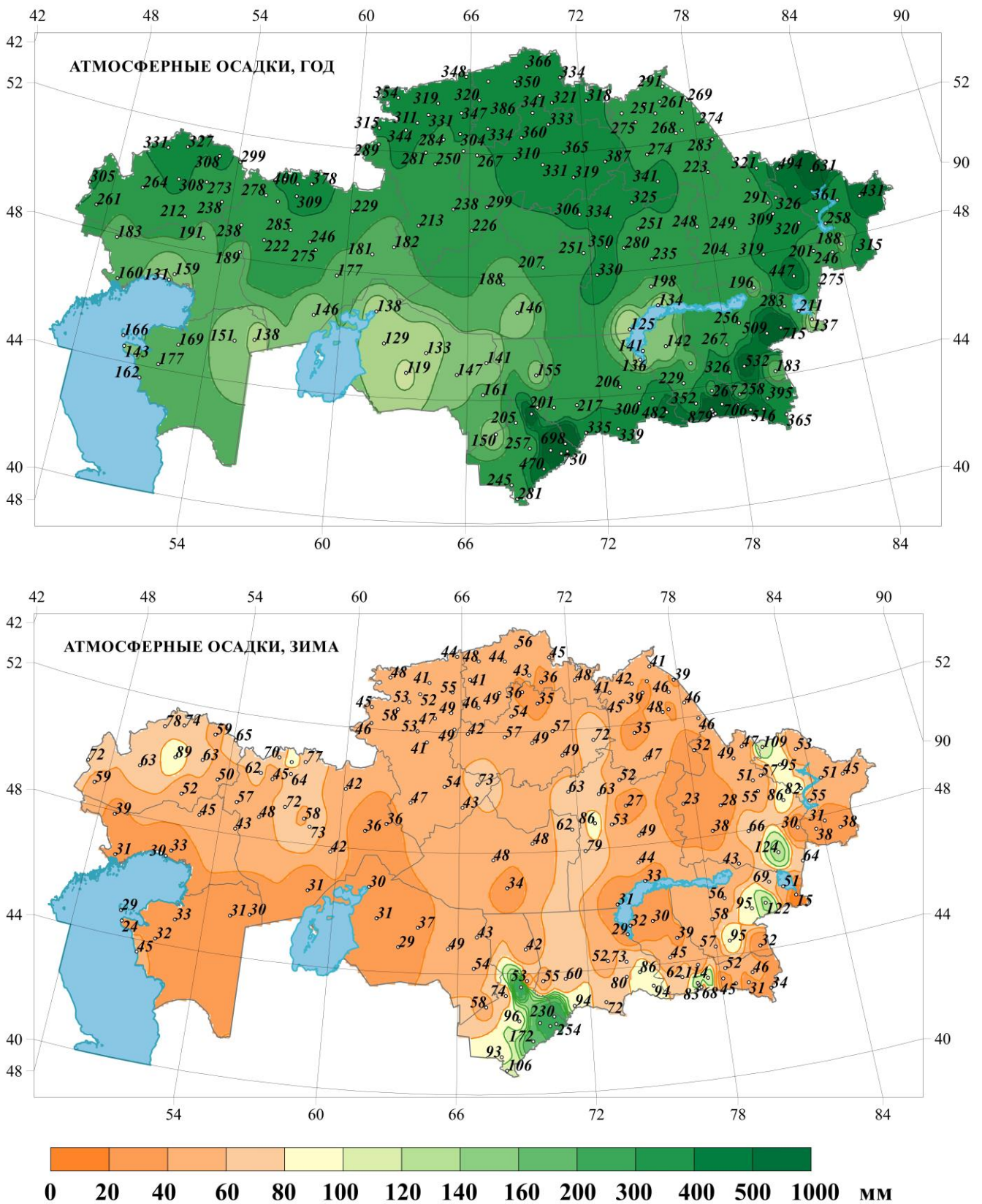
№ пп	Наименование МС	Область	Максимальное количество осадков, мм	Предыдущее максимальное количество осадков, мм	Мини-мальное количество осадков, мм	Предыдущее минимальное количество осадков, мм
	Декабрь, 2021 г.					
1	Жетыкконур	Улытауская	32,90	31,70 (2015)		
2	Балкаш	Карагандинская			1,6	1,61 (1965)
3	Бектауата	Карагандинская			2,7	2,99 (1965)
	Январь, 2022 г.					
1	Карауыл	Абайская	29,00	25,63 (1947)		
2	Чиганак	Жамбылская	31,20	27,40 (2014)		
3	Шолаккорган	Туркестанская	42,80	32,67 (1940)		
	Март, 2022 г.					
1	Аксенгир	Алматинская	85,10	77,40 (2010)		
2	Кыргызсай	Алматинская	112,00	91,00 (2010)		
3	Алматы	Алматинская	165,70	153,80 (2002)		
4	Капшагай	Алматинская	91,00	71,40 (2010)		
5	Шелек	Алматинская	72,90	70,60 (2010)		
6	Актогай	Абайская	35,20	34,00 (1960)		
7	Шокпар	Жамбылская	137,50	105,62 (1959)		
8	Хантау	Жамбылская	82,30	69,66 (1964)		
9	Кулан	Жамбылская	118,60	114,48 (1955)		
10	Шардара	Туркестанская	113,70	105,80 (1973)		
11	Шымкент	Туркестанская	231,20	207,80 (1969)		
12	Тасарык	Туркестанская	289,70	246,30 (1969)		
13	Арыс	Туркестанская	107,20	105,50 (2013)		
	Май, 2022 г.					
1	Актобе	Актюбинская	93,90	80,40 (1989)		
2	Уил	Актюбинская	86,90	86,24 (1958)		
3	Джамбейта	Западно-Казахстанская	94,20	79,70 (2016)		
4	Сам	Мангистауская	66,30	50,60 (1956)		
5	Лениногорск	Восточно-Казахстанская			10,70	15,40 (1974)
	Июнь, 2022 г.					
1	Нарынкол	Алматинская			8,20	27,60 (1975)
2	Бесоба	Карагандинская			3,00	3,20 (1991)
3	Жолболды	Павлодарская			4,60	4,80 (1988)
	Июль, 2022 г.					
1	Актау	Мангистауская	61,50	52,20 (2021)		
	Август, 2022 г.					
1	Тасты	Туркестанская	48,80	32,40 (1958)		
2	Катон-Карагай	Восточно-Казахстанская			13,40	13,93 (1945)
	Октябрь, 2022 г.					
1	Форт-Шевченко	Мангистауская	58,40	31,50 (1979)		
	Ноябрь, 2022 г.					
1	Атбасар	Акмолинская	66,10	57,36 (1963)		
2	Есик	Алматинская	180,70	162,00 (2003)		
3	Учарал	Жетысуская	95,00	83,45 (1965)		
4	Капшагай	Алматинская	88,80	78,50 (1994)		
5	Шелек	Алматинская	106,70	78,34 (1941)		
6	Тобол	Костанайская	56,50	55,60 (1965)		
7	Караменды	Костанайская	62,20	58,30 (1941)		
8	Карабалык	Костанайская	59,60	55,55 (1965)		
9	Злиха	Кызылординская	52,30	36,40 (2003)		
10	Рузаевка	Северо-Казахстанская	66,90	63,43 (1963)		
11	Шолаккорган	Туркестанская	63,40	49,50 (1993)		
	Декабрь, 2022 г.					
1	Куйган	Алматинская	0,00	1,04 (1965)		

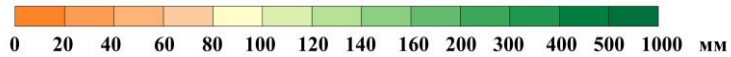
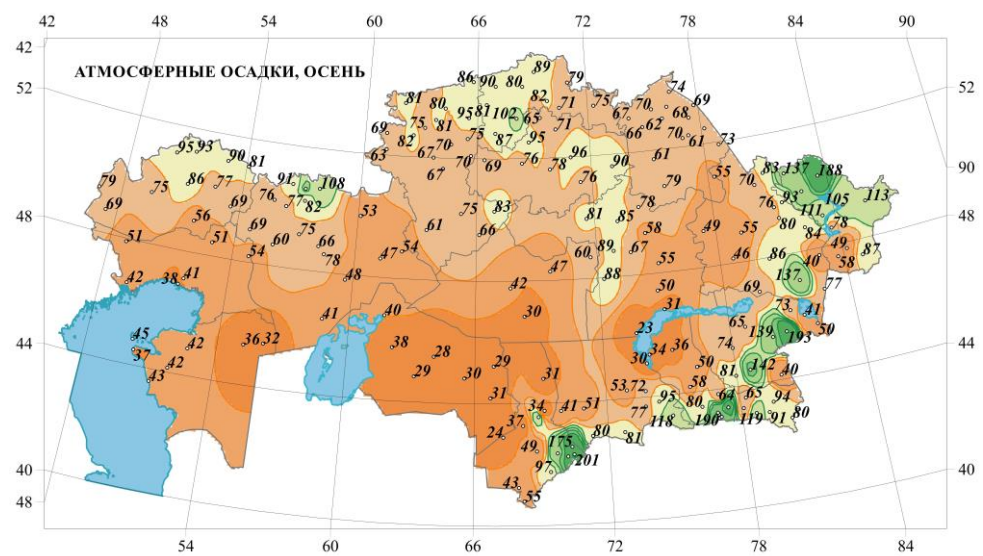
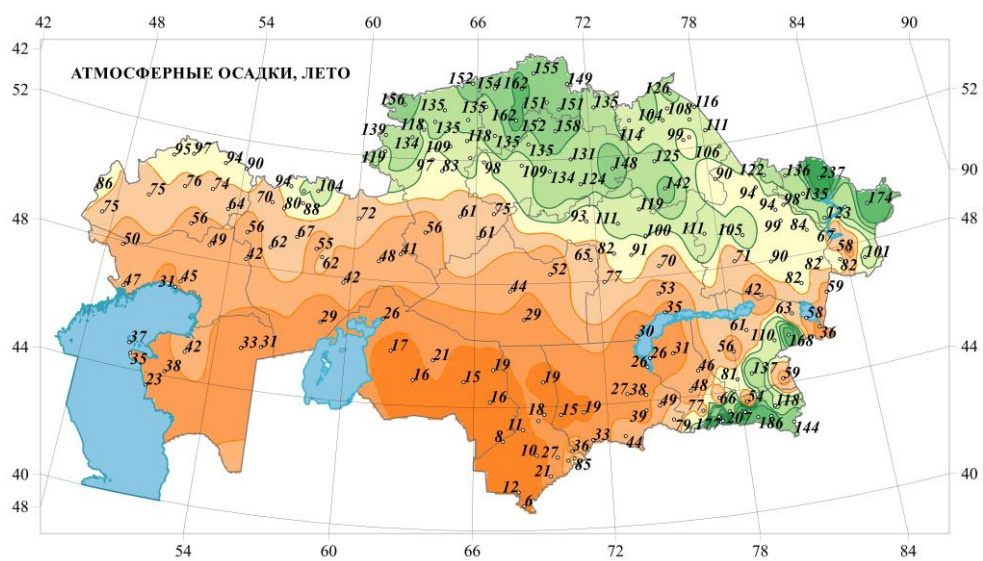
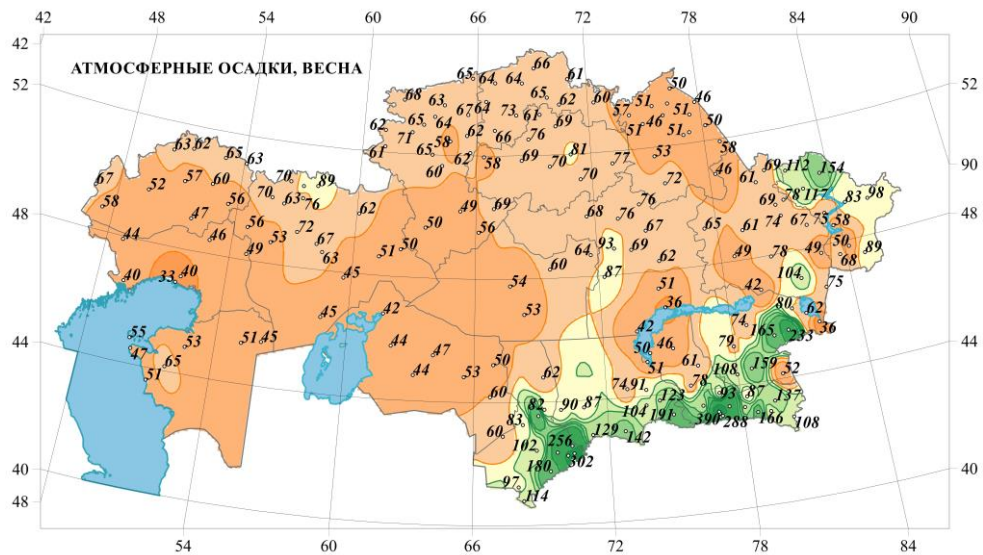
**ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕГОДОВЫХ И
СРЕДНЕСЕЗОННЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА ПО ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА,
РАССЧИТАННЫХ ЗА ПЕРИОД 1961–1990 гг.**





**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) 79-83-32
e-mail: info@meteo.kz

При использовании материалов бюллетеня
обязательна ссылка на РГП «Казгидромет»