



МИНИСТЕРСТВО
ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«КАЗГИДРОМЕТ»



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

ЕЖЕГОДНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ МОНИТОРИНГА ПРИЗЕМНОГО ВЕТРА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН ЗА 2024 ГОД



Фото из архива фотогалереи РГП «Казгидромет»

АСТАНА, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

КРАТКОЕ РЕЗЮМЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОПИСАНИЕ РЕЖИМА ПРИЗЕМНОГО ВЕТРА	6
2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	8
3. ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМА ПРИЗЕМНОГО ВЕТРА	9
3.1 Максимальная скорость и аномалия среднегодовой скорости ветра по территории Казахстана за 2024 год	9
3.2 Число дней и аномалии числа дней сильного ветра	11
3.3 Сезонные аномалии средней скорости ветра и экстремальные ветровые дни	13
4. МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИЗЕМНОГО ВЕТРА	15
4.1 Многолетняя тенденция средней скорости ветра по сезонам	15
4.2 Многолетняя тенденция числа дней с сильным ветром по сезонам	16
ПРИЛОЖЕНИЕ	21

КРАТКОЕ РЕЗЮМЕ



Режим приземного ветра за 2024 год

- В 2024 году ветровой режим Казахстана характеризовался выраженной региональной неоднородностью. Наибольшие скорости ветра отмечались в северных, центральных и юго-восточных районах, где местами они достигали 40 м/с, тогда как на западе и юге ветер был значительно слабее. В целом на большей части территории наблюдались частые случаи сильных ветров (≥ 15 м/с), относящихся к категории опасных метеорологических явлений.
- Аномалии средней годовой скорости ветра колебались от положительных на севере и востоке до отрицательных на юге и западе, отражая усиление ветрового режима в северо-восточной части страны и ослабление в юго-западной.
- Число дней с сильным ветром существенно различалось по регионам: от 30 дней на юге до более 170 дней на юго-востоке, что подчёркивает контрастность ветрового режима в разных частях страны.



Сезонная активность по 95-й процентилю

- По данным анализа сезонных аномалий средней скорости ветра и числа дней, превышающих 95-й процентиль, установлено, что зимой преобладали положительные отклонения и наблюдалось наибольшее количество дней с экстремальными ветрами. Весной ветровая активность ослабевала, а летом и осенью вновь усиливалась, особенно в восточных и юго-восточных районах страны.



Многолетние данные и линейные тренды

- Согласно анализу многолетних линейных тенденций, наибольший рост средней скорости ветра и числа дней с сильными ветрами наблюдается в северо-восточных и центральных районах страны, особенно весной и летом.
- Снижение ветровой активности отмечается преимущественно в западных и частично северо-западных регионах, тогда как восточные и южные области демонстрируют слабовыраженные или статистически незначимые изменения.

ВВЕДЕНИЕ

Ветер – ключевой фактор, влияющий на перераспределение тепла и влаги по планете, а также на динамику атмосферных процессов в изменении климата. Изменения в характере и силе ветровых потоков могут приводить к значительным сдвигам в климатических условиях, влияя на погодные явления, экосистемы и человеческую деятельность. В последние десятилетия наблюдаются заметные изменения в глобальных и региональных ветровых системах, что требует более тщательного мониторинга и анализа для понимания последствий климатических изменений и адаптации различных отраслей экономики к новым условиям.

Основным ресурсом для ветроэнергетики считается ветер. В связи с этим данные о распределении ветра важны при определении мест для установки ветряных турбин, а также для оптимизации их работы.

Режим ветра играет важную роль при проектировании зданий и инфраструктуры. Высотные здания, мосты и другие конструкции должны выдерживать ветровые нагрузки, особенно в регионах, подверженных сильным ветрам. Распределение ветра также учитывается при проектировании вентиляции и микроклимата вокруг зданий.

Ветер влияет на процессы испарения, распространение семян и пыльцы, а также на осадки. Например, в засушливых регионах ветер может ускорять испарение воды, что отрицательно сказывается на сельскохозяйственных культурах. Ветры также могут переносить почву, создавая явления эрозии, что требует применения защитных мер, таких как лесозащитные полосы. А также, скорость ветра определяет интенсивность процессов снегопереноса, обусловливая перераспределение снежных масс на поверхности и, как следствие, пространственную неоднородность увлажнения почвы в период снеготаяния.

На распространение загрязняющих веществ, включая выбросы промышленных предприятий, дым от пожаров и радиоактивные частицы, значительно влияет распределение ветра. Понимание закономерностей распределения ветра позволяет прогнозировать и контролировать зоны риска для населения и экосистем, а также разрабатывать меры по предотвращению или минимизации последствий загрязнений.

Данный выпуск бюллетеня описывает особенности состояния приземного ветра и предоставляет историческую информацию относительно тенденций, которые имели место, начиная с 1979 г. Для обеспечения сопоставимости результатов использованы данные, начиная с 1979 года, когда измерения ветра стали проводиться повсеместно с применением анеморумбометра.

Ответственный за выпуск: начальник Управления метеорологических исследований и расчетов Жездibaева Б.Т. В подготовке бюллетеня также принимали участие: ведущие научные сотрудники Эбілқади А.Ә., Смагулова А.Б. и Жаксыбаева А.Е.

1. ОПИСАНИЕ РЕЖИМА ПРИЗЕМНОГО ВЕТРА

Приземный ветер в Казахстане характеризуется значительной пространственно-временной изменчивостью, обусловленной рельефом, континентальностью климата и особенностями атмосферной циркуляции. В районах с изрезанным рельефом (горы, долины, мелкосопочники), а также в прибрежных зонах крупных водоёмов, наблюдаются разнообразные местные ветры – горно-долинные ветры, бризы, фены и другие, которые различаются по механизму формирования и характеру проявления.

Средняя скорость приземного ветра последовательно уменьшается с севера на юг, что является климатической закономерностью для равнинного Казахстана. Здесь имеет место определенная зональность, что хорошо прослеживается по территориальному распределению средней многолетней годовой скорости ветра. Выделяется восточное побережье Каспийского моря и ряд горных районов республики, отличающихся местными ветровыми условиями.

В основных степных и лесостепных районах Казахстана, средние многолетние годовые скорости ветра преимущественно колеблются в пределах 4,5-5,0 м/с. По мере продвижения на юг в центральных районах средние скорости ветра уменьшаются. Дополнительное снижение ветровой активности наблюдается в районах Казахстанской складчатой области и прилегающих возвышенностей, где сложный рельеф способствует ослаблению горизонтальных переносов воздуха. В южных пустынных массивах средние годовые скорости ветра снижаются до 3-4 м/с. С приближением к горным массивам, расположенным на юге, юго-востоке и востоке Казахстана скорости ветра уменьшаются до 2-3 м/с. В этих районах республики, как и в других ее частях, выделяются очаги с повышенными годовыми скоростями ветра. К числу их следует отнести такие районы, как Жетісуские ворота (Жаланашколь 7,2 м/с), перевалы Кордай (5,4 м/с) и Шокпар (5,0 м/с).

На общем фоне распределения скорости ветра по Казахстану особо выделяется по силе ветров восточное побережье Каспийского моря. Здесь средние многолетние годовые скорости ветра достигают 5-6 м/с, а в районе Форт-Шевченко за счет местного орографического эффекта даже 8,3 м/с. Это связано в основном с интенсивным проявлением здесь циклонов, приходящих с запада и юга Каспия. Существенно и то обстоятельство, что энергия переноса масс воздуха над громадной водной поверхностью Каспия не претерпевает в приземном слое столь резкого уменьшения, как это имеет место на суше в условиях пересеченной местности. Значительное термическое различие вод Каспия и прилегающих песчаных пустынь в теплое время года в свою очередь приводит к общему повышению скоростей ветра в прибрежной зоне, что проявляется в местной близовой циркуляции.

Общее уменьшение скоростей ветра с севера на юг Казахстана связано с особенностями сезонных барико-циркуляционных условий и орографии. В центральных районах, снижение ветров обусловлено частым господством антициклональных условий, сопровождающихся атмосферными засухами и маловетреной погодой. Рельеф Казахской

складчатой страны, Тарбагатая и прилегающих возвышенностей дополнительно снижает скорость переноса приземного воздуха.

В пустынных массивах умеренные скорости ветра формируются под влиянием слабо выраженного барического градиента летней среднеазиатской термической депрессии, что приводит к ослаблению циклонических процессов и высокой повторяемости маловетреной погоды, особенно выраженной вочные часы из-за радиационного охлаждения.

Низкие скорости ветра на востоке, юго-востоке и юге Казахстана связаны с мощным горным рельефом Алтая, Жетісу и Тянь-Шаня, создающим обширные зоны ветрового затишья. Исключение составляют узкие межгорные проходы и перевалы, где наблюдается локальное усиление ветра.

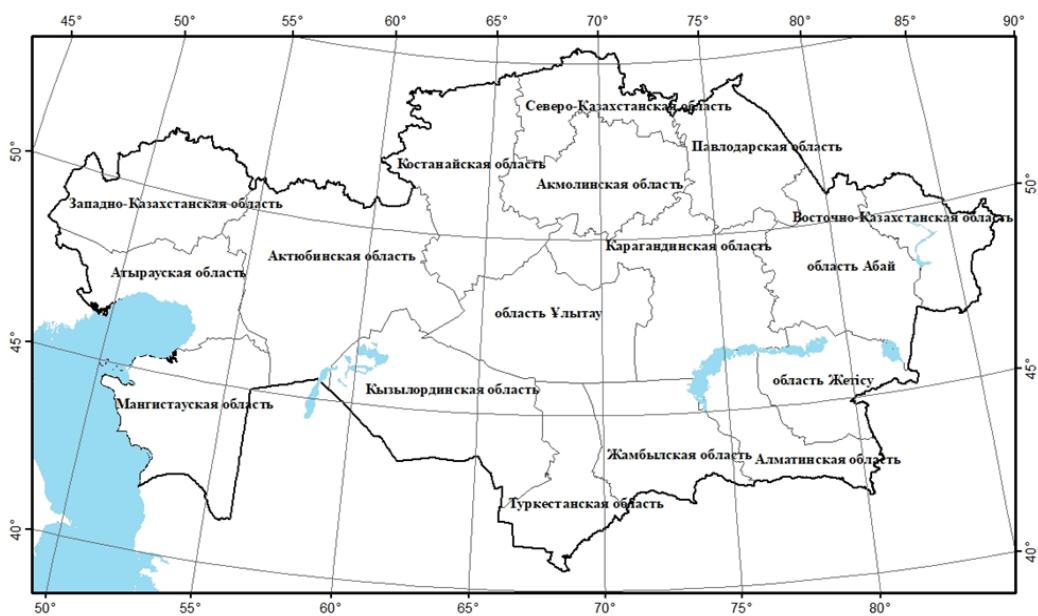
Повышенная ветровая активность в лесостепной и степной зонах Северного Казахстана объясняется частыми циклоническими процессами с осадками и грозами, которые сопровождаются буранами. При этом равнинный рельеф не препятствует развитию ветров, в отличие от гористых территорий.

Сильные ветры (≥ 15 м/с) являются важной характеристикой ветрового режима, а также большое значение имеет число дней с сильным ветром.

На равнинной части Казахстана сильные ветры в основном наблюдаются в конце зимы и весной, летом они бывают реже. Исключением в данном случае является юг и юго-восток республики, где годовой максимум дней с сильным ветром приходится на весну и лето, а минимум на зиму. Следует отметить, что явления сильных ветров значительно возрастают в условиях открытой местности. В различных климатических районах Казахстана отмечались явления сильных ветров преимущественно в зимнее время.

Число дней с сильным ветром по Казахстану колеблется в довольно больших пределах – от 5 до 70 в среднем за год. Меньше всего таких дней в зоне пустынь, в ряде районов, где сильные ветры обусловливаются местными условиями, число дней значительно возрастает¹. Административно-территориальные области отображены на карте-схеме ниже.

¹ Утешев А. С. (ред.). Климат Казахстана. – Л.: Гидрометеоиздат, 1959. – 360 с.



Карта-схема административно-территориальных областей Республики Казахстан

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ ветровой активности на территории Республики Казахстан выполнен на основе данных приземной скорости ветра за 2024 год с учётом многолетних изменений с 1979 года. Исходным материалом послужили наблюдения, полученные с наземных метеорологических станций государственной сети РГП «Казгидромет» за период 1979-2024 гг. Скорость и направление ветра регистрируются с помощью анеморумбометра М-63, установленного на мачте на высоте 10-12 м, что соответствует международным стандартам для минимизации влияния поверхности и обеспечения достоверности измерений в приземном слое атмосферы.

В рамках исследования были рассчитаны основные характеристики ветрового режима, включая максимальную скорость ветра, аномалии скорости ветра, число дней с сильным ветром (определенным как скорость ветра, превышающая 15 м/с), а также 95-й процентиль скорости ветра и числа дней с сильным ветром, что позволило оценить экстремальные ветровые события².

Аномалия вычислялась как разность между фактическим значением за 2024 год и соответствующей климатической нормой за период 1991-2020 гг. Число дней с сильным ветром рассчитывалось на основе ежедневных данных о скорости ветра, при этом учитывались только те дни, когда максимальная скорость ветра превышала установленный порог.

Для оценки многолетней изменчивости и выявления тенденций применялся метод линейной регрессии с наименьшими квадратами. Этот подход позволяет определить скорость изменений временных рядов, выявляя положительные и отрицательные тренды по регионам и сезонам. Статистическая значимость, выявленных трендов проверялась с помощью статистических тестов, с использованием стандартного уровня достоверности $p < 0,05$. Это обеспечивает уверенность в том, что обнаруженные изменения не являются случайными, а имеют системный характер. Аналогичная методология использовалась в ряде климатических исследований, включая расчет ветровой нагрузки в регионах России³, анализ многолетних трендов скорости ветра в Китае⁴, оценку глобальных изменений приземной скорости ветра на основе данных повторного анализа, а также изучение тенденций ветровой активности в Турции⁵.

Для наглядного анализа построены карты распределения показателей и трендов с помощью геоинформационных систем. Итоговые значения трендов и их статистическая значимость сгруппированы по сезонам (зима, весна, лето, осень) и представлены в сводных таблицах.

² Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2022 год. – М.: Росгидромет, 2023. – С. 76–80.

³ Жабелов С. Т., Хоконов И. М., Кадырова А. А., Ниязов И. А. Комплексный анализ временных рядов ветра // European Science. – 2020. – № 5 (54). – С. 20–23.

⁴ Wu J., Shi Y. Changes in surface wind speed and its different grades over China during 1961-2020 based on a high-resolution dataset // International Journal of Climatology. – 2021. – Т. 42. – № 7. – С. 3954–3967.

⁵ Dadaser-Celik F., Cengiz E. Wind speed trends over Turkey from 1975 to 2006 // International Journal of Climatology. – 2013. – Т. 34. – № 6. – С. 1913–1927.

3. ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМА ПРИЗЕМНОГО ВЕТРА

3.1 Максимальная скорость и аномалия среднегодовой скорости ветра по территории Казахстана за 2024 год

Пространственное распределение максимальной скорости ветра за 2024 год показал выраженные региональные различия, обусловленные как климатическими особенностями, так и орографическими условиями страны (таблица 3.1). В 2024 году на метеостанциях Республики Казахстан экстремальный ветер наблюдался преимущественно в северных, центральных и юго-восточных регионах страны. На представленных метеостанциях максимальная скорость ветра достигала 30 м/с и выше, что соответствует категории очень сильного и штормового ветра, способного оказывать стихийное гидрометеорологическое воздействие на инфраструктуру и экосистемы. В таблице 3.1 представлены метеостанции, на которых были зафиксированы скорости ветра 30 м/с и выше. Значения максимального ветра, аномалии средней скорости ветра и число дней со скоростью ≥ 15 м/с указаны в приложении.

Таблица 3.1 – Максимальные значения скорости ветра ≥ 30 м/с, зарегистрированные на метеостанциях Республики Казахстан в 2024 году

№	Метеостанция	Область	Скорость ветра, м/с
1	Есиль	Акмолинская	30
2	Жалтыр	Акмолинская	30
3	Родниковка	Актюбинская	30
4	Аксенгир	Алматинская	30
5	Ертис	Павлодарская	30
6	Актогай	Павлодарская	30
7	Баянауыл	Павлодарская	31
8	Ерейментау	Акмолинская	33
9	Тайынша	Северо-Казахстанская	33
10	Тараз	Жамбылская	34
11	Родниковское	Карагандинская	34
12	Корнеевка	Карагандинская	34
13	Шарбакты	Павлодарская	34
14	Чкалово	Северо-Казахстанская	34
15	Шокпар	Жамбылская	36
16	Жаланашколь	Жетісу	40

Наибольшее значение скорости ветра – 40 м/с было зарегистрировано на метеостанции Жаланашколь (область Жетісу), что свидетельствует о наличии в данной зоне экстремальных ветровых условий. Такие экстремальные ветровые условия обусловлены климато-орографическими особенностями данного региона. Жаланашколь расположен в зоне с выраженным влиянием горного рельефа, который способствует усилению ветровых потоков за счет эффекта ускорения воздушных масс при прохождении через горные

перевалы и ущелья. Особенно значимым фактором является расположение метеостанции в районе Жетісуских ворот – узкого межгорного прохода между хребтами Жетісуского Алатау и Тарбагатая, где формируется аэродинамический эффект, способствующий усилению и устойчивости сильных ветров. При этом исторический максимум скорости ветра, зафиксированный на данной метеостанции в период с 1979 по 2024 гг., составляет 60 м/с и наблюдался в 1979, 1982 и 1983 годах. Это подчёркивает устойчивую склонность региона к возникновению очень сильных и опасных ветров.

В 2024 году на значительной части территории наблюдались сильные ветры со скоростью 15 м/с и выше (рисунок 3.1). Ветер со скоростью 15 м/с и более, относящийся к опасным метеорологическим явлениям согласно нормативным документам⁶, отмечался практически повсеместно.

Лишь в отдельных районах Атырауской, Туркестанской, Алматинской областей и области Жетісу в рассматриваемом году наблюдались сравнительно невысокие максимальные скорости ветра – 9-14 м/с. Эти значения фиксировались локально, поскольку в тех же регионах отмечались и случаи сильных ветров.

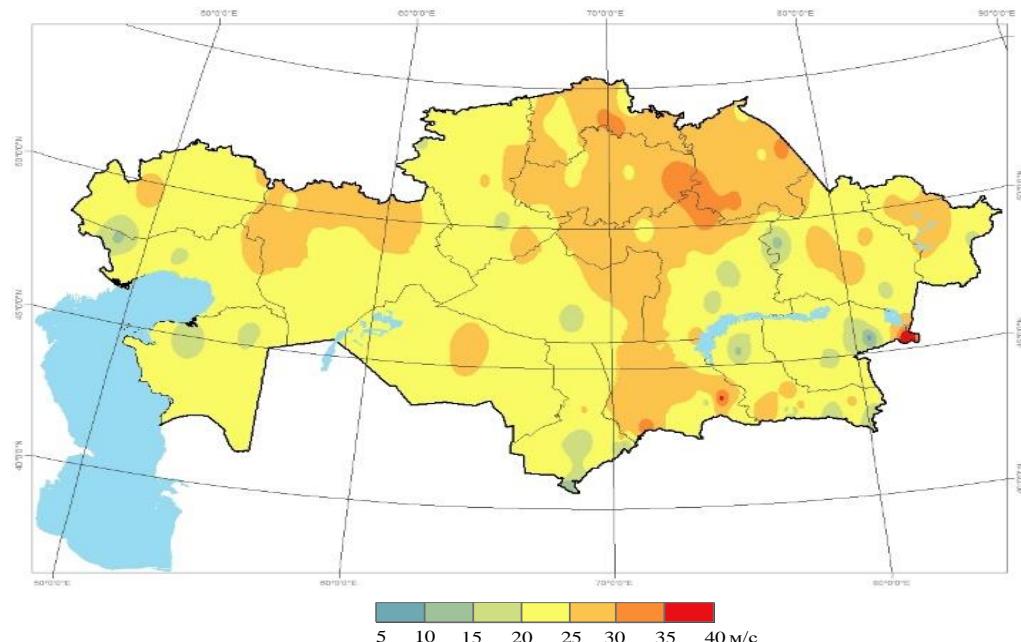


Рисунок 3.1 – Максимальная скорость ветра за 2024 г.

Анализ аномалий среднегодовой скорости приземного ветра за 2024 год по отношению к климатической норме за период 1991-2020 гг. позволил выявить особенности пространственного распределения и характера отклонений ветрового режима на территории Республики Казахстан (рисунок 3.2).

В 2024 году значения максимальных положительных аномалий колебались в пределах от +0,5 до +2,0 м/с. Наибольшие положительные отклонения были зафиксированы в Северо-Казахстанской области (+2,0 м/с), в области Абай (+1,6 м/с), в Алматинской

⁶ Правила предоставления информации Национальной гидрометеорологической службой, приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов РК от 23.07.2021 № 267

области (+1,3 м/с), а также в области Ұлытау и отдельных районах Западно-Казахстанской области (+1,2 м/с). Это свидетельствует о наличии устойчивой тенденции к усилению среднегодового ветра в северных, западных и восточных регионах страны, а также в ряде южных и центральных территорий.

В то же время, в ряде регионов наблюдались отрицательные аномалии, отражающие ослабление среднегодовой скорости ветра. Наиболее выраженные из них отмечены в области Жетісу (-1,4 м/с), Западно-Казахстанской (-1,3 м/с), а также в Жамбылской, Павлодарской и Северо-Казахстанской областях, где значения составили до -1,1 м/с. Таким образом, в Западно-Казахстанской области прослеживается разнонаправленная динамика – сочетание как участков с усилением ветров, так и зон с их ослаблением.

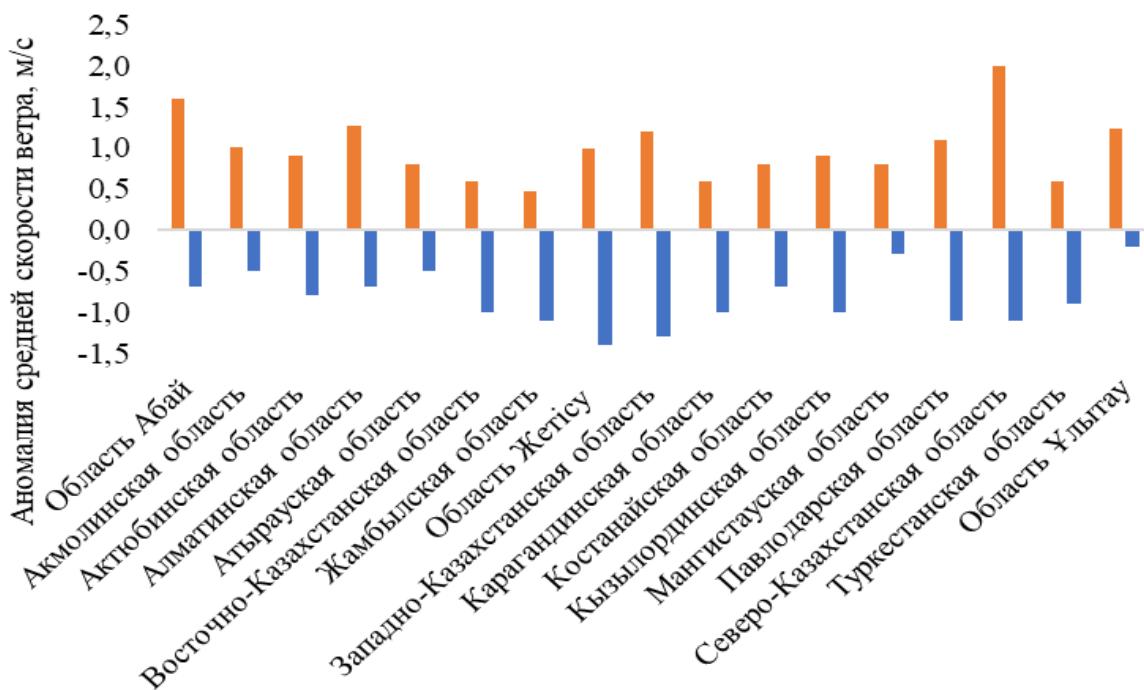


Рисунок 3.2 – Региональные вариации аномалий среднегодовой скорости приземного ветра в Республике Казахстан за 2024 г.

3.2 Число дней и аномалии числа дней сильного ветра

Число дней с сильными ветрами является важным показателем ветрового режима и отражает интенсивность ветровой активности в регионе. Увеличение числа таких дней влияет на природные процессы, инфраструктуру, сельское хозяйство и безопасность населения. Частые сильные ветры усиливают негативные последствия различных природных и техногенных ситуаций, влияя на жизнь населения и состояние экосистем.

Пространственное распределение числа дней с ветром скоростью ≥ 15 м/с в пределах территории Казахстана было разнообразным (рисунок 3.3). Наибольшее количество таких дней отмечено в северных, южных и юго-восточных регионах страны.

Максимальные значения варьируются от 31 дня (Туркестанская область) до 177 дней (область Жетісу), что указывает на существенную пространственную неоднородность условий, способствующих формированию сильного ветра.

Наибольшее число дней с приземной скоростью ветра ≥ 15 м/с в 2024 году зафиксировано в области Жетісу (177 дней), Кызылординской (163 дня), Северо-Казахстанской (156 дней) и Акмолинской (126 дней) областях, тогда как минимальные значения отмечены в Туркестанской (31 день), Мангистауской (41 день) и Жамбылской (46 дней) областях.

Если анализировать данные отдельных метеостанций, наименьшее число дней с сильными ветрами наблюдалось на станциях Алматы, Жаланаш и Мынжылки (Алматинская область) – всего по 1 дню. Также встречались пункты наблюдения, где ветры со скоростью 15 м/с и более в течение года не наблюдались.

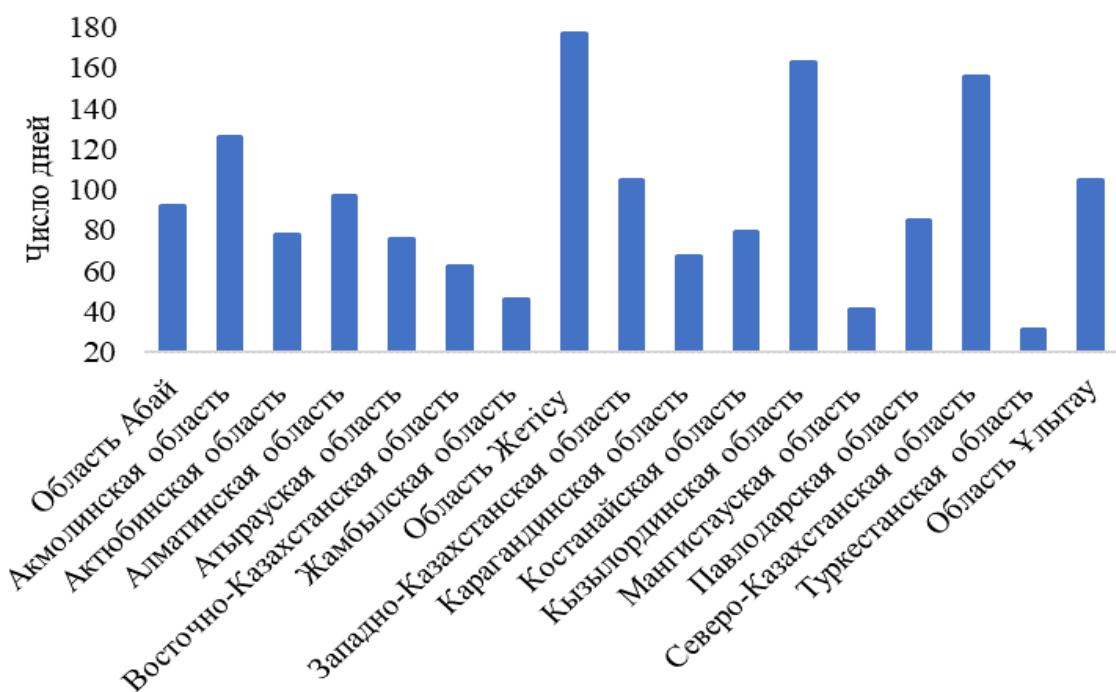


Рисунок 3.3 – Максимальное число дней со скоростью ветра ≥ 15 м/с по административным областям Республики Казахстан за 2024 г.

Аномалии числа дней со скоростью ветра ≥ 15 м/с по территории Казахстана в 2024 году колебались в пределах от -38,4 до +94,2 дней (рисунок 3.4).

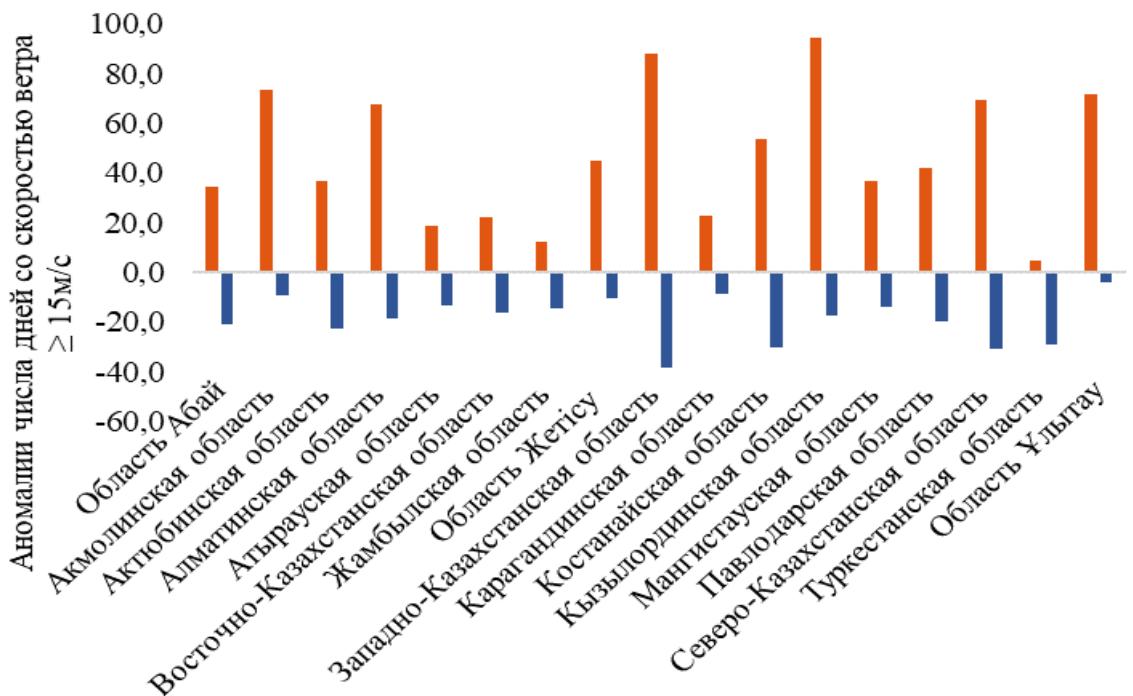


Рисунок 3.4 – Аномалии числа дней со скоростью ветра $\geq 15\text{м/c}$ в 2024 г.

Наибольшие положительные аномалии числа дней со скоростью ветра $\geq 15\text{ м/c}$ наблюдались на метеостанциях Жосалы Кызылординской области +94,2 и на Чапаево Западно-Казахстанской области +87,7 дня.

Наибольшая отрицательная аномалия числа дней с сильным ветром в 2024 году отмечалась на метеостанции Аксай Западно-Казахстанской области и составила -38,4 дней, на метеостанциях Рузаевка Северо-Казахстанской области -30,8 и на Аркалык Костанайской области -30,3 дней.

3.3 Сезонные аномалии средней скорости ветра и экстремальные ветровые дни

Использование процентилей позволяет оценить редкие и сильные ветровые события, выходящие за рамки обычной ветровой активности, и выявить сезонные и пространственные закономерности их распределения. Для этого в анализе экстремальных ветров применён 95-й процентиль скорости ветра, который показывает значение, превышающее которое скорость ветра наблюдалась лишь в 5% случаев.

По пространственному распределению аномалий средней скорости ветра и числа дней скорости ветра превышавшей 95-й процентиль по сезонам показано, что положительные аномалии средней скорости ветра преобладали зимой, тогда как весной наблюдались в основном отрицательные аномалии, а число дней со скоростью ветра выше 95-го процентиля, аналогично было максимальным зимой и минимальным весной (рисунок 3.5). Исходя из этого, в холодное время года наблюдалось повышение частоты сильных ветров, тогда как весенний сезон характеризовался снижением ветровой активности.

В зимний период отклонения средней скорости ветра от среднемноголетних значений колебались от -3,0 до +2,4 м/с. Наибольшее положительное отклонение зафиксировано на метеостанции Жолболды в Павлодарской области (+2,4 м/с), а наибольшее отрицательное – на метеостанции Жаланашколь области Жетісу (-3,0 м/с). В этот период на метеостанциях Капчагай и Есик (Алматинской область) зарегистрировали соответственно 34 и 26 дней со скоростью ветра выше 95-го процентиля.

Весной аномалии средней скорости ветра колебались в диапазоне от +1,9 до -1,7 м/с. Наибольшее положительное отклонение от среднемноголетних значений было зарегистрировано на метеостанции Чкалово в Северо-Казахстанской области (+1,9 м/с), тогда как наибольшее отрицательное значение наблюдалось на метеостанции Жаланашколь области Жетісу (-1,7 м/с). В указанный период максимальное число дней с превышением порога 95-го процентиля зафиксировано на метеостанциях Сергеевка Северо-Казахстанской области (23 дня), Есик Алматинской области (21 день).

В летний период аномалии средней скорости ветра изменялись от положительных значений на метеостанции Чкалово Северо-Казахстанской области (+2,2 м/с) до отрицательных на метеостанции Злиха Кызылординской области (-1,6 м/с), что свидетельствует о значительных колебаниях метеоусловий в разных регионах страны. На метеостанциях Капчагай и Аксенгир Алматинской области за данный период отмечалась высокая частота дней со скоростью ветра превышавшей 95-й процентиль, составляющая соответственно 36 и 33 дня. Аналогично, на метеостанции Сергеевка Северо-Казахстанской области отмечалось 32 дня с превышением 95-го процентиля скорости ветра, что отражает широкое распространение экстремальных ветровых явлений в данной области летом.

Осенью диапазон аномалий составил от +2,1 м/с до -1,3 м/с. Максимальное положительное отклонение было зафиксировано на метеостанции Баршатас области Абай (+2,1 м/с), тогда как минимальные значения наблюдались на метеостанциях Саумалколь Северо-Казахстанской области и Аксай Западно-Казахстанской области (-1,3 м/с), что также подчеркивает региональные различия в изменении ветрового режима. В этот период максимальное число дней скорости ветра превышавшей 95-й процентиль отмечалось на метеостанции Капчагай (38 дней), также значительные показатели отмечены на метеостанциях Есик (26 дней) и Аксенгир (24 дня) Алматинской области, что отражает высокую интенсивность ветровой активности в данном регионе.

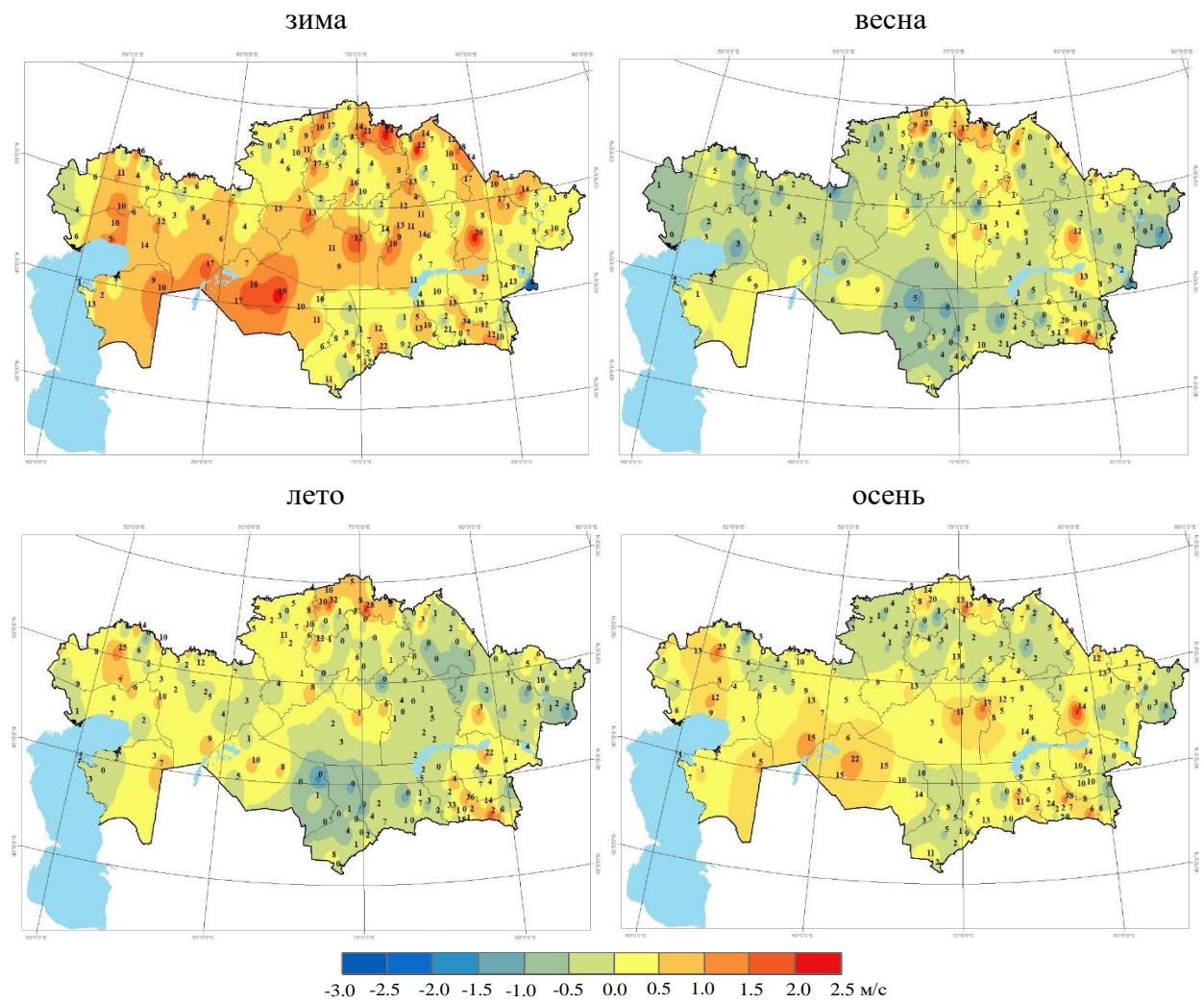


Рисунок 3.5 - Аномалии средней скорости ветра и число дней скорости ветра превышавшей 95-й процентиль по сезонам (цвет – аномалия, цифры – число дней)

4. МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕТРА

4.1 Многолетняя тенденция средней скорости ветра по сезонам

Анализ многолетней тенденции средней скорости ветра проведён на основе данных наблюдений за период 1979-2024 гг. Рассматривались сезонные изменения среднегодовой скорости ветра с целью выявления направленности и интенсивности долгосрочных изменений в различных регионах страны. Для оценки тенденций использовался линейный тренд, который позволяет определить, наблюдается ли рост, снижение или стабильность средних значений ветровой активности в течение рассматриваемого периода.

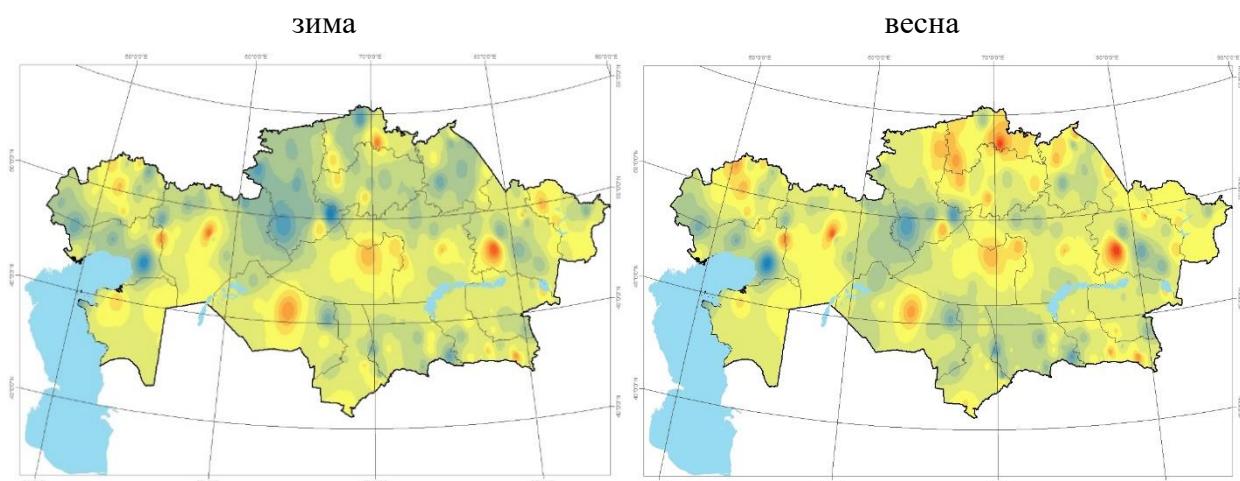
Многолетние изменения ветрового режима отражают тенденцию к увеличению средней скорости ветра летом и ее снижению зимой на территории Республики Казахстан. (рисунок 4.1).

Зимой пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда средней скорости ветра (м/с за 10 лет) показало, что наибольший рост отмечался на метеостанции Баршатас области Абай (+0,6 м/с), тогда как значительное снижение было зафиксировано на метеостанциях Жаланашколь области Жетісу и Аркалық Костанайской области (по -0,8 м/с).

Весной положительная динамика отмечалась на метеостанциях Баршатас области Абай и Чкалово Северо-Казахстанской области (+0,7 м/с), в то время как максимальное снижение средней скорости ветра зафиксировано на метеостанции Кульсары Атырауской области (-0,8 м/с).

Летом увеличение средней скорости ветра наблюдалось на метеостанции Баршатас области Абай (+0,7 м/с), а наиболее выраженное ослабление ветров отмечалось на метеостанции Кульсары Атырауской области (-0,7 м/с).

Осенью положительная тенденция продолжала прослеживаться на метеостанциях Баршатас области Абай и Чкалово Северо-Казахстанской области (+0,7 м/с), тогда как на метеостанциях Аркалық и Торгай Костанайской области наблюдались отрицательные значения изменений скорости ветра (по -0,7 м/с).



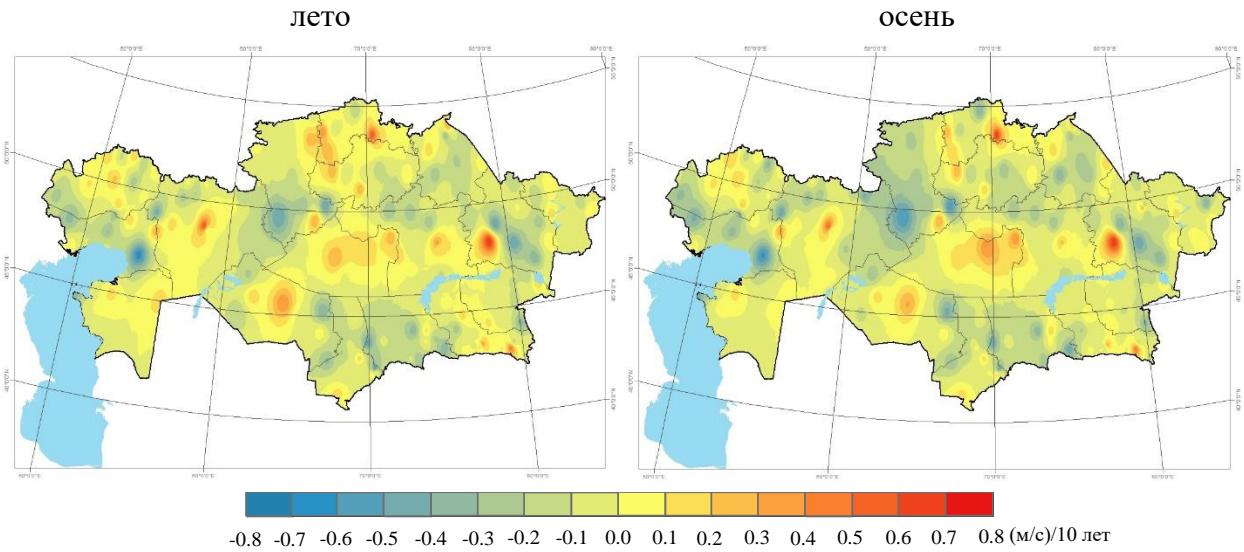


Рисунок 4.1 - Пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда сезонной средней скорости ветра $\text{мс}/10$ лет рассчитанного по данным наблюдений за период 1979-2024 гг.

В целом пространственный анализ линейных трендов средней скорости ветра показал наличие выраженной неоднородности по территории Казахстана и по сезонам. Наибольший и устойчивый рост средней скорости ветра наблюдается на метеостанции Баршатас области Абай, где положительные значения отмечаются во все сезоны года. В то же время снижение средней скорости ветра характерно для метеостанций Кульсары Атырауской области, Аркалык и Торгай Костанайской области, а также Жаланашколь области Жетісу.

Выявленные тенденции имеют практическое значение, поскольку рост средней скорости ветра может усиливать последствия экстремальных ветровых явлений, воздействовать на инфраструктуру, энергетику, сельское хозяйство и экосистемы, а снижение ветра в отдельных регионах может отражать ослабление ветровой активности. Таким образом, анализ сезонных многолетних изменений средней скорости ветра позволяет выявлять зоны с повышенной или сниженной ветровой нагрузкой и служит основой для оценки рисков природных и техногенных воздействий.

4.2 Многолетняя тенденция числа дней с сильным ветром по сезонам

Пространственное распределение коэффициента линейного тренда (день/10 лет) в рядах числа дней со скоростью больше 15 м/с по сезонам представлено на рисунке 4.2.

Наибольшие значения коэффициентов линейного тренда в рядах числа дней со скоростью больше 15 м/с заметны в весенний период, а наименьшие в зимний.

Зимой пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда числа дней со скоростью ветра более 15 м/с (дней за 10 лет) показало, что наибольший рост наблюдался на метеостанциях Жосалы Кызылординской области (+6,9 дня/10 лет) и Усть-

Каменгorsk Восточно-Казахстанской области (+4,3 дня/10 лет). Наибольшее снижение зафиксировано на метеостанциях Форт-Шевченко Мангистауской области (-5,6 дня/10 лет) и Аркалык Костанайской области (-4,9 дня/10 лет).

Весной максимальный рост числа дней с сильным ветром отмечен на метеостанциях Жосалы Кызылординской области (+9,2 дня/10 лет) и Чкалов Северо-Казахстанской области (+7,4 дня/10 лет), а снижение – на метеостанциях Шокпар Жамбылской области (-6,3 дня/10 лет) и Аркалык Костанайской области (-5,1 дня/10 лет).

Летом наибольшие положительные тренды зарегистрированы на метеостанциях Жосалы Кызылординской области (+11,4 дня/10 лет) и Баршатас Абай (+8,2 дня/10 лет). Отрицательные значения наблюдались на метеостанциях Шокпар Жамбылской области (-6,9 дня/10 лет) и Аркалык Костанайской области (-5,1 дня/10 лет).

Осенью положительные тренды отмечались на метеостанциях Жосалы Кызылординской области (+7,7 дня/10 лет) и Тимирязево Северо-Казахстанской области (+4,8 дня/10 лет), отрицательные – на Форт-Шевченко Мангистауской области (-6,61 дня/10 лет), Шокпар Жамбылской области (-5,8 дня/10 лет).

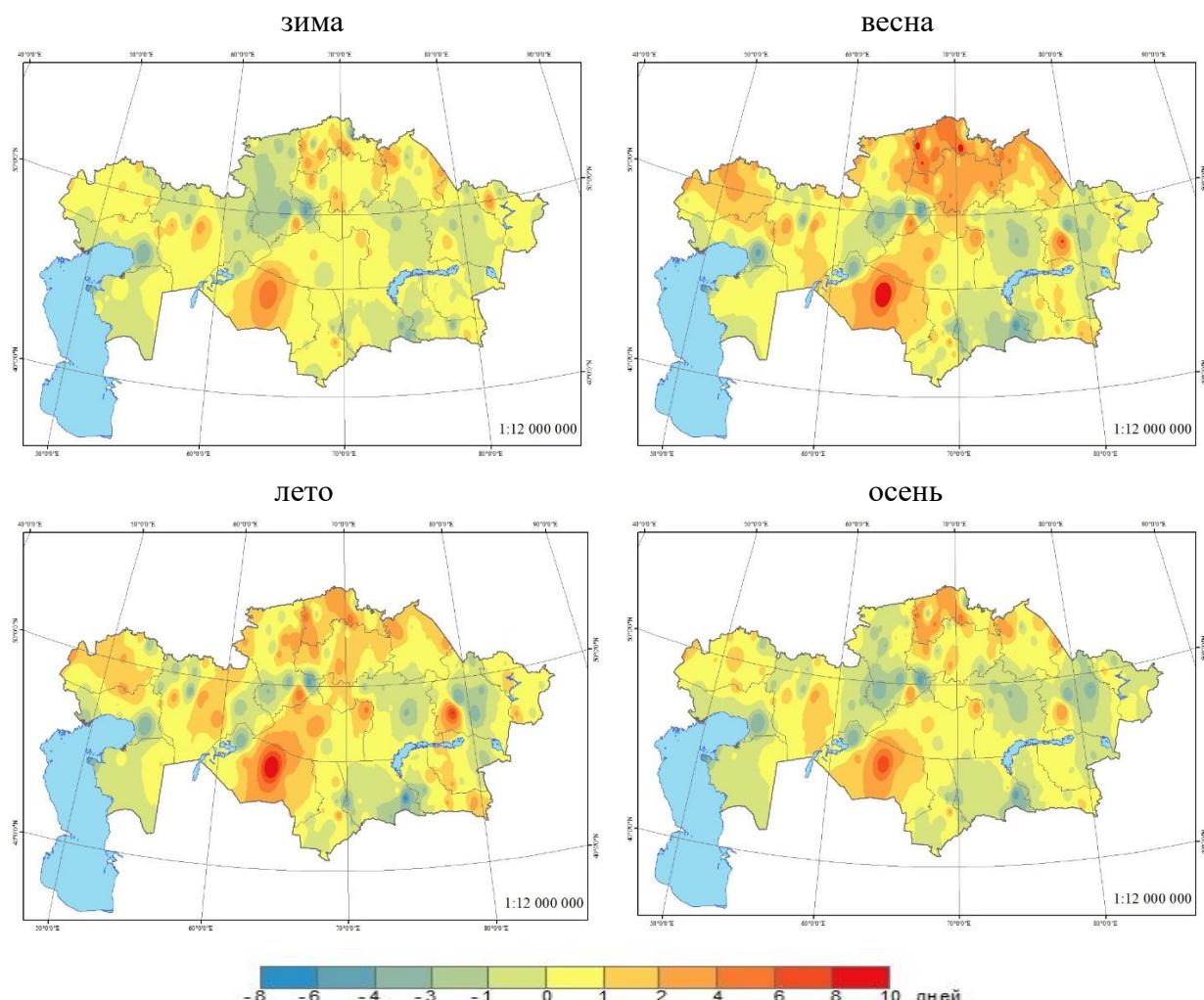


Рисунок 4.2 – Коэффициенты линейного тренда (день/10 лет) в рядах числа дней со скоростью больше 15 м/с 1979-2024 гг

В целом анализ многолетних линейных трендов числа дней с сильным ветром показал, что рост частоты сильных ветров наиболее характерен для метеостанции Жосалы Кызылординской области, где положительные значения тренда прослеживаются во все сезоны. В то же время устойчивое снижение числа дней с ветром более 15 м/с наблюдается на метеостанциях Аркалык Костанайской области, Шокпар Жамбылской области и Форт-Шевченко Мангистауской области.

Выявленные тенденции числа дней с ветром ≥ 15 м/с позволяют оценить риски экстремальных ветровых явлений, планировать энергосистемы, сельское хозяйство, строительство и меры по защите экосистем. Увеличение числа таких дней повышает вероятность негативного воздействия на население и инфраструктуру.

Для оценки пространственных различий и долговременных изменений ветрового режима были рассчитаны коэффициенты линейного тренда регионально усреднённых характеристик ветра по областям Казахстана за период 1979–2024 гг., значения которых приведены в таблице 4.1. Показатели представлены по сезонам года: зима, весна, лето, осень.

Анализ линейных трендов сезонных значений средней скорости ветра и числа дней со скоростью ветра более 15 м/с за период 1979-2024 гг. выявил значительную пространственную и сезонную неоднородность изменений ветрового режима на территории Казахстана.

Наиболее заметное увеличение ветровой активности наблюдается в Северо-Казахстанской области, где статистически значимое увеличение средней скорости ветра зафиксировано весной (+0.18 м/с/10 лет) и летом (+0.11 м/с/10 лет). Существенно возросло и количество дней с сильным ветром: зимой – на +4.37 дней/10 лет, осенью – на +2.45 дней/10 лет. Подобные тенденции частично прослеживаются и в Жамбылской области, где отмечены положительные тренды скорости ветра весной (+0.24 м/с/10 лет) и летом (+0.21 м/с/10 лет), при этом в зимний и осенний сезоны наблюдается снижение количества сильных ветреных дней.

Восточно-Казахстанская область, область Абай и Карагандинская область, характеризуются в целом слабыми и преимущественно статистически незначимыми трендами. Например, в Восточно-Казахстанской области значения трендов скорости ветра по сезонам колеблются в пределах ± 0.1 м/с/10 лет, не демонстрируя устойчивой направленности изменений. В области Абай также не выявлено выраженных тенденций, за исключением незначительного роста в летний период (+0.07 м/с/10 лет). В Карагандинской области положительные тренды скорости ветра наблюдаются весной и летом, однако их значения близки к порогу значимости.

Снижение ветровой активности преимущественно фиксируется в западных регионах страны, особенно зимой. Так, в Атырауской и Мангистауской областях зарегистрировано уменьшение средней скорости ветра до -0.21 м/с/10 лет, сопровождаемое также снижением

числа дней более 15 м/с. Отрицательные сезонные тренды, наблюдаются и в ряде северо-западных и центральных областей (Акмолинская, Актюбинская).

Для южных, и юго-восточных регионов (Алматинская, Туркестанская, Жетісуская области) характерны слабо выраженные, преимущественно незначимые тренды. Однако в Кызылординской области наблюдается рост числа дней со скоростью ветра более 15 м/с в весенне-летний период, что может указывать на локальное усиление ветровой активности.

Таким образом, полученные результаты указывают на наличие усиления ветрового режима в северных и отдельных южных регионах, прежде всего в тёплый сезон, при относительной стабильности на востоке и ослаблении ветров на западе страны. Выявленные тенденции важны для учёта в проектах ветроэнергетики, агрометеорологии, мониторинга пыльных бурь и оценки климатических рисков.

Таблица 4.1 – Оценки линейного тренда (жирный шрифт-статистически значимые на увеличение 5%-м уровне значимости) регионально осредненных характеристик ветра для областей Казахстана за 1979-2024 гг.: средней сезонной скорости ветра и числа дней со скоростью ветра больше 15 м/с.

№	Область	Средняя сезонная скорость ветра ((м/с) / 10 лет))				Число дней со скоростью ветра больше 15 м/с (дни/10 лет)			
		зима	весна	лето	осень	зима	весна	лето	осень
1	Северо-Казахстанская	-0,06	0,18	0,11	0,09	1,1	4,37	2,48	2,45
2	Акмолинская	-0,52	-0,41	-0,35	-0,42	-0,34	1,75	0,83	0,21
3	Костанайская	-0,31	-0,12	-0,08	-0,2	-1,26	0,69	0,7	-0,57
4	Павлодарская	-0,19	-0,04	-0,07	-0,09	0,54	2,19	1,25	0,98
5	Восточно-Казахстанская	-0,06	-0,06	-0,08	-0,08	-0,13	0,07	0,39	-0,17
6	Абай	-0,08	-0,04	-0,07	-0,07	-0,52	0,03	-0,19	-0,27
7	Карагандинская	-0,12	-0,11	-0,08	-0,1	-0,16	-0,13	0,07	-0,28
8	Ұлытау	0,12	0,04	0,13	0,13	0,93	1,63	1,75	1,08
9	Западно-Казахстанская	-0,04	0,1	0,08	0,05	0,14	1,51	0,85	0,58
10	Атырауская	-0,21	-0,19	-0,14	-0,17	-0,37	0,08	0,14	-0,19
11	Мангистауская	0,0	-0,02	0,02	0,0	-0,91	-0,71	-0,76	-1,23
12	Актюбинская	-0,17	-0,11	-0,07	-0,13	-0,32	0,68	0,58	0,33
13	Кызылординская	-0,13	-0,18	-0,14	-0,12	0,81	1,41	1,44	1,12
14	Туркестанская	-0,03	-0,05	-0,07	-0,06	0,2	0,43	0,26	0,01
15	Жамбылская	-0,17	-0,24	-0,21	-0,2	-0,41	-1,12	-1,03	-0,82
16	Алматинская	-0,04	-0,01	0,01	-0,02	-0,09	0,4	0,64	0,08
17	Жетісу	-0,13	-0,08	-0,03	-0,09	0,11	0,43	0,4	0,0

ПРИЛОЖЕНИЕ**МАКСИМАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ ВЕТРА, АНОМАЛИЯ СРЕДНЕЙ
СКОРОСТИ ВЕТРА ЗА 2024 ГОД**

№	Метеостанции	Максимальная скорость ветра, м/с	Аномалия средней скорости ветра, м/с
1 Северо-Казахстанская область			
1	Петропавловск	28	0,2
2	Возвышенка	20	0,2
4	Благовещенка	27	0,9
5	Сергеевка	21	1,6
6	Тайынша	33	0,8
7	Тимирязево	26	1,1
8	Кишенеколь	25	1,1
9	Чкалово	34	2,0
10	Саумалколь	24	-1,1
11	Рузаевка	27	-0,9
2 Акмолинская область			
12	Нур-Султан	22	1,5
13	Кокшетау	25	0,0
14	Щучинск	26	-0,3
15	Балкашино	24	-0,3
16	Акколь	24	-0,4
17	Жаксы	26	-0,1
18	Есиль	30	1,0
19	Атбасар	24	-0,5
20	Ерейментау	33	0,0
21	Жалтыр	30	0,1
22	Егиндыколь	29	0,7
23	Аршалы	29	0,4
24	Коргалжын	29	0,4
3 Костанайская область			
25	Пресногорьковка	22	0,1
26	Карабалык	21	-0,1
27	Михайловка	20	0,0
28	Сарыколь	20	0,2
29	Костанай	20	-0,6
30	Рудный	22	0,0
31	Карасу	28	0,3
32	Тобол	20	-0,2
33	Аршалинский з/свх	19	-0,1

№	Метеостанции	Максимальная скорость ветра, м/с	Аномалия средней скорости ветра, м/с
34	Күшмұрун	23	0,2
35	Джетыгара	24	-0,1
36	Железнодорожный сх	28	-0,6
37	Диевская	20	0,0
38	Караменды	26	-0,4
39	Аркалық	23	-0,7
40	Амангельды	18	0,2
41	Торгай	20	0,1
42	Еқидын	28	0,8

4 Павлодарская область

43	Михайловка	23	0,3
44	Федоровка	26	-0,4
45	Ертис	30	0,8
46	Лозовая	28	0,3
47	Голубовка	26	-0,3
48	Актогай	30	-0,5
49	Успенка	25	-0,2
50	Жолболды	29	1,1
51	Шарбакты	34	0,7
52	Красноармейка	24	-0,2
53	Павлодар	25	-0,2
54	Шалдай	27	0,6
55	Екибастуз	28	-1,1
56	Коктобе	27	-0,3
57	Баянауыл	31	-0,3

5 Область Абай

58	Семиярка	28	-0,4
59	Дмитриевка	20	0,7
60	Семипалатинск	20	-0,3
61	Шалабай	20	-0,1
62	Шар	20	0,7
63	Жалғызтобе	29	0,1
64	Кайнар	14	-0,4
65	Карауыл	28	-0,4
66	Кокпекты	20	-0,6
67	Баршатас	25	1,6
68	Аягоз	28	-0,7
69	Аксуат	24	0,2
70	Уржар	18	-0,5
71	Актогай	20	0,0

№	Метеостанции	Максимальная скорость ветра, м/с	Аномалия средней скорости ветра, м/с
72	Бакты	23	0,3
6 Восточно-Казахстанская область			
73	Шемонаиха	24	-0,1
74	Лениногорск	24	0,5
75	Усть-Каменгorsk	26	0,6
76	Селезневка	28	-0,1
77	Катон-Карагай	25	-0,1
78	Улькен Нарын	29	0,2
79	Самарка	24	0,4
80	Заповедник Маркаколь	20	-0,4
81	Куршим	28	-0,7
82	Теректы	18	-0,1
83	Тугыл	23	-0,3
84	Акжар	25	-0,6
85	Зайсан	23	-1,0
7 Карагандинская область			
86	Родниковское	34	0,6
87	Корнеевка	34	0,1
88	Кертинды	23	-1,0
89	Караганда	25	0,1
90	Бес-Оба	27	0,2
91	Жарык	28	0,4
92	Аксу-Аюлы	24	0,2
93	Акадыр	23	0,2
94	Актогай	17	0,2
95	Кзылтау	26	0,5
96	Бектауата	18	-0,1
97	Балкаш	23	-0,4
98	Сарышаган	26	0,1
8 Область Ұлытау			
99	Жана-Арка	28	1,2
100	Жетыконур	18	-0,1
101	Жезказган	22	-0,2
102	Кзылжар	27	1,0
9 Западно-Казахстанская область			
103	Январцево	22	0,7
104	Аксай	21	-1,3
105	Уральск	20	-0,5
106	Каменка	21	0,4
107	Чингирлау	26	0,6

№	Метеостанции	Максимальная скорость ветра, м/с	Аномалия средней скорости ветра, м/с
108	Джамбейты	22	-0,1
109	Чапаево	25	1,2
110	Каратобе	24	-0,3
111	Жалпактал	28	0,2
112	Джаныбек	24	0,2
113	Тайпак	25	0,7
114	Урда	22	-0,5

10 Атырауская область

115	Индерборский	25	0,2
116	Карабау	23	0,3
117	Сагиз	27	0,5
118	Новый Уштаган	14	-0,5
119	Махамбет	18	0,3
120	Атырау	24	0,4
121	Кульсары	22	-0,5
122	Пешной	18	0,8
123	Ганюшкино	25	-0,3

11 Мангистауская область

124	Сам	21	0,8
125	Бейнеу	19	0,3
126	Кызан	19	-0,1
127	Форт-Шевченко	20	-0,3
128	Тущибек	20	0,4
129	Актау	24	0,2

12 Актюбинская область

130	Мартук	25	0,5
131	Кос-Истек	28	0,1
132	Родниковка	30	-0,1
133	Комсомольское	28	-0,7
134	Актобе	29	0,1
135	Новоалексеевка	24	-0,2
136	Ильинский	27	-0,8
137	Карабутак	29	0,4
138	Темир	24	-0,04
139	Уил	28	-0,3
140	Эмба	21	-0,3
141	Караулкельды	25	-0,1
142	Иргиз	25	-0,2
143	Мугоджарская	24	0,2
144	Шалкар	22	-0,2

№	Метеостанции	Максимальная скорость ветра, м/с	Аномалия средней скорости ветра, м/с
145	Аяккум	20	0,9
13 Кызылординская область			
146	Аральское море	25	-0,1
147	Казалинск	23	0,9
148	Жосалы	28	0,6
149	Злиха	23	-1
150	Карак	20	0,3
151	Кызылорда	22	-0,4
152	Шиели	23	0,1
14 Туркестанская область			
153	Тасты	24	-0,9
154	Шолаккорган	20	-0,5
155	Ашысай	26	-0,02
156	Туркестан	23	-0,2
157	П.Ж.Қажахметов (Шаян)	21	-0,2
158	Кызылкум	20	-0,5
159	аул Турара Рыскулова	28	-0,7
160	Арыс	15	-0,8
161	Шуылдак	14	0,2
162	Шымкент	22	-0,2
163	Тасарык	18	0,6
164	Казыгурт	22	-0,5
165	Чардара	24	0,6
166	Жетысай	12	-0,4
15 Жамбылская область			
167	Чиганак	25	0,0
168	Мойынкум	28	-1,1
169	Хантау	26	0,5
170	Шокпар	36	-0,1
171	Үюк	28	0,2
172	Саудакент	26	-0,9
173	Толе би	19	0,3
174	Кордай	22	0,1
175	Каратай	29	0,1
176	Мерке	20	-0,3
177	Кулан	21	-0,1
178	Тараз	34	0,5
16 Область Жетісу			
179	Учарал	23	0,1
180	Алаколь	25	0,3

№	Метеостанции	Максимальная скорость ветра, м/с	Аномалия средней скорости ветра, м/с
181	Матай	23	1,0
182	Лепси	9	0,0
183	Сарканد	20	0,2
184	Уштобе	22	0,1
185	Талдыкорган	21	-0,6
186	Текели	16	0,1
187	Сарыозек	25	0,4
188	Жаркент	25	-0,9
189	Жаланашколь	40	-1,4

17 Алматинская область

190	Аул №4	14	-0,3
191	Куйган	23	-0,1
192	Баканас	25	0,6
193	Когалы	21	0,2
194	Айдарлы	20	-0,4
195	Капшагай	28	1,3
196	Шелек	24	0,6
197	Есик	28	1,1
198	Аксенгир	30	0,6
199	Кыргызсай	27	-0,7
200	Алматы (Камен.плато)	29	0,3
201	Алматы, ОГМС	15	-0,1
202	Узунагач	28	-0,4
203	Жаланаш	15	-0,7
204	Озеро Улькен Алматы	15	-0,6
205	Кеген	20	1,0
206	Мынжилки	17	-0,2
207	Нарынкол	17	0,0

Бюллетень составлен в управлении метеорологических исследований и расчетов

Научно-исследовательского центра РГП "Казгидромет"

Адрес: 010000, Астана, пр. Мәңгілік Ел 11/1

Тел.: +7 (7172) 79-83-03

e-mail: info@meteo.kz

При использовании материалов бюллетеня обязательна ссылка на РГП «Казгидромет»