



Федеральная служба
по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды
(РОСГИДРОМЕТ)

ДОКЛАД

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ КЛИМАТА
НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЗА 2025 ГОД



Москва
2026

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И
МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(РОСГИДРОМЕТ)

ДОКЛАД
ОБ ОСОБЕННОСТЯХ КЛИМАТА
НА ТЕРРИТОРИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЗА 2025 ГОД

Москва, 2026 г.

УДК 551.5
ББК 26.2
Д 63

**Д 63 Доклад об особенностях климата на территории
Российской Федерации за 2025 год. – Москва, 2026. –
129 стр.**

ISBN 978-5-906099-58-7

В Докладе представлены результаты мониторинга климата Российской Федерации за 2025 год, выполняемого НИУ Росгидромета на регулярной основе. Приводятся данные о наблюдавшихся в 2025 году аномалиях различных климатических переменных, об агроклиматических условиях и опасных гидрометеорологических явлениях года, а также о тенденциях современных изменений климата на территории России, в Северной полярной области и над Северным полушарием (температура свободной атмосферы). Доклад является официальным изданием Росгидромета.

УДК 551.5
ББК 26.2

© Росгидромет, 2025

RUSSIAN FEDERAL SERVICE FOR HYDROMETEOROLOGY
AND ENVIRONMENTAL MONITORING
(ROSHYDROMET)

A REPORT
ON CLIMATE FEATURES
ON THE TERRITORY
OF THE RUSSIAN FEDERATION
IN 2025

Moscow, 2026

Настоящий ДОКЛАД подготовлен коллективом НИУ Росгидромета:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля» (ФГБУ «ИГКЭ», головной)

Э.Я. Ранькова, А.В. Елисеев,
Т.В. Платова, О.Ф. Самохина,
У.И. Антипина, В.Д. Смирнов,
К.С. Свистунова, Д.С. Котова,
А.А. Алейников, Е.Н. Козлова,

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт» (ФГБУ «АНИИ»)

Г.В. Алексеев, Н.И. Глок,
Н.Е. Харланенкова, В.М.
Смоляницкий

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных» (ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»)

Т.В. Дементьева, С.Г. Давлетшин,
Н.Н. Коршунова, А.Ф. Финаев,
А.С. Лавров, А.М. Стерин,
А.В. Хохлова, А.Б. Шерстюков,
Н.М. Аржанова, Р.В. Володин,
М.С. Бурова

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной метеорологии» (ФГБУ «ВНИИСХМ»)

А.Д. Клещенко,
А.А. Карачёнок, В.Н. Павлова

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный гидрологический институт» (ФГБУ «ГГИ»)

О.А. Анисимов, И.И. Борзенкова,
А.А. Ершова, Е.Л. Жильцова,
К.О. Шаповалова,
Ж.А. Балонишника

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова» (ФГБУ «ГГО»)

В.А. Задворных, В.М. Ивахов,
Н.Н. Парамонова, В.И. Привалов,
В.В. Стадник, Е.И. Хлебникова

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации» (ФГБУ «Гидрометцентр России»)

Н.С. Сидоренков, А.Д. Голубев,
Ю.А. Симонов, В.А. Акилина,
В.М. Колий

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральная аэрологическая обсерватория» (ФГБУ «ЦАО»)

Н.С. Иванова, Ю.Н. Потанин

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Высокогорный геофизический институт» (ФГБУ «ВГИ»)

Б.А. Ашабоков, Л.А. Кешева,
А.А. Ташилова, Н.В. Теунова,
М.Д. Докукин

Федеральное государственное бюджетное
учреждение «Научно-производственное
объединение «Тайфун» (ФГБУ НПО «Тайфун»)

Е.Л. Баранова, В.Н. Вишератин,
В.П. Устинов, В.А. Коршунов, А.Ф.
Нерушев,

Федеральная служба по гидрометеорологии и
мониторингу окружающей среды (Росгидромет)

Т.Р. Жемчугова

с участием и при координации Управления государственной наблюдательной сети
и научных исследований (УГСН) Росгидромета.

СОДЕРЖАНИЕ
TABLE OF CONTENTS

Стр.

ВВЕДЕНИЕ	9
INTRODUCTION	
1. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА	12
SURFACE AIR TEMPERATURE	
2. АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ	21
PRECIPITATION	
3. СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ ЗИМОЙ 2024/2025 гг.	29
SNOWCOVER IN WINTER 2024/2025	
4. ЗАМЕРЗАНИЕ И ВСКРЫТИЕ РЕК	36
RIVER FREEZE-UP AND SPRING BREAK	
5. ГОЛОЛЕДНО-ИЗМОРОЗЕВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ	38
GLAZE-ICE AND RIME DEPOSITION	
6. СЕВЕРНАЯ ПОЛЯРНАЯ ОБЛАСТЬ	43
NORTH POLAR REGION	
7. ВЕЧНАЯ МЕРЗЛОТА	47
PERMAFROST	
8. АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	51
CLIMATIC AGRICULTURE CONDITIONS	
9. ОПАСНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ	57
DANGEROUS HYDROMETEOROLOGICAL EVENTS	
10. СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ.....	60
SOLAR RADIATION	
11. ИЗМЕНЕНИЯ ГРАНИЦ ЛЕДНИКОВ (ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА И ЦЕНТРАЛЬНОГО АЛТАЯ).....	65
CHANGES IN THE BOUNDARIES OF GLACIERS (CENTRAL CAUCASUS AND CENTRAL ALTAI)	
12. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ СОЛНЕЧНОГО СИЯНИЯ.....	69
SUNSHINE DURATION	
13. ТЕМПЕРАТУРА В СВОБОДНОЙ АТМОСФЕРЕ.....	78
TEMPERATURE IN FREE ATMOSPHERE	
14. РЕЖИМ ПРИЗЕМНОГО ВЕТРА.....	84
WIND	
15. ВЕТЕР В СВОБОДНОЙ АТМОСФЕРЕ	88
WIND IN FREE ATMOSPHERE	
16. ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ И КОРОТКО ЖИВУЩИЕ КЛИМАТИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА.....	93
GREENHOUSE GASES AND SHORT-LIVED CLIMATE ACTIVE SUBSTANCES	
17. ТЕМПЕРАТУРА ПОЧВЫ	99
SOIL TEMPERATURE	
18. ОЗОНОВЫЙ СЛОЙ	102
OZONE LAYER	
19. СТРАТОСФЕРНЫЙ АЭРОЗОЛЬ.....	105
STRATOSPHERIC AEROSOL	
20. ОБЛАЧНОСТЬ	108
CLOUDY	
ВЫВОДЫ	118
CONCLUSIONS	
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ.....	129
LIST OF ABBREVIATIONS	

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО



Одной из важнейших проблем, стоящих перед человечеством, является глобальное потепление, вызванное растущими выбросами в атмосферу парниковых газов при сжигании углеводородного топлива. Концентрации всех основных долгоживущих парниковых газов в атмосфере продолжают расти: по данным станции Териберка среднегодовая концентрация углекислого газа в 2025 году достигла 430,0 млн⁻¹ (426,2 млн⁻¹ в 2024 году), а метана 2036,1 млрд⁻¹ (2032,4 млрд⁻¹ в 2024 году). Снизившийся в период 2022-2023 гг. прирост за год концентрации CO₂ стал вновь выше средне глобального значения, составив 3,0 против 2,4 млн⁻¹/год и 3,6 против 2,6 млн⁻¹/год для 2024 и 2025 гг.

Результаты мониторинга климата, ведущегося в Росгидромете и крупнейших зарубежных климатических центрах, подтверждают, что «современное глобальное потепление», активная фаза которого началась в середине 70-х годов прошлого столетия, продолжается в настоящее время и проявляется почти повсеместно. Каждое десятилетие было теплее предыдущего, а три последних года – самые теплые в истории наблюдений. При этом на территории России теплеет в 2,5 раза быстрее, чем на Земном шаре в целом (+0,51°C/10 лет против +0,20°C/10 лет).

По заявлению ВМО в течение 5 лет климатический кризис будет набирать обороты, а глобальная температура будет сохраняться на «рекордном или близком к рекордному» уровне (2025 год по разным данным был вторым или третьим самым теплым за всю историю метеорологических наблюдений). На территории России 2025 год был вторым самым теплым годом после рекордного 2020 года.

Крупномасштабные летние волны жары можно считать наиболее значительной климатически обусловленной угрозой экономике России. Повышение температуры приведет к дефициту водных ресурсов, особенно в областях, где эти ресурсы исходно ограничены. Это может повлечь высокий риск засухи в основных зернопроизводящих регионах. Повышение температуры вызывает деградацию мерзлоты, ускоренное таяние ледников с ростом опасности наводнений, а также лавин в горных районах.

«Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации в 2025 году» является авторитетным источником информации о состоянии и тенденциях изменения климата на территории России. Это официальное издание, обобщающее результаты текущих климатических исследований и оперативного климатического мониторинга, проводимых НИУ Росгидромета, на основе данных Государственной наблюдательной сети, осуществляющей гидрометеорологические наблюдения на территории страны и являющейся основой мониторинга климата Российской Федерации.

Информация, представленная в Докладе, будет полезна широкому кругу пользователей: центральным и региональным органам власти, научным организациям, лицам, принимающим решения в секторах народного хозяйства, бизнесе, и безусловно при разработке мер по адаптации к изменению климата и смягчению их неблагоприятных последствий, при выработке и реализации единой государственной политики в области климата.

Руководитель Росгидромета

И.А. Шумаков

ВВЕДЕНИЕ

Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации является официальным изданием Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и выпускается ежегодно.

В настоящем Докладе приводится информация о состоянии климата на территории Российской Федерации и ее регионов в 2025 году. В частности, приводятся данные о климатических аномалиях температуры и осадков, об особенностях режима солнечной радиации и продолжительности солнечного сияния, агроклиматических условиях, о состоянии снежного покрова, о сроках вскрытия и замерзания рек, об экстремальных погодных и климатических явлениях, изменениях границ ледников, температуры почвы, облачности. Представлены данные о современном состоянии вечной мерзлоты и озонового слоя, стратосферного аэрозоля, о тенденциях изменения содержания в атмосфере двуокиси углерода, метана и короткоживущих климатически активных веществ. Рассмотрены особенности климатических условий в северной полярной области и Северном Ледовитом океане. Данные приводятся для различных масштабов временного и пространственного осреднения (в целом за год и по сезонам) поля локальных значений и их региональные обобщения.

Для характеристики климатических изменений в Докладе приводятся временные ряды климатических переменных (температура приземного воздуха, атмосферные осадки, высота снежного покрова, протяженность морского льда и др.) за достаточно длительный период времени (как правило, несколько десятилетий), заканчивающийся в 2025 году. Временные ряды приводятся в основном для средних годовых и сезонных аномалий рассматриваемых величин, осредненных по всей территории России и по территории избранных физико-географических регионов: рисунок 1, федеральных округов (ФО): рисунок 2, квази-однородных климатических регионов: рисунки 3, 4.



Рисунок 1 – Физико-географические регионы России (используются в разделах: «Температура воздуха», «Атмосферные осадки»).

Все оценки, приведенные в Докладе, получены с использованием данных гидрометеорологических наблюдений на станциях государственной наблюдательной сети Росгидромета (ссылки в соответствующих разделах Доклада). А в соответствующих разделах Доклада. А в соответствующих значениях от «нормы», за которую отклонений (в большинстве случаев в качестве базисных характеристиках это было по тем или периодов специально ных характеристиках аномалий используют еления (вероятности непревышения, проце порядковые номера в упорядоченном ря тистик специально оговариваются в кажд



Рисунок 2 – Федеральные округа Российской Федерации.



Рисунок 3 – Квази-однородные климатические регионы (используются в разделах: «Снежный покров», «Продолжительность солнечного сияния», «Режим приземного ветра», «Облачность»): I – Север ЕЧР и Западной Сибири, II – Северная часть Восточной Сибири и Якутии, III – Чукотка и север Камчатки, IV – Центр ЕЧР, V – Центр и юг Западной Сибири, VI – Центр и юг Восточной Сибири, VII – Дальний Восток, VIII – Алтай и Саяны, IX – Юг ЕЧР.

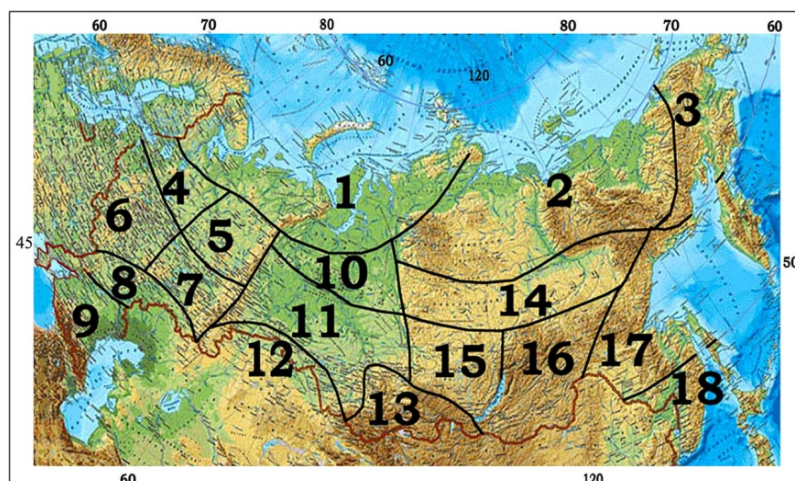


Рисунок 4 – Квази-однородные климатические регионы (используется в разделе «Гололедно-изморозевые отложения на территории России»): 1, 2, и 3— атлантическая, сибирская и тихоокеанская Арктика, соответственно; 4, 5, 6, 7, и 8— северо-запад, северо-восток, юго-запад, юго-восток и степная часть Восточно-Европейской равнины, соответственно; 9— степи и предгорье Северного Кавказа; 10 и 11— северная и южная части лесной зоны Западной Сибири, 12—степная зона Западной Сибири, 13—Алтайские и Саянские горы и предгорье, 14, 15, и 16—Восточная Сибирь: центральная часть, бассейн Ангары и Забайкалье, соответственно, 17 и 18—Дальний Восток между 50°N и 60°N и южнее 50°N, соответственно.

Доклады за предыдущие годы представлены на Интернет-сайте Росгидромета <http://www.meteorf.ru> и ФГБУ «ИГКЭ»: <http://climatechange.igce.ru>. Дополнительная информация о состоянии климата на территории России и бюллетени оперативного мониторинга климата регулярно размещаются на веб-сайтах НИУ Росгидромета: ФГБУ «ИГКЭ» (<http://www.igce.ru/climatechange/>), ФГБУ «ААНИИ» (<http://www.aari.ru/main.php>), ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» (<http://www.meteo.ru/climate>), ФГБУ «ВНИИСХМ» (<http://www.agromet.ru>), ФГБУ «Гидрометцентр России» (<http://meteoinfo.ru>), ФГБУ «ГГО» (<http://voeikovmgo.ru>), ФГБУ «ГГИ» (<http://www.permafrost.su>), ФГБУ «ЦАО» (<http://www.cao-rhms.ru>), и Североевразийского климатического центра (СЕАКЦ: <http://seakc.meteoinfo.ru>).

1. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА

Данные. В разделе использованы данные о температуре приземного воздуха месячного разрешения на сети 702 метеорологических станций России, стран СНГ и Балтии (<http://www.igce.ru/climatechange>, архив Т3288), из которых 577 станций расположены на территории России. Приводятся оценки показателей аномальности текущего состояния и изменений климата в точках расположения станций и региональные обобщения для России и регионов (рисунки 1-4 Введения) для календарных сезонов и года (январь-декабрь); месячные аномалии анализируются для детализации. Более подробная информация, включая данные для всех месяцев, доступна в сезонных бюллетенях на сайте <http://www.igce.ru/climatechange>. Осреднение станционных аномалий по площади выполняется с весами, учитывающими неравномерную плотность сети (обратно пропорциональными плотности в окрестности станции). Выделены станции с экстремальными значениями температуры: ниже 5-го перцентиля (отрицательные экстремумы) и выше 95-го перцентиля (положительные экстремумы); ниже будем ссылаться на них как на 5%-е и 95%-е экстремумы. Перцентили для каждой станции рассчитаны по ряду 1936-2025 гг. Ранги приведены для ряда 1936-2025 гг.

Особенности температурного режима в 2025 г.

Оценки получены по данным станционных сводок КЛИМАТ и СИНОП, своевременно

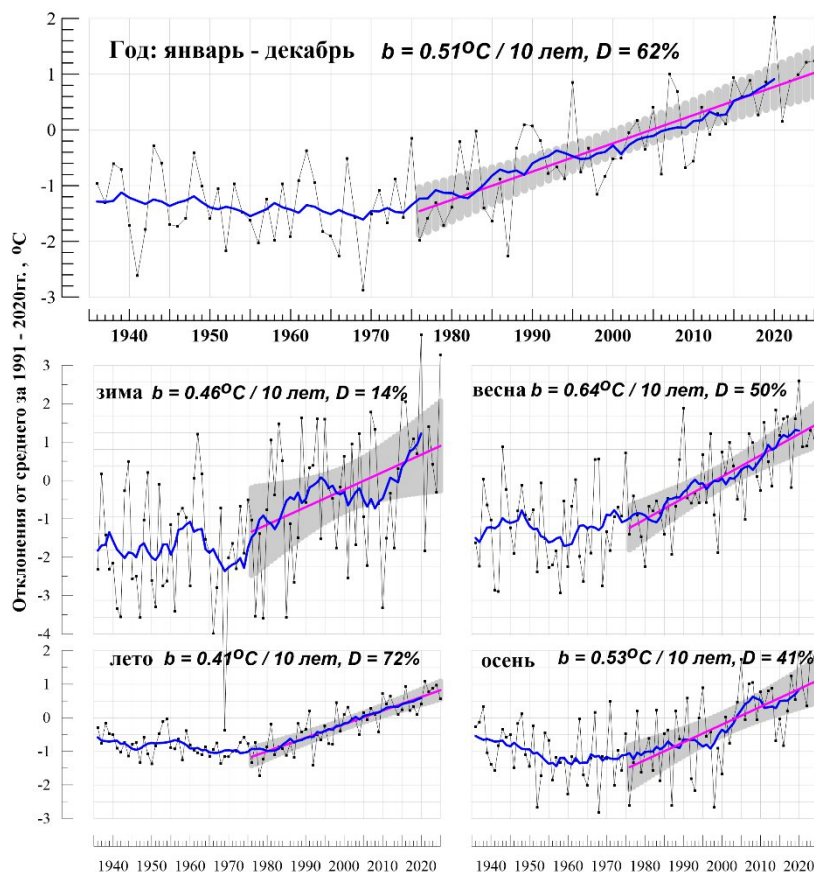


Рисунок 1.1 – Средние годовые (вверху) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха (°C), осредненные по территории России, 1936-2025 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1991-2020 гг. Показаны также 11-летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976-2025 гг. с 95%-й доверительной полосой, b – коэффициент тренда (°C/10 лет), D (%) – вклад тренда в суммарную дисперсию

поступивших по каналам связи. Ряды годовых и сезонных аномалий температуры по территории России приведены на рисунке 1.1, а карты – на рисунке 1.2.

В 2025 г. на территории России, ЕЧР, АЧР средние годовые температуры были на 1,24°C, 1,87°C, 1,00°C выше нормы — вторая, первая, пятая величины, а осредненные по всем регионам и федеральным округам (кроме Средней и Восточной Сибири, ДФО) аномалии температуры среди пяти самых крупных в соответствующих рядах. К особенностям 2025 года можно отнести очень теплую зиму всюду в РФ (+3,28°C – ранг 2), очень теплую весну в центре и на юге страны (в среднем по РФ аномалия температуры составила +1,43°C – ранг 5), очень теплое лето на западе АЧР,

а также на Камчатке и в Приморье (в среднем по АЧР аномалия температуры составила

+0,66°C - ранг 5), очень теплую осень в ЕЧР (среднем по ЕЧР аномалия температуры составила +2,40°C – ранг 2).

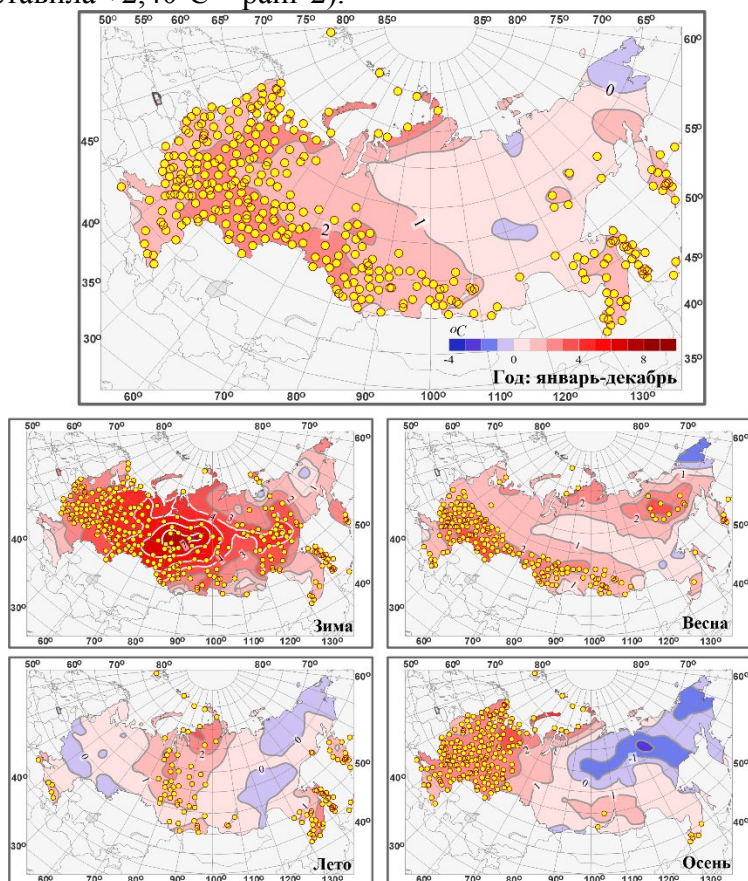


Рисунок 1.2 – Аномалии средней годовой и сезонных температур приземного воздуха на территории России в 2025 г. (отклонения от средних за 1991-2020 гг.) с указанием локализации 95%-х экстремумов (желтые кружки)

Зимой 2024/25 гг.

Осредненные по территории РФ, ЕЧР, АЧР сезонные аномалии: +3,28°C, +3,21°C, +3,31°C – вторая, вторая и рекордная величины в соответствующих рядах. 95%-е экстремумы наблюдались всюду, кроме юга ЕЧР и северо-востока страны.

Декабрь 2024 г.

Температуры выше климатической нормы преобладали. Осредненные по территории России и АЧР аномалии температуры: +4,22°C и +4,71°C – максимальная и вторая величины в рядах с 1936 г. 95%-е экстремумы наблюдались на востоке ЕЧР, в Западной Сибири (+6,17°C - ранг 1), Средней Сибири (+6,07°C – ранг 3-4), на большей части ДФО (+3,86°C – ранг 2).

Температуры ниже

климатической нормы наблюдались только на западе Кольского полуострова, в Западном Саяне, в низовьях Амура и в Приморье.

Январь. Осредненные по территории России, ЕЧР и АЧР аномалии температуры: +3,67°C, +5,24°C и +3,08°C – третьи величины в соответствующих рядах. Особенно тепло (95%-е экстремумы на станциях) всюду на ЕЧР, в центре и на юге АЧР. На ЕЧР под влиянием атлантических циклонов в большинстве районов неоднократно фиксировались новые суточные рекорды максимальной температуры воздуха. Среднедекадные температуры воздуха превышали норму на 4-8°C. В течение всего января в Рязке наблюдалось превышение температурной нормы, 30 января зафиксирована максимальная температура воздуха за месяц – +5,2°C. Наблюдались четыре мощные волны тепла: в начале и конце первой декады, в конце второй и третьей декады. На метеорологической станции Рязкск установлен новый рекорд, среднемесячная температура воздуха составила -0,4°C (среднемесячная аномалия +7,2°C - максимальная на территории ЦФО), предыдущий принадлежит 2020 году с среднемесячной температурой -1,0°C (рисунок 1.3).

В центре АЧР регистрировались новые температурные рекорды. Максимальная аномалия замечена на метеорологической станции Ванжиль-Кынак – +9,2°C. На протяжении всего месяца наблюдалось превышение температурной нормы, только в третьей декаде месяца температура снизилась. В начале второй декады был превышен абсолютный максимум температуры. Январь 2025 года стал вторым самым теплым на метеостанции за весь период наблюдений (с 1948 года), среднемесячная температура воздуха составила -13,2°C, при климатической норме -22,0°C.

Температуры ниже климатической нормы наблюдались на прибрежных территориях от полуострова Таймыр до дельты реки Яны, а также на большей части Восточной Сибири.

Февраль. Осредненная в целом по России аномалия температуры составила $+1,95^{\circ}\text{C}$ (ранг 10). Температуры выше климатической нормы преобладали. 95%-е экстремумы наблюдались на Кольском п-ове, на юге Западной Сибири, в центре Якутии, в Приамурье и Приморье ($2,54^{\circ}\text{C}$ – ранг 4). Температуры ниже климатической нормы наблюдались на юге ЕЧР, в районе Байкала, на востоке Якутии.

Весной 2025 года осредненные аномалии по РФ и по ЕЧР составили $1,43^{\circ}\text{C}$ и $1,95^{\circ}\text{C}$ – пятая и третья величины в соответствующих рядах. Температуры выше климатической нормы наблюдались всюду (кроме Чукотки). 95%-е экстремумы наблюдались в центре и на юге ЕЧР, на юге АЧР, на востоке Якутии. Температуры ниже климатической нормы наблюдались на Чукотке.

В марте осредненная аномалия температуры в целом по РФ $1,54^{\circ}\text{C}$ (ранг 14), а по ЕЧР – $+4,08^{\circ}\text{C}$ (ранг 2, всюду наблюдались 95%-е экстремумы). В АЧР температуры выше климатической нормы на западе, ниже климатической нормы – на востоке.

Апрель. Осредненная по РФ аномалия температуры $+2,10^{\circ}\text{C}$ (ранг 3), а по АЧР – $+2,39^{\circ}\text{C}$ (ранг 5). 95%-е экстремумы сложились на юго-востоке ЕЧР, на юге и востоке АЧР (особенно в ДФО ($+2,98^{\circ}\text{C}$ – ранг 1). Небольшие области с отрицательными аномалиями температуры наблюдались на Кольском полуострове, в Крыму, на востоке СЗФО, в центре Красноярского края и на Чукотке (аномалии температуры до -1°C).

Май. Осредненная по РФ аномалия температуры составила $+0,65^{\circ}\text{C}$ (ранг 9). На большей части территории температура была выше климатической нормы. Очень теплые условия (95%-е экстремумы тепла) сложились на севере азиатской части России (от Обской губы до Камчатки и Сахалина). Температура ниже климатической нормы (но без экстремумов холода) наблюдалась на западе ЕЧР, в нижнем течении рек Обь и Енисей, на Чукотке, в дельте реки Амур (аномалии до $-2,1^{\circ}\text{C}$).

Летом осредненная по РФ аномалия температура составила $+0,56^{\circ}\text{C}$ (ранг 8), а по АЧР $+0,66^{\circ}\text{C}$ (ранг 5). Температуры выше климатической нормы преобладали. 95%-е экстремумы отмечались всюду в СФО ($0,94^{\circ}\text{C}$ – ранг 4), в Приамурье и Приморье ($1,26^{\circ}\text{C}$ – ранг 2), на Камчатке, в предгорьях Кавказа. Температуры ниже нормы наблюдались в центре ЕЧР (осредненная по ЦФО аномалия температуры $-0,09^{\circ}\text{C}$) и в ряде районов ДФО (на юге и востоке Якутии, в Чукотском АО).

Июнь. Осредненная по РФ аномалия температуры составила $+0,55^{\circ}\text{C}$ (ранг 10), а по АЧР $+0,92^{\circ}\text{C}$ (ранг 3). Очень теплые условия (с 95%-ми экстремумами на станциях)

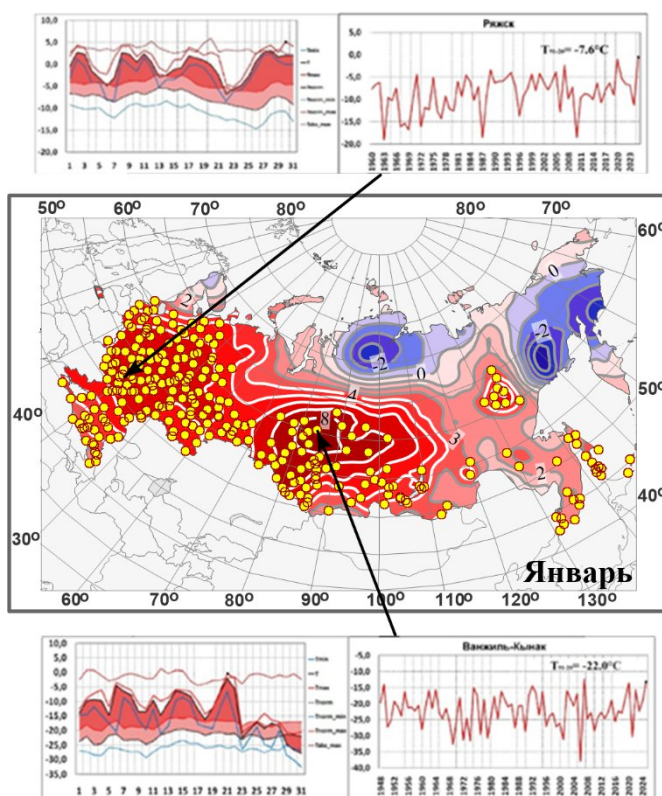


Рисунок 1.3 – Аномалии температуры воздуха в январе 2025 г. На врезках ряды среднемесячной январской температуры воздуха и среднесуточной температуры воздуха в январе 2025 года: на метеостанциях Рязск и Ванжиль-Кынак в очагах максимальных температурных аномалий

сложились на юге СФО (+1,81°C – ранг 5), в Приамурье и Приморье (1,77°C – ранг 4), на Камчатке. Температура ниже климатической нормы (без экстремумов холода) наблюдалась на большей части ЕЧР (-0,40°C) и на севере АЧР, восточнее полуострова Таймыр.

Июль. Осредненная по РФ аномалия температуры составила +0,32°C (ранг 14-15). Наиболее теплые условия (95%-е экстремумы на станциях) сложились на западе и юге ЕЧР (особенно в СКФО: +1,91°C, ранг 4,) в Приморье и на Сахалине; а также (но без экстремумов тепла) на севере азиатской части (от Обской губы до Камчатки). Температура ниже климатической нормы (без экстремумов холода) наблюдалась, на востоке ЕЧР, на западе и юге АЧР, на юге Чукотского АО.

Август. Осредненная по РФ аномалии температуры составила +0,82°C (ранг 8), а по АЧР +0,81°C (ранг 3). Температуры выше климатической нормы наблюдались на большей части страны. Очень тепло (95%-е экстремумы на станциях) наблюдалось на севере ЕЧР, в центре и на севере Западной и Средней Сибири (выделяется УФО с аномалией +2,44°C - ранг 5), в Приморье, на Сахалине, на Камчатке.

Таблица 1.1 – Средние годовые (январь-декабрь) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха для физико-географических регионов и федеральных округов России в 2025 г. νT – отклонения от средних за 1991-2020 гг.; s – среднее квадратическое отклонение за 1991-2020 гг. Красной заливкой выделены значения, попавшие в число трех наибольших (ранг 1, 2 или 3), розовой – имеющие ранг 4 или 5.

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	νT , °C	s , °C	νT , °C	s , °C	νT , °C	s , °C	νT , °C	s , °C	νT , °C	s , °C
Россия	1,24	0,75	3,28	1,62	1,43	1,17	0,56	0,51	0,85	1,12
Физико-географические регионы										
ЕЧР	1,87	0,77	3,21	2,07	1,95	1,08	0,31	1,00	2,40	1,31
АЧР	1,00	0,80	3,31	1,65	1,23	1,24	0,66	0,48	0,27	1,15
Западная Сибирь	1,78	1,05	5,15	2,77	1,65	1,93	1,17	0,96	1,13	1,60
Средняя Сибирь	0,70	1,09	4,11	2,57	1,17	1,69	0,50	0,67	0,10	1,53
Прибайкалье и Забайкалье	0,96	0,75	2,28	1,97	1,27	1,31	0,45	0,62	0,91	1,13
Приамурье и Приморье	0,95	0,51	1,73	1,37	0,55	1,10	1,26	0,62	0,45	0,94
Восточная Сибирь	0,63	0,88	2,16	1,41	1,23	1,45	0,15	0,60	-0,79	1,37
Федеральные округа РФ										
Северо-Западный	1,89	0,98	3,61	2,59	1,55	1,45	0,49	0,81	2,57	1,60
Центральный	1,85	0,80	3,13	2,22	2,11	1,06	-0,09	1,13	2,21	1,44
Приволжский	2,17	0,80	3,85	2,40	2,67	1,35	0,10	1,16	2,54	1,41
Южный	1,49	0,89	1,53	1,82	1,74	1,02	0,50	1,23	2,16	1,38
Северо-Кавказский	1,23	0,83	0,68	1,46	1,38	0,96	1,08	1,05	1,63	1,26
Уральский	1,76	1,22	5,47	2,95	1,5	2,15	1,26	1,13	1,58	1,83
Сибирский	1,37	1,00	4,26	2,73	1,52	1,62	0,94	0,63	0,52	1,48
Дальневосточный	0,65	0,71	2,34	1,14	1,04	1,26	0,36	0,51	-0,15	1,03

Осень. Осредненная по РФ аномалия температуры составила +0,85°C (ранг 11), а по ЕЧР - +2,40°C (вторая величина в ряду после рекордной осени 2024 г. (+2,43°C)). Температуры ниже климатической нормы наблюдались лишь на севере АЧР (восточнее нижнего и среднего течения Енисея).

Сентябрь. Осредненная по РФ аномалия температуры +1,20°C (ранг 5), а по АЧР +1,09°C (ранг 3). Наиболее теплые условия (с локальными 5%-ми экстремумами тепла) сложились на севере ЕЧР (в СЗФО аномалия температуры +2,62°C - ранг 3) и юге АЧР. Температура ниже климатической нормы (в основном, без экстремумов холода) наблюдалась от дельты реки Енисей до течения реки Яна.

Октябрь. Осредненная по РФ аномалия температуры -0,38°C – величина в четвертом десятке. Температуры выше климатической нормы наблюдались всюду на ЕЧР (1,56°C – ранг 11 в ряду с 1936 г.), а также на севере АЧР до побережья Восточно-

Сибирского моря. Большая область с температурой ниже климатической нормы (с 5%-ми экстремумами) наблюдалась на юге АЧР.

Ноябрь. Осредненная по территории России аномалия $+1,72^{\circ}\text{C}$ (ранг 15), а по ЕЧР - $+4,15^{\circ}\text{C}$ – вторая величина после рекордно теплого ноября 2013 г. ($+4,24^{\circ}\text{C}$). Очень теплые условия наблюдались практически всюду в ЕЧР и на юге АЧР. Осредненные аномалии температуры по всем федеральным округам европейской части страны (кроме СЗФО) – среди трех самых крупных.

В центре и на юге ЕЧР на протяжении месяца преобладал антициклон, только в конце периода в центральных регионах погоду начал определять циклон. Мощный очаг тепла сформировался на юго-западе ПФО, в ЮФО и СКФО, здесь аномалии среднемесячной температуры превышали норму на $4\text{--}6^{\circ}\text{C}$. Максимальная аномалия зафиксирована на метеорологической станции Октябрьский Городок, среднесуточная температура воздуха в течение всего месяца на $2\text{--}8^{\circ}\text{C}$ превышала климатическую норму. На протяжении месяца наблюдалось пять волн тепла, 18 ноября зафиксирован новый абсолютный максимум этого дня – $+12,7^{\circ}\text{C}$. Среднемесячная температура в ноябре 2025 года стала рекордной за период наблюдений на станции, она составила $+4,5^{\circ}\text{C}$, предыдущий рекорд принадлежал 2010 году. (рисунок 1.5)

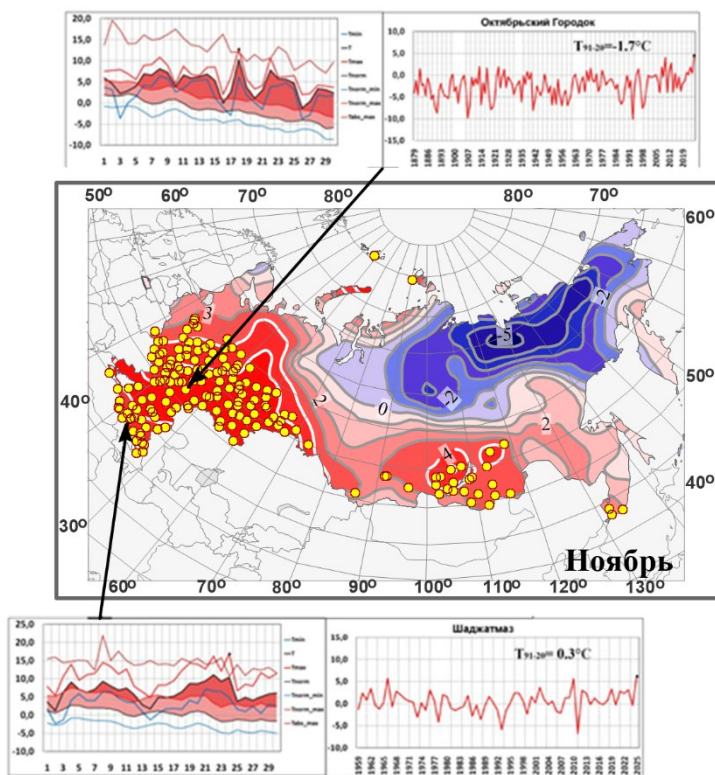


Рисунок 1.5 – Аномалии температуры воздуха в ноябре 2025 г. На врезках ряды среднемесячной ноябрьской температуры воздуха и среднесуточной температуры воздуха в ноябре 2025 года: на метеостанции Хатанга в очаге максимальных температурных аномалий, на метеостанциях Октябрьский Городок и Шаджатмаз в очагах максимальных температурных аномалий

Аномально теплая погода наблюдалась и в Северо-Кавказском ФО. На всей территории ФО аномалия температуры воздуха составляла $+2\text{...}+6^{\circ}\text{C}$. На метеорологической станции Шаджатмаз аномалии среднесуточной составили $4\text{--}11^{\circ}\text{C}$. Ноябрь стал самым теплым с 2010 года, среднемесячная температура превысила норму на $6,1^{\circ}\text{C}$. Наблюдались две волны тепла в конце первой и второй декады, 24 ноября зафиксирован новый абсолютный максимум этого дня – $+6,4^{\circ}\text{C}$.

Большая область с температурой ниже климатической нормы наблюдалась на севере АЧР от полуострова Таймыр на восток до Тихого океана.

В декабре 2025 года составила, в целом по России, $+0,71^{\circ}\text{C}$ (ранг 29). Как уже отмечалось выше, обширная область отрицательных аномалий наблюдалась от течения реки Северная Двина (на западе) до течения реки Яна и устья реки Амур (на востоке). Максимальное отрицательное значение аномалии зафиксировано на территории Красноярского края. Продолжительные и мощные волны холода отмечались в районе Норильска. В течение всего месяца на метеорологической станции Норильск отмечались отрицательные аномалии среднесуточной температуры воздуха, исключением стали первые дни месяца, а также вторая половина третьей декады месяца. Колебания температур

обусловлены постоянной сменой барических образований. Минимальная температура воздуха отмечалась 21 декабря. Несмотря на новые абсолютные максимумы температуры воздуха в последние дни месяца, декабрь 2025 года для метеорологической станции Норильск стал четвертым самым холодным с 1961 года.

Области с многочисленными локальными 5%-ми экстремумами тепла – это ЕЧР (кроме северо-востока) и юг Сибири (до озера Байкал), и, северо-восток страны. Температурный фон на территории Дальневосточного региона оказался аномально теплым. Весь месяц на погодные условия влияла циклоническая деятельность. В Магаданской области, Чукотском АО и на Камчатке аномалии среднемесячной температуры воздуха составляли $+2...+10^{\circ}\text{C}$. Положительные температурные аномалии возникали благодаря циклонам, которые располагались в Охотском море, их перемещение и изменение активности провоцировало волны тепла. Очаг тепла с максимальными положительными аномалиями температуры воздуха сформировался на границе Чукотского АО и Магаданской области. На метеорологической станции Омолон среднесуточная температура воздуха в первую и вторую декады месяца превышала климатическую норму более чем на 15°C , 14 декабря зафиксирован новый абсолютный максимум этого дня. Среднемесячная температура на станции в декабре 2025 года стала рекордной с 1944 года.

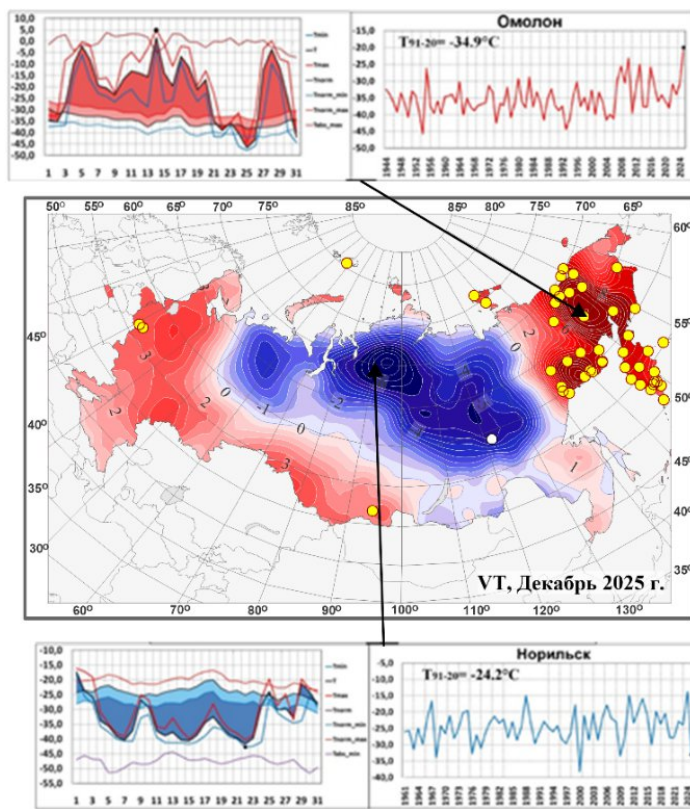


Рисунок 1.5 – Аномалии температуры воздуха в декабре 2025 г. На врезках ряды среднемесячной декабрьской температуры воздуха и среднесуточной температуры воздуха в декабре 2025 года: на метеорологической станции Омолон в очаге максимальных температурных аномалий, на метеорологической станции Норильск в очаге минимальных температурных аномалий

Тенденции изменений температуры воздуха

Региональные оценки трендов, полученные по временным рядам пространственно осредненных аномалий температуры за 1976-2025 гг., приведены в таблице 1.2 для всех рассматриваемых регионов: территория России, физико-географические регионы, федеральные округа.

На рисунке 1.6 представлено географическое распределение локальных оценок тренда на территории России. Коэффициент линейного тренда характеризует среднюю скорость изменения температуры на рассматриваемом интервале времени. 1976 год выбран условно в качестве начала современного потепления в соответствии с ходом глобальной температуры.

Потепление наблюдается на всей территории России во все сезоны. Скорость роста осредненной по России среднегодовой температуры (линейный тренд) составила

+0,51°C/10 лет (вклад в общую изменчивость 62%). Наиболее быстрый рост наблюдается для весенних температур (0,64°C/10 лет), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделяется летом (0,41°C/10 лет: описывает 72% суммарной дисперсии). Максимум летнего потепления отмечается на юге ЕЧР: (0,71°C /10 лет для ЮФО). Минимум потепления в среднем за год отмечен на юге Сибири и на востоке Якутии, где зимой все еще наблюдаются небольшие области убывания температуры (до – 0,1°C/10 лет на юге Сибири и до – 0,2°C/10 лет на востоке Якутии). (рисунок 1.1). Летом и осенью рост температуры на юге Сибири очень слаб.

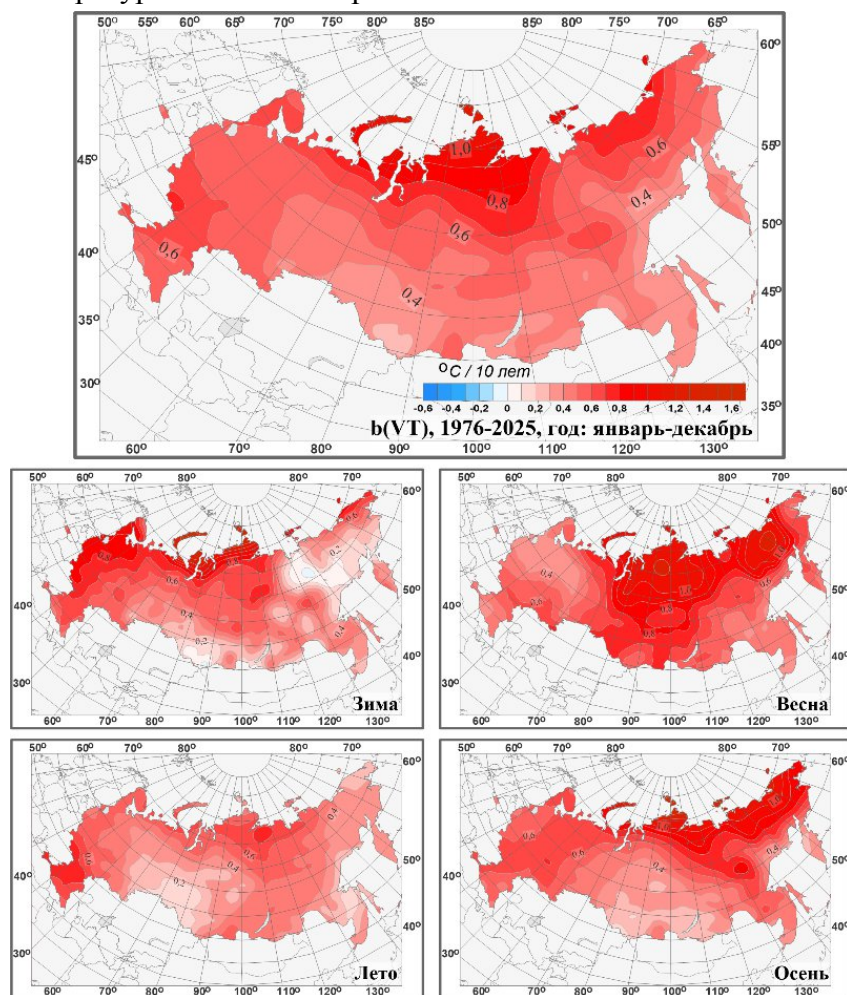


Рисунок 1.6 – Коэффициент линейного тренда среднегодовой и средних сезонных значений температуры приземного воздуха на территории России за период 1976-2025 гг. (°C/10 лет)

в Восточной Сибири весной (+0,75°C/10 лет) и осенью (+0,70°C/10 лет); летом в ЮФО, ЦФО и СКФО (+0,71°C/10 лет, +0,57°C/10 лет и +0,62°C/10 лет).

Осенью незначимые тренды (на 1% уровне) отмечаются в Западной Сибири (в СФО).

Во все сезоны для почти всех регионов тренд потепления значим на уровне 1%.

Зимой из-за сильных колебаний масштаба нескольких десятилетий оценки тренда очень неустойчивы. Потепление зим за период 1994-2010 гг. наблюдалось в основном в арктической зоне России; на остальной территории зимние температуры убывали, слабо на ЕЧР (до -0,2°C/10 лет) и значительно в АЧР, до -2,0°C/10 лет на юге Сибири; но тенденция похолодания прекратилась после 2010 г. Оцененный за период 1976-2025 гг. тренд составляет 0,46°C/10 лет и значим на 1%-м уровне, но в южных районах АЧР и на востоке Якутии проявилась область очень слабого потепления (впервые появилась несколько лет назад).

Наибольшая скорость роста среднегодовой температуры отмечается на побережье Северного Ледовитого океана, особенно в АЧР (+0,8°C/10 лет - +1,1°C/10 лет на Таймыре и на побережье Восточно-Сибирского моря, до +1,4°C/10 лет – на островах Северной Земли). Весной и осенью максимум потепления – на побережье Восточно-Сибирского моря, а зимой – на северо-западе ЕЧР. Летом самое быстрое потепление происходит в ЕЧР южнее 55°с. ш. и вдоль побережья моря Лаптевых.

Кроме того, необходимо отметить следующие особенности: весной интенсивное потепление наблюдается в Западной (+0,72°C/10 лет) и Средней Сибири (+0,78°C/10 лет); а также

В период с середины 2000-х по 2016 г. наблюдалось определенное убывание осенней температуры (рисунок 1.1).

Таблица 1.2 – Оценки линейного тренда температуры приземного воздуха, осредненной за год и по сезонам по территории России, её регионов и федеральных округов за 1976-2025 гг.: *b* – коэффициент линейного тренда (°C/10 лет), *D* – вклад тренда в дисперсию (%); жирным шрифтом выделены тренды, значимые на 1%-м уровне

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>D</i>
Россия										
Россия	0,51	62	0,46	14	0,64	50	0,41	72	0,53	41
Физико-географические регионы										
ЕЧР	0,57	60	0,67	18	0,47	31	0,50	43	0,60	40
АЧР	0,49	57	0,38	10	0,69	48	0,37	72	0,50	34
Западная Сибирь	0,46	36	0,44	5	0,72	32	0,29	21	0,40	13
Средняя Сибирь	0,56	44	0,48	7	0,78	41	0,46	55	0,52	19
Прибайкалье и Забайкалье	0,42	45	0,33	6	0,61	37	0,44	51	0,31	15
Приамурье и Приморье	0,38	55	0,36	13	0,43	30	0,27	29	0,46	36
Восточная Сибирь	0,53	62	0,26	9	0,75	46	0,37	52	0,70	47
Федеральные округа РФ										
Северо-Западный	0,59	50	0,79	16	0,46	21	0,46	37	0,62	33
Центральный	0,61	57	0,76	20	0,47	25	0,57	37	0,61	38
Приволжский	0,53	50	0,53	10	0,52	25	0,41	21	0,60	32
Южный	0,60	60	0,62	22	0,49	30	0,71	55	0,57	34
Северо-Кавказский	0,51	63	0,53	28	0,42	34	0,62	60	0,48	31
Уральский	0,53	38	0,56	7	0,71	27	0,34	20	0,49	16
Сибирский	0,46	37	0,39	5	0,77	41	0,35	45	0,34	10
Дальневосточный	0,50	66	0,33	15	0,65	47	0,39	65	0,60	50

Аномалии температуры и тенденции изменений температурного режима районов Северного Кавказа

В рамках исследования климатических изменений на территории Северного Кавказа был проведен анализ аномалий (относительно 1991-2020 гг.) средней сезонной (годовой) температуры, сезонного (годового) индекса максимальных и минимальных температур в 2025 году, а также тенденции их изменений с 1976 по 2023 гг. (таблица 1.3). Индексы максимальных температур рассчитаны как осредненное за сезон (год) значение абсолютного месячного максимума (т.е. максимума из максимальных за сутки температур), выраженного как отклонение от его климатического среднего (за 1991-2020 гг.); индексы минимальных температур рассчитаны аналогично для минимальных за сутки температур. Во все сезоны и в году в целом наблюдались положительные аномалии средних температур (за исключением метеорологической станции Терскол в летний и зимний сезоны, Теберды в зимний сезон). В весенний сезон на станции Терскол превышение составило от 1,69σ до 3σ. В летний период в Терсколе имела место отрицательная аномалия с межгодовой изменчивостью от 1σ до 1,69σ. В осенний сезон на метеорологических станциях Ахты, Теберда и Терскол превышение межгодовой изменчивости составило от 1σ до 1,69σ. В году в целом положительные аномалии средних температур имели место на всех рассматриваемых м/станциях.

В зимний сезон на всех станциях отмечались отрицательные аномалии максимальных температур, на метеорологической станции Прохладная наблюдалось превышение межгодовой изменчивости от 1σ до 1,69σ. В весенний, летний, осенний сезоны и в году в целом аномалии максимальных температур, превышающие стандартное отклонение, не наблюдались ни на одной из м/станций. Что касается минимальных

температур, отрицательная аномалия превышением межгодовой изменчивости от 1σ до 1,69σ наблюдалась только в весенний сезон на метеорологической станции Прохладная. Анализ линейных трендов температур, представленный в таблице 1.4, выявил устойчивое потепление во всех исследуемых климатических зонах. Исключением стала высокогорная

Таблица 1.3 – Среднегодовые (январь-декабрь) и сезонные аномалии температуры и индексы минимальной и максимальной за сутки температуры приземного воздуха для станций юга ЕЧР в 2025 г.: T – отклонения от нормы (средние за 1991-2020 гг.); σ – стандартное отклонение за 1991-2020 гг., розовым цветом выделены значения межгодовой изменчивости более 1σ, оранжевым – более 1,69σ, голубым – менее 1σ

Название станции и высота н.у.м. (м)	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	$T, ^\circ C$	$\sigma, ^\circ C$	$T, ^\circ C$	$\sigma, ^\circ C$	$T, ^\circ C$	$\sigma, ^\circ C$	$T, ^\circ C$	$\sigma, ^\circ C$	$T, ^\circ C$	$\sigma, ^\circ C$
Средние температуры										
Ахты (1281)	1,0	0,8	0,0	1,6	1,9	1,2	0,8	1,1	1,4	1,2
Теберда (1335)	0,6	0,8	-0,6	1,9	0,8	1,0	0,8	0,9	1,4	1,2
Терскол (2144)	0,8	0,7	-0,2	1,7	3,0	1,1	-1,2	0,8	1,4	1,1
Нальчик (500)	1,2	0,8	0,7	1,7	1,5	1,1	2,0	1,0	1,1	1,3
Прохладная (198)	0,9	0,9	0,8	1,7	1,0	1,1	0,4	1,1	1,3	1,3
Абсолютный максимум температур										
Ахты	-0,1	2,6	-2,1	2,4	1,5	2,3	-1,0	2,5	3,0	3,1
Теберда	0,5	2,1	-1,8	2,6	0,4	2,0	1,4	2,1	1,9	2,6
Терскол	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нальчик	0,1	1,9	-0,2	2,7	0,3	2,1	0,6	1,9	0,3	2,3
Прохладная	1,0	2,0	-3,0	2,9	1,8	2,4	1,5	2,1	-0,2	2,5
Абсолютный минимум температур										
Ахты	1,5	2,6	1,2	2,7	-1,2	2,6	1,8	2,4	2,8	3,2
Теберда	0,3	3,3	-0,9	3,2	-2,1	3,6	1,0	1,7	2,3	3,8
Терскол	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нальчик	1,7	3,0	3,5	4,5	-2,3	8,8	1,4	7,6	3,5	4,6
Прохладная	0,8	5,1	2,3	5,2	-3,7	3,1	1,5	2,9	2,6	3,6

станция Терскол, где значительные положительные тренды наблюдались только для летнего сезона и годовых показателей. Начиная с 1976 года, горные станции Ахты и Теберда продемонстрировали существенный рост среднегодовых температур, с вкладом тренда в объясненную дисперсию $D=56\%$ и $D=47\%$ соответственно. В Терсколе, начиная с 1976 года, скорость повышения среднегодовой температуры заметно возросла и достигла значимого уровня (рисунок 1.7).

Таблица 1.4 – Характеристики линейного тренда b (D) за 1976-2023 гг. некоторых показателей среднегодового и среднесезонного режимов температуры на станциях Кавказского региона. T – средняя температура, Min – абсолютный минимум, Max – абсолютный максимум, b – значение углового коэффициента линейного тренда ($^\circ C / 10$ лет), D (%) – вклад тренда в суммарную дисперсию.

		Ахты		Теберда		Терскол		Нальчик		Прохладная	
		b	D	b	D	b	D	b	D	b	D
Год	T	0,5	56	0,4	47	0,23	20	0,6	62	0,5	60
	Min	0,8	17	0,6	10	-	-	0,9	9	1,0	9
	Max	0,6	12	0,4	7	-	-	0,7	30	0,9	41
Зима	T	0,5	21	0,5	16	0,17	3	0,6	28	0,6	23
	Min	0,5	8	0,6	9	-	-	0,8	7	0,7	4
	Max	0,4	6	0,3	3	-	-	0,4	5	0,8	12
Весна	T	0,5	24	0,3	18	0,15	5	0,5	35	0,5	34
	Min	1,0	16	1,2	19	-	-	1,0	15	0,9	12
	Max	0,5	8	0,4	7	-	-	0,4	7	0,7	19
Лето	T	0,6	54	0,5	57	0,44	50	0,7	63	0,7	64
	Min	0,4	6	0,7	32	-	-	0,7	21	0,7	14
	Max	0,4	7	0,3	5	-	-	0,7	30	0,9	40
Осень	T	0,5	21	0,4	25	0,12	3	0,5	25	0,4	23
	Min	0,3	2	1,1	18	-	-	0,4	2	0,3	2
	Max	0,3	2	0,3	3	-	-	0,7	20	0,9	26

Примечание: жирным выделены статистически значимые тренды (5%-ный уровень значимости)

На предгорной и степной станциях (Нальчик, Прохладная) имели место наиболее высокие темпы роста среднегодовой температуры за рассматриваемый период, с вкладом в общую дисперсию $D=62\%$ и $D=60\%$ соответственно. Анализ климатических данных показывает явную тенденцию к потеплению во всех исследованных зонах региона. Эта тенденция проявляется как в повышении минимальных, так и максимальных среднегодовых температур. Особенно заметен устойчивый рост

минимальных температур в весенний сезон. Скорость роста варьируется от $0,9^{\circ}\text{C}/10$ лет ($D=12\%$) на м/станции Прохладная до $1,2^{\circ}\text{C}/10$ лет ($D=19\%$) в Теберде. Что касается летних максимумов, то наиболее существенное и статистически подтвержденное повышение зафиксировано в Нальчике и Прохладной. В Нальчике летние максимумы увеличились на $0,7^{\circ}\text{C}/10$ лет ($D=30\%$), а в Прохладной – на $0,9^{\circ}\text{C}/10$ лет ($D=40\%$). Осенью также наблюдается значимое повышение максимальных температур. На м/станции Прохладная этот рост составил $0,9^{\circ}\text{C}/10$ лет ($D=26\%$), а в Нальчике – $0,7^{\circ}\text{C}/10$ лет ($D=20\%$).

Таким образом, с 1976 по 2024 гг. статистически значимые тренды средних годовых температур имели место на всех метеорологических станциях, включая высокогорную метеорологическую станцию Терскол.

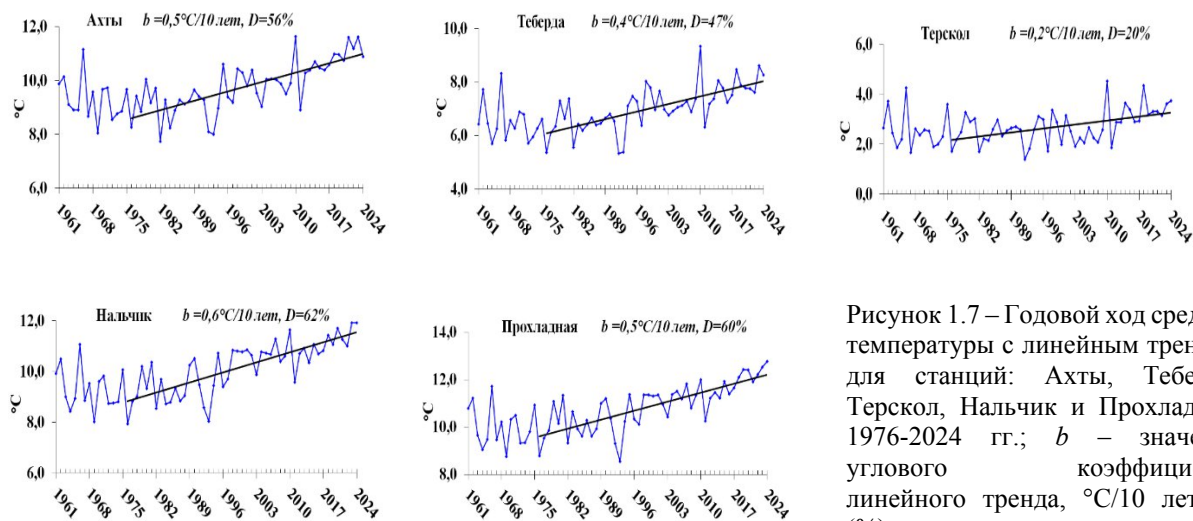


Рисунок 1.7 – Годовой ход средней температуры с линейным трендом для станций: Ахты, Теберда, Терскол, Нальчик и Прохладная, 1976-2024 гг.; b – значение углового коэффициента линейного тренда, $^{\circ}\text{C}/10$ лет; D (%) – вклад тренда в суммарную дисперсию

2. АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ

Данные. Использованы данные о месячных суммах осадков на 455 станциях из базового массива ФГБУ «ИГКЭ», расположенных на территории России, стран СНГ и Балтии (из них 315 станций – российские). За 2023 г. использованы данные КЛИМАТ, своевременно поступившие по каналам связи. Годовые и сезонные суммы осадков выражены в мм/месяц, то есть приведены к масштабу месячных сумм осадков, либо выражены в процентах нормы 1991-2020 гг.

Особенности режима атмосферных осадков в 2025 году

На рисунке 2.1 приведены временные ряды аномалии среднегодовых и сезонных осадков (% от нормы) для России в целом, а на рисунке 2.3 карты – среднегодовых и сезонных аномалий осадков. На всех графиках показаны 11-летние скользящие средние, линейные тренды за 1976-2025 гг. с 95%-й доверительной полосой. В таблице 2.1 приведены данные об аномалиях пространственно осредненных осадков для России, ее физико-географических регионов, федеральных округов (рисунок 1, 2 Введения). Аномалии, попавшие на одно из первых или последних 5 мест в ранжированном по убыванию ряду осадков (с 1936 года), выделены.

В 2025 г. годовые суммы осадков в целом по РФ и по АЧР составили 110% и 112% нормы – максимальные величины в соответствующих рядах. Значительный избыток осадков наблюдался на востоке ЕЧР и на большей части АЧР, особенно много осадков выпало в УФО (113% - ранг 3) и в СФО (115% - ранг 1). Дефицит осадков наблюдался на севере АЧР: от полуострова Ямал до нижнего течения реки Лена, на Чукотке; в Саянах, в ЮФО. Из сезонов следует выделить «влажные» весну и лето, как в целом по РФ (121 и

113% - максимальные величины в соответствующих рядах), так и в АЧР (126 и 114% - вторая и четвертая величины в рядах). Зима была особенно снежной в СЗФО (122% - ранг 4) и в УФО (130% - ранг 2).

Зимой 2024/25 гг. осредненные осадки в целом по РФ составили 104% нормы (ранг 27,5). Избыток осадков (с 95%-е экстремумами осадков) наблюдался в огромной полосе от северо-запада ЕЧР до хребта Черского (особенно много осадков выпало в СЗФО (122% ранг 4) и УФО (130% - ранг 2), а также в Западном Саяне и на Чукотке. Дефицит осадков наблюдался в центре и на юге ЕЧР, на севере - от Новой Земли до бассейна Колымы; в

районе Байкала и в бассейне реки Амур.

Декабрь 2024 г. В целом по России количество выпавших осадков составило 103% нормы. Значительный избыток осадков (с 95%-е экстремумами осадков) наблюдался в нижних течениях рек: Обь, Таз и Енисей, на востоке Якутии, в течении Алдана, в Саянах. Сильный дефицит осадков наблюдался в Забайкалье, небольшой дефицит осадков – в центре ЕЧР и во многих районах АЧР.

Январь. Осредненные по РФ осадки: 115% нормы (ранг 7). Избыток осадков (с 95%-е экстремумами осадков) наблюдался в огромной полосе от северо-запада ЕЧР до хребта Черского (особенно много осадков выпало в СЗФО (163% - ранг 1) и УФО (155% - ранг 1). Сильный дефицит осадков (менее 40%

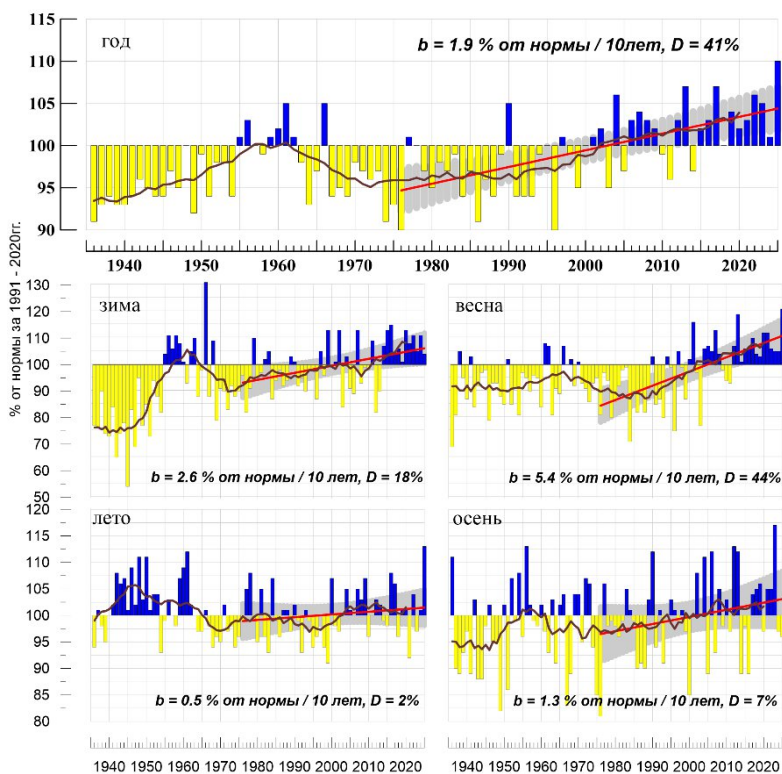


Рисунок 2.1 – Средние годовые и сезонные аномалии осадков (% от нормы от нормы 1991-2020 гг.), осредненные по территории России, 1936-2025 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд оценен за 1976-2025 гг.; b – коэффициент тренда (% от нормы / 10 лет), D – вклад тренда в суммарную дисперсию (%)

нормы) наблюдался на севере страны от Новой Земли до бассейна Колымы (в Магаданской области на ряде станций отмечены 5%-е экстремумы), дефицит осадков - на юге ЕЧР, в Приморье, на юге Камчатки.

Весной осредненные по территории РФ и по АЧР выпало 121% и 126% нормы осадков - максимальная и вторая величины в соответствующих рядах. Избыток осадков (более 120% нормы) наблюдался в центре ЕЧР, в центре и на юге АЧР; а дефицит осадков – в основном, на севере АЧР (на станциях Чукотке выпало менее 40% нормы).

Март. В целом по России количество выпавших осадков составило 109% нормы (ранг 14-15). Значительный избыток осадков на территории России (с 95%-ми экстремумами на станциях) наблюдался в центре и на юге АЧР (кроме Саян), а также в СЗФО. Дефицит осадков (менее 80% нормы) наблюдался на юге ЕЧР, на Среднем Урале, на севере АЧР (особенно на Чукотке).

Апрель. В целом по России и по АЧР количество выпавших осадков составило 142% и 149% нормы – максимальные величины в соответствующих рядах с 1936 г. 95%-е экстремумы осадков наблюдались в центральных областях ЕЧР, и далее, в центральных и южных областях АЧР.

Количество осадков, выпавших на метеорологической станции Ханты-Мансийск, составило 347% от нормы. Апрелью 2025 года принадлежит суточный рекорд количества осадков на метеостанции, 29 апреля было зарегистрировано около 32 мм. На метеорологической станции Якутск зафиксировано 33 мм осадков за месяц, что превышает норму более чем в 4 раза. Предыдущий рекорд был зафиксирован в 1929 году - 28 мм. Следует отметить метеорологическую станцию Махачкала, на которой было зафиксировано 86 мм осадков за месяц. В середине второй декады на метеостанции был

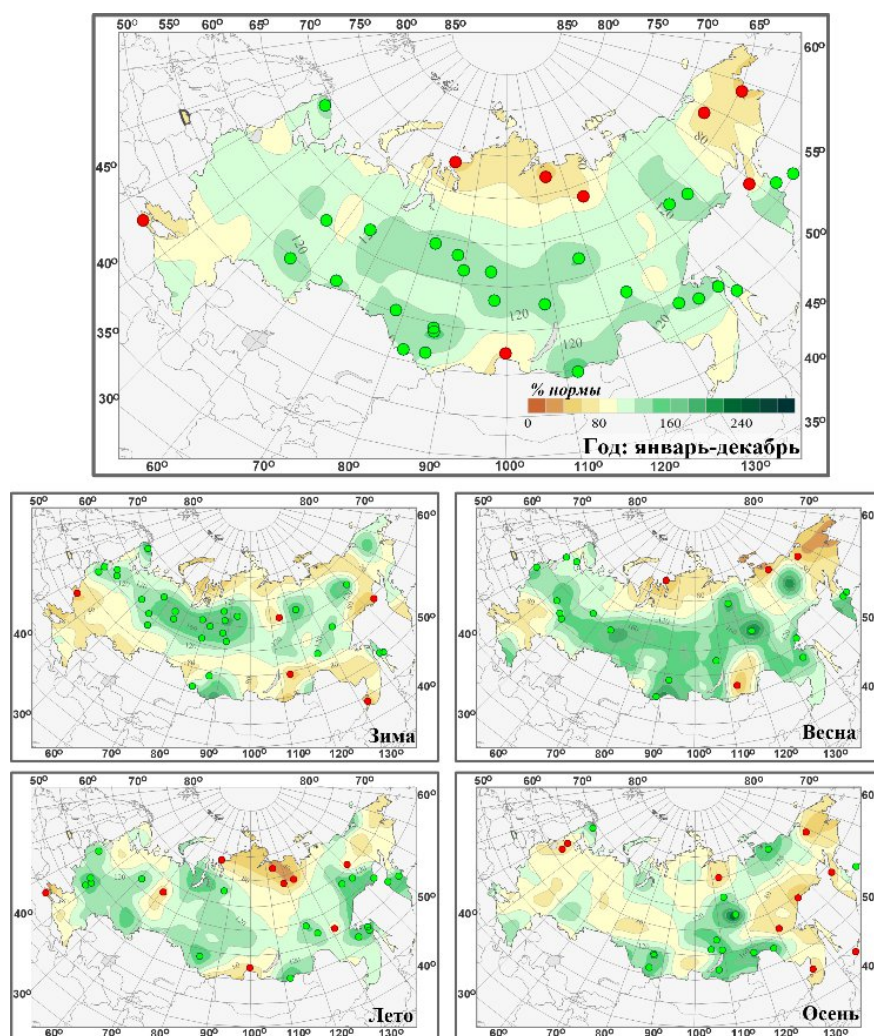


Рисунок 2.2 – Аномалии осадков на территории России в 2025 г., с указанием локализации 5%-х экстремумов (красные кружки) и 95%-х (зеленые кружки)

зарегистрирован рекорд, 15 апреля выпало около 50 мм осадков, что составляет более 200% от нормы (рисунок 2.3). Дефицит осадков (менее 80% нормы) наблюдался лишь в Карелии, в ряде областей юга ЕЧР, в районе Обской губы, на Таймыре, на Чукотке.

Май. В целом по России количество выпавших осадков составило 110% нормы (ранг 10). Избыток осадков наблюдался в центре ЕЧР, в Западной Сибири, в Саянах, в среднем течении реки Лена, в дельте реки Амур, на Камчатке. Дефицит осадков (менее 80% нормы) наблюдался на севере страны (особенно в АЧР), на юге ЕЧР, в Забайкалье.

Летом осредненные осадки по территориям РФ и по АЧР составили: 113% и 114% нормы - максимальная и четвертая величины в соответствующих рядах. Избыток осадков наблюдался в центральных районах ЕЧР и АЧР; а дефицит осадков (менее 40% нормы) – в основном, на севере СФО и в Саянах.

Июнь. Осредненные осадки по РФ, по ЕЧР и по АЧР – 118%, 125%, 115% нормы – максимальная, шестая и шестая величины в соответствующих рядах. Избыток осадков наблюдался на большей части страны. Дефицит осадков менее 80% нормы наблюдался лишь в Саянах и в Забайкалье, на Таймыре и в нижнем течении Лены.

Июль. Осредненные осадки по РФ 112% нормы (13-16 величина), а по территории АЧР – 121% нормы (ранг 3-5). Избыток осадков наблюдался, в основном, в междуречье Оби и Енисея, на западе ЕЧР и на юге ДФО (124% - ранг 6). Дефицит осадков (менее 80% нормы) наблюдался на юге ЕЧР (в СКФО выпало 70% нормы - восьмой самый «сухой» июль в ряду), на севере АЧР восточнее Таймыра, в районе Байкала.

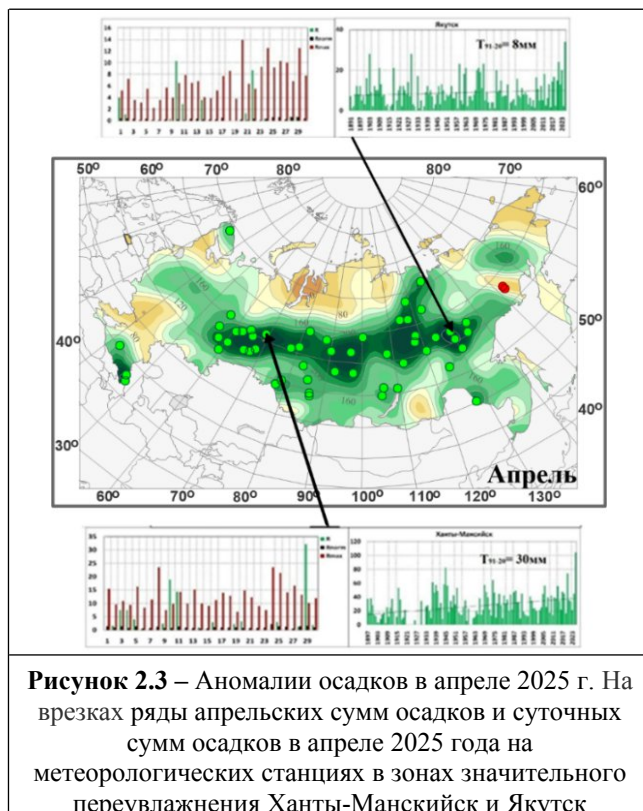
Таблица 2.1 – Годовые и сезонные суммы осадков (RR, в % от нормы 1991-2020 гг.) и нормы (E, мм/год и мм/сезон) для физико-географических регионов и федеральных округов России в 2025 г. Зеленым цветом выделены значения, попавшие в число трех наибольших (ранги 1-3), светло-зеленым цветом – попавшие в число пяти наибольших (ранг 4 или 5)

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	RR, (% от нормы)	E, (мм/год)	RR, (% от нормы)	E, (мм/год)	RR, (% от нормы)	E, (мм/год)	RR, (% от нормы)	E, (мм/год)	RR, (% от нормы)	E, (мм/год)
Россия	110	480	104	73	121	88	113	191	96	128
<i>Физико-географические регионы</i>										
Европейская часть России	106	570	98	116	114	116	109	190	97	152
Азиатская часть России	112	449	108	58	126	78	114	192	95	120
Западная Сибирь	115	493	119	77	126	96	114	194	99	127
Средняя Сибирь	113	401	121	56	136	68	110	162	105	108
Прибайкалье и Забайкалье	110	426	103	33	113	64	107	239	117	88
Приамурье и Приморье	110	636	95	50	124	122	118	300	85	165
Восточная Сибирь	108	376	86	57	121	56	118	145	78	118
<i>Федеральные округа РФ</i>										
Северо-Западный	109	608	122	117	122	111	103	209	93	170
Центральный	106	614	77	127	111	123	125	204	97	160
Приволжский	111	527	91	110	118	108	124	172	97	138
Южный	89	500	78	116	86	121	87	142	98	126
Северо-Кавказский	102	506	93	91	117	128	74	193	123	129
Уральский	113	515	130	82	132	100	106	199	94	134
Сибирский	115	456	112	67	126	82	114	183	105	118
Дальневосточный	110	431	95	47	124	71	115	195	90	118

В *августе* осредненные осадки по РФ составили 108% нормы (ранг 16). Избыток осадков наблюдался в центре и на востоке ЕЧР, на Алтае, в Забайкалье, в районе Обской губы, вдоль побережья Восточно-Сибирского, Охотского и Японского морей. Сильный дефицит осадков наблюдался в северной части междуречья рек Енисей и Лена (менее 40% нормы); небольшой дефицит наблюдался в Крыму, на юге УФО (79%).

Осенью преобладал дефицит осадков, осредненные по территории РФ осадки 96% (ранг 60-62). Значительный избыток осадков осенью наблюдался лишь на Яно-Индигирской низменности, на юге Якутии и в районе Байкала.

Сентябрь. Осредненные по РФ осадки составили 95% нормы. На большей части ЕЧР (69%) наблюдался дефицит осадков (кроме СКФО), наиболее сильный дефицит в ЦФО: 31% нормы – четвертый самый «сухой» сентябрь. В СКФО – избыток осадков: выпало 178% нормы (ранг 2).



В целом по АЧР выпало 105% нормы (35-37-ая величина в ряду). В центре АЧР – избыток осадков, наиболее значительный (более 160% нормы): в дельтах рек Обь и Енисей, в среднем течении реки Лена, на Алтае, в среднем течении реки Амур. Сильный дефицит осадков – на Среднем Урале, в Саянах, на Чукотке, на Камчатке.

Октябрь. Осредненные по РФ осадки составили 81% нормы – пятый самых «сухой» октябрь, а в АЧР – 89% (второй самый «сухой» октябрь после 1968 г. (71%)). На большей части страны преобладал дефицит осадков (избыток осадков наблюдался лишь в центре и на юге ЕЧР, в районе Байкала и в междуречье нижнего течения рек Лена и Колыма). Осредненные по УФО, СФО, ДФО осадки – пятый, третий и шестой самые «сухие» октябрь в соответствующих рядах с 1936 года.

Ноябрь. Осредненные по РФ осадки оставили 117% нормы (ранг 9). Избыток осадков наблюдался в центре и на севере ЕЧР, и далее, в центре и на юге АЧР. Особо выделяются СЗФО (145% - ранг 1-2), УФО (138% - ранг 3), СФО (127% - ранг 2). Дефицит осадков наблюдался европейской части - в ЮФО (46% нормы- в первой десятке самых «сухих»), в СКФО (62%); в азиатской части страны – на севере и вдоль побережья Охотского моря.

Количество выпавших осадков в декабре 2025 г. (рисунок 2.4), в целом по России, ЕЧР, АЧР составило 133%, 125% и 138% нормы – вторая, седьмая и вторая величины в соответствующих рядах.

Максимальное количество осадков в декабре в целом по РФ и АЧР наблюдалось в 2010 году (136 и 144% нормы), а по ЕЧР – в 1967 году (144%). Область экстремального избытка осадков – большая часть ДФО (выпало 151% нормы - ранг 3, максимальное количество осадков в декабре наблюдалось здесь в 2020 году (185%)). Еще одна область избытка осадков вытянулась полосой от Карелии до Забайкалья (особо выделяется СЗФО: выпало 137% - ранг 3). Сильный дефицит

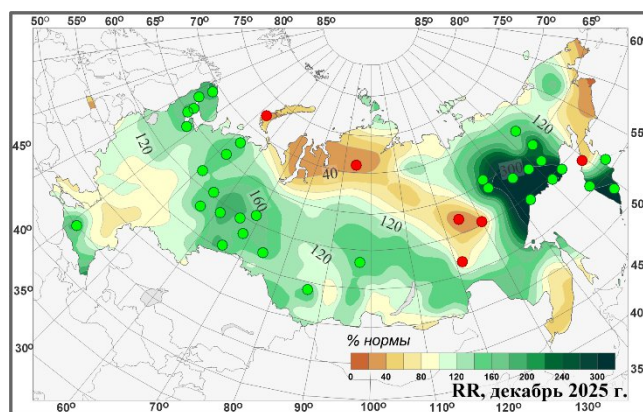


Рисунок 2.4 – Аномалии осадков в декабре 2025 г.

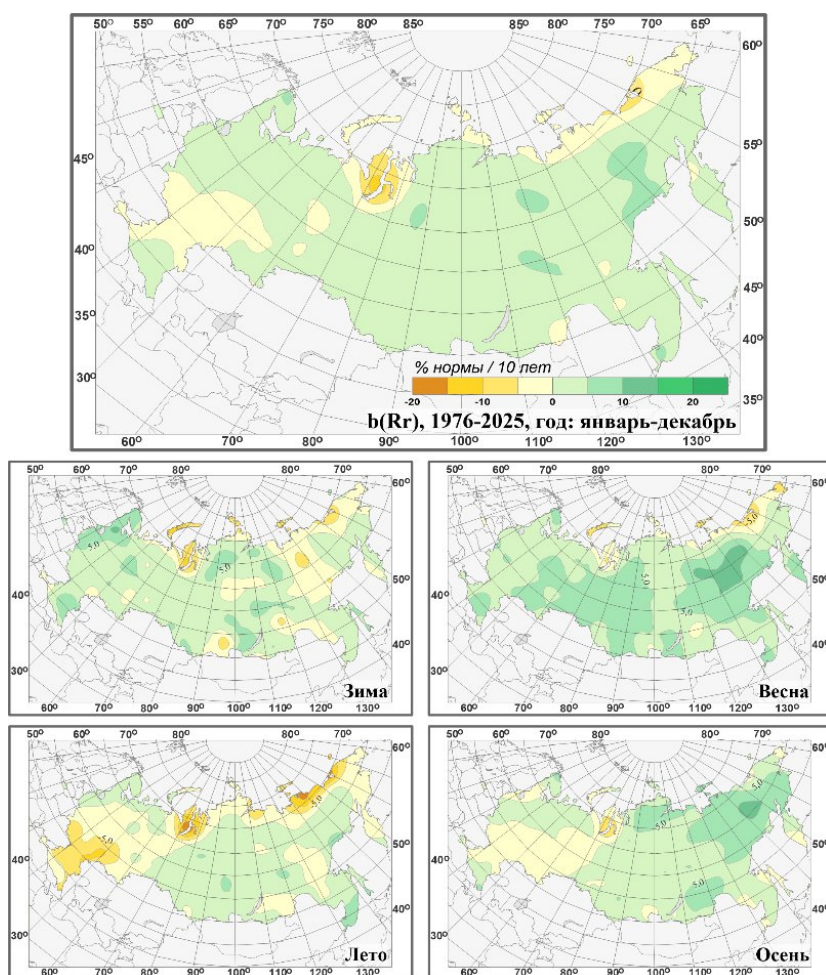


Рисунок 2.5 – Пространственные распределения локальных коэффициентов линейного тренда годовых и сезонных сумм атмосферных осадков за 1976-2025 гг. на территории России (% / 10 лет)

осадков наблюдался на Новой Земле, полуостровах Ямал, Гыданский и Таймыр, в среднем течении реки Лена, в Корякском АО.

Тенденции изменений режима осадков

Географическое распределение коэффициента линейного тренда атмосферных осадков на территории России в целом и для сезонов представлено на рисунке 2.5. Оценки получены по стационарным временным рядам годовых и сезонных аномалий осадков за 1976-2025 гг. Численные оценки трендов для регионов приведены в таблице 2.2 (в % нормы за 10 лет: иногда сокращенно %/10 лет).

На территории России преобладает тенденция к увеличению годовых сумм осадков: тренд составляет 1,9% нормы /10 лет, вклад в дисперсию 41% (тренд статистически значим на уровне 1%). Тренд превышает 5%/10 лет лишь в ряде областей Сибири и Дальнего Востока. Рисунок 2.1 показывает, что выраженный рост годовых осадков наблюдается в начале 2000-х гг.

Наиболее значительные тренды (таблица 2.2) наблюдаются в регионах Западной Сибирь (2,4%/10 лет, вклад в дисперсию 16%) Средняя Сибирь (3,6%/10 лет, 41%) и АЧР в целом (2,4%/10 лет; 50%), а из федеральных округов в СЗФО (2,3%/10 лет, 18%), СФО (3,2%/10 лет, 40%) и ДФО (2,1%/10 лет, 21%).

Убывают осадки, на арктическом побережье АЧР (особенно в районе Обской Губы). Незначительное убывание наблюдается в ПФО, а в ЮФО тенденция изменения осадков не выявлена (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Оценки линейного тренда осредненных за год (январь-декабрь) и по сезонам месячных сумм атмосферных осадков для регионов России за 1976-2025 гг. **b** %/10 лет – коэффициент линейного тренда, **D%** – вклад тренда в дисперсию. Выделены значения тренда, значимые на 1%-м уровне.

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	<i>b</i>	<i>D%</i>	<i>b</i>	<i>D%</i>	<i>b</i>	<i>D%</i>	<i>b</i>	<i>D%</i>	<i>b</i>	<i>D%</i>
Россия	1,9	41	2,6	18	5,4	44	0,5	2	1,3	7
Физико-географические регионы России										
Европейская часть России	1,0	5	3,3	15	4,3	20	-2,0	6	0,1	0
Азиатская часть России	2,4	50	2,1	10	6,0	48	1,4	12	2,0	15
Западная Сибирь	2,4	16	3,0	7	6,4	29	1,3	3	0,4	0
Средняя Сибирь	3,6	41	3,2	10	6,7	48	2,8	10	3,3	18
Прибайкалье и Забайкалье	1,9	10	4,2	13	3,0	6	0,9	1	3,1	9
Приамурье и Приморье	2,1	11	2,3	2	5,4	15	2,6	6	-0,8	1
Восточная Сибирь	1,7	7	-1,3	1	6,8	31	-1,0	1	4,0	17
Федеральные округа РФ										
Северо-Западный	2,3	18	4,9	23	4,1	16	0,8	0	1,2	1
Центральный	0,5	1	3,7	7	4,3	10	-4,5	6	0,3	0
Приволжский	-0,3	0	1,6	2	4,6	10	-5,1	7	-2,0	2
Южный	0,0	0	1,1	1	3,4	4	-3,5	6	0,4	0
Северо-Кавказский	1,3	2	4,0	5	5,4	9	-2,1	3	2,1	1
Уральский	1,8	8	2,7	5	4,1	28	0,1	0	-0,7	0
Сибирский	3,2	40	3,3	12	4,3	25	2,3	16	2,3	11
Дальневосточный	2,1	21	0,7	1	4,6	42	0,8	2	2,4	16

Рост осадков наблюдается во все сезоны. Наиболее значительный рост сезонных сумм осадков в целом по территории России наблюдается **весной** (5,4% нормы / 10 лет, вклад в дисперсию 44%) – увеличение осадков происходит практически везде, особенно в АЧР в Якутии, где местами тренд превышает 10% нормы за десятилетие; значимый на 1%-м уровне тренд отмечен в УФО, СФО и ДФО.

Рост осадков **зимой** происходит в основном на северо-западе и юге ЕЧР, севере Средней Сибири, в районе Байкала. Уменьшаются осадки **зимой** на Новой Земле, в районе Обской губы, на востоке Якутии.

Летом и **осенью** рост осадков наблюдается в основном в АЧР, осенью на севере ДФО значительный: выше 5%, а местами 10% за десятилетие.

Летом осадки убывают в центральных и южных регионах ЕЧР (особенно в ПФО: -4,6% нормы за десятилетие). **Осенние** осадки незначительно убывают в центральных районах ЕЧР и Западной Сибири, а также в районе Обской губы.

Следует отметить, что региональные тренды наблюдаются на фоне существенных колебаний с периодом в несколько десятилетий, так что нельзя с уверенностью утверждать наличие тренда, а, возможно, лишь наличие определенной фазы таких колебаний.

Аномалии осадков и тенденции изменений режима осадков районов Северного Кавказа

В таблице 2.3 представлены данные аномалий режима осадков (сумм осадков (R), максимальных суточных (Max), число дней с осадками не менее 5 мм ($NR5$)), из которых видно, что в 2025 году имело место превышение климатической нормы сумм осадков в весенний сезон от 1σ до $1,69\sigma$ на метеорологических станциях Ахты и Терскол. Дефицит сумм осадков наблюдался в зимний сезон на метеорологических станциях Ахты, Терскол и Нальчик с отклонением (уменьшение) межгодовой изменчивости от 1σ до $1,69\sigma$ (голубые ячейки), и от $1,69\sigma$ до 3σ (синяя ячейка) на метеорологической станции Теберда. В летний сезон на метеорологических станциях Ахты, Теберда и Терскол отклонение (уменьшение) составило от 1σ до $1,69\sigma$ и от $1,69\sigma$ до 3σ на м/станции Нальчик. В осенний сезон дефицит сумм осадков наблюдался на метеорологической станции Терскол с отклонением межгодовой изменчивости от 1σ до $1,69\sigma$. В году в целом на метеорологической станции Нальчик наблюдался дефицит сумм осадков с отклонением межгодовой изменчивости от 1σ до $1,69\sigma$.

Отрицательная аномалия суточных максимумов осадков имела место на метеорологической станции Ахты в весенний сезон с отклонением межгодовой изменчивости от 1σ до $1,69\sigma$. Аномалии $NR5$, превышающие 1σ , не наблюдалось ни на одной из м/станций.

Таблица 2.3 – Годовые (январь-декабрь) и сезонные аномалии сумм осадков для метеорологических станций юга ЕЧР в 2025 г.: Δ , мм – отклонения от нормы (средних за 1991-2020 гг.); σ – стандартное отклонение за 1991-2020 гг. Розовым цветом выделены значения межгодовой изменчивости более 1σ , голубым – менее 1σ , синим – менее $-1,69\sigma$

	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	Δ , мм	σ , мм	Δ , мм	σ , мм	Δ , мм	σ , мм	Δ , мм	σ , мм	Δ , мм	σ , мм
Суммы осадков										
Ахты	14,0	69,8	-23,5	18,8	50,5	36,4	-49,0	46,5	28,2	38,1
Теберда	-59,7	128,9	-95,2	54,7	51,4	66,9	-85,3	60,3	47,2	75,0
Терскол	62,3	164,2	-73,7	61,3	112,1	85,5	-81,6	62,1	105,2	91,2
Нальчик	-145,0	120,32	-27,1	21,7	-46,1	47,5	-128,5	74,3	51,5	61,8
Прохладная	-90,7	99,4	-2,9	20,7	16,5	45,1	-30,0	56,0	-4,2	53,5
Максимум суточных осадков										
Ахты	0,2	11,1	-3,8	7,7	7,9	7,6	-7,3	12,9	2,7	9,7
Теберда	0,7	14,5	-7,2	14,3	9,6	14,2	-0,8	12,4	1,3	13,9
Терскол	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нальчик	-3,2	11,6	-4,6	5,7	-5,1	10,4	-9,9	11,6	5,3	13,6
Прохладная	-2,9	18,8	-2,6	4,0	4,9	16,9	-13,8	18,5	-1,4	14,5
Число дней с осадками не менее 5 мм										
Ахты	0,1	4,4	-0,4	1,8	0,3	3,1	-0,5	3,0	0,1	2,2
Теберда	-0,7	7,7	-2,2	2,6	0,0	4,5	-1,4	4,0	0,3	3,9
Терскол	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нальчик	-0,7	7,1	-0,9	2,0	-0,5	3,4	-1,9	3,8	0,7	3,9
Прохладная	-0,3	5,4	-0,8	2,2	0,9	2,7	-1,4	3,0	-0,6	2,6

В таблице 2.4 и на рисунке 2.6 представлены характеристики линейного тренда b (D) за 1976-2024 гг. некоторых показателей среднегодового и среднесезонных режимов осадков на станциях Кавказского региона.

Из таблицы 2.4 видно, что во всех климатических зонах имеет место отрицательная тенденция летних сумм осадков, в горной и предгорной зонах на фоне роста суточных максимумов осадков, а в степной зоне – их статистически значимого роста на 3,4 мм/10 лет ($D=9\%$), что характеризует увеличение длительности сухих периодов, усиление интенсивности ливневых осадков, что негативно сказывается на условиях ведения сельского хозяйства в районе интенсивного растениеводства (степной район).

В Ахты, Теберде, Терсколе и Прохладной с 1976 года тренды среднегодовых сумм осадков положительные, но незначимые; в Нальчике имел место статистически незначимый отрицательный тренд среднегодовых сумм осадков (рисунок 2.6).

В целом за год максимальные суточные осадки также имели положительный тренд на значимом уровне на всех метеостанциях, за исключением Теберды ($b=-1,0$ мм/10 лет, $D=2,0\%$). Максимальная скорость роста наблюдалась на м/станции Прохладная и составила $b=3,2$ мм/10 лет при $D=8,0\%$.

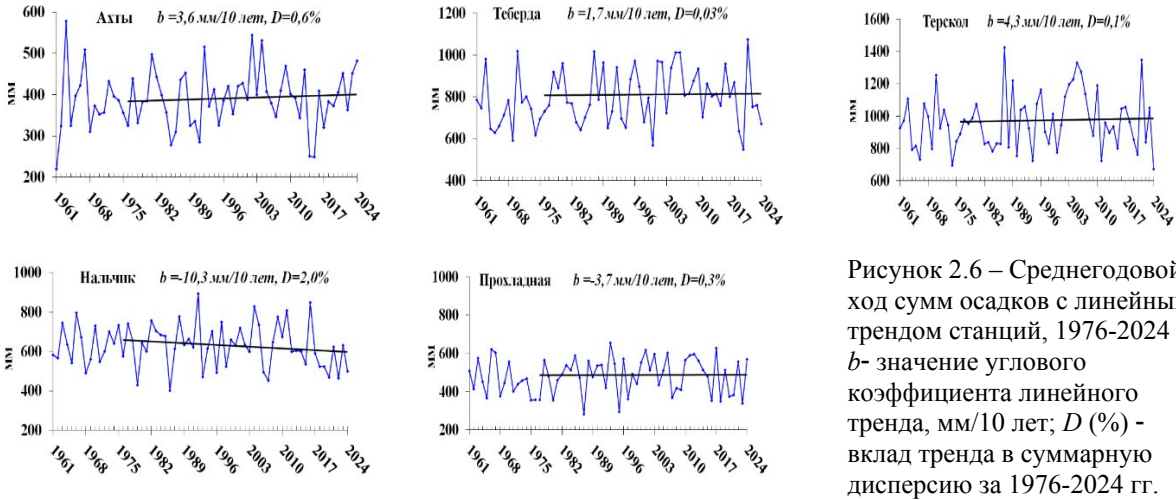


Таблица 2.4 – Характеристики линейного тренда b (D) за 1976-2024 гг. некоторых показателей среднегодового и среднесезонного режима осадков на станциях Кавказского региона. R – сумма осадков, Max – максимум суточных осадков, $NR5$ – число дней с осадками не менее 5 мм, b – значение углового коэффициента линейного тренда (мм /10 лет или число дней/10 лет), D (%)– вклад тренда в суммарную дисперсию

		Ахты		Теберда		Терскол		Нальчик		Прохладная	
		b	D	b	D	b	D	b	D	b	D
Год	R	3,6	0,6	1,7	0,0	4,3	0,1	-1,0	2,0	-3,7	0,3
	Max	0,9	2,0	-1,0	2,0	-	-	0,8	0,9	3,2	8,0
	$NR5$	0,5	3,0	1,3	6,0	-	-	0,5	0,0	0,1	0,1
Зима	R	1,1	1,0	-0,9	0,0	-2,3	0,2	-1,1	0,7	1,4	1,0
	Max	0,7	2,0	-2,8	6,0	-	-	-0,5	2,0	0,4	2,0
	$NR5$	0,1	1,0	0,3	2,0	-	-	0,1	1,1	0,2	1,0
Весна	R	0,8	0,0	1,2	6,0	13,0	4,0	-1,0	0,1	1,0	0,1
	Max	0,8	2,0	-0,2	0,0	-	-	-1,4	3,0	-0,2	0,0
	$NR5$	-0,2	1,2	0,9	8,0	-	-	0,2	0,9	0,8	0,2
Лето	R	-4,7	2,2	-7,1	3,0	-10,4	5,0	-12,8	6,0	-9,5	5,0
	Max	0,9	1,0	-2,3	7,0	-	-	1,2	2,0	3,4	9,0
	$NR5$	0,3	1,0	0,13	0,0	-	-	-1,0	12,0	-0,5	6,0
Осень	R	-1,5	0,4	1,3	0,0	5,0	0,6	2,36	0,4	3,7	1,0
	Max	-1,0	3,0	-0,3	0,2	-	-	-1,3	2,0	2,0	5,0
	$NR5$	0,22	2,0	-0,04	0,0	-	-	0,7	7,0	0,5	6,0

Примечание: серым цветом выделены отрицательные тенденции изменения переменной, статистически значимые тренды отмечены жирным

Исследование тенденций режима осадков (рисунок 2.6) показало, что сохраняются тенденции незначительного роста годовых сумм осадков во всех климатических зонах, за исключением метеорологической станции Нальчик, где положительный тренд поменял свое направление. Остальные тенденции сезонных осадков статистически незначимы.

3. СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ ЗИМОЙ 2024/2025 гг.

Анализ изменений характеристик снежного покрова проводился по данным в точке и по рядам средних для 9 квази-однородных климатических регионов характеристик (рисунок 3 Введения). Средние для регионов значения характеристик получены следующим способом. Аномалии на метеостанциях арифметически осреднялись по квадратам сетки ($1^{\circ}\text{N} \times 2^{\circ}\text{E}$), а затем с весовыми коэффициентами в зависимости от широты квадрата проводилось осреднение по регионам, показанным на рисунке 3 во Введении, и территории России. Методика наблюдений за характеристиками снежного покрова неоднократно изменялась. После 1965 года нарушений однородности, вызванных изменением процедуры наблюдений, не было, поэтому исследование многолетних характеристик снежного покрова проведено по данным за период с 1966 года. Используются нормы (среднемноголетние значения) характеристик снежного покрова за период 1991-2020 гг. Анализ состояния снежного покрова каждого зимнего сезона осуществляется по данным с 1 июля прошедшего года по 30 июня текущего года. В таблице 3.1 приведены значения пространственно осредненных аномалий характеристик снежного покрова зимой 2024-2025 гг. для регионов России и их ранги по данным за 1967-2025 гг.

Особенности состояния снежного покрова зимой 2024/2025 гг.

Первый снег зимой 2024-2025 гг. на большей части Европейской территории России (ЕЧР) выпал позже среднеклиматических сроков на 5-10 дней, за исключением междуречья Дона и Волги, Черноморского побережья и западных районов Северного Кавказа. (рисунок 3.1 б).

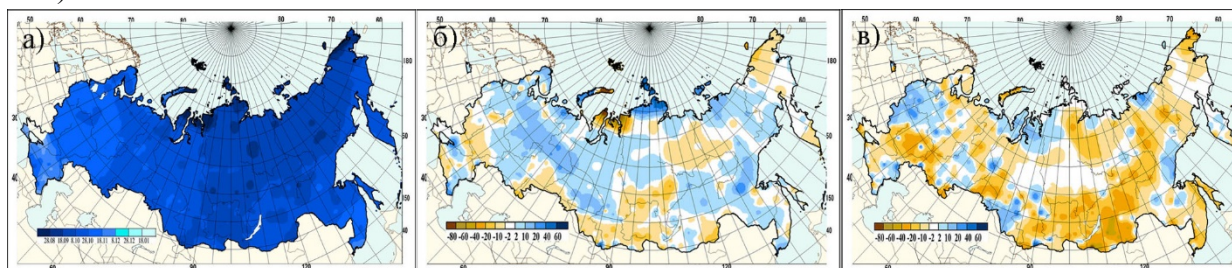


Рисунок 3.1 – а) Даты появления первого снега на территории России в зимний период 2024-2025 гг. б) Аномалии в датах появления первого снега (положительные аномалии соответствуют более поздним датам) на территории России в зимний период 2024-2025 гг. (от норм 1991-2020 гг.) в) Аномалии в датах схода снега (положительные аномалии соответствуют более поздним датам) на территории России в зимний период 2024-2025 гг. (от норм 1991-2020 гг.)

В Приазовье, горных районах Дагестана, Прикамье, Вологодской области, южных районах Республики Коми и Ненецком АО снежный покров появился на 10-20 дней позже обычного. На Азиатской территории (АЧР) позже климатических сроков снежный покров установился на большей части Западной Сибири, за исключением Алтая и арктического побережья, а также в Таймырском и Эвенкийском муниципальных районах Красноярского края, на юге и северо-востоке Якутии, северном и западном побережье Охотского моря, в Амурской области. Позднее появление снежного покрова обусловлено очень теплой погодой в начале холодного периода, аномально теплыми большей части страны выдались ноябрь и декабрь 2024 года. На 5-10 дней раньше обычного снег выпал в центральных и

южных районах Красноярского края, Тыве, на горных плато Забайкальского края, в центральных районах Якутии, на Чукотке и юге Камчатки.

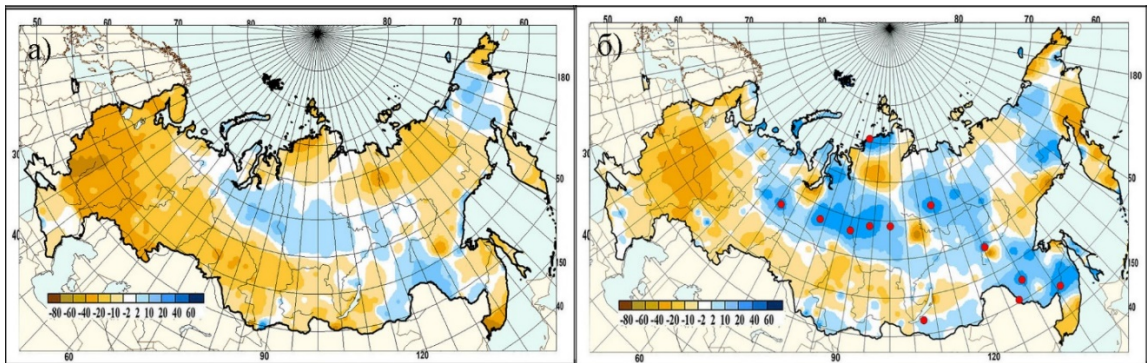


Рисунок 3.2 – а) Даты появления первого снега на территории России в зимний период 2024-2025 гг. б) Аномалии в датах появления первого снега (положительные аномалии соответствуют более поздним датам) на территории России в зимний период 2024-2025 гг. (от норм 1991-2020 гг.) в) Аномалии в датах схода снега (положительные аномалии соответствуют более поздним датам) на территории России в зимний период 2024-2025 гг. (от норм 1991-2020 гг.)

На большей части страны наблюдался более ранний сход снежного покрова, что также связано с аномально теплой погодой в январе-марте. На 10-20 дней раньше климатических сроков снег растаял в Поволжье, Челябинской и Тюменской областях, на юге Красноярского края, в Иркутской области, Забайкалье, на большей части Якутии и дальневосточном юге. Дольше обычного снег задержался в западных и центральных областях ЕЧР, Ямало-Ненецком АО, Омской и Новосибирской областях, северных районах Хабаровского края.

Продолжительность залегания снежного покрова в среднем по России, как и прошлой зимой, оказалась значительно меньше климатической нормы (таблица 3.1), отрицательная

аномалия стала рекордной в ранжированном ряду с 1967 года. Максимальные по абсолютной величине отрицательные аномалии продолжительности залегания снежного покрова отмечены в юго-западных районах ЕЧР и южных районах Приморского края, где снег лежал на 40-50 дней меньше климатических сроков. Значительные

Таблица 3.1 – Средние за зимний период (2024/2025 гг.) аномалии характеристик снежного покрова, осредненные по территории квази-однородных климатических регионов России: Δ – отклонения от средних за 1991-2020 гг.; R – ранг текущих значений в ряду убывающих характеристик зимнего периода за 1967-2025 гг.; ? – среднеквадратическое отклонение.

Регион	Максимальная высота			Число дней со снегом		
	Δ	R	?	Δ	R	?
Россия	-3,50	43	3,25	-11,38	59	5,18
Север ЕЧР и Западной Сибири	1,02	15	7,00	-8,78	51	9,66
Северная часть Восточной Сибири и Якутии	6,34	3	4,53	-5,03	44	6,88
Чукотка и север Камчатки	-7,35	46	11,16	-24,56	57	10,90
Центр ЕЧР	-15,24	57	7,13	-24,71	58	11,22
Центр и юг Западной Сибири	-0,17	25	7,18	-11,41	54	8,07
Центр и юг Восточной Сибири	0,23	23	3,70	-1,42	33	6,20
Дальний Восток	0,25	19	6,24	-7,46	47	6,68
Алтай и Саяны	-1,38	31	5,87	-10,60	52	8,34
Юг ЕЧР	-2,38	34	4,06	-3,10	30	14,17

Примечание: жирным шрифтом выделены аномалии, попавшие в 10 самых больших положительных или отрицательных значений за зимы 1967-2025 гг.

отрицательные аномалии продолжительности залегания снежного покрова отмечены также на Урале, в южных районах Западной Сибири, на Таймыре, юге Красноярского края и в Прибайкалье, на большей части Якутии, Хабаровского края, Сахалине и Камчатке (рисунок 3.2 а). Дольше обычного снег сохранялся в южных районах Ямало-Ненецкого АО, Эвенкии, Забайкальском крае, Амурской области, западных районах Чукотского АО и северных районах Камчатского края. Во всех квази-однородных районах снег лежал

меньше климатических сроков. Отрицательные аномалии продолжительности залегания снежного покрова в I, III, IV, V и VIII квази-однородных районах вошли в десятку наименьших значений в ранжированном ряду с 1967 года (таблица 3.1).

В зимний период 2024-2025 гг. **максимальная высота снежного покрова** в среднем по России оказалась ниже климатической нормы. Наибольшие по абсолютной величине отрицательные аномалии отмечены на большей части ЕЧР, юге Западной Сибири, Красноярского края, в Иркутской области, Камчатском и Приморском краях, прибрежных районах Магаданской области. Необычно много снега выпало в Ханты-Мансийском АО и Эвенкии, западных и центральных районах Якутии, Амурской области и на юге Хабаровского края, где на отдельных метеорологических станциях превышены абсолютные максимумы высоты снежного покрова (рисунок 3.2 б). Аномалия максимальной высоты снежного покрова во II квази-однородном районе стала третьей наиболее крупной положительной аномалией в ранжированном ряду с 1967 года. Отрицательные аномалии максимальной высоты снежного покрова получены в III, IV, V, VIII и IX районах, причем аномалия IV района вошла в десятку наименьших значений.

Максимальный за прошедшую зиму **запас воды в снеге** по данным маршрутных снегосъемок в среднем по России оказался значительно ниже климатической нормы как в поле, так и в лесу (таблица 3.2), оба значения попали в десятку наименьших значений в ранжированном ряду с 1967 года.

Таблица 3.2 – Аномалии максимального за зимний период (2023/2025 гг.) запаса воды в снеге, осредненные по территории квази-однородных климатических регионов России.
 – отклонения от средних за 1991-2020 гг., R – ранг текущих значений в ряду убывающих характеристик за 1967-2025 гг.; ? среднееквадратическое отклонение.

Р е г и о н	Запас воды в снеге (поле)			Запас воды в снеге (лес)		
		ранг	?		ранг	?
Россия	-20,04	58	9,83	-11,46	55	8,07
Север ЕЧР и Западной Сибири	10,67	17	18,88	-9,05	37	25,51
Северная часть Восточной Сибири и Якутии	-20,41	44	25,49	16,79	5	12,60
Чукотка и север Камчатки	-47,65	59	30,36	14,42	12	30,38
Центр ЕЧР	-42,08	57	19,84	-42,8	57	19,92
Центр и юг Западной Сибири	-13,12	40	17,64	3,18	26	22,30
Центр и юг Восточной Сибири	-2,08	26	6,76	3,81	18	7,92
Дальний Восток	-1,27	21	19,98	-6,86	27	24,87
Алтай и Саяны	-13,07	39	14,73	-45,71	57	29,33
Юг ЕЧР	-5,20	31	10,34	18,00	7	11,61

* жирным шрифтом выделены аномалии, попавшие в 10 самых больших положительных или отрицательных значений за 1967-2025 гг.

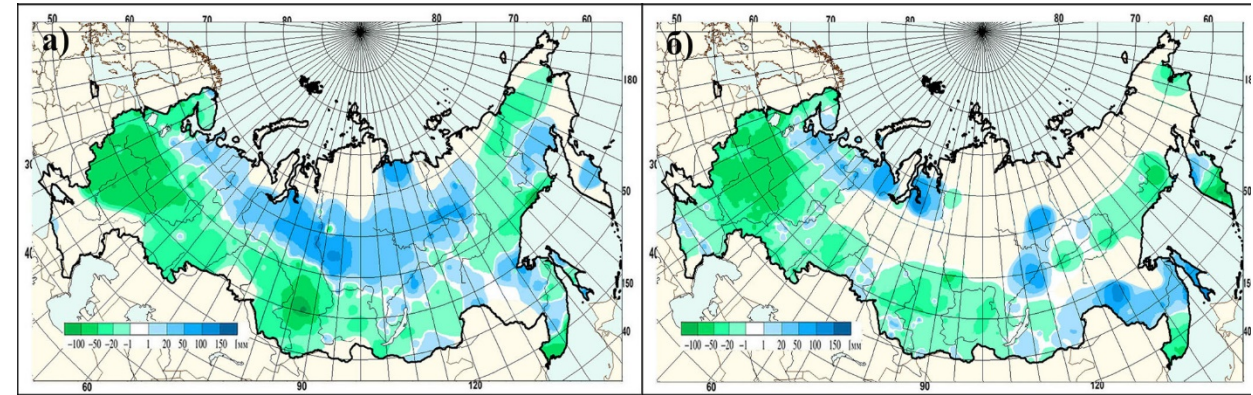


Рисунок 3.3 – Аномалии максимального запаса воды в снеге (мм) зимой 2024-2025 гг. (от среднееголетних значений за период 1971-2000 гг.) в поле (а) и в лесу (б)

Положительные аномалии запаса воды в снеге на лесном маршруте отмечены в Архангельской области, Республике Коми, Ямало-Ненецком АО, центральных районах

Красноярского края, западных и центральных районах Якутии, отдельных районах Камчатского, Хабаровского и Приморского краев (рисунок 3.3 а). В связи с непродолжительным залеганием снежного покрова значительно меньше климатической нормы запас воды в снеге этой зимой оказался в центральных районах ЕЧР, Поволжье, Среднем и Южном Урале, на юге Западной Сибири на лесном и полевом маршрутах. В поле запас воды в снеге превысил норму в Архангельской области, Республике Коми, в районе Обской Губы, на юго-западе Якутии, в Забайкальском крае, Амурской области, устье Амура и на Сахалине (рисунок 3.3 б).

Во всех квази-однородных климатических районах, кроме I (север ЕЧР и Западной Сибири), отмечены отрицательные аномалии запаса воды в снеге в поле, при этом отрицательная аномалия в III районе стала рекордной, а в IV районе – третьей наименьшей в ранжированном ряду с 1967 года.

На лесном маршруте аномально низкие запасы воды в снеге, которые попали в тройку наименьших, отмечены в IV и VIII квази-однородных районах. Положительные аномалии запаса воды в снеге на лесном маршруте получены во II, III, V, VI и IX квази-однородных районах, причем во II и IX районах они вошли в десятку наибольших.

В таблице 3.3 приведены подробные данные о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ РФ, а на рисунках 3.4, 3.5 приведены карты запасов воды на территории страны.

По состоянию на 10 марта 2025 г. запасы воды в снежном покрове в бассейнах рек Европейской части России из-за частых оттепелей и дождей оказались в основном ниже среднееголетних значений.

Запасы воды в снежном покрове на территории бассейна Волги варьировались от 5-10% в его западных и юго-западных районах до значений чуть ниже нормы и около нее на востоке – в бассейнах рек Белой, Камы до г. Пермь и Воткинского водохранилища снеготпасы составляли 85-105% нормы (рисунок 3.4). В среднем на территории бассейна Волги запасы воды в снеге составили около 65% нормы.

На территории бассейна Дона выше Цимлянского водохранилища запасы воды в снеге составили около 60% нормы, а в бассейнах рек Медведица и Хопер – 75-80% нормы.

Снеготпасы в бассейнах рек севера европейской части страны – Северная Двина, Пинега, Вычегда и Мезень – составляли около 120-135% нормы, в бассейне реки Сухона – 60% нормы, а рек Вага и Юга – 95-120% нормы. На большей части территории Мурманской области снеготпасы составляли 70-120% от нормы, местами до 150% нормы. В бассейнах рек Карелии запас воды в снеге был меньше обычного на это время года и составлял 25-60% нормы.

На северо-западе европейской части России запасы воды в снежном покрове были существенно меньше нормы, от 20 до 50%.

В бассейне реки Урал, рек Свердловской, Челябинской, Курганской областей запасы воды в снеге составляли от 70 до 110% нормы.



Рисунок 3.4 – Запас воды в снежном покрове (отношение к норме, %) на ЕЧР по состоянию на начало марта 2025 года

Таблица 3.3 – Сведения о максимальных запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ Российской Федерации весной 2025 г. (в сравнении с нормой и запасами воды в снеге в аналогичные сроки 2024 г.): *н2024*, *н2025* – запасы воды в снеге в 2024 и 2025 гг.

№ п/п	Бассейны рек	Запасы воды в снеге				
		норма	н2024	н2025		
		мм	мм	мм	% от нормы	% от н2024
1	ВОЛГА, в том числе:	113	140	74	65	53
2	до Рыбинского водохранилища	92	130	7	8	5
3	р. Кострома и р. Унжа	126	136	55	44	40
4	р. Москва	76	128	0	0	0
5	р. Ока, включая бассейн р. Москвы	74	132	2	3	2
6	р. Сура	86	130	31	36	24
7	р. Ветлуга	133	160	94	71	59
8	Чебоксарское водохранилище	85	136	20	24	15
9	р. Вятка	144	174	126	88	72
10	Куйбышевское водохранилище	129	168	103	80	61
11	Саратовское водохранилище	92	116	78	85	67
12	Волгоградское водохранилище	66	56	23	35	41
13	р. Кама до г. Пермь	165	166	175	106	105
14	Воткинское водохранилище	130	167	151	116	90
15	р. Белая	135	136	125	93	92
16	ДОН, в том числе:	48	38	4	8	11
17	Хопер	55	48	14	25	29
18	Медведица	53	0	7	13	
Реки северо-запада						
19	Нарва	51	0	0	0	0
20	Волхов	62	54	0	0	0
Реки севера ЕЧР						
21	Северная Двина	116	137	143	123	104
22	Сухона	121	165	61	50	37
23	Вага	118	115	111	94	97
24	Юг	111	126	139	125	110
25	Пинега	97	117	152	157	130
26	Вычегда	131	149	167	127	112
27	Мезень	134	150	166	124	111
Реки и водохранилища Сибири						
28	Верхняя Обь	81	78	93	115	119
29	Тобол	62	103	75	121	73
30	Енисей (Саяно-Шушенское водохранилище)	116	141	139	120	99
31	Енисей (Красноярское водохранилище)	120	123	122	102	99
32	Ангара (оз. Байкал)	76	76	87	114	114
33	Ангара (Братское водохранилище)	67	58	80	119	138
34	Ангара (Усть-Илимское водохранилище)	113	83	138	122	166

В бассейнах рек и водохранилищ Сибири запасы воды в снеге составляли в основном около и больше нормы (рисунок 3.5). В Якутии снегозапасы больше нормы отмечались в бассейнах рек Вилюй, Марха, в верхнем и среднем течении р. Оленёк, в некоторых районах бассейна р. Лена. На остальной территории республики снегозапасы около и меньше нормы.

Запасы воды в снеге превышали норму на территории верхнего и среднего течения реки Амур, Зей, бассейнов рек Олекма и Витим. В Приморском крае запас воды в снежном покрове превышал норму в северных районах края, достигнув 110-150% нормы (рисунок 3.5). Запасы воды в снеге на начало марта по большинству районов Сахалина отмечались в пределах 90-130%, в отдельных районах юга – 150-170% от средних многолетних значений. На остальных территориях Дальневосточного федерального округа запасы воды в снеге были около или ниже среднемноголетних значений.

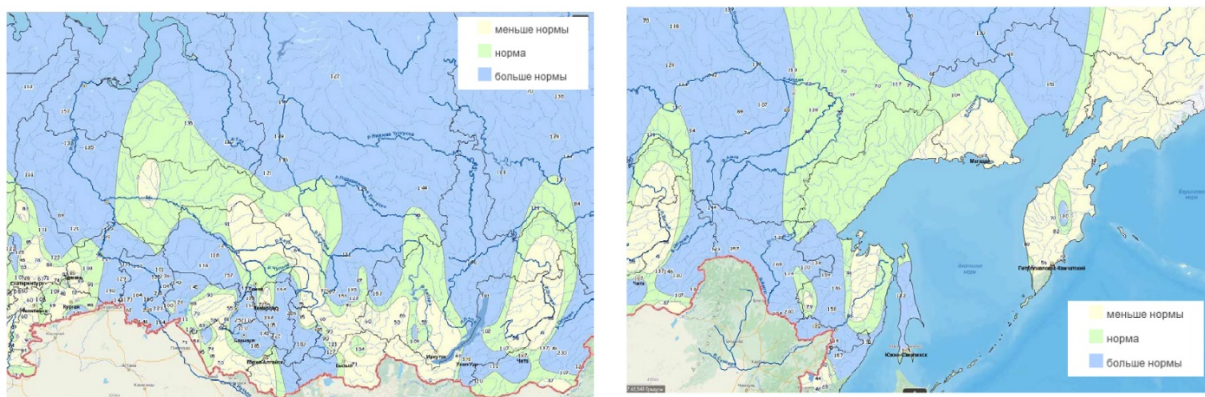


Рисунок 3.5 – Запас воды в снежном покрове (отношение к норме, %) на территории Сибири (слева) и Дальнего Востока (справа) по состоянию на начало марта 2025 года

Многолетние изменения характеристик снежного покрова

Пространственное распределение локальных оценок трендов, характеризующих знак и среднюю скорость изменений характеристик снежного покрова за зимний период на интервале 1976 - 2025 гг., рассчитанных по данным станционных наблюдений на территории России, показано на рисунках 3.6 и 3.7. Тренд выражен в см/10 лет.

Пространственное распределение коэффициентов линейного тренда числа дней с покрытием снегом более 50 % территории вокруг метеостанции приведено на рисунке 3.6, а (в анализе использованы оценки, статистически значимые на 5%-уровне). Как и в предыдущем году, на значительной части страны сохраняется тенденция уменьшения продолжительности залегания снежного покрова: на большей части ЕЧР, севере Восточной Сибири, в центральных районах Красноярского края, на юге Западной Сибири, северо-западе Республики Саха-Якутия, севере Камчатского края, западе Чукотского АО и в Амурской области. Увеличение продолжительности залегания снежного покрова наблюдается на востоке автономных округов Тюменской области, Кольском полуострове, в горных районах Алтая и Саян и отдельных районах центральной части Якутии и Забайкалья. В среднем для России число дней со снегом уменьшается на 1,87 дня за 10 лет (таблица 3.4), то есть продолжается ускорение сокращения продолжительности залегания снежного покрова.

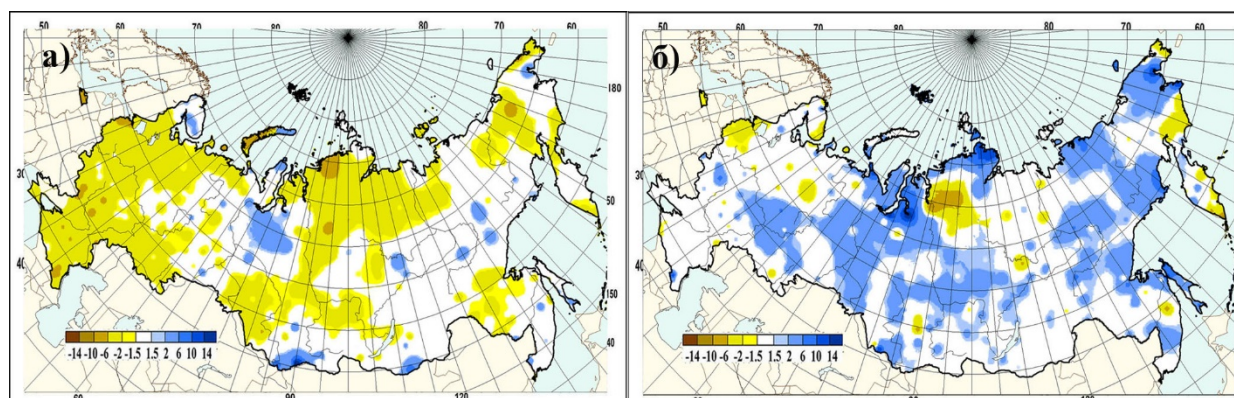


Рисунок 3.6 – а) Коэффициенты линейного тренда (см/10лет) в рядах числа дней со степенью покрытия окрестностей станции снегом более 50%. 1976-2025гг.; б) Коэффициенты линейного тренда (см/10лет) в рядах максимальной за зимний период высоты снежного покрова

Тенденция увеличения максимальной за зиму высоты снежного покрова сохранилась в восточных районах ЕЧР, на большей части Западной Сибири, побережье Охотского моря, в центре и на юге Красноярского края, северо-востоке и юго-востоке

Якутии, в Чукотском АО, Приморском крае и на Сахалине (рисунок 3.6 б). Несколько замедлился рост максимальной высоты снежного покрова в центральных областях ЕЧР. Максимальные положительные коэффициенты линейного тренда получены в районе Обской Губы и на арктическом побережье Таймыра. Уменьшение максимальной за зиму высоты снежного покрова отмечается на северо-западе и отдельных станциях на севере ЕЧР, юго-западе Таймырского муниципального района Красноярского края, отдельных станциях Республики Саха-Якутия и Хабаровского края, а также на севере и юге Камчатского края. При региональном осреднении статистически значимые на 5%-уровне положительные коэффициенты линейного тренда получены как для России в целом, так и для квази-однородных районов, за исключением III, IV и IX (таблица 3.4).

Тенденции изменений максимального за зиму запаса воды в снеге за период 1976-2025 гг. по данным маршрутных наблюдений не претерпели заметных изменений по сравнению с предыдущим периодом ни в поле, ни в лесу. По данным на полевых маршрутах наблюдается увеличение запаса воды в снеге в центральных, восточных и северо-восточных районах ЕЧР, Карелии, северных и южных районах Западной Сибири, в юго-западных районах Якутии. Максимальные положительные коэффициенты линейного тренда получены в районе Обской Губы. Сохраняется тенденция увеличения запаса воды в поле на Камчатке, Сахалине, в нижнем течении Амура и северных районах Приморского края (рисунок 3.7 а).

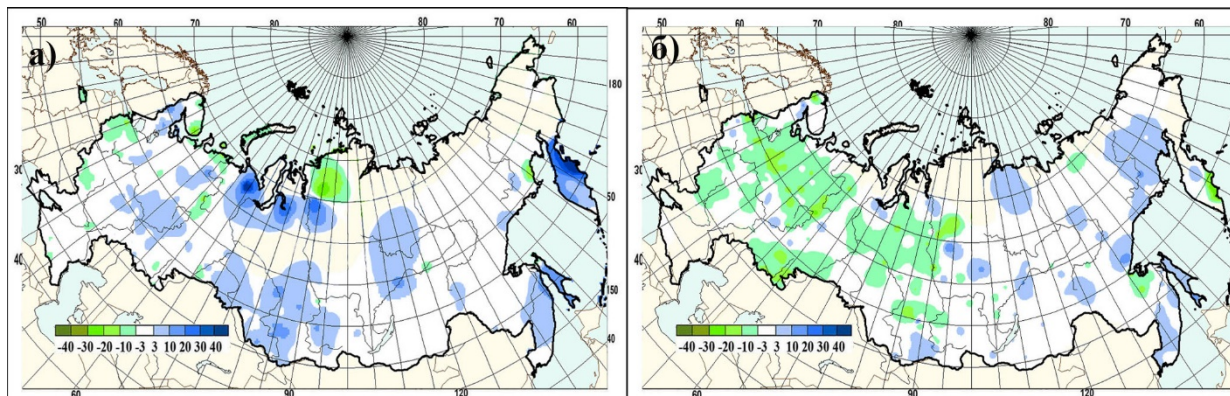


Рисунок 3.7 – Коэффициенты линейного тренда (мм/10лет) в рядах запаса воды в снеге за зимний период в поле (а) и в лесу (б). 1976-2025 гг.

Уменьшение запаса воды в снеге в поле отмечается на северо-западе и севере ЕЧР,

Таблица 3.4 – Оценки линейного тренда (значимые на 5%-м уровне) регионально осредненных характеристик снежного покрова для регионов России за 1976-2025 гг.:

Hmax, см/10 лет – максимальная высота снежного покрова; ***Nd, дни/10лет*** – число дней со снежным покровом; ***SWEn, мм/10лет*** – запас воды в снеге (в поле); ***SWEл, мм/10лет*** – запас воды в снеге (в лесу).

Регион	<i>Hmax</i>	<i>Nd</i>	<i>SWEn</i>	<i>SWEл</i>
Россия	1,06	-1,87	1,98	-1,29
Север ЕЧР и Западной Сибири	1,56	-2,40		
Сев. Восточной Сибири и Якутии	1,01	-2,16		
Чукотка и север Камчатки			-7,87	
Центр ЕЧР		-4,09		-5,72
Центр и юг Западной Сибири	1,73	-2,27	3,87	
Центр и юг Восточной Сибири	1,20			
Дальний Восток	1,30		6,55	
Алтай и Саяны	1,04		3,87	
Юг ЕЧР				

районе (Чукотка и север Камчатки) усилилась тенденция уменьшения запаса воды в снеге

Полярном Урале, юго-западе Таймырского муниципального района Красноярского края. Средний для страны в целом запас воды в снеге по данным маршрутных снегосъемок в поле увеличивается на 1,98 мм за 10 лет, что значительно меньше, чем за предыдущий период. Значимые положительные тренды получены также для V, VII и VIII квази-однородных районов. В III

на полевом маршруте, коэффициент линейного тренда составил $-7,87\text{мм}/10$ лет против $-7,35\text{мм}/10$ лет в предыдущем сезоне.

По данным маршрутных наблюдений в лесу (рисунок 3.7 б) на территории России по-прежнему преобладают тенденции уменьшения максимального за зиму запаса воды в снеге, однако скорость уменьшения возросла и составляет $1,29$ мм за 10 лет (таблица 3.4). Наибольшие по абсолютной величине отрицательные коэффициенты линейного тренда отмечены в Вологодской области, в междуречье Печоры и Камы, северных районах Красноярского края. Очаги положительных коэффициентов линейного тренда отмечены, в основном, на Азиатской территории страны. Наиболее обширная зона положительных коэффициентов линейного тренда охватывает северное и западное побережье Охотского моря, восток Якутии, южные районы Хабаровского края, Приморье и Сахалин. При оценке региональных изменений значимые отрицательные тренды запаса воды в снеге по данным снегосъемок на лесных маршрутах получены только в центре ЕЧР (IV район).

Выводы

Продолжительность залегания снежного покрова в среднем по России зимой 2024-2025гг. оказалась значительно меньше климатической нормы, отрицательная аномалия стала рекордной в ранжированном ряду с 1967 года. Зима 2024-2025 гг. выдалась малоснежной на большей части страны. Наибольшие по абсолютной величине отрицательные аномалии максимальной высоты снежного покрова отмечены на большей части ЕЧР, юге Западной Сибири, Красноярского края, в Иркутской области, Камчатском и Приморском краях, прибрежных районах Магаданской области. Отрицательная аномалия максимальной высоты снежного покрова в центре ЕЧР (IV квази-однородный район) попала в десятку наименьших значений. Максимальный за прошедшую зиму запас воды в снеге по данным маршрутных снегосъемок в среднем по России оказался значительно ниже климатической нормы как в поле, так и в лесу, оба значения попали в десятку наименьших значений в ранжированном ряду с 1967 года. Во всех квази-однородных климатических районах, кроме I (север ЕЧР и Западной Сибири), отмечены отрицательные аномалии запаса воды в снеге в поле, при этом отрицательная аномалия в III районе стала рекордной, а в IV районе – третьей наименьшей в ранжированном ряду с 1967 года. На лесном маршруте аномально низкие запасы воды в снеге, которые попали в тройку наименьших, отмечены в IV и VIII квази-однородных районах.

4. ЗАМЕРЗАНИЕ И ВСКРЫТИЕ РЕК

Сроки начала появления плавающего льда на реках и установления ледостава на водохранилищах в 2024 году

Появление льда осенью 2024 года началось на реках Яна, Индигирка (Якутия) и Колыма (Магаданская область, Якутия) в первой декаде октября. На реках Яна и Колыма – около нормы, на реке Индигирка на 5 дней позже нормы.

Во второй декаде октября около нормы и до 5 дней раньше нормы ледообразование началось на реках Енисей (от с. Ворогово до г. Игарка, Красноярский край), Лена (от г. Усть-Кут до г.Олекминск, Иркутская область, Якутия). В тоже время на 2-6 дней позже нормы ледообразование началось на реке Лена (от г. Олекминск до с. Кюсюр, Якутия).

В третьей декаде октября на 1-3 дня позже нормы ледообразование началось на реках Обь (на участке с. Мужы - г. Салехард, Ямало-Ненецкий АО), Енисей (от г. Игарка до г. Дудинка, Красноярский край), Амур (от с. Кумара до с. Иннокентьевка, Амурская область). Раньше нормы на 1-4 дня ледообразование началось на реке Амур (от с. Покровка до с. Кумара, Забайкальский край, Амурская область).

В первой декаде ноября позже нормы ледообразование началось на реках Печора (Республика Коми) на 16-20дней, Обь (на участке г. Колпашево - с. Мужы, Томская область,

Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий АО), Вычегда (Республика Коми, Архангельская область), Кама (выше г. Соликамск, Пермский край), Вятка (выше г. Котельнич, Кировская область), Тобол, Тура, Тавда (Тюменская, Свердловская области), Енисей (у г. Кызыл, Республика Тыва), Амур (от с. Иннокентьевка до г. Хабаровск и от г. Комсомольск-на-Амуре до с. Мариинское), Зея (ниже с. Мазаново, Амурская область, Еврейская АО, Хабаровский край), что на 2-11 дней позже нормы. Около нормы и до 11 дней раньше началось образование ледостава на Камском водохранилище (Пермский край).

Во второй декаде ноября на 2-7 дней позже нормы ледообразование началось на реках Обь (выше г. Камень-на-Оби (Алтайский край) и от г. Новосибирск до г. Колпашево (Новосибирская, Томская области)), Иртыш (Омская, Тюменская области, Ханты-Мансийский АО), Амур (на участке г. Хабаровск- г. Комсомольск-на-Амуре, Хабаровский край).

В третьей декаде ноября на 20-27 дней позже нормы ледообразование началось на реках Северная Двина (Архангельская область), Сухона (ниже г. Тотьма, Вологодская область), Кострома, Унжа (Костромская область), Вятка (ниже г. Котельнич, Кировская область), Белая (ниже г. Уфа, Башкортостан). На 4-9 дней позже нормы началось установление ледостава на Куйбышевском (Татарстан, Ульяновская и Самарская области), Воткинском (Пермский край) водохранилищах и Беломорско-Балтийском канале (Республика Карелия).

В первой декаде декабря на 13-33 дня позже нормы ледообразование началось на реках Сухона (выше г. Тотьма, Вологодская область), Ветлуга (ниже г. Шарья, Костромская и Нижегородская области), Волга (выше г. Тверь (Тверская область) и на участке г. Нижний Новгород - с. Просек (Нижегородская область)), Ока (ниже устья реки Mokша, Рязанская, Владимирская, Нижегородская области), Москва (выше г. Москва, Московская область), Сура (ниже г. Алатырь, Чувашская Республика). На 6 дней позже нормы процесс ледообразования начался на реке Дон (на участке ст-ца Вешенская - ст-ца Трехостровская, Ростовская, Волгоградская области).

Также началось установление ледостава на Рыбинском (Ярославская, Вологодская области), Горьковском (Ивановская, Нижегородская области), Чебоксарском (Нижегородская область, республики Марий Эл и Чувашия), Саратовском (Самарская, Саратовская области), Нижнекамском (Татарстан) и Шекснинском (Вологодская область) водохранилищах, что на 3-18 дней позже нормы.

Во второй декаде декабря на 5-18 дней позже нормы ледообразование началось на реках Ока (выше г. Кашира (Московская, Калужская области) и от г. Рязань до устья реки Mokша (Рязанская область), Дон (выше устья реки Воронеж (Липецкая область) и от устья реки Воронеж до ст-цы Вешенская (Воронежская, Ростовская области), в верхнем течении реки Днепр (Смоленская область), реки Западная Двина (выше г. Витебск, Смоленская, Тверская область). Также началось установление ледостава на Волгоградском водохранилище (Саратовская, Волгоградская области).

На 2 дня раньше нормы началось ледообразование в нижнем течении реки Волга (Волгоградская, Астраханская области).

Сроки вскрытия и очищение рек и водохранилищ ото льда, весной 2025 года

Вскрытие рек и очищение водохранилищ весной 2025 года началось в конце третьей декады марта и в первой декаде апреля на 6-22 дня раньше нормы вскрылись реки Северная Двина (выше г. Котлас), Сухона, Юг, Кострома, Унжа, Ветлуга, Белая (ниже г. Уфа), Вятка, Обь (выше г. Камень-на-Оби и ниже г. Новосибирск до устья Чулыма), Тура (ниже г. Туринск), Иртыш (на участке пгт. Черлак - г. Омск). Очистились ото льда Рыбинское, Горьковское, Куйбышевское, Саратовское и Волгоградское водохранилища.

В первой - второй декадах апреля вскрылась р. Иртыш (на участке с. Карташово - с. Тобольск) на 13 дней раньше нормы.

Во второй декаде апреля на 3-14 дней раньше нормы вскрылись реки Кама (выше г. Соликамск), Тавда (ниже г. Тавда), Северная Двина (ниже д. Абрамково), Вычегда, Пинега, Обь (от р. Усть Чулым до с. Александровское), Енисей (у г. Кызыл), Кан, Лена (на участке рп. Качуг - г. Усть-Кут), Амур (от с. Иннокентьевка до г. Хабаровск), Шилка. Очистилось ото льда Воткинское водохранилище.

В третьей декаде апреля (около нормы и до 7 дней раньше нормы) вскрылись реки Печора (выше с. Усть-Щугор), Иртыш (ниже с. Тобольск), Енисей (на участке с. Назимово - с. Ярцево), Лена (от г. Усть-Кут до пгт. Витим), Киренга (на участке с. Казачинское - г. Киренск), Амур (от с. Покровка до с. Иннокентьевка и от г. Хабаровск до с. Мариинское), Аргунь, Зeya ниже (с. Мазаново), Амгунь (ниже устья р. Дуки). Очистились ото льда Шекснинское и Камское водохранилища, что до 17 и 9 дней раньше нормы соответственно.

В конце третьей декады апреля и в первой декаде мая (на 6-7 дней раньше нормы) вскрылись реки Мезень, Обь (на участке г. Сургут- пгт. Октябрьское), Лена (на участке г. Киренск - пгт. Витим). Близко к норме и до 4 дней раньше нормы вскрылась р. Енисей (от с. Ярцево до с. Верхнеимбатск) и очистился ото льда Беломорско-Балтийский канал.

В первой и второй декадах мая (на 2-14 дней раньше нормы) вскрылись реки Печора (на участке с. Усть-Щугор - с. Усть-Уса), Обь (на участке пгт. Октябрьское - с. Мужик), Енисей (на участке с. Верхнеимбатск - с. Туруханск), Лена (на участке пгт. Витим - г. Олекминск), Алдан (на участке г. Томмот - с. Охотский Перевоз), Колыма (от п. Среднекан до п. Зырянка).

Во второй декаде мая (около нормы и до 7 дней раньше нормы) вскрылись реки Печора (на участке с. Усть-Уса - с. Усть-Цильма), Витим (ниже г. Бодайбо), Обь (на участке с. Мужик - г. Салехард), Лена (от г. Олекминск до рп. Сангар), Алдан (ниже с. Охотский Перевоз), Виллой (ниже с. Сунтар), Колыма (на участке п. Зырянка - г. Среднеколымск).

Во второй и третьей декадах мая (около нормы) вскрылись реки Енисей (на участке с. Туруханск - г. Игарка), Лена (на участке рп. Сангар - с. Жиганск).

В третьей декаде мая (около нормы и до 5 дней раньше нормы) вскрылись реки Енисей (на участке г. Игарка-г. Дудинка), Лена (на участке с. Жиганск - с. Кюсюр), Яна (на участке г. Вероянск - пол. ст. Юбилейная), Индигирка, Колыма (на участке г. Среднеколымск - п. Черский).

В конце мая-первой декаде июня на 2 дня раньше нормы вскрылась р. Енисей (на участке г. Дудинка - Усть-Порт).

5. ГОЛОЛЕДНО-ИЗМОРОЗЕВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Рассматриваются характеристики следующих видов гололедно-изморозевых отложений (ГИО): гололеда, кристаллической изморози и отложения мокрого снега. Такой выбор сделан в связи с тем, что отложения гололеда и мокрого снега наносят значительный ущерб экономике, а кристаллическая изморозь — это наиболее распространенный вид отложения (по сравнению с зернистой изморозью) на территории России. Анализ основных характеристик ГИО осуществляется с октября прошедшего года по апрель текущего года. Октябрь и апрель включены в холодный период, поскольку в эти месяцы температура воздуха колеблется между положительной и отрицательной, создаются благоприятные температурно-влажностные условия, при которых ГИО могут достигать опасных значений.

Исследование характеристик ГИО проведено по данным за период с 1984 г., так как инструментальные наблюдения за отложениями доступны на технических носителях с этого года. Нормы (среднемноголетние значения) характеристик ГИО рассчитаны за период с 1991 - 2020 гг. Общее число станций, использованных в работе 1067. В континентальных районах азиатской территории России на многих метеорологических станциях отсутствует гололедный станок, так как в зимнее время в зоне влияния Сибирского антициклона преобладают арктические воздушные массы, которые

характеризуются очень низкой температурой и малой влажностью, поэтому условий для образования гололедно-изморозевых отложений практически нет.

Анализ изменений характеристик ГИО проводился по данным на метеостанциях и по рядам средних для 18 квази-однородных климатических регионов характеристик. Осреднение по регионам производилось поэтапно: сначала аномалии, рассчитанные на станциях, арифметически осреднялись по ячейкам регулярной сетки $1^\circ\text{N} \times 2^\circ\text{E}$, а затем с весовыми коэффициентами в зависимости от широты ячейки проводилось осреднение по 18 регионам, показанным на рисунке 4 Введения.

Особенности гололедно-изморозевых отложений в холодный период 2024/25 г.

Пространственное распределение аномалий суммарного за холодный период числа случаев с гололедом, кристаллической изморозью и отложением мокрого снега представлено на рисунке 5.1. Суммарные за холодный период аномалии числа случаев с **гололедом** (рисунок 5.1а) были положительными на северо-востоке ЕЧР, юге ЦФО, севере ЮФО, в УФО, Камчатском и Приморском краях. Отрицательные аномалии числа случаев с гололедом наблюдались на северо-западе ЦФО, северо-западе ПФО и юге ЮФО (от 1 до 5 случаев).

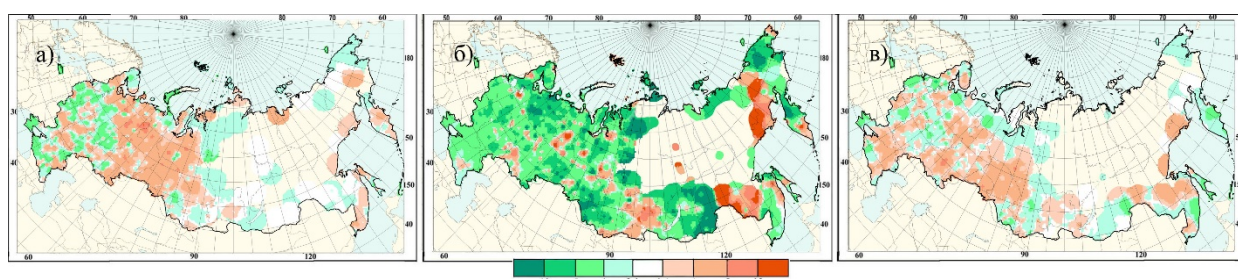


Рисунок 5.1 – Аномалии суммарного за холодный период числа случаев (дни): а) гололеда, б) кристаллической изморози, в) отложения мокрого снега

Мощный очаг отрицательных аномалий числа случаев с **кристаллической изморозью** (рисунок 5.1б) сформировался на ЕЧР, в УФО, Западной Сибири, Забайкалье, Чукотском АО, севере Камчатского края (от 1 до 10 случаев), что может быть связано с аномально теплой погодой в рассматриваемый холодный период. Положительные аномалии отмечались в Амурской и Магаданской областях, на западе Иркутской области. Увеличение числа дней с отложением **мокрого снега** наблюдалось на юге и в центре УФО, отдельными небольшими очагами в Западной Сибири, на востоке ПФО, востоке и западе ЦФО, западе СЗФО, севере ЮФО (рисунок 5.1в). Реже, чем обычно, отложение мокрого снега наблюдалось в Крыму, Псковской области, на юге Карелии, востоке Приморского края (от 1 до 5 дней).

Анализ пространственного распределения суммарной продолжительности **гололеда** (рисунок 5.2а) показал, что на 12-48 часов дольше гололед сохранялся на западе и в центральных районах ЦФО, юго-востоке ПФО, западе Архангельской области, севере ЮФО, в Карелии и УФО. Отрицательные аномалии суммарной продолжительности гололеда небольшими очагами отмечались в СЗФО, ЦФО, на юге ЮФО (от 12 до 48 часов).

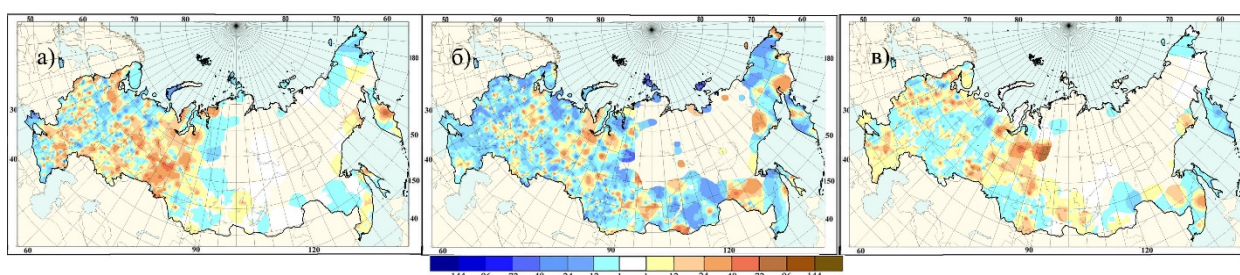


Рисунок 5.2 – Аномалии суммарной за холодный период продолжительности (часы): а) гололеда, б) кристаллической изморози, в) отложения мокрого снега

Уменьшение продолжительности **кристаллической изморози** (рисунок 5.2б) преобладало на ЕЧР, Чукотке, западе Амурской области, в Западной Сибири, центральных районах Бурятии, однако выделяются очаги положительных аномалий в УФО, на востоке Амурской, юго-западе Иркутской и Магаданской областях, юго-западе Забайкальского, севере Камчатского края. Дольше обычного продолжительность **отложения мокрого снега** сохранялась в УФО, ЮФО, Республике Алтай, северо-западе СЗФО (рисунок 5.2в).

На рисунке 5.3 представлено пространственное распределение среднего за холодный период веса рассматриваемых отложений. Рост веса **гололеда** (рисунок 5.3а) отмечался на большей части ЮФО, юго-западе ЦФО, юге Коми, западе Ленинградской и Омской областях, отдельными очагами в Архангельской области (1,2-1,6 г/см).

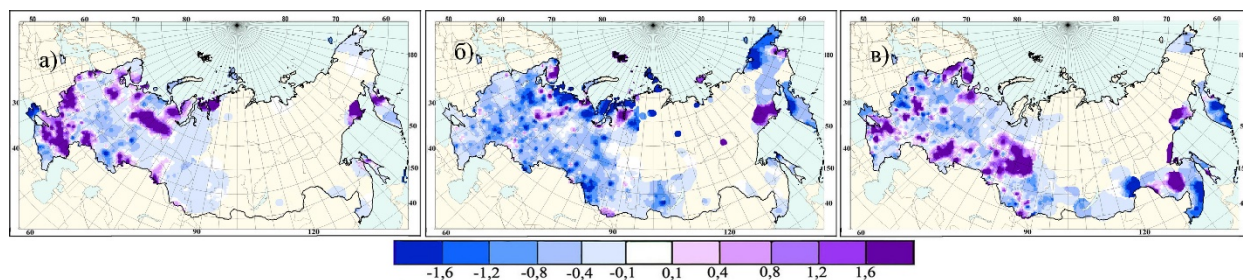


Рисунок 5.3 – Аномалии среднего за холодный период веса (г/см): а) гололеда, б) кристаллической изморози, в) отложения мокрого снега

В распределении среднего за холодный период веса **кристаллической изморози** (рисунок 5.3б) преобладали отрицательные аномалии на ЕЧР, юге Восточной и в Западной Сибири, Камчатском крае и Чукотке (0,4-1,6 г/см и более). Максимальные положительные аномалии небольшими очагами отмечались только в Мурманской области, в районе Енисейского залива, на западе Архангельской и в Магаданской областях (1,2-1,6 г/см). Рост веса отложения **мокрого снега** наблюдался на западе ЮФО, в Карелии, Мурманской области, центральных районах ЦФО, на юге полуострова Канин, северо-востоке ХМАО, юго-востоке ЯНАО, западе Оренбургской области (1,2-1,6 г/см и более). Уменьшение веса отложения мокрого снега отмечалось в ряде областей на западе ЕЧР (Брянской, Смоленской, Калужской, Псковской, Новгородской), а также в Приморском и Камчатском краях (0,8-1,6 г/см).

Тенденции современных изменений характеристик гололедно-изморозевых отложений на территории России

Пространственное распределение оценок тренда суммарного за холодный период числа случаев с ГИО представлено на рисунке 5.4, оно мало чем отличается от полученного годом ранее. По-прежнему преобладают положительные тенденции числа случаев с **гололедом** (рисунок 5.4а) на ЕЧР и УФО, наибольшие коэффициенты линейного тренда получены на северо-востоке ПФО, юго-западе Коми, юго-востоке ЯНАО и в Астраханской области (0,8-1,6 случаев за 10 лет). На многих метеорологических станциях этот тренд статистически значим на 5% уровне. При региональном осреднении (таблица 5.1, номер региона в таблице соответствует номеру на рисунке 4 Введения) статистически значимый положительный тренд получен в четырех регионах (5, 7, 10 и 18 регионы) и в целом для ЕЧР ($b=0.3$ случая за 10 лет).

По данным на метеорологических станциях получены ярко выраженные значимые как отрицательные, так и положительные значения коэффициентов линейного тренда числа случаев с **кристаллической изморозью** (рисунок 5.4б). При региональном осреднении значимые отрицательные тренды выявлены в регионах Атлантическая Арктика, на северо-западе, юго-западе и в степной части Восточно-Европейской равнины (1, 4, 6 и 8 регионы),

а значимые положительные тенденции получены в центральной части Восточной Сибири, бассейне Ангары и на Дальнем Востоке (14, 15, 17 и 18 регионы). Почти на всей ЕЧР и Западной Сибири получен значимый положительный тренд числа случаев с **отложением мокрого снега** (рисунок 5.4в). Статистически значимые положительные тенденции отмечены в двенадцати регионах (таблица 5.1), а также в целом для страны и для ЕЧР.

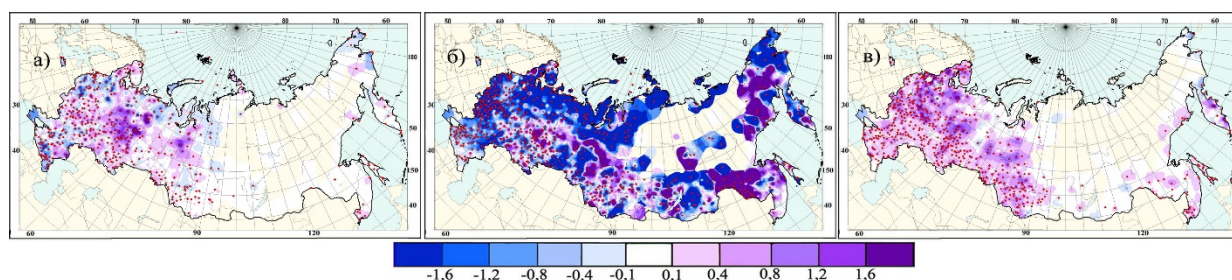


Рисунок 5.4 – Коэффициенты линейного тренда (дни/10лет) суммарного за холодный период числа дней: а) гололеда, б) кристаллической изморози, в) отложения мокрого снега. Кругами красного цвета показаны станции, для которых тренд статистически значим на 5% уровне

На рисунке 5.5 представлено пространственное распределение коэффициентов линейного тренда в рядах суммарной за холодный период продолжительности ГИО. Увеличение продолжительности **гололеда** отмечалось в центральных районах ЕЧР, на востоке ЯНАО (рисунок 5.5а). Статистически значимые положительные тенденции регистрируются на северо-востоке, юго-востоке Восточно-Европейской равнины, на севере лесной зоны Западной Сибири (таблица 5.2), в целом для России и для ЕЧР. Наибольший тренд продолжительности гололеда равен 3.7 ч/10 лет (10 регион), где вклад тренда в дисперсию ряда составил 35%.

Таблица 5.1 – Оценки линейного тренда аномалий числа случаев ГИО; 1984-2025 гг., *b* – коэффициент линейного тренда (дни/10лет), *d* – вклад тренда в общую дисперсию ряда (%).

Регионы	№	Гололед		Кристаллическая изморозь		Отложение мокрого снега	
		<i>b</i>	<i>d</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>b</i>	<i>d</i>
Атлантическая Арктика	1	0.1	7	-1.2	23	0.6	66
Сибирская Арктика	2	-0.0	5	0.7	4	0.0	0
Тихоокеанская Арктика	3	0.0	0	-0.4	1	0.0	0
СЗ Восточно-Европейской равнины	4	0.2	2	-1.3	19	1.3	78
СВ Восточно-Европейской равнины	5	1.1	33	0.4	2	0.7	60
ЮЗ Восточно-Европейской равнины	6	0.2	3	-1.5	34	0.7	54
ЮВ Восточно-Европейской равнины	7	0.4	13	0.1	0	0.5	60
Степная часть Вост.-Европ. равнины	8	0.0	0	-1.0	16	0.2	22
Степи и предгорье Северного Кавказа	9	-0.1	1	-0.4	9	0.3	30
Север лесной зоны Западной Сибири	10	0.4	25	-0.9	8	0.1	14
Юг лесной зоны Западной Сибири	11	0.1	7	0.4	2	0.2	25
степная зона Западной Сибири	12	0.1	3	0.0	0	0.4	50
Алтай и Саяны	13	0.0	0	0.1	0	0.4	34
Центральная часть Восточной Сибири	14	0.0	0	4.6	56	0.1	5
Бассейн Ангары	15	0.0	0	0.9	11	0.0	0
Забайкалье	16	0.0	0	-0.6	2	0.0	0
Дальний Восток между 50°N и 60°N	17	0.0	0	2.6	46	0.2	10
Дальний Восток южнее 50°N	18	0.1	18	1.6	49	0.4	19
РФ		0.1	4	-0.2	1	0.5	74
ЕЧР		0.3	11	-0.6	8	0.7	76

Примечание: статистически значимый на 5% уровне тренд выделен жирным шрифтом

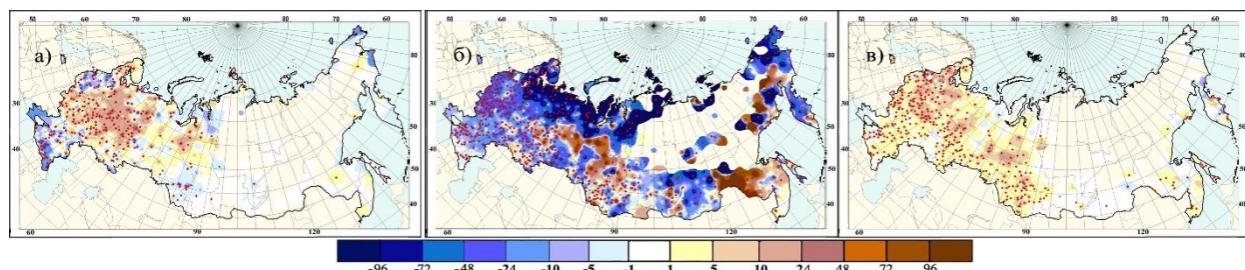


Рисунок 5.5 – Коэффициенты линейного тренда (часы/10лет) суммарной за холодный период продолжительности: а) гололеда, б) кристаллической изморози, в) отложения мокрого снега. Кругами красного цвета показаны станции, для которых тренд статистически значим на 5% уровне

Таблица 5.2 – Оценки линейного тренда относительных аномалий продолжительности ГИО; 1984-2025 гг.,

b – коэффициент линейного тренда (час/10лет), *d* – вклад тренда в общую дисперсию ряда (%).

Регионы	№	Гололед		Кристаллическая изморозь		Отложение мокрого снега	
		<i>b</i>	<i>d</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>b</i>	<i>d</i>
Атлантическая Арктика	1	0.1	0	-2.0	22	2.7	59
Сибирская Арктика	2	-0.6	2	1.6	3	0.1	0
Тихоокеанская Арктика	3	0.8	2	-0.2	0	0.1	0
СЗ Восточно-Европейской равнины	4	0.3	0	-1.5	9	6.8	72
СВ Восточно-Европейской равнины	5	2.7	16	1.6	9	4.4	52
ЮЗ Восточно-Европейской равнины	6	1.9	10	-4.1	35	3.8	47
ЮВ Восточно-Европейской равнины	7	3.2	22	1.6	9	2.7	48
Степная часть Восточно-Европейской равнины	8	1.2	5	-3.6	33	2.4	50
Степи и предгорье Северного Кавказа	9	-1.2	5	-2.8	14	2.0	35
Север лесной зоны Западной Сибири	10	3.7	35	1.7	5	2.6	26
Юг лесной зоны Западной Сибири	11	0.8	3	2.6	15	3.6	71
Степная зона Западной Сибири	12	0.2	0	0.9	2	2.4	39
Алтай и Саяны	13	0.0	0	1.2	4	2.7	49
Центральная часть Восточной Сибири	14	0.2	3	2.5	3	0.2	2
Бассейн Ангары	15	0.1	1	3.8	24	0.8	13
Забайкалье	16	-0.1	0	-1.0	1	-0.3	2
Дальний Восток между 50°N и 60°N	17	0.4	4	4.0	33	1.7	21
Дальний Восток южнее 50°N	18	0.7	8	3.3	34	2.4	26
РФ		0.9	13	0.1	0	2.9	81
ЕЧР		1.3	12	-0.4	1	3.8	76

Примечание: статистически значимый на 5% уровне тренд выделен жирным шрифтом

Значительные отрицательные тенденции продолжительности **кристаллической изморози** (рисунок 5.5б) получены на арктическом побережье ЕЧР, Урала, северо-западе Красноярского края (более 96 ч/10 лет). Тенденция роста продолжительности кристаллической изморози выявлена на западе и востоке ХМАО, на юге ЯНАО и в Амурской области (48-96 ч/10 лет). При региональном осреднении (таблица 5.2), наибольший положительный тренд продолжительности кристаллической изморози 4ч/10лет получен в 17 регионе (Дальний Восток между 50°N и 60°N), а наибольший отрицательный – на юго-западе Восточно-Европейской равнины ($b = -4.1$ ч/10лет, $d = 35$ %). На ЕЧР и юге Западной Сибири преобладал рост продолжительности **отложения мокрого снега** (от 5 до 24ч/10 лет) (рисунок 5.5в). Во многих квазиоднородных климатических регионах получены значимые положительные тенденции (таблица 5.2). Максимальный тренд отмечается на северо-западе Восточно-Европейской равнины ($b = 6.8$ ч /10 лет,

d=72 %). В целом для территории России и для ЕЧР получен статистически значимый положительный тренд продолжительности отложения мокрого снега (b= 2.9 и 3.8ч/ 10 лет соответственно).

Географическое распределение линейного тренда среднего за холодный период веса ГИО представлено на рисунке 5.6. Рост веса **гололеда** отмечался на большей территории ЕЧР и юге Приморского края, однако при региональном осреднении значимых коэффициентов линейного тренда веса гололеда не получено (таблица 5.3).

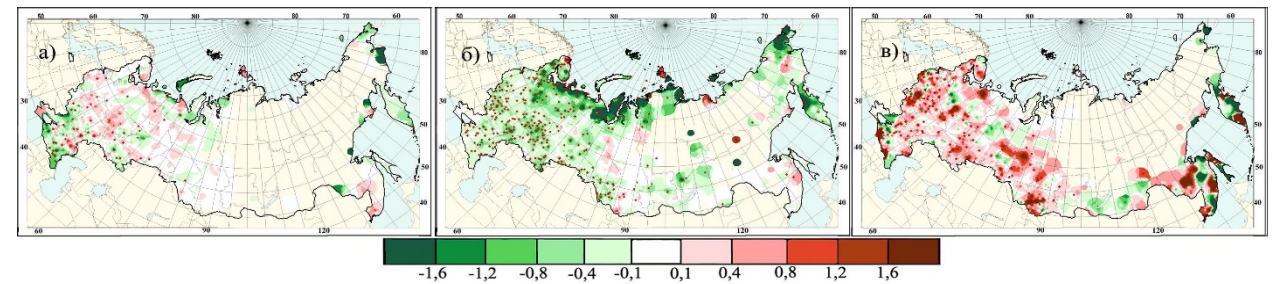


Рисунок 5.6 – Коэффициенты линейного тренда (часы/10лет) суммарной за холодный период продолжительности: а) гололеда, б) кристаллической изморози, в) отложения мокрого снега. Кругами красного цвета показаны станции, для которых тренд статистически значим на 5% уровне

Таблица 5.3 – Оценки линейного тренда относительных аномалий веса ГИО; 1984-2025 гг., *b* – коэффициент линейного тренда (г/см /10 лет), *d* – вклад тренда в общую дисперсию ряда (%)

Регионы	№	Гололед		Кристаллическая изморозь		Отложение мокрого снега	
		<i>b</i>	<i>d</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>b</i>	<i>d</i>
Атлантическая Арктика	1	0.0	1	-0.2	18	0.1	12
Сибирская Арктика	2	-0.1	6	-0.3	17	0.1	11
Тихоокеанская Арктика	3	0.0	2	-0.2	7	0.0	1
СЗ Восточно-Европейской равнины	4	0.1	6	-0.3	34	0.1	9
СВ Восточно-Европейской равнины	5	0.0	1	-0.1	7	0.2	29
ЮЗ Восточно-Европейской равнины	6	0.0	3	-0.2	18	0.3	41
ЮВ Восточно-Европейской равнины	7	0.1	4	-0.2	20	0.2	15
Степная часть Восточно-Европейской равнины	8	0.1	1	-0.3	20	0.1	9
Степи и предгорье Северного Кавказа	9	-0.1	3	-0.1	14	0.1	5
Север лесной зоны Западной Сибири	10	-0.0	2	-0.1	5	0.0	1
Юг лесной зоны Западной Сибири	11	0.0	0	-0.1	6	0.1	21
степная зона Западной Сибири	12	-0.0	1	-0.2	9	0.1	11
Алтай и Саяны	13	-0.0	1	-0.0	0	0.2	25
Центральная часть Восточной Сибири	14	0.0	0	0.3	9	0.0	0
Бассейн Ангары	15	0.0	0	-0.0	1	0.2	8
Забайкалье	16	-0.0	0	-0.1	15	-0.0	1
Дальний Восток между 50°N и 60°N	17	0.1	5	-0.2	15	0.2	14
Дальний Восток южнее 50°N	18	0.1	7	-0.0	1	0.2	15
РФ		0.0	0	0.0	1	0.1	14
ЕЧР		0.1	6	-0.2	20	0.2	20

Примечание: статистически значимый на 5% уровне тренд выделен жирным шрифтом

6. СЕВЕРНАЯ ПОЛЯРНАЯ ОБЛАСТЬ

Приповерхностная температура воздуха

Зима 2025 года в Арктике оказалась самой тёплой, начиная с 1951 года (рисунок 6.1). Весной повышение продолжилось, но летом отсутствовало. Осенью потепление проявилось с новой силой. Максимум осенью 2025 года сформировался над приатлантической Арктикой (рисунок 6.2, а) с последующей аномалией над областью Земли Франца-Иосифа, простирающейся к Северному полюсу (рисунок 6.2, б). Ранее

начало потепления было зафиксировано в 2023–2024 годах в тропиках Северной Атлантики.

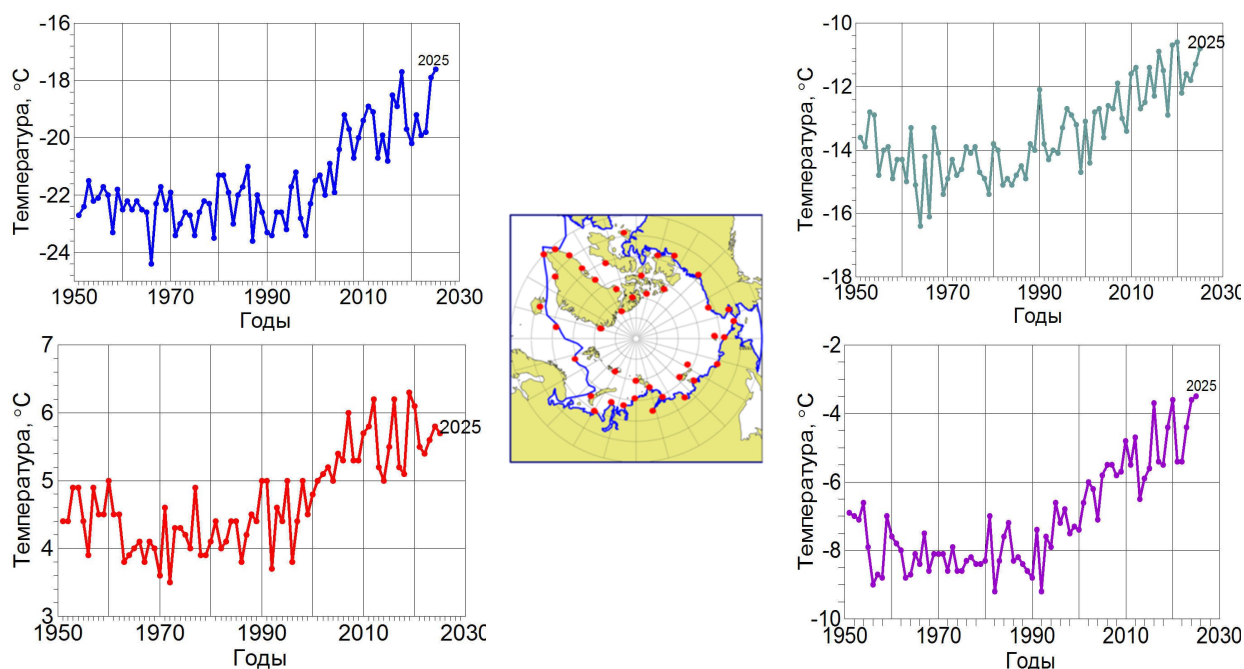


Рисунок 6.1 – Температура воздуха в морской Арктике по данным 38 станций (на врезке) зимой (синий цвет), весной (зелёный), летом (красный), осенью (фиолетовый)

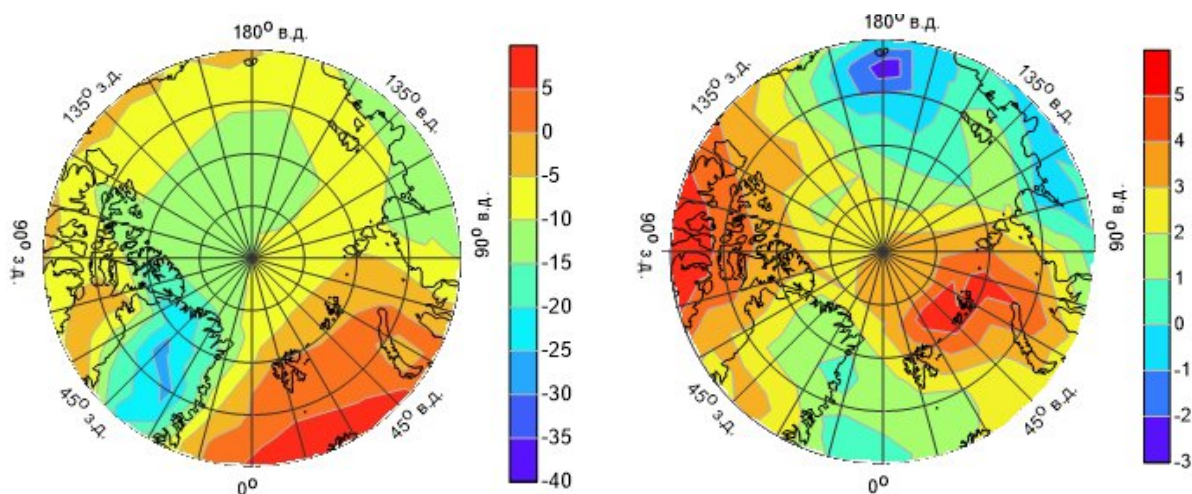


Рисунок 6.2 - Температура воздуха и аномалии относительно 1991-2020 гг осенью 2025 г., построенные по адаптированным данным реанализа ERA5.

а – температура приповерхностного воздуха осенью (сентябрь–ноябрь) 2025 года;
б - аномалии температуры приповерхностного воздуха осенью (сентябрь–ноябрь) 2025 г.

На рисунке 6.2 видны аномалии над районами ЗФИ- север Баренцева и Карского морей и над Канадской Арктикой (рисунок 6.2б) и поток теплого воздуха через Атлантические «ворота» на рисунок 6.2а.

В области Северного морского пути в 2025 году также наметилось повышение температуры, которая оказалась несколько выше во все сезоны, чем в 2024 году (рисунок 6.3). Продолжения этой тенденции следует ожидать и в следующем году в соответствии с установленным ранее запаздыванием на 2–3 года относительно повышения температуры поверхности океана в тропиках Северной Атлантики в 2023–2024 годах.

В области морской Арктики (рисунок 6.3) температура с 1990-х годов повысилась к 2018-2020 гг. зимой более чем на 4°C, а летом — на 2°C. На акватории Сибирских

арктических морей (Карское–Чукотское моря), по которым проходит Северный морской путь, особенно заметно потеплело в 2010-е годы. Данные метеорологических станций на побережье и островах показывают здесь повышение зимней температуры воздуха с 1970-х годов по 2018 год на 6°C, а летней к 2020 году почти на 3°C. В 2021-2023 гг. температура понизилась, но в 2025 году повышение возобновилось.

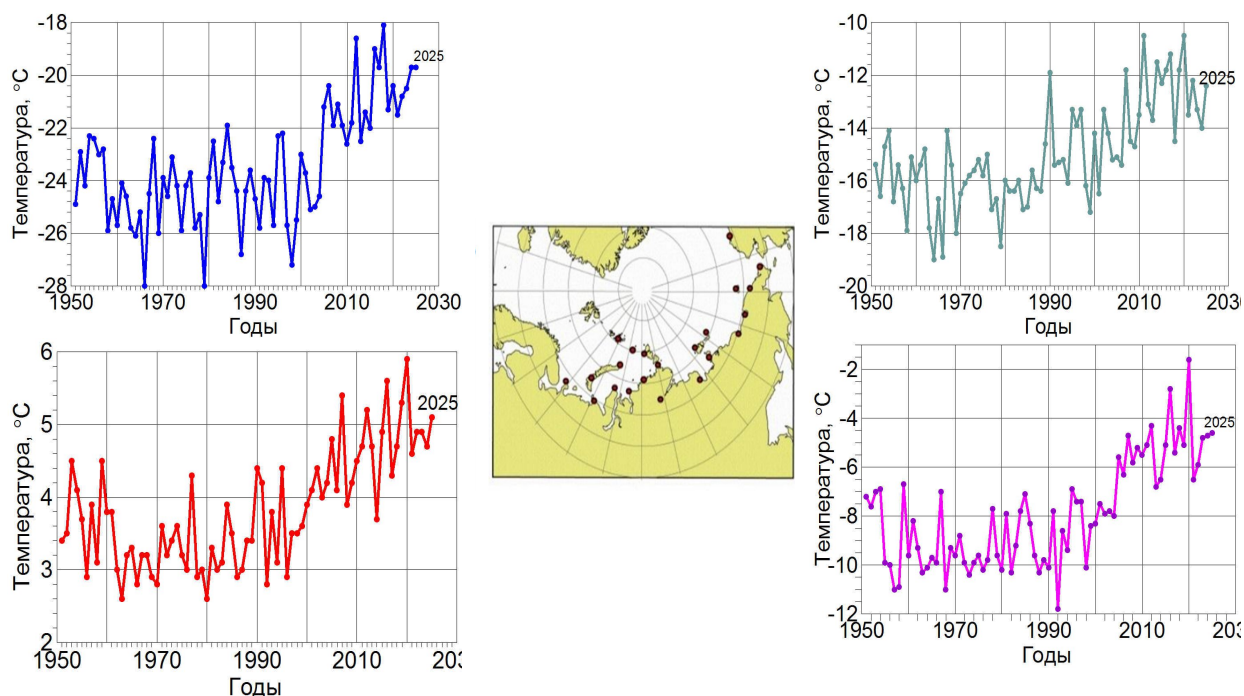


Рисунок 6.3 – Температура воздуха в морях СМП по данным 21 станции (на врезке) зимой (синий цвет), весной (зелёный), летом (красный), осенью (фиолетовый)

Морской ледяной покров в Северном Ледовитом океане и на акватории Северного морского пути

Площадь, занятая морским льдом (ПМЛ) в Северном Ледовитом океане (СЛО) в сентябре 2025 года на сезонном минимуме (рисунок 6.4), показывает, что сентябрьский лёд

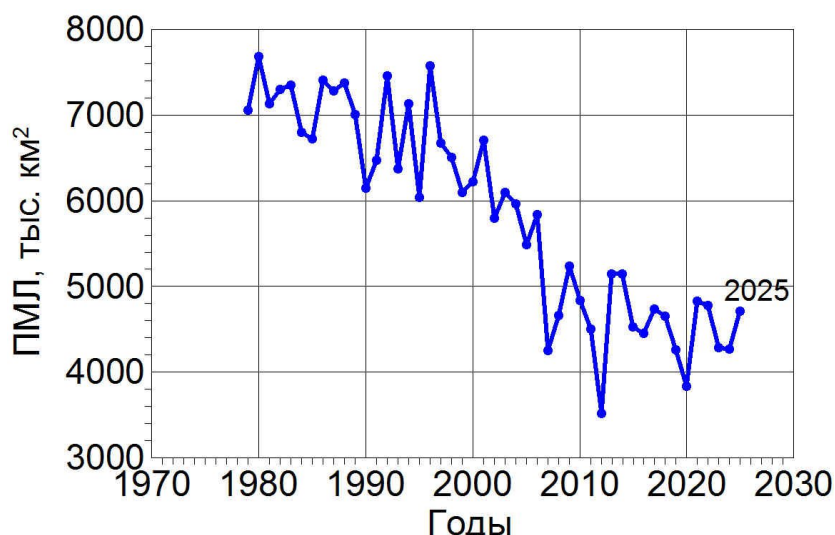


Рисунок 6.4 – Площадь, занятая льдом в Северном Ледовитом океане в сентябре 1979–2025гг.

занимал площадь более 4500 тыс. км², что значительно выше сентябрьских минимумов 2012 и 2020 годов (рисунок 6.5).

Сентябрьская площадь льда в арктических морях, по которым проходит СМП была в 2025 году также выше минимальных значений 2012 и 2020 годов (рисунок 6.6) и возросла по сравнению с 2024 годом.

Между сентябрьской площадью

льда и летней температурой воздуха существует тесная связь.

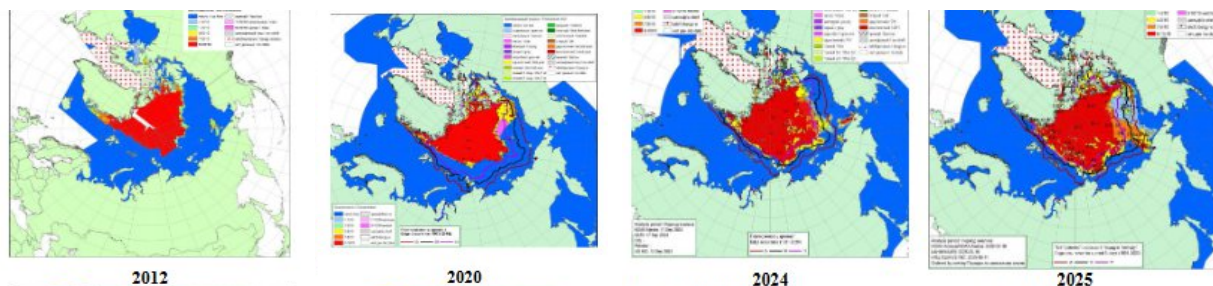


Рисунок 6.5 – Ледовые условия за 11.09 - 16.09 в 2012-2025 гг. (Информационные материалы по мониторингу морского ледяного покрова ФГБУ «ААНИИ» №38 (728) 2025)

Корреляция между летней (июнь-август) температурой и сентябрьской ПМЛ составляет -0,93 для СЛО и -0,88 для морей СМП. Причём обе площади тесно связаны между собой (корреляция 0,95).

На распространение льда в сентябре сказывается влияние и сумма градус-дней мороза за октябрь-апрель месяцы (рисунок 6.7) через формирование льда в этот период.

Совместное влияние зимней СГДМ и летней (июнь-август) температуры воздуха объясняет 90% изменчивости ПМЛ сентябрьского морского льда в СЛО, в октябре эта часть изменчивости возрастает до 92% в СЛО и 88% в арктических морях, что указывает на совместный прогностический потенциал СГДМ и летней температуры воздуха.

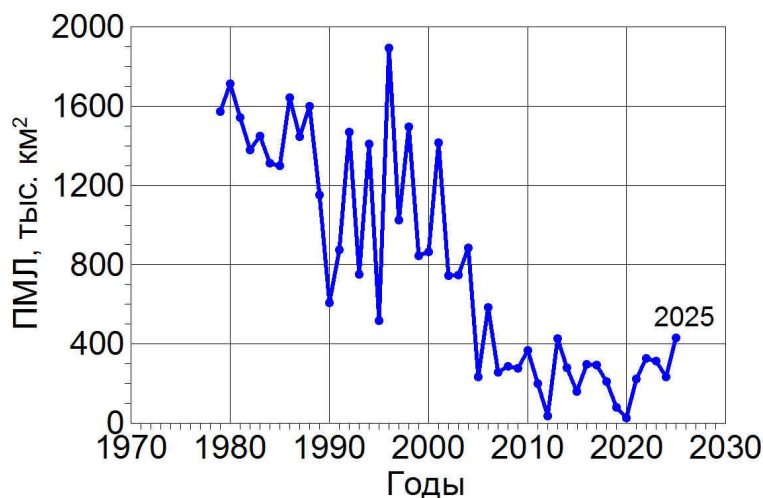


Рисунок 6.6 – Площадь, занятая льдом в арктических морях СМП в сентябре 1979–2025 гг.

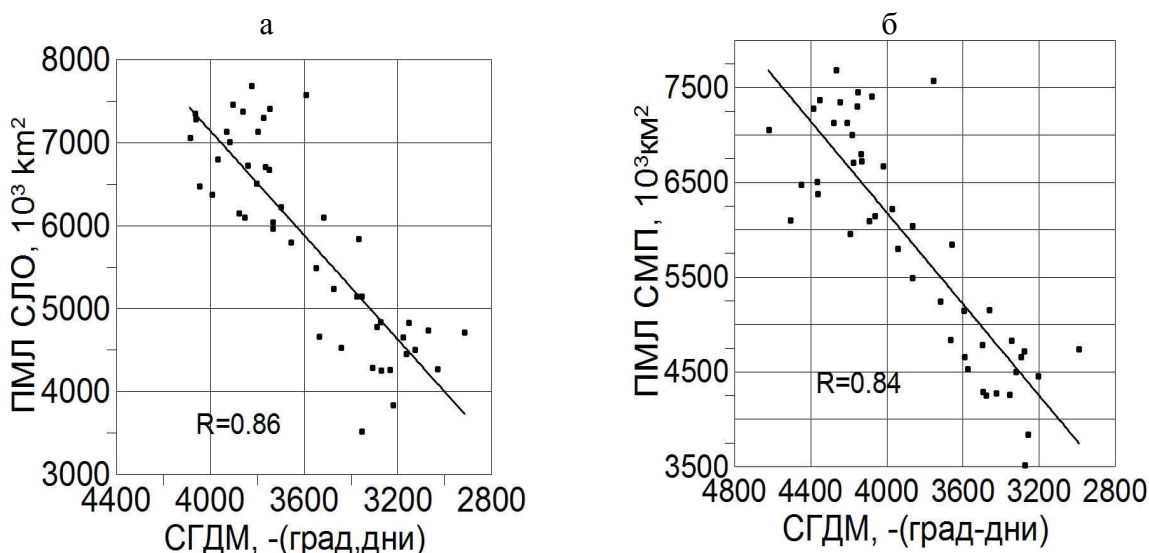


Рисунок 6.7 – Связь между суммой град.-дней мороза (СГДМ) и площадью, занятой льдом (ПМЛ) в сентябре 1979-2025 гг. (R – коэффициент корреляции между СГДМ и ПМЛ):
а – в Северном Ледовитом океане; б – в арктических морях СМП.

7. ВЕЧНАЯ МЕРЗЛОТА

Мощность сезонно-талого слоя (СТС) отражает состояние многолетнемерзлых грунтов (ММГ). Важность этой величины определяется уже тем, что она включена в список 54 существенных параметров всемирной метеорологической организации (essential climate variables, ECV), которые вносят решающий вклад в описание климата Земли. Её географическое распределение подчиняется биоклиматической зональности, которая определяет характерные величины мощности СТС в различных почвенных, ландшафтных и климатических условиях.

Ежегодно публикуемые в Докладах Росгидромета сведения о длительных изменениях мощности СТС и особенностях последних лет до настоящего времени были основаны на данных измерений этой величины, получаемых по стандартизированной методике в рамках Международной программы мониторинга CALM (Circum Polar Active-Layer Monitoring). Согласно этой методике, мощность СТС измеряется вручную ежегодно в конце теплого периода погружением щупа в грунт до упора на площадках размером 1×1 км в узлах регулярной сетки с шагом 100 метров. Получаемая на каждой площадке выборка содержит измерения в 121 точке, по которой можно не только рассчитать среднее значение, но и оценить пространственную изменчивость, построив функцию распределения. Площадки выбираются так, чтобы они были репрезентативны для окружающего ландшафта. Таким образом, получаемый набор данных много более информативен для оценки мощности СТС, чем данные других видов измерений, например, термометрических скважин или же вытяжных термометров на метеостанциях.

Специфика трудоемких измерений на площадках CALM в том, что они носят негосударственный характер и осуществляются в рамках отдельных научных проектов, выполняемых в инициативном порядке, главным образом специалистами Института криосферы Земли и Института мерзлотоведения СО РАН при участии исследователей из других научных учреждений. На территории криолитозоны РФ, начиная с 1993 г., было создано 78 площадок CALM (рисунок 7.1), из которых 54 имеют длительность наблюдений 10 и более лет, 45 – 15 и более лет, 25 – 20 и более лет. В последние несколько лет число площадок, на которых проводились измерения, постоянно уменьшалось во многом из-за отсутствия преемственности среди ученых, осуществляющих полевые работы, но также и из-за прекращения с 2022 г. финансовой и инструментальной поддержки со стороны национального научного фонда США, инициировавшего и долгое время софинансировавшего проект CALM.

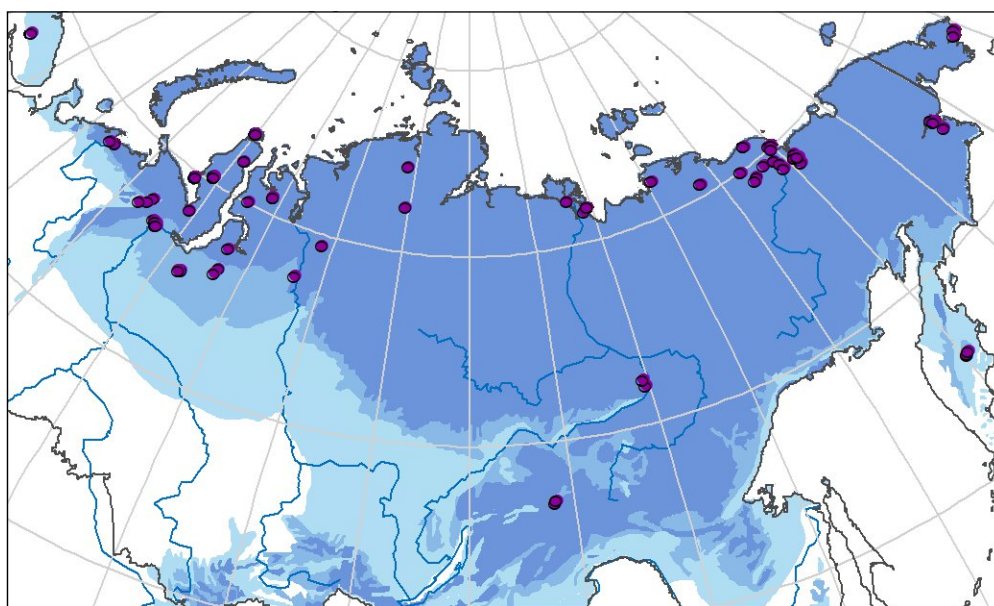


Рисунок 7.1 - Расположение площадок CALM на территории России

Среди российских участников, продолжающих в настоящее время измерения на площадках CALM, передача данных в общее пользование не регламентирована какими-либо условиями и осуществляется в порядке личной инициативы и неофициальных договоренностей. Пользователи этих данных должны принимать во внимание, что Росгидромет не может нести ответственность за полноту, качество, и соответствие единым инструментальным и методическим принципам проведенных на площадках CALM измерений мощности СТС.

В декабре 2023 года Правительством РФ было принято постановление «О создании подсистемы государственного фонового мониторинга состояния многолетней (вечной) мерзлоты» (рисунок 7.2). Оператором, осуществляющим ее построение, является ФГБУ «ААНИИ» Росгидромета. Сеть состоит из термометрических скважин глубиной 25,2 метров, в которых на стандартизованных глубинах измеряется температура грунта. Скважины должны располагаться вблизи действующих метеостанций Росгидромета на удалении от них не более чем на 10 км. Такая архитектура сети обеспечивает получение полного набора параметров, влияющих на термический режим мерзлоты. Планируется создать 140 термометрических скважин. К началу 2026 г. начали работу 84 скважины, после чего дальнейшее бурение прекратилось из-за сокращения финансирования работ. В открытом доступе через информационный портал ААНИИ данные из 20-ти скважин первой очереди. Во второй очереди 58 скважин, все они пробурены и идёт запись наблюдений, в открытый доступ выйдут в течение года. В третьей очереди пробурено только 6 скважин из 62.

С учетом продолжающегося сокращения числа действующих площадок CALM и возрастающих сложностей получения этих данных вполне вероятно, что уже со следующего года раздел Доклада Росгидромета об особенностях состояния мерзлоты будет готовиться на основе иных данных. В качестве альтернатив рассматриваются данные государственной системы фонового мониторинга, которые, впрочем, пока еще имеют недостаточную продолжительность, и модельный реанализ аналогичный тому, который проводится для атмосферных метеорологических параметров.

Ниже приводятся результаты анализа состояния мерзлоты по данным, полученным в 2025 на площадках CALM.

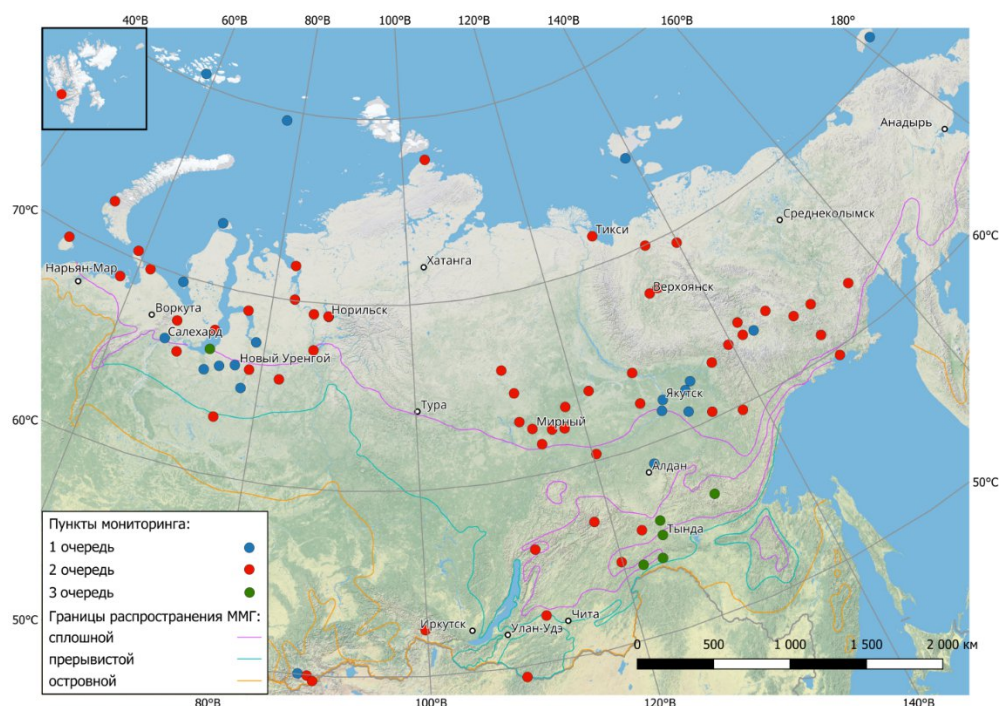


Рисунок 7.2 - Расположение станций создаваемой подсистемы государственного фонового мониторинга состояния многолетней мерзлоты

Состояние сезонно-талого слоя на территории России в 2025 г.

В таблице 7.1 приведены данные о мощности СТС за последние годы (2022-2025), средние значения мощности СТС за период 2005-2025 гг., тренды мощности СТС за период 2005-2025 гг. (для рядов не менее 15 лет, заканчивающихся не ранее 2022 г.), а также разности значений мощности СТС 2025 и 2024 гг. с предыдущим годом. На рисунке 7.3 представлены карты изменения мощности СТС в 2025-м и 2024-м годах по отношению к предыдущему году.

Таблица 7.1 – Мощность СТС (см) за 2022-2025 гг., средние значения (Ср, см) за 2005-2025 гг., тренды (Тр, см/10 лет) за 2005-2025 гг. и изменения мощности СТС 2024-2023 гг. ($\Delta 1$, см) и 2025-2024 гг. ($\Delta 2$, см) на площадках CALM

Код	Широта	Долгота	Название	2022	2023	2024	2025	Ср	Тр	$\Delta 1$	$\Delta 2$
Север Европейской части											
R2	67,58	64,18	Аяч-Яха, Воркута	90	94	91		88	3	-3	
R23	67,33	63,73	Тальник	178				152	17		
R24	68,30	54,50	Болванский	118				114	-2		
R24a	68,23	53,85	Остров Кашин	115	139	100		91	39	-39	
R52	67,07	62,93	Сейда	58	68	65		57	12	-3	
Западная Сибирь											
R1A	65,31	72,86	Надым	199	199	196		161	44	-3	
R1B	65,23	72,52	Надым	147	158	160		118	62	2	
R3	69,72	66,75	Марре Сале	118	127			117	8		
R5	70,28	68,90	Васькины Дачи	103	99	91	101	98	4	-8	10
R5A	70,28	68,89	Васькины Дачи	77	79	70	81	74	3	-9	11
R5B	70,30	68,88	Васькины Дачи	84	80	70	78	76	5	-10	8
R5C	70,30	68,84	Васькины Дачи	125	126	116	127	121	7	-10	11
R5D	70,27	68,89	Васькины Дачи	49	51	43	50	47	4	-8	7
R50A	66,31	76,90	Уренгой, ГП15	120	125	125		95	36	0	
R50B	67,48	76,70	Уренгой, ГП15	112	125	114		97	24	-11	
R53	66,72	66,08	Харп	90	125			108			
R54A	70,89	78,42	Гыда	102	102	98	99	100		-4	1
R54B	70,89	78,43	Гыда	63	65	63	65	65		-2	2
R54C	70,87	78,55	Гыда	70	66	66	65	69		0	-1
R55A	73,33	70,09	О. Белый (ил)	54	58			56	4		
R55B	73,33	70,09	О. Белый (песок)	123	125			112	21		
R55B	67,34	78,93	Таз	55	56	52	54	55		-4	2
Центральная Сибирь											
R29B	71,79	71,42	Быковский, дельта Лены (алас)	35	32			32	0		
R29C	71,79	129,42	Быковский, дельта Лены (едома нов.)	38	34			35			
R32	69,43	88,47	Талнах, Норильск	113	102	92	143	100	15	-10	51
R40	67,48	86,43	Игарка	105	103	108	116	86	31	5	8
R42	62,01	129,66	Туймада, Якутия	208	206	206	208	203	5	0	2
R43	62,32	129,50	Нелегер, Якутия	133	121	120	132	125	2	-1	12
R51	72,37	126,48	Самойлов	52	57	56	50	52	3	-1	-6
Восточная Сибирь											
R13A	70,08	159,58	Мыс Чукочий (едома)	40	41			45	-4		
R13B	70,08	159,92	Мыс Чукочий (алас)	33	33			40	-2		
R15A	69,38	158,47	Река Конковая	23	35			34	-6		
R15B	69,38	158,47	Река Конковая	27	38			43	-8		
R16	69,08	158,90	Холм Сегодня	36	35			53	-6		
R17	68,82	161,00	Канал Ахмело	63	51			58	5		
R18	68,93	161,50	Гора Родинка	71			76	81	-3		
R18A	68,74	161,50	Гора Родинка (10 м)	103				102	4		
R19	68,80	160,95	Озеро Глухое	101	98			95	2		
R20	68,52	161,43	Канал Малчиловская	60	54			58	4		
R21	68,83	161,03	Озеро Ахмело	99	95			102	-5		
R22	69,32	154,98	Река Алазея	58	54			54	2		
R25	69,85	159,50	Озеро Якутское	44	44			48	-5		
R35	68,73	158,90	Омолон	39	37			41	0		
R36	69,17	154,43	Андрюшкино	46	43			41	4		
R38C	68,74	161,39	Гора Родинка (станция)	52		61	61	72	-13		0
Дальний Восток											
R9	64,78	176,97	Мыс Рогожный, Чукотка	52	53	46	46	53	-2	-7	0
R11	64,57	177,20	Гора Дионисий, Чукотка	57	57	49	54	58	-3	-8	5
R27	65,60	-171,05	Лаврентия, Чукотский п-ов	72	62	60	63	69	1	-2	3
R41	65,54	-171,63	Лорино, Чукотский п-ов	60	56	54	52	55	6	-2	-2
R45	64,63	176,97	Круглая, Анадырь	46	46	40	42	46	-1	-6	2
R30C	55,89	160,54	Плоский Толбачик, Камчатка	52	51			49	2		

В 2025 году были получены данные наблюдений мощности СТС по 21-й площадке CALM. На Европейской части криолитозоны доступных данных нет. На севере Западной Сибири получены данные по 9-ти площадкам; в Центральной Сибири – по 5-ти; в

Восточной Сибири – по 2-м. На крайнем северо-востоке РФ (Чукотка) получены данные по 5-ти площадкам.

В отличие от 2024 года, когда на большей части площадок CALM на территории России наблюдалось уменьшение мощности СТС на несколько (не более 10) сантиметров, в 2025-м году на 14-ти площадках из 21-й она увеличилась примерно в тех же пределах.

В Западной Сибири мощность СТС увеличилась на 7-ми из 8-ми площадок. При этом на полуострове Ямал (Васькины Дачи – R5, R5a, R5b, R5c, R5d) увеличение составило от 7 до 11 см, а в верховьях реки Таз (Таз – R62) и на Гыданском полуострове (Гыда – R53, R54a, R54b) изменения были близки к нулю – от -1 до 2 см.

В Центральной Сибири мощность СТС также увеличилась на 4-х площадках из 5-ти. На площадке R32 (Талнах) в предгорьях плато Путорана отмечен рост мощности СТС на 51 см – это максимум по имеющимся наблюдениям за 2025-й год. На площадке Игарка (R40) в верховьях Енисея мощность СТС увеличилась на 8 см. На площадках R42 (Туймада) и R43 (Нелегер) в среднем течении Лены увеличение мощности СТС составило 2 и 12 см соответственно. А в дельте Лены на площадке R51 (Самойлов) имело место уменьшение мощности СТС на 6 см.

В Восточной Сибири есть данные по 2-м площадкам в верховьях Колымы – R18 (Гора Родинка) и R51 (Гора Родинка, станция), здесь мощность СТС по сравнению с 2024 г. не изменилась.

На крайнем северо-востоке России в 2025 году на 3-х из 5-ти площадок также наблюдалось небольшое увеличение мощности СТС. На Чукотском полуострове на площадке R27 (Лаврентия) она увеличилась на 3 см, а на площадке R41 (Лорино) уменьшилась на 2 см. В районе Анадыри на площадках R11 (Гора Дионисий) и R45 (Круглая) мощность СТС увеличилась, соответственно, на 5 и 2 см, на площадке R9 (Мыс Рогожный) изменений не отмечено.

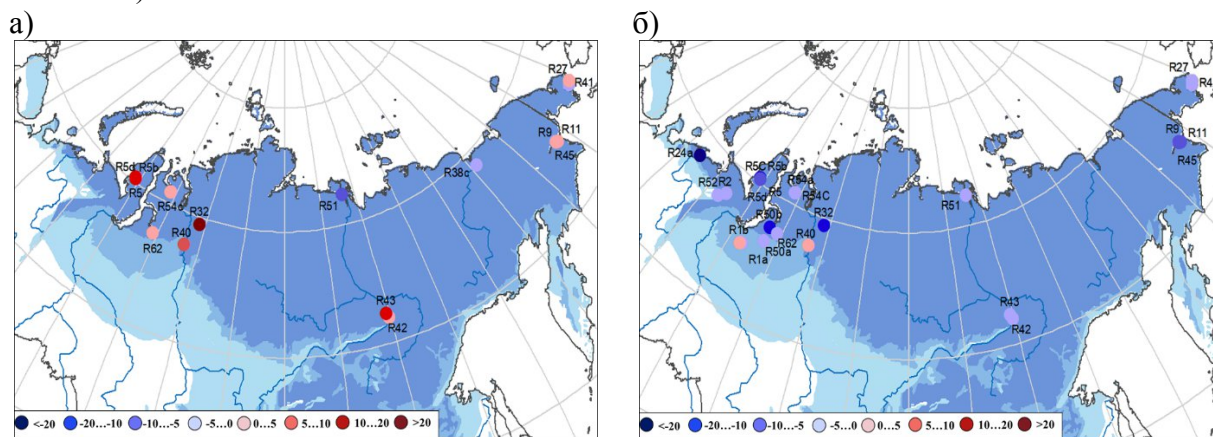


Рисунок 7.3 – Изменение мощности СТС по отношению к предыдущему году (см): а) 2025 год; б) 2024 год

Долговременные тенденции в состоянии СТС

На рисунке 7.4 показаны тренды мощности СТС за период 2005-2025 гг. на 45 площадках, где наблюдения имеют длительность не менее 15 лет и заканчиваются не ранее 2022 г. Можно видеть, что в целом по криолитозоне России имеет место тотальное увеличение мощности сезонно-талого слоя в течение последних 20-ти лет, особенно ярко выраженное в западных регионах.

Данные трех площадок Европейской части (R2 Аяч-Яха, R24А Остров Кашин и K52 Сейда) свидетельствуют о сохранении устойчивой положительной тенденции мощности СТС на протяжении периода наблюдений с 2005 года. Наибольший положительный тренд СТС характерен для площадки R24А, расположенной на острове Кашин (39 см/10 лет), несмотря на заметное уменьшение мощности СТС в 2024 году.

Для площадок Западной Сибири характерны наиболее высокие положительные тренды мощности СТС, достигающие максимальных значений в районе Надыма, где они составляют 44 см/10 лет (R1a) и 62 см/10 лет (R1b), и Уренгоя – 36 см/10 лет (R50a) и 24

см/10 лет (R50b). Эти же тенденции сохраняются для площадок Игарка (R40) – 31 см/10 лет и Талнах (R32) – 15 см/10 лет, расположенных на западной окраине Среднесибирского плоскогорья. На остальных площадках Западной и Центральной Сибири тенденции также положительные, но заметно меньшие по величине – от 2 до 8 см/10 лет.

По Восточной Сибири отсутствуют данные за последние два года, но, в целом, можно видеть перемежающиеся слабоположительные и слабые отрицательные тенденции, не превышающие 5-6 см/10 лет. Аналогичная картина характерна и для крайнего северо-востока криолитозоны России (Чукотка, Камчатка).

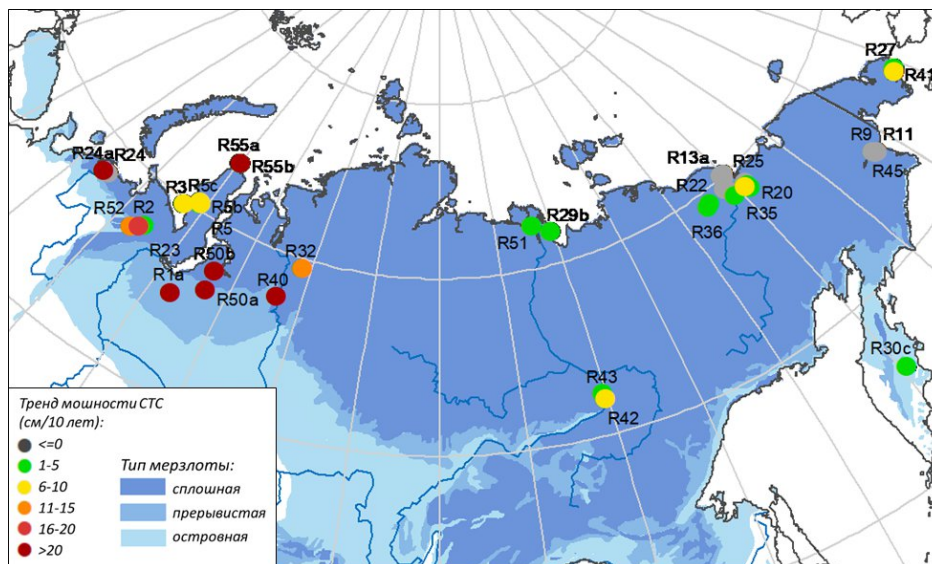


Рисунок 7.4 - Тренды мощности СТС (см/10 лет) за 2005-2025 год

8. АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Мониторинг агрометеорологической составляющей климата за 2025 год осуществляется по данным наблюдений за температурой воздуха и суммами осадков месячного разрешения с 1951 по 2025 годы для 455 станций на территории России и стран СНГ из базы данных «Климат», поддерживаемой ФГБУ «ИГКЭ».

Оценка аномалий показателей агроклиматических условий и показателей продуктивности за период вегетации основных сельскохозяйственных культур в 2025 году выполняется относительно средних значений за период 1991-2020 гг. с помощью имитационной системы «Климат-Почва-Урожай» (ФГБУ «ВНИИСХМ»).

Анализ текущих значений агроклиматических показателей

Расчёт агроклиматических показателей в 2025 году выполняется по станционным данным сети наблюдений на территории земледельческой зоны России. Аномалии агроклиматических показателей определяются по отношению к средним значениям за 1991-2020 гг. В таблицах 8.1 и 8.2 представлены аномалии показателей термического и влажностного режима вегетационного периода основных сельскохозяйственных культур. Осреднение выполнено по федеральным округам в пределах условной земледельческой зоны южнее 66,5 с. ш. (до 90 в. д.), 60 с. ш. (до 130 в. д.) и 55 с. ш.

Теплообеспеченность сельскохозяйственных культур

Зима на территории земледельческой зоны России в 2025 году была аномально тёплой. Теплее на 4,5-5,0°C по сравнению с климатической нормой было на территории СФО и УФО. На территории ЕЧР положительные аномалии температуры воздуха

колебались в диапазоне от 1,0°C в ЮФО до 3,6°C в ПФО. Отрицательные аномалии не наблюдались. В среднем по земледельческой зоне России превышение температуры воздуха относительно нормы в этот период составило +3,4°C.

Аномалии температуры весеннего периода также были положительными и достаточно высокими. Температура превышала норму на 0,9-2,7°C на ЕЧР и на 0,8-2,2°C на АЧР. В среднем по земледельческой зоне России аномалия температуры воздуха весной была положительной (+1,6°C) и достигала максимума в ПФО (+2,7°C).

Температура летом превышала норму, но аномалии на большей части территории были невелики и не превышали 0,9°C за исключением территории ДФО (+1,8°C). На территории ЦФО и ПФО средняя температура календарного лета была близка к климатической норме – аномалия составляла от –0,1 до +0,1°C.

Таблица 8.1 – Аномалии показателей термического режима в 2025 г. относительно средних значений за 1991–2020 гг.

Федеральный округ	Средняя температура воздуха (Т), °С						Т _{Т>5} , °С	Т _{зерн.} , °С	Дата перехода весной, сут., через		Продолжительность периода, сут., с Т (°С)		Сумма температур, °С	
	зима	весна	лето	осень	январь	июль			5°C	10°C	>5	>10	>5	>10
Северо-Западный	3,2	1,4	0,3	2,1	5,0	1,1	–0,1	–0,5	1	1	10	9	153	149
Центральный	3,1	2,2	–0,1	2,3	6,4	1,6	–1,0	–1,7	–18	–7	34	11	289	108
Приволжский	3,6	2,7	0,1	2,6	6,1	0,0	–0,8	–1,0	–14	–10	30	13	305	190
Южный	1,0	0,9	0,9	1,8	4,1	2,2	–0,1	–1,3	–13	–16	26	34	366	454
Северо-Кавказский	1,1	1,4	0,9	1,5	3,9	1,4	–0,3	–1,7	–2	–10	15	29	378	446
Уральский	5,0	2,2	0,5	2,0	5,7	–0,9	0,4	0,6	–8	–6	4	8	133	171
Сибирский	4,5	1,8	0,6	0,7	6,7	–0,4	0,6	0,4	–6	–5	1	10	126	193
Дальневосточный	2,0	0,8	1,8	0,4	2,7	2,4	0,6	0,4	–7	–6	3	10	232	293
Россия	3,4	1,6	0,7	1,5	5,1	0,8	–0,1	–0,4	–8	–6	13	13	217	223

На всей территории возделывания озимых зерновых культур даты возобновления вегетации (переход через 5°C весной) наблюдались значительно раньше среднесуточных дат, и аномалии составляли от –18 до –2 суток. В основных сельскохозяйственных регионах возделывания озимых на ЕЧР, в ЦФО, ПФО и ЮФО, начало вегетации отмечалось ранее среднесуточных дат на 2-3 недели. В СКФО начало вегетации наблюдалось в сроки близкие к среднесуточным. В земледельческой зоне Сибири также наблюдалось ранее возобновление вегетации, но менее выраженное (аномалии от –8 до –6 суток).

Продолжительность периода вегетации (Т>5°C) и периода активной вегетации (Т>10°C) превышала среднесуточные значения на всей исследуемой территории, и в среднем аномалия составила практически две недели (+13 суток). Вегетационный период в ЦФО и ПФО длился на месяц дольше (аномалия +34 и +30 суток соответственно), а период активной вегетации – практически на две недели (+11 и +13 суток).

Напряжённый термический режим сложился на территории ЮФО и СКФО, где положительные аномалии суммы температур воздуха за период вегетации (Т>5°C) достигли высоких значений – до +378°C. Высокие значения этого показателя зафиксированы также на территории ЦФО и ПФО, где аномалии составили от +289 до +305°C. Менее напряжённый температурный режим наблюдался на территории АЧР, в УФО и СФО, где за периоды вегетации и активной вегетации сумма температур отклонилась от среднего значения за базовый период на ~130°C и ~190°C (таблица 8.1, рисунок 8.1).

На ЕЧР наблюдались отрицательные аномалии средней температуры воздуха за вегетационный период яровых зерновых культур от даты всходов до уборки от –0,5°C в СЗФО до –1,7°C в ЦФО и СКФО (таблица 8.1, Т_{зерн.}) вследствие значительного сдвига

фенологических фаз на более ранние сроки. На АЧР, напротив, зафиксированы положительные аномалии – от $+0,4^{\circ}\text{C}$ в Сибири и на Дальнем Востоке до $+0,6^{\circ}\text{C}$ на Урале.

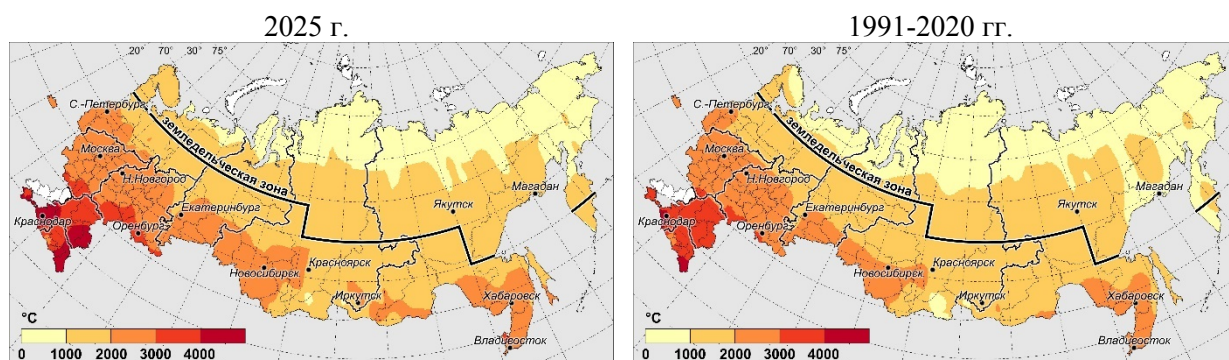


Рисунок 8.1 – Сумма температур выше 10°C за 2025 г. и средние значения за 1991–2020 гг.

Влагообеспеченность сельскохозяйственных культур

Оценка увлажнённости территории осуществлялась на основе следующих показателей: сумма осадков по сезонам года, гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова (ГТК), индекс сухости М. И. Будыко (ИС), сумма осадков за период вегетации яровых зерновых культур от даты всходов до уборки ($R_{\text{зерн.}}$) и сумма осадков за тёплый период года ($R_{T>5}$).

Благоприятные агроклиматические условия сложились в вегетационный период зерновых культур в 2025 году практически на всей территории земледельческой зоны за исключением территории ЮФО, где в весенне-летний период осадков выпало на 17% меньше среднеемноголетних значений. В СКФО в весенний период условия увлажнения были хорошими – осадки превысили норму на 54%, но в летний период количество выпавших осадков составило лишь 69% от нормы. На ЕЧР зафиксированы близкие к норме осадки в весенние месяцы и превышение летних осадков на 34%. Достаточно благоприятным был режим осадков в ПФО. Здесь весенние и летние осадки превысили норму на 11 и 21% соответственно. На АЧР, на Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке, аномалии осадков были положительными. Особенно благоприятным был режим осадков в СФО: зимние осадки близкие к норме, весенние, летние и осенние превышали норму на 32, 20, и 14% соответственно (таблица 8.2).

В целом, сезонное распределение осадков неравномерное – с максимумом весной и летом и минимумом зимой и осенью.

Таблица 8.2 – Аномалии показателей влажностного режима в 2025 г. относительно средних значений за 1991-2020 гг.

Федеральный округ	Сумма осадков, %					$R_{T>5}$, %	$R_{\text{зерн.}}$, %	ГТК _{май-авг.} , ед.	ИС, ед.
	зима	весна	лето	осень	год				
Северо-Западный	15	19	6	-12	5	10	15	0,10	0,01
Центральный	-25	-4	34	-6	3	32	18	0,31	0,00
Приволжский	-8	11	21	-8	4	29	15	0,16	0,03
Южный	-24	-17	-17	1	-14	-1	1	-0,14	0,40
Северо-Кавказский	-6	54	-31	33	12	10	16	-0,17	-0,08
Уральский	-4	46	2	-10	6	10	1	-0,03	-0,01
Сибирский	0	32	20	14	17	19	3	0,13	-0,06
Дальневосточный	-7	11	10	-6	4	12	10	-0,23	0,03
Россия	-4	18	12	-3	6	18	9	0,05	0,03

Аномалии увлажнённости сельскохозяйственных угодий по показателю ГТК в 2025 году по отношению к среднему за 1991-2020 гг. были преимущественно положительными на ЕЧР и в Сибири. Отрицательные аномалии ИС (за период с температурой выше 5°C) свидетельствуют об отсутствии дефицита увлажнённости на территории СКФО, УФО и СФО в течение всего тёплого периода года (таблица 8.2, рисунок 8.2).

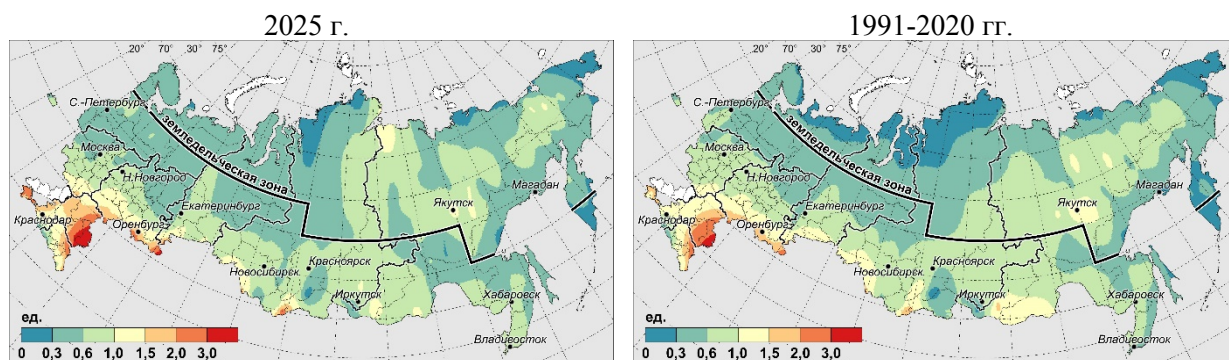


Рисунок 8.2 – Индекс сухости М.И. Будыко за 2025 г. и средние значения за 1991–2020 гг.

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в 2025 году весной на дату возобновления вегетации и до фазы колошения зерновых культур были достаточными во всех сельскохозяйственных районах и колебались в диапазоне от 76 мм (СКФО) до 196 мм (СЗФО). Отмечался высокий уровень увлажнённости почвы за период с мая по сентябрь в основных зернопроизводящих регионах на ЕЧР – в ЦФО и ПФО, а на АЧР – в СФО и ДФО. Локальная почвенная засуха могла наблюдаться в ЮФО и СКФО в период с июня по август, т. е. практически весь вегетационный период позднеспелых сельскохозяйственных культур.

Таблица 8.3 – Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в 2025 г. Расчёты выполнены в имитационной системе Климат-Почва-Урожай.

Федеральный округ	Запасы продуктивной влаги, мм					
	0-100 см				0-20 см	
	возобновление вегетации	май	июнь	июль	август	сентябрь
Северо-Западный	196	177	153	116	24	33
Центральный	165	116	103	79	16	18
Приволжский	148	100	73	54	13	18
Южный	112	59	40	24	5	15
Северо-Кавказский	76	70	31	14	7	15
Уральский	122	103	60	51	10	17
Сибирский	161	130	86	79	21	26
Дальневосточный	129	118	81	98	34	39
Россия	146	113	82	69	18	23

* серым выделены ячейки таблицы с запасами влаги 50 мм и мм и менее в слое 0–100 см, и 10 мм и менее в слое 0–20 см.

Тенденции изменения агроклиматических показателей

Оценки линейных трендов агроклиматических показателей за период 1976-2025 гг. приведены в таблице 8.4.

Сохраняется тенденция к росту теплообеспеченности тёплого периода года ($T > 5^{\circ}\text{C}$) и периода активной вегетации ($T > 10^{\circ}\text{C}$) сельскохозяйственных культур повсеместно в земледельческой зоне. Оценки коэффициента линейного тренда для суммы активных температур воздуха и суммы температур выше 5°C показывают, что скорость роста этих

показателей на ЕЧР выше, чем на АЧР (рисунок 8.3). Средняя скорость роста по земледельческой зоне составляет $\sim 90^{\circ}\text{C}/10$ лет. Процесс потепления наиболее интенсивно продолжается в южных регионах ЕЧР, в ЮФО и СКФО, где скорость роста показателей теплообеспеченности составляет от ~ 150 до $\sim 180^{\circ}\text{C}/10$ лет. На АЧР скорость роста этих показателей остаётся значительно ниже – от ~ 55 до $\sim 70^{\circ}\text{C}/10$ лет.

Сохраняется положительная тенденция к росту продолжительности вегетационного периода ($T > 5^{\circ}\text{C}$) и периода активной вегетации ($T > 10^{\circ}\text{C}$). Максимальная скорость роста продолжительности вегетационного периода наблюдается в ЮФО и СКФО и составляет 6-7 суток/10 лет. В центральных и северо-западных областях ЕЧР скорость роста несколько ниже – 4-6 суток/10 лет.

Благоприятным фактором остаётся положительная тенденция к росту весенних осадков в земледельческой зоне, где средняя оценка составляет 4,7 мм/10 лет. При этом максимальная скорость роста характерна для ДФО (~ 6 мм/10 лет), а минимальная – для ЮФО (~ 2 мм/10 лет). Тенденция к снижению летних осадков по оценке за 1976-2025 гг. сохраняется в основных сельскохозяйственных регионах на ЕЧР, за исключением СЗФО (0 мм/10 лет). Напротив, сохраняется тенденция к росту осадков летнего периода в Сибири и на Дальнем Востоке со скоростью в диапазоне от ~ 5 до ~ 9 мм/10 лет.

В среднем по земледельческой зоне по оценкам за период 1976-2025 гг. степень засушливости растёт: оценки линейного тренда ГТК за период с мая по август и ИС за весь тёплый период года ($T > 5^{\circ}\text{C}$) составляют $-0,03/10$ лет и $0,02/10$ лет соответственно. Тенденции изменений ГТК и ИС (таблица 8.4, рисунок 8.3) отрицательные на всей территории, за исключением отдельных областей Сибири и Дальнего Востока.

Таблица 8.4 – Оценки линейных трендов показателей термического и влажностного режимов за период 1976–2025 гг.

Федеральный округ	Средняя температура воздуха (Т), $^{\circ}\text{C}/10$ лет		Дата перехода через 5°C весной, сут./10 лет	Продолжительность периода $T > 5^{\circ}\text{C}$, сут./10 лет	Сумма температур, $^{\circ}\text{C}/10$ лет		Сумма осадков, мм/10 лет		ГТК _{май-авг.} , ед./10 лет	ИС, ед./10 лет
	весна	лето			>5	>10	весна	лето		
Северо-Западный	0,4	0,5	-1,5	4,0	98	105	3,6	0,3	-0,04	0,02
Центральный	0,5	0,6	-2,1	5,6	127	118	3,6	-7,8	-0,07	0,04
Приволжский	0,5	0,4	-1,8	4,7	102	95	5,1	-8,4	-0,06	0,05
Южный	0,4	0,7	-4,3	7,1	182	168	2,1	-6,6	-0,04	0,07
Северо-Кавказский	0,4	0,6	-3,5	6,3	154	142	4,5	-4,5	-0,02	0,02
Уральский	0,5	0,2	-1,7	2,9	61	62	5,1	0,0	-0,02	0,02
Сибирский	0,7	0,3	-2,1	3,0	59	55	4,3	5,4	0,01	0,00
Дальневосточный	0,4	0,3	-1,7	2,9	65	70	5,5	9,3	0,02	0,01
Россия	0,5	0,4	-2,1	4,0	91	89	4,7	0,2	-0,03	0,02

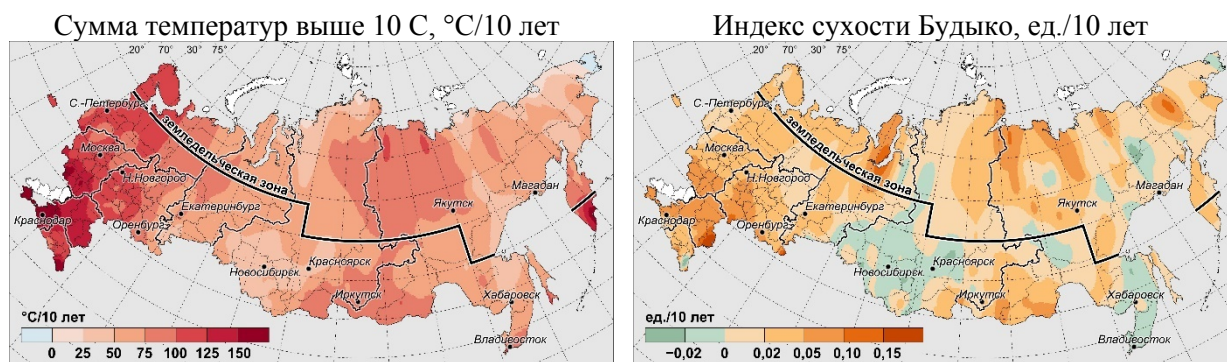


Рисунок 8.3 – Скорость изменения (линейный тренд) суммы температур выше 10°C ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) и индекса сухости М.И. Будыко (ед./10 лет) за период 1976–2025 гг.

Продуктивность сельскохозяйственных культур

Агроклиматическая оценка условий формирования урожайности основывается на комплексных показателях продуктивности сельскохозяйственных культур – климатически обусловленной урожайности (КОУ) и биоклиматическом потенциале (БКП). Аномалии показателей продуктивности в 2025 году определяются относительно средних значений за предшествующие пять лет, с 2020 по 2024 годы (рисунок 8.4).

Согласно полученным оценкам в основных зернопроизводящих округах на ЕЧР, в ЦФО и ПФО, климатически обусловленная урожайность яровой пшеницы в среднем выше уровня предшествующего пятилетия на 3 и 19% соответственно. Положительные аномалии КОУ также отмечаются в южных регионах ЕЧР, в ЮФО и СКФО, и составляют 20 и 14% соответственно. На АЧР при сложившихся благоприятных агроклиматических условиях на территории УФО климатически обусловленная урожайность превысила уровень 2020-2024 гг. на 30%. В Сибири и на Дальнем Востоке уровень КОУ близкий к среднему за предшествующее пятилетие (средняя аномалия –3,5%).

На территории ПФО максимальная положительная аномалия КОУ относительно предшествующего пятилетия составляет 46% в Оренбургской области и 42% в Республике Башкортостан. В СФО преобладают отрицательные аномалии КОУ. В основных зернопроизводящих областях, в Алтайском крае и Новосибирской области соответствующие значения оцениваются величиной –11 и –14% соответственно. Оценки выше уровня предшествующего пятилетия на 9-10% зафиксированы в Иркутской и Кемеровской областях.

Биоклиматический потенциал в 2025 году оценивается в целом по земледельческой зоне выше уровня среднего за 2020-2024 гг. на 9% при значительном различии по регионам. Максимальная положительная аномалия зафиксирована в УФО (+21%), а отрицательная – в СКФО (–4%). На территории ЦФО и ПФО относительные оценки БКП составляют 14 и 18% соответственно. В ЮФО, СФО и ДФО оценки БКП близки к среднему за предшествующие пять лет.

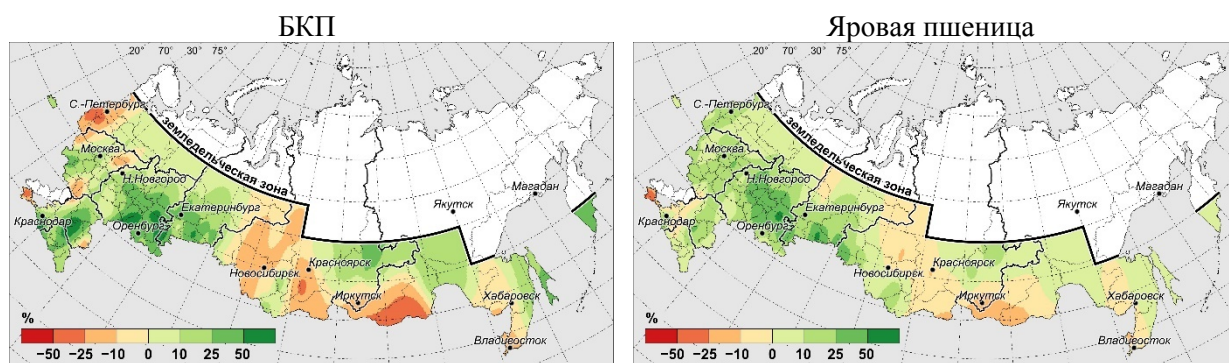


Рисунок 8.4 – Отклонения (%) значений биоклиматического потенциала и климатически обусловленной урожайности яровой пшеницы за 2025 г. относительно средних за 2020–2024 гг. Расчёты выполнены в имитационной системе Климат-Почва-Урожай

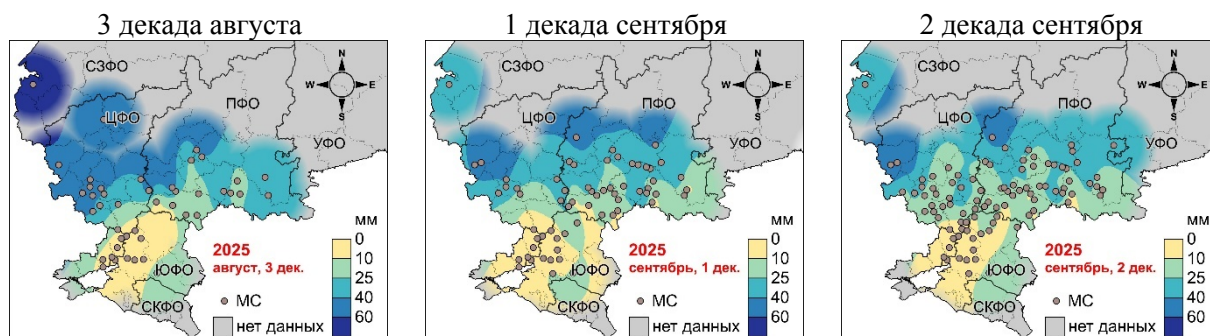


Рисунок 8.5 – Запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы под озимой пшеницей на третью

декаду августа, первую и вторую декады сентября 2025 года (по данным наблюдений)

Условия увлажнения посевов озимых культур урожая 2026 года осенью предшествующего 2025 года оцениваются как благоприятные в центрально-чернозёмных областях и в ПФО в третьей декаде августа и первой декаде сентября (рисунок 8.5). По данным наблюдений в чернозёмной зоне ЦФО запасы продуктивной влаги в среднем были выше, чем в аналогичный период предшествующих лет, в 2023 и 2024 годах, и находились на уровне 13-33 мм, превышая критический уровень (10 мм).

В целом, продуктивные запасы влаги в осенний посевной период в 2025 году оцениваются как достаточные для всей территории ЕЧР. Недостаток влагообеспеченности в предпосевной и посевной периоды озимых культур урожая 2026 года зафиксирован для отдельных районов ЮФО.

9. ОПАСНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

В 2025 году зарегистрировано большое количество ОЯ – 1131, из которых 364 нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения. Предупрежденность явлений составила соответственно 95,8% и 96,1%.

Динамика общего числа ОЯ за 18 лет показана в таблице 9.1 и на рисунке 9.1.

Таблица 9.1 – Распределение опасных гидрометеорологических явлений за период с 2008 по 2025 год.

Год	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Кол-во ОЯ	1090	923	972	760	987	963	898	973	988	907	1040	903	1000	1205	976	1191	1234	1131

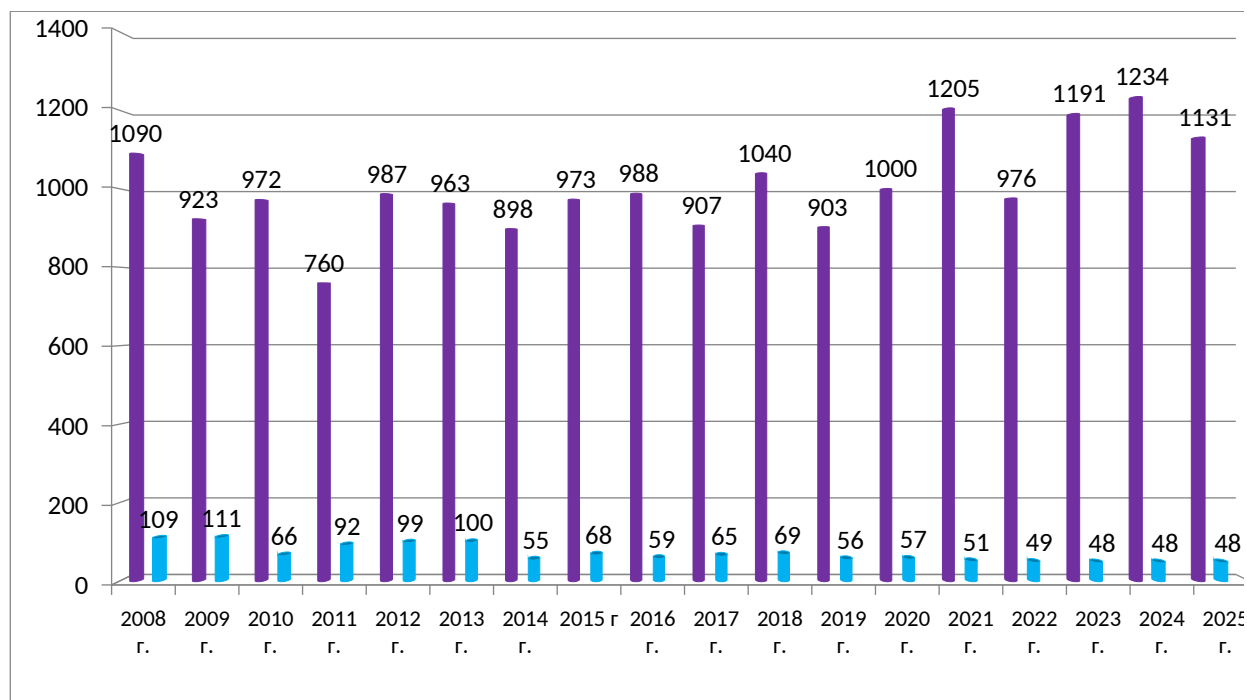


Рисунок 9.1 – Распределение зарегистрированных гидрометеорологических ОЯ по годам: общее количество (фиолетовый) и количество непредусмотренных ОЯ (голубой)

В целом за год учреждениями Росгидромета было выпущено 2320 штормовых предупреждений (в 2024 году – 2634), оправдываемость которых составила 95,8%.

На рисунке 9.2 приведены данные Росгидромета за 2008–2025 гг. о динамике количества опасных гидрометеорологических явлений (включая гидрологические и агрометеорологические явления), которые нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения.

Наибольший ущерб был нанесен в первую очередь очень сильными дождями, заморозками и порывистым ветром.

Из наиболее резонансных метеорологических явлений можно отметить следующие.

Очень сильный ветер 5-6 апреля в Иркутской области (порывы 26-31 м/с, местами до 34 м/с). В 8 муниципальных образованиях нарушалось электроснабжение (613 населенных пунктов), на железной дороге задерживались пассажирские поезда на 4-5 часов, возникло 4 техногенных пожара (огнем уничтожено 17 жилых домов, здание столовой и начальной школы), в 5 муниципальных образованиях повреждена кровля на 40 объектах, повалены деревья и ограждения, 12 опор ЛЭП, повреждено 2 автобусные остановки и водонапорная башня. Пострадали 7 человек.

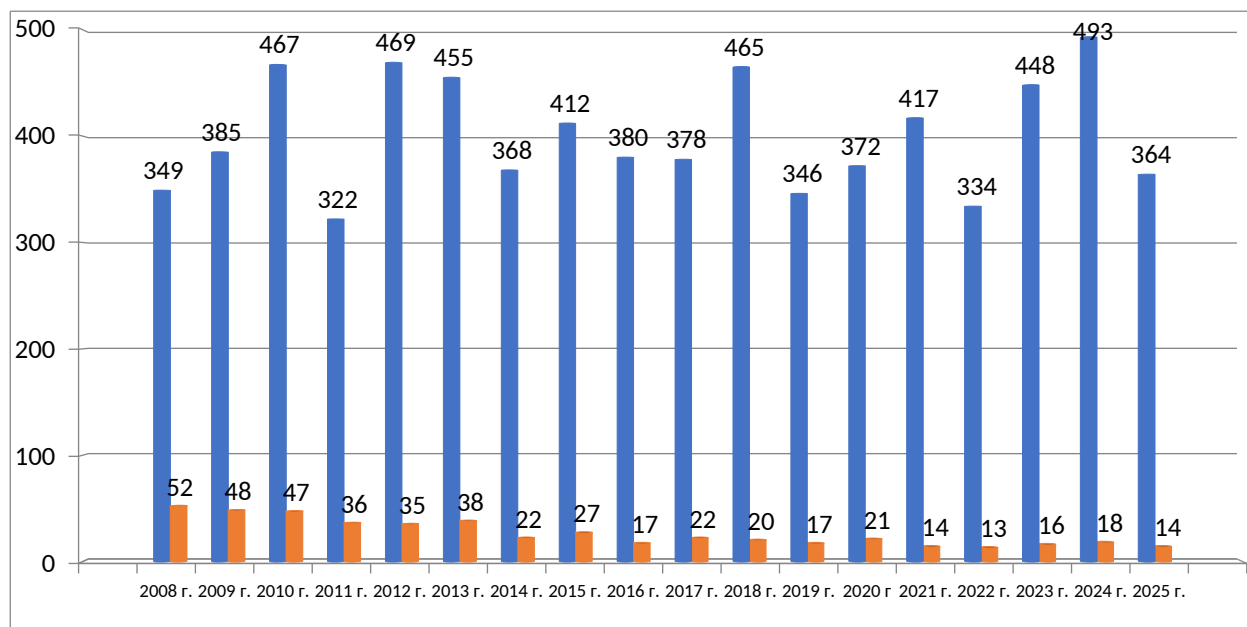


Рисунок 9.2 – Распределение гидрометеорологических ОЯ, нанесшим ущерб, по годам: общее количество (синий) и количество непредусмотренных ОЯ (красный)

В ФГБУ «Гидрометцентр России» ведется статистика только опасных метеорологических явлений (ОЯ). В 2025 году на территории России было зарегистрировано 639 случая возникновения метеорологических (ОЯ) и комплексов метеорологических явлений (КМЯ), сочетание которых образует ОЯ. (рисунок 9.3). По сравнению с прошлым 2024 годом количество ОЯ уменьшилось на 40 случаев (6 %). Тем не менее 2025 г. занял третье место по количеству ОЯ за весь 29 летний период их учета.

По сравнению с 2024 г в 2025 г. уменьшилось количество очень сильных осадков на 11 %; очень сильного ветра на 10 %, сильного мороза на 78 %, сильного гололеда на 26 % и КМЯ на 6 %, а вот количество заморозков увеличилось на 12 %.

Самой высокой была повторяемость очень сильного ветра, сильных осадков, КМЯ и заморозков. Суммарное количество этих четырех явлений составляет 79 % от всех опасных метеорологических явлений в 2025 г. Опасные явления, входящие в состав КМЯ по отдельности, не достигали критериев ОЯ, но в сочетании между собой в значительной степени затрудняли хозяйственную деятельность регионов. Все эти явления, как правило, наносили наиболее значительный ущерб секторам экономики и частному сектору.

По-прежнему наибольший ущерб хозяйству страны нанесли: очень сильный ветер, очень сильные осадки (снег, дождь, ливень), заморозки и чрезвычайная пожарная опасность, сохранявшаяся в ряде регионов на протяжении нескольких месяцев в период с апреля по октябрь. Заморозки на Европейской части России были столь частыми и сильными, что вновь, как и в предшествующие 2024 и 2023 г., погибли завязи плодово-ягодных кустарников и деревьев.

Годовой ход месячной частоты ОЯ в 2025 г. резко отличался от 2024 г. В марте, апреле и декабре 2025 г. частота ОЯ превысила частоту 2024 г. соответственно на 67 %, 113% и 10 %, а в январе, феврале, мае, июне, августе и сентябре она понизилась соответственно на 37%, 33%, 11%, 20%, 16% и 20%.

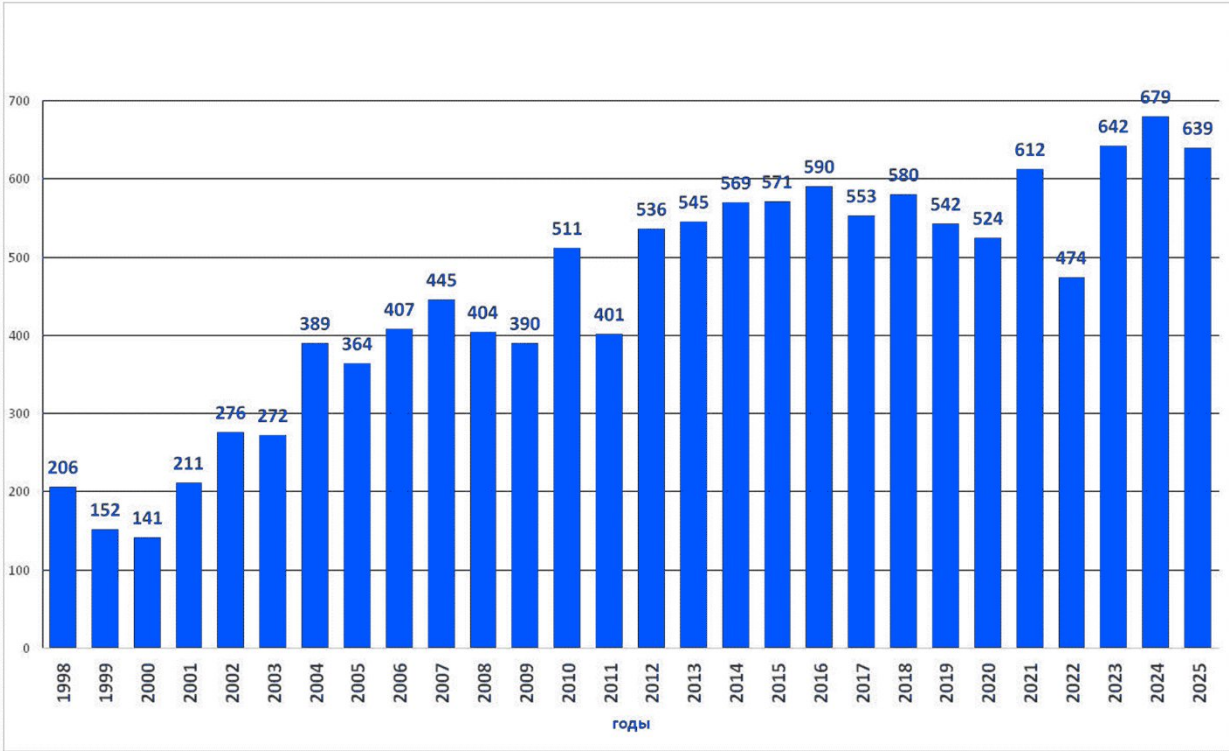


Рисунок 9.3 – Распределение опасных метеорологических явлений (ОЯ), по годам

Таблица 9.2 – Распределение метеорологических ОЯ по месяцам за 2025 год

№	Явления	Месяцы												ГОД 2025	ГОД 2024
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Очень сильный ветер	8	9	11	17	8	16	19	6	3	1	11	17	126	140
2	Очень сильные осадки	3	6		14	12	35	43	42	15	7	7	10	194	217
3	Сильная метель	5	1										2	8	7
4	Смерч														1
5	Сильный мороз	4	1	2								1	3	11	14
6	Аномально холодная погода	2	3	3							1	1		10	11
7	Сильная жара					3	7	19	5	1				35	34
8	Аномально жаркая погода				4	4	3	8	2					21	17
9	Крупный град				3	4	8	6	2					23	24
10	Сильный гололед, налипание мокрого снега	4	4	1	2							7	5	23	31
11	Заморозки			4	12	26	15	1	4	16	6			84	75
12	Туман	1										3		4	2
13	КМЯ	5	6	9	12	9	19	14	7	4	4	5	6	100	106
Итого за 2025 г.		32	30	30	64	66	103	110	68	39	19	35	43	639	
Итого за 2024 г.		51	45	18	30	74	128	108	79	49	20	38	39	679	679

Отклонение от 2024 г. в %	-37	-33	67	113	-11	-20	2	-16	-20	-5	-8	10	-6	
----------------------------------	------------	------------	-----------	------------	------------	------------	----------	------------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	--

Таблица 9.3 – Распределение метеорологических ОЯ в 2025 г. по территории федеральных округов.

№	Явления	Федеральные округа								Всего	Всего
		СЗФО	ЦФО	ПФО	ЮФО	СКФО	УФО	СФО	ДВФО	2025	2023
1	Сильный ветер	10	7	11	10	5	6	50	27	126	140
2	Очень сильные осадки	2	17	20	40	19	15	31	50	194	217
3	Сильная метель								8	8	7
4	Смерч										1
5	Сильный мороз	4		1			2	4		11	14
6	Аномально холодная погода		1		2				7	10	11
7	Сильная жара	5	7	2	4	6	2	8	1	35	34
8	Аномально жаркая погода	4	3	3	2		3	3	3	21	17
9	Крупный град			3	6	7	2	4	1	23	24
10	Сильный гололед, налипание мокрого снега	1	4	3	4	2	3	1	5	23	31
11	Заморозки	8	16	9	15	6	12	8	10	84	75
12	Туман			1	3					4	2
13	КМЯ	1	1	3	17	12	1	36	29	100	106
Итого за 2025 г.		35	56	56	103	57	46	145	141	639	679
Итого за 2024 г.		42	61	82	112	65	56	150	111	679	
Отклонение от 2024 г. в %		-17	-8	-32	-8	-12	-18	-3	27	-6	

Из таблицы 9.3 следует, что на территории Сибирского, Дальневосточного и Южного федеральных округов зарегистрировано 389 случаев (61 %) всех ОЯ и КМЯ. Это связано с тем, что территория этих округов обладает наибольшими размерами и характеризуется очень активными атмосферными процессами.

По сравнению с 2024 г. в 2025 г. количество ОЯ и КМЯ увеличилось только в Дальневосточном федеральном округе на 27 %. В остальных федеральных округах количество ОЯ и КМЯ уменьшилось от 3 до 32 %. В целом по стране количество ОЯ и КМЯ уменьшилось на 6 %

Наибольшую повторяемость метеорологические ОЯ и КМЯ имели в теплый период года (с апреля по август) – 411 случаев (64%). Это связано с тем, что в этот период по всей территории России возрастает число ОЯ, обусловленных активной конвекцией. Заметим, что в 2025 году теплый период начался с апреля, на месяц ранее обычного! С необычно ранней весной связана и беспрецедентная частота ОЯ в апреле 2025 г.

10. СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ

Система мониторинга составляющих радиационного баланса земной поверхности на территории России в настоящее время основана на результатах сетевых измерений радиационных потоков в фиксированные сроки (т.н. «срочных» актинометрических наблюдений). Преимущественное внимание уделяется анализу таких видов радиации как прямая солнечная радиация, поступающая на горизонтальную поверхность, рассеянная и суммарная радиация. Для оценки условий 2025г. использованы данные станций со срочными наблюдениями (всего 76 станций), для которых своевременно поступила качественная оперативная информация. Расчет аномалий (в процентах от норм) и анализ сезонных особенностей радиационного режима в 2025г. осуществлялся при использовании

базового периода 1991 – 2020гг. Оценка вероятностей непревышения текущих аномалий выполнялась по данным полного ряда наблюдений, начиная с 1961г.

Основной особенностью глобальных *многолетних* изменений приходящей радиации, обнаруживаемых на территории России, является пониженное поступление радиации (возможно, обусловленное воздействием крупных вулканических извержений) в конце 80-х – начале 90-х гг. XX века и связанный с этим отрицательный тренд прямой и суммарной радиации на интервале 1961-90гг. В последнее десятилетие 20-го столетия во всех крупных регионах России произошел возврат к значениям приходящей радиации, близким к норме. Изменения, происходящие в начале XXIв., в большей степени отражают региональные особенности.

Анализ многолетних колебаний по данным о пространственно-осредненных аномалиях годовых сумм прямой радиации (рисунок 10.1) показывает, что включение 2024 г. (последнего года со всеми доступными месячными аномалиями) не изменяет полученные ранее основные выводы.

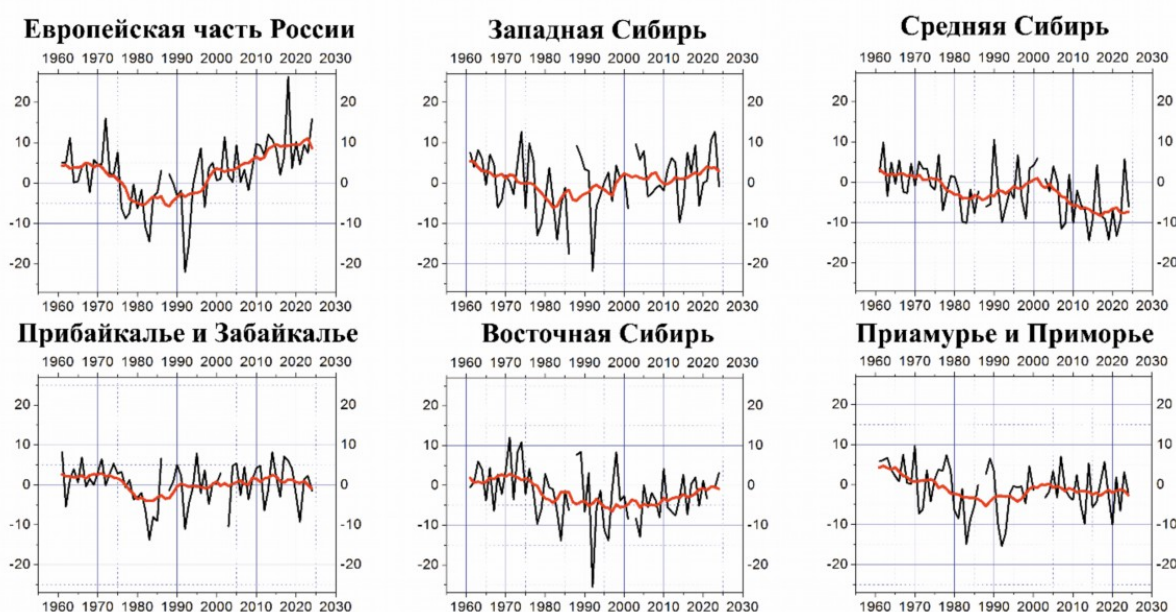


Рисунок 10.1 – Регионально-осредненные аномалии (в процентах от среднего за 1961-1990 гг.) годовых сумм прямой солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность.
Красная кривая показывает сглаженный ход (11-летние скользящие средние)

На фоне значительной межгодовой изменчивости на территории ЕЧР сохраняется положительная тенденция, наиболее выраженная в южных районах. Важно также обратить внимание как на рост естественной изменчивости, наблюдаемый на отдельных станциях, так и на возросшую погрешность осредненных значений, связанную с сокращением плотности сети станций. В 2025г. для ЕЧР получены оценки пространственно-осредненных аномалий годовых сумм, близкие к средним значениям для последних двух десятилетий XXIв. В Средней Сибири с конца XXв. отмечается тенденция к понижению прямой радиации, которая реализуется на фоне ее сильной межгодовой изменчивости. В остальных рассматриваемых физико-географических регионах на протяжении последних двух десятилетий не наблюдается каких-либо закономерных изменений. При этом необходимо отметить отсутствие в настоящее время регулярного поступления информации с Чукотского и Камчатского УГМС.

В **зимний сезон 2024/25гг.** поле сезонных аномалий прямой радиации отличалось высокой степенью неоднородности (рисунок 10.2, рисунок 10.3). Северо-Западный ФО и Западная Сибирь характеризовались низким приходом прямой радиации. Причиной этого был интенсивный вынос теплых воздушных масс атлантическими циклонами, наиболее

выраженный в феврале, который сыграл основную роль в формировании зимней сезонной аномалии. На Кольском полуострове и в республике Коми месячный приход прямой радиации был более чем на 50% ниже нормы (Апатиты - 51%, Ираель - 53%). В Западной Сибири значения отрицательных аномалий в поле прямой радиации составляли 30 – 40% от нормы.

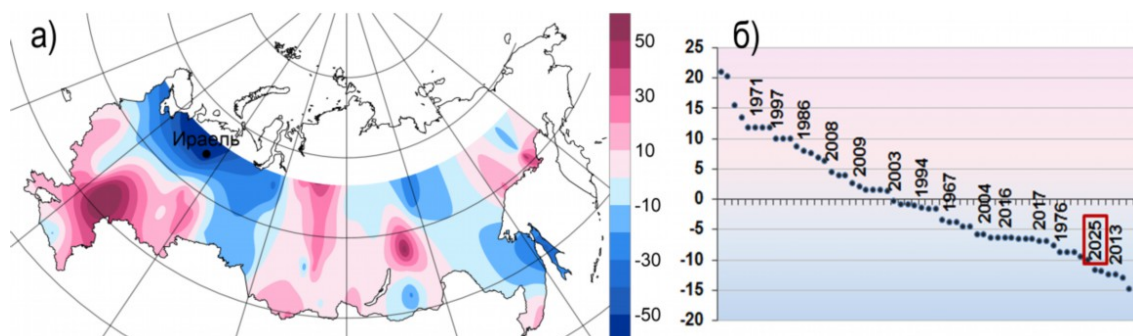


Рисунок 10.2 – Аномалии месячных сумм прямой солнечной радиации (а) и ранжированный ряд аномалий на станции Ираель (б). Февраль 2025г.

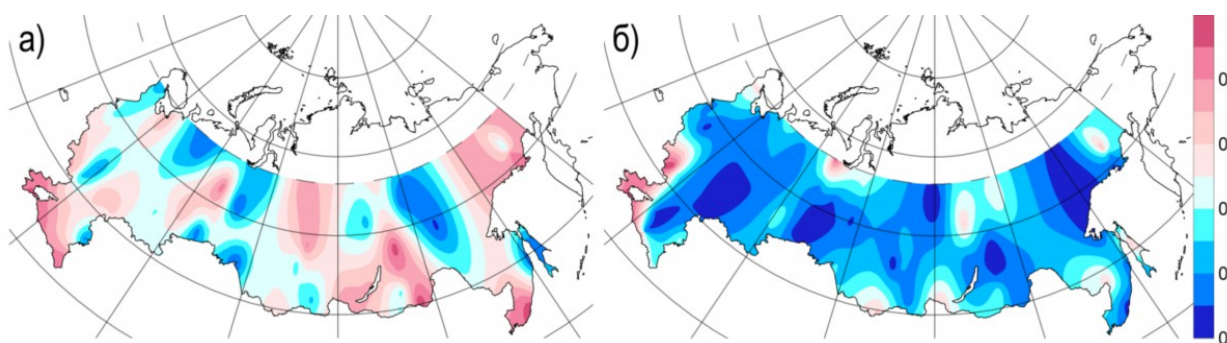


Рисунок 10.3 — Вероятности непревышения сезонных сумм прямой солнечной (а) и рассеянной (б) радиации. Зима 2024/25 гг.

В Восточной Сибири, Хабаровском крае, Приморье на фоне пониженного прихода прямой радиации под влиянием гребней высотных антициклонов во все зимние месяцы отмечались также очаги положительных сезонных аномалий прямой радиации с превышением нормы на 30-40%. В Южном ФО в условиях устойчивой антициклональной циркуляции преобладала ясная сухая холодная погода, что привело к высоким положительным аномалиям сезонных сумм прямой солнечной радиации в Крыму и на Кавказе (Кисловодск и Карадаг - 120 МДж/м²).

Особенности поля суммарной радиации в зимний сезон в значительной мере обусловлены пониженными значениями рассеянной радиации, вероятность непревышения которых на большей части территории РФ не превосходит 0.3 (рисунок 10.3, рисунок 10.4). Вследствие этого практически на всей территории - кроме небольших по площади районов на юге ЕЧР, Прибайкалья, Забайкалья и Приморья - регистрировались значения суммарной радиации, не превосходящие медианных значений.

Весной на территории России доминировали пониженные значения прямой солнечной радиации. В апреле Европейская часть России, большая часть Западной и Средней Сибири находились под влиянием глубокого циклона, центр которого располагился над архипелагом Новая Земля. Такая синоптическая ситуация способствовала образованию мощных дождевых облаков, избытку осадков и формированию на этих территориях обширных по площади аномалий прямой радиации различной интенсивности. При этом в отдельных локациях Западной Сибири зарегистрированы рекордно-низкие значения прямой радиации (рисунок 10.5).

Небольшие области повышенных значений прямой радиации сформировались лишь на юге и юго-востоке ЕЧР (Ростоши – 50%) и на севере Красноярского края (Норильск –

около 40%). В поле суммарной и рассеянной радиации практически повсеместно отмечались пониженные значения (рисунок 10.4, рисунок 10.6) и были зафиксированы рекорды как в ЕЧР, так и в Азиатской части России (Павелец, Алдан).

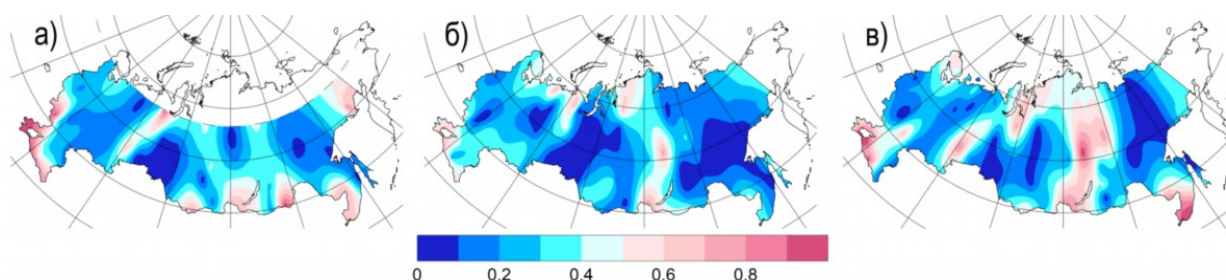


Рисунок 10.4 – Вероятности непревышения сезонных сумм суммарной солнечной радиации зимой 2023-2025 гг. (а), весной 2025 г. (б) и летом 2025 г. (в)

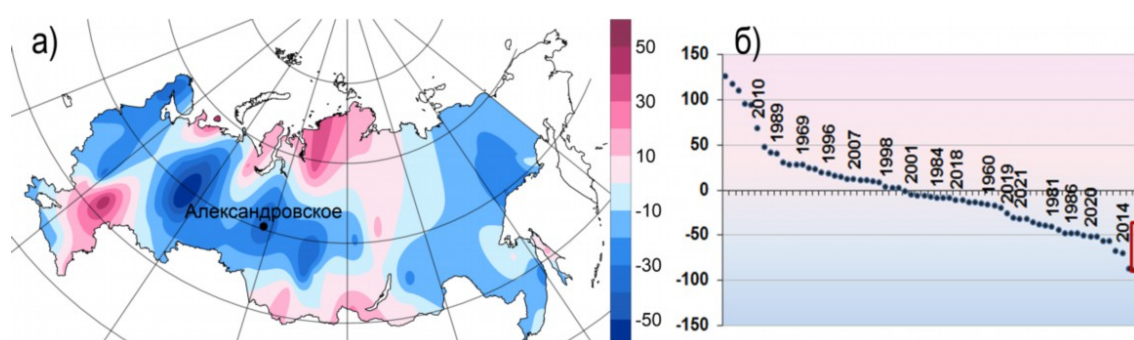


Рисунок 10.5 – Аномалии месячных сумм прямой солнечной радиации (а) и ранжированный ряд аномалий на станции Александровское (б). Апрель 2025 г.

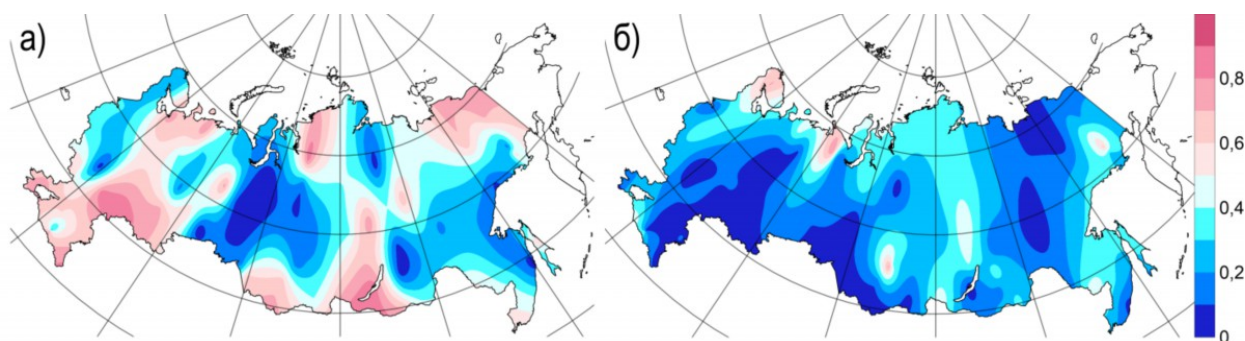


Рисунок 10.6 – Вероятности непревышения сезонных сумм прямой солнечной (а) и рассеянной (б) радиации. Весна 2025 г.

Летний сезон 2025г. характеризуется преобладанием пониженного прихода прямой радиации на большей части страны. Активная циклоническая циркуляция в июне явилась причиной формирования протяженной области отрицательных аномалий на Европейской части, захватившей также значительную территорию Западной и Средней Сибири. При этом на севере ЕЧР были зафиксированы рекордно низкие значения прямой радиации (Бугрино). Важная особенность летнего сезона связана с циркуляционными условиями августа (рисунок 10.7). Вследствие заблокированных на севере Атлантики циклонов над Карским морем и Таймыром расположился центр мощного антициклона, который определял погодные условия в этих районах и привел к образованию обширной положительной аномалии прямой радиации, охватившей северо-восток ЕЧР, а также Западную и Восточную Сибирь к северу от 60-й параллели. Месячные аномалии прямой радиации достигали в этих районах рекордно-высоких значений (Норильск - около 200%). В поле суммарной радиации (рисунок 10.3) сохранились основные области повышенного

прихода радиации, зарегистрированные в поле прямой радиации, несмотря на доминирование отрицательных аномалий рассеянной радиации (рисунок 10.8).

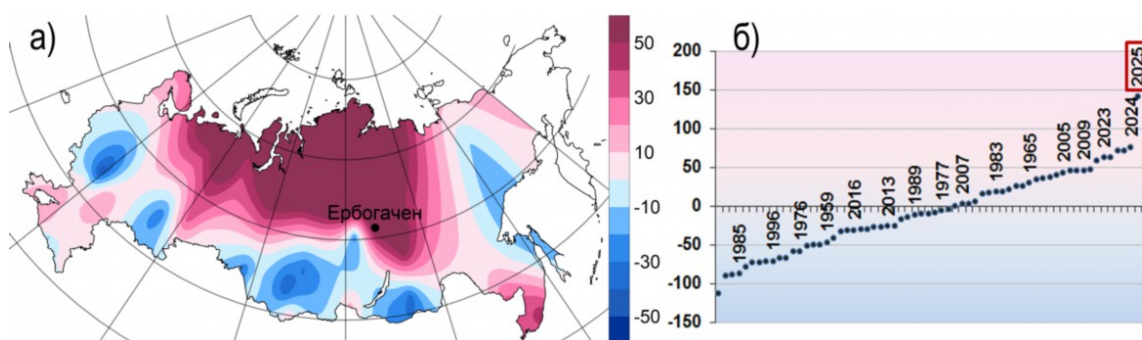


Рисунок 10.7 – Аномалии месячных сумм прямой солнечной радиации (а) и ранжированный ряд аномалий на станции Ербогачен (б). Август 2025г.

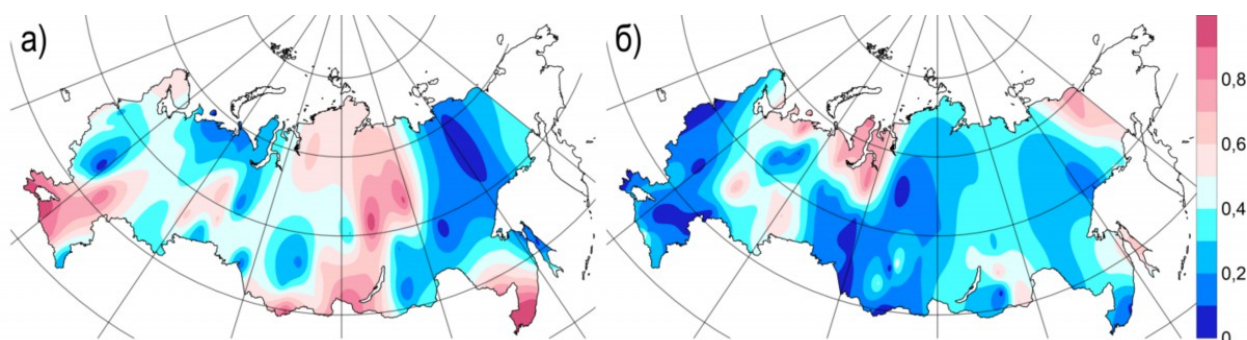


Рисунок 10.8 – Вероятности непревышения сезонных сумм прямой солнечной (а) и рассеянной (б) радиации. Лето 2025 г.

Осреднение сезонных аномалий прямой радиации по территории России (рисунок 10.8) показывает, что в зимний сезон 2024/25г. значения прямой радиации были близки к норме за 1961-90 гг., в то время как весной и летом наблюдался пониженный приход прямой радиации, отстоящий от нормы на 3-5%.

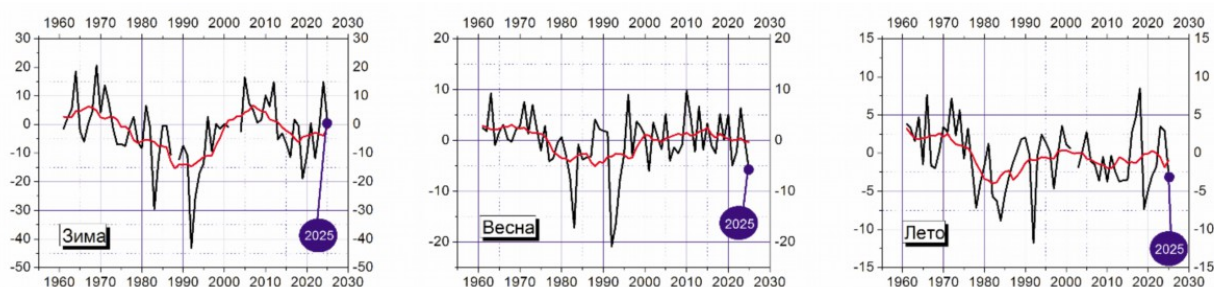


Рисунок 10.9 – Аномалии (в процентах от среднего за 1961-1990 гг.) сезонных сумм прямой радиации, поступающей на горизонтальную поверхность, осредненные по территории РФ. 1961-2025 гг.

В целом радиационный режим 2025 г. на территории России был близок к норме в зимний сезон и отличался преобладанием отрицательных аномалий прямой радиации весной и летом. При этом летний сезон характеризовался контрастными условиями в отдельные месяцы. Наиболее ярко это проявилось в августе, когда обширная положительная аномалия прямой радиации охватила северо-восток ЕЧР, а также Западную и Восточную Сибирь к северу от 60-й параллели. Месячные аномалии прямой радиации достигали в этих районах рекордно-высоких значений. В поле рассеянной радиации, как и в предыдущие годы, доминировали отрицательные аномалии.

Анализ многолетних изменений пространственно-осредненных аномалий годовых сумм радиации показывает, что на территории ЕЧР с начала 90-х годов XX в. наблюдается положительная тенденция в изменении прямой радиации. В Средней Сибири сохраняется

тенденция к снижению приходящей радиации, наметившаяся в начале XXI в., которая реализуется на фоне сильной межгодовой изменчивости.

11. ИЗМЕНЕНИЯ ГРАНИЦ ЛЕДНИКОВ (ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА И ЦЕНТРАЛЬНОГО АЛТАЯ)

Изменения границ ледников и озёр Центрального Кавказа в 2025 г.

Изменения границ озёр и ледника Башкара. По данным материалов аэрофотосъёмки ГУ МЧС России по КБР площади озёр Башкара и Лапа по сравнению с 2024 г. практически не изменились (рисунок 11.1, фрагменты слева). Площадь озера Башкара составила 34,6 тыс. м², а озера Лапа – 27,9 тыс. м². По сравнению с 2024 г. границы озера Лапа остались такими же, за исключением залива с левого края. Из-за этого площадь озера стала такой же, как в 2023 г. Язык ледника Башкара отступил по правому краю на 16-19 м. Левый край на момент обследования был закрыт снежником. Заметно увеличение стока с ледника, по сравнению с 2024 г. В 2025 г. исчез грот, в который ранее стекала вода с озера Башкара. Вода с озера теперь стекает по поверхности. Значительная часть притока воды в озеро Башкара теперь минует озеро и стекает в термокарстовую котловину (рисунок 11.1, фрагменты справа). Из рисунка 11.1 справа (обозначения 1 и 2) видно, что: появился заметный поверхностный сток воды с участка небольшого узкого озера, который направился в сторону термокарстовой котловины, минуя озеро Башкара (1), водный поток в озеро Башкара значительно уменьшился (2). Стрелка показывает направление на север.

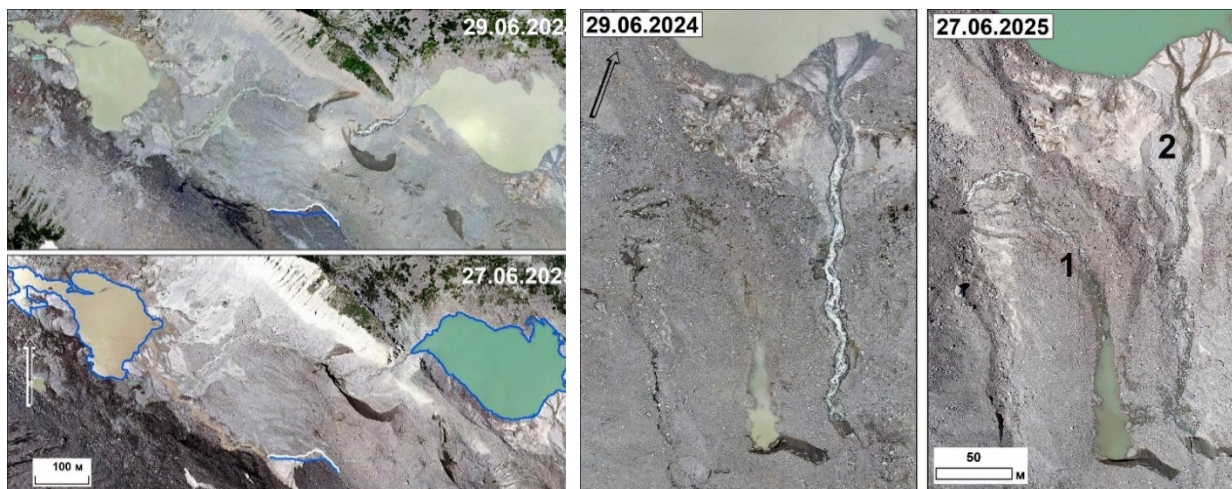


Рисунок 11.1 – Состояние озёр Башкара и Лапа и конца ледника Башкара в 2024-2025 гг. (фрагменты слева); изменения на участке притока воды в озеро Башкара (фрагменты справа)

Состояние ледника Чегеткарачиран (Донгузорун) и озера Донгуз-Орункёль (рисунок 11.2, левый фрагмент). Граница языка ледника засыпана обломочным чехлом и явно не выражена. В сравнении с 2024 г. изменений не выявлено. Озеро Донгуз-Орункёль осталось в прежних границах. Только в июле площадь озера увеличивалась до 74-75 тыс. м².

Изменения границы ледника Шхельда (рисунок 11.2, правый фрагмент)

В 2025 г. отступление границ ледника **Шхельда** (в нижней части рисунка) составило – 22-24 м. Граница в верхней части рисунка – соответствует границе мёртвого льда (отступление до 27 м). Новая граница показана красной линией. Граница в 2024 г. показана белой линией.

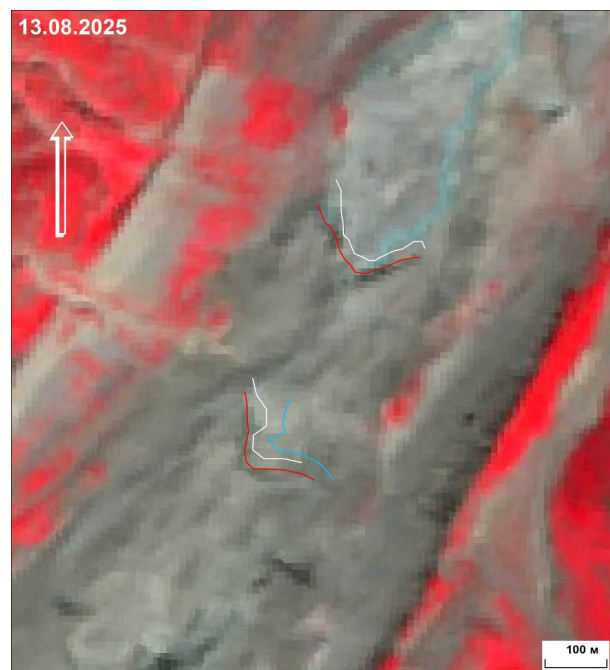


Рисунок 11.2 – Озеро Донгуз-Орункель 27.07.2025 г. (фрагмент слева), Ледник Шхельда (фрагмент справа). Красная граница - 2025 г., белая граница – 2024 г., голубая граница - 2023 г.

Изменения границ ледника Башиль (рисунок 11.3, левый фрагмент). Отступление по фронту языка ледника Башиль составило 100-102 м. Такое отступление происходило вследствие малой ширины языка – до 25-40 м. Площадь озера над ледником Башиль в 2025 г. по сравнению с 2024 г. не изменилась.

Изменения границ ледников и Верхний Кулак (рисунок 11.3, центральный и правый фрагменты). Резкое изменение границ Нижний Кулак в 2024-2025 гг. произошло вследствие обвала льда ледника в конце сентября 2024 года. Отступление в осевой части языка на ступени коренного рельефа достигало 103-105 м. Нижняя часть языка, которая существовала ниже скального уступа, превратилась в мёртвый лёд. С правой стороны, где не было скального уступа, язык ледника сохранился, но он стал очень узким – до 40-50 м. И его отступление составило 28-30 м.

Отступление ледника Верхний Кулак в осевой части было 25-27 м. С правой стороны его граница не была чёткой из-за моренного чехла.

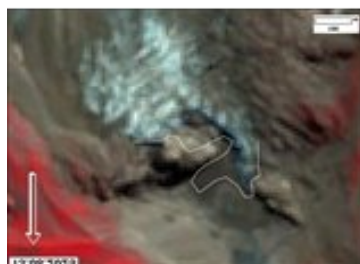


Рисунок 11.3 – Ледник Башиль (слева), ледник Нижний Кулак (в центре), ледник Верхний Кулак (справа). Белая линия – 2024 г., синяя – 2025 г.

Изменения границ ледника Шаурту (рисунок 11.4, левый фрагмент). Границы массива мёртвого льда ледника Шаурту изменились в основном в осевой части. Отступление составило 40 м. В осевой части ледника Безенги отступление малозаметно. В основном граница отступила в левой части на 18-20 м, а в правой части за счёт вовлечения в движение мёртвого льда наступила на 180-183 м. Исток реки остался на том же месте, что и в 2024 г. Отступление ледника Мижирги в 2024-2025 гг. было равномерным по ширине – 12-14 м, только в осевой части – до 23 м.



Рисунок 11.4 – Ледник Шаурту и границы мёртвого льда и активного льда ледника – бывшего левого притока (слева), ледник Безенги, границы языка ледника Мижирги. Белая линия – 2024 г., синяя – 2025 г.

Изменения границ ледника Малый Азау и озёр перед ним (рисунок 11.5, левый и центральный фрагменты). Отступления с боков ледника Малый Азау практически не было. По фронту отступление в основном составляло 13-15 м, максимально до 30 м (у правого края ледника).

Резкие изменения произошли в параметрах озёр после прорыва 06.08.2025 г. Прорыв произошёл вследствие аномального притока воды в озеро с ледника. Нижнее озеро слилось полностью. Верхнее и среднее озёра уменьшились по площади.

Изменения границ ледника Каярта (рисунок 11.5, правый фрагмент). Отступление левого и правого языков ледника Каярта было незначительным. Левый язык ледника Каярта отступил по фронту около 17 м, а правый язык на 19-23. Следов водного импульса с ледника не выявлено.

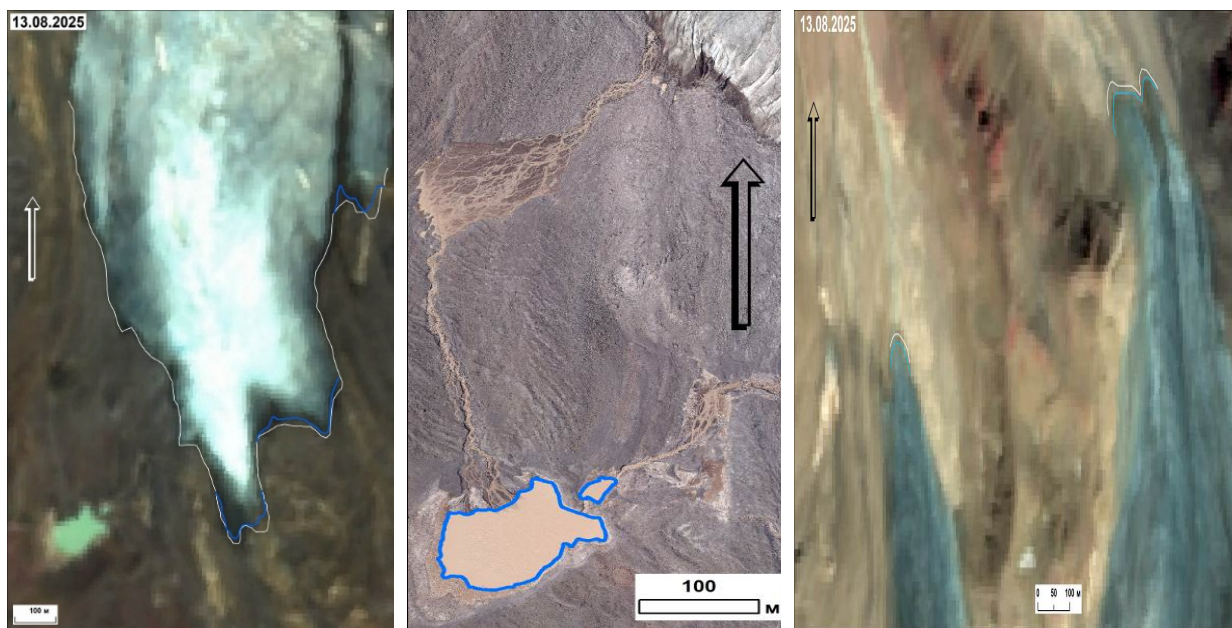


Рисунок 11.5 – Изменения границ ледника Малый Азау (слева), состояние озёр у ледника Малый Азау после прорыва (в центре), изменение границ ледника Каярта (справа). Белая линия – 2024 г., синяя – 2025 г.

Выявленные изменения границ ледников Центрального Кавказа (в основном, характеризующие деградацию ледников) подтверждают тенденции, сложившиеся с 90-х годов прошлого века в связи с наблюдающимся как глобальным, так и региональным потеплением. Такие климатические изменения являются одним из основных факторов влияния на ледники (уменьшение их площади) и, как следствие, роль таяния ледников в формировании ресурсов воды в реках и водоемах, становится все более значительной.

Изменение оледенения Центрального Алтая с 1950 -х по 2024 гг. (Катунский, Северо-Чуйский и Южно-Чуйский хребты) по данным дистанционного зондирования

Оценка динамики оледенения выполнена на основе следующих данных: сведений из «Каталога ледников СССР», отражающих состояние на середину 50-х годов; панхроматических снимков космической программы «Corona» 1968 г., спектральных космических снимков Landsat-7 ETM+ 2001 г., Landsat-8 OLI/TIRS 2013 г. и Sentinel-2A/B 2024 г. Дешифрирование проводилось на конец периода абляции за 4 срока: 1968, 2001, 2013 и 2024 гг., а также уточнялись данные Института географии РАН о состоянии ледников в 2017 г. Суммарная площадь оледенения и скорость сокращения ледников представлена в таблицах 11.1 и 11.2.

В результате дешифрирования космических снимков 2024 г. была получена карта современного состояния оледенения Центрального Алтая (рисунок 1). Было выявлено 838 ледников, из них: 428 площадью свыше 0,1 км², 77 ледников свыше 1 км², 5 ледников свыше 10 км². Самый крупный ледник Южно-Чуйского хребта – ледник Большой – Талдуринский – 19,3 км², Катунского хребта – ледник Сапожникова – 15,2 км², Северо-Чуйского хребта – ледник Большой Маашей – 5,9 км².

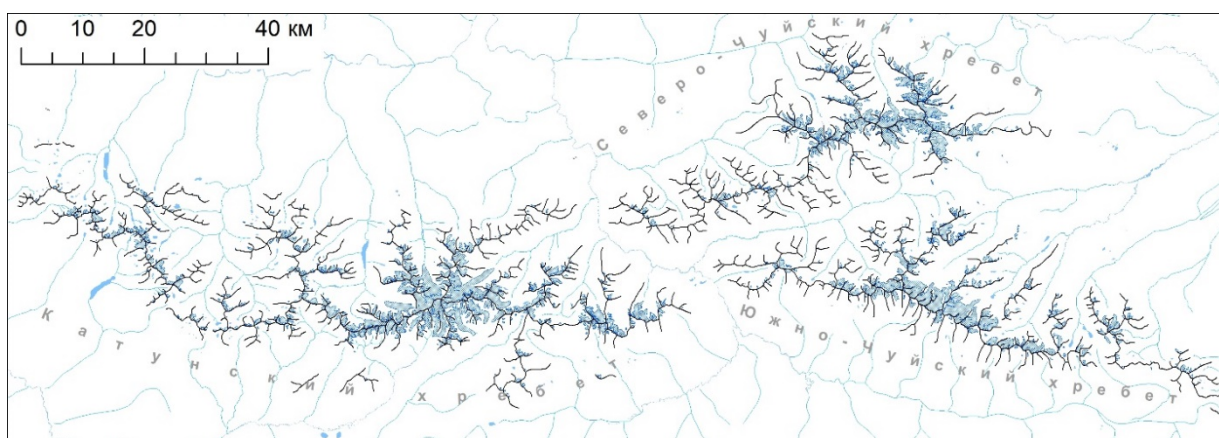


Рисунок 11.6 – Современное оледенение Центрального Алтая. Состояние на конец периода абляции 2024 г.

Таблица 11.1 – Суммарная площадь оледенения

Хребты	Катунский		Северо-Чуйский		Южно-Чуйский		Всего	
Площадь	км ²	%	км ²	%	км ²	%	км ²	%
1950-е	278,4	100	176,9	100	221,0	100	676,3	100
1968	265,3	95,3	154,3	87,2	172,5	78,1	592,1	87,6
2001	229,9	82,6	128,9	72,9	139,6	63,1	498,3	73,7
2013	213,9	76,8	120,3	68,0	126,1	57,1	460,3	68,1
2017	200,0	71,9	113,1	63,9	118,7	53,7	431,8	63,9
2024	192,7	69,2	104,2	58,9	107,7	48,7	404,6	59,8

По результатам дешифрирования оледенение Центрального Алтая сократилось с середины 50-годов на 271,7 км², или на 40,2%. При этом ледники Катунского хребта потеряли 30,8% площади, Северо-Чуйского хребта – 41,1%, а ледники Южно-Чуйского хребта – 51,3% своей площади.

В XXI веке оледенение Центрального Алтая сократилось на 93,8 км² или 18,8% от 2001 г. Ледники Катунского хребта потеряли 16,2% площади, Северо-Чуйского хребта – 19,1%, а Южно-Чуйского хребта – 22,9% своей площади.

Последние 7 лет ледники Центрального Алтая сокращаются со средней скоростью 0,9% в год. Предыдущий период (2013-2017 гг.) наблюдалось максимальная средняя скорость сокращения – 1,5% в год, а в период 2001-2013 гг. – 0,6%/год.

По состоянию на 2025 год в данном регионе 284 ледников имеют площадь менее 0,05 км² (суммарной площадью 7,3 км²) и могут исчезнуть в ближайшие годы. В 2017 г. таких ледников было 218, в 2013 году – 191, а в 2001 – 160. Количество небольших ледников увеличилось за счёт деградации и дробления более крупных ледников на части в процессе отступания. За 2017-2024 гг. безвозвратно исчезли 27 ледников суммарной площадью 0,7 км², за 2013-2017 гг. – исчезло 17 ледников (0,5 км²), за 2001-2013 – 21 ледник (0,8 км²).

Таблица 11.2. – Сокращение площади (км²) и скорость сокращения (%/год от площади предыдущего срока) оледенения

Хребты	Катунский		Северо-Чуйский		Южно-Чуйский		Всего	
Скорость	км ²	%/год	км ²	%/год	км ²	%/год	км ²	%/год
1950-е-1968	13,1	0,4	22,6	1,0	48,5	1,7	84,2	1,0
1968-2001	35,4	0,4	25,4	0,5	33,0	0,6	93,8	0,5
2001-2013	16,0	0,6	8,6	0,6	13,5	0,8	38,0	0,6
2013-2017	13,8	1,6	7,2	1,5	7,4	1,5	28,5	1,5
2017-2024	7,3	0,5	8,9	1,1	11,1	1,3	27,3	0,9
1950-е-2024	85,7	0,4	72,7	0,6	113,4	0,7	271,7	0,6

На рисунках 11.7 показаны примеры отступания ледников с 1968 по 1924 гг. центральных районов Катунского хребта (рисунок 11.7, левый фрагмент), Северо-Чуйского хребта (рисунок 11.7, центральный фрагмент) и Южно-Чуйского хребта (рисунок 11.7, правый фрагмент).

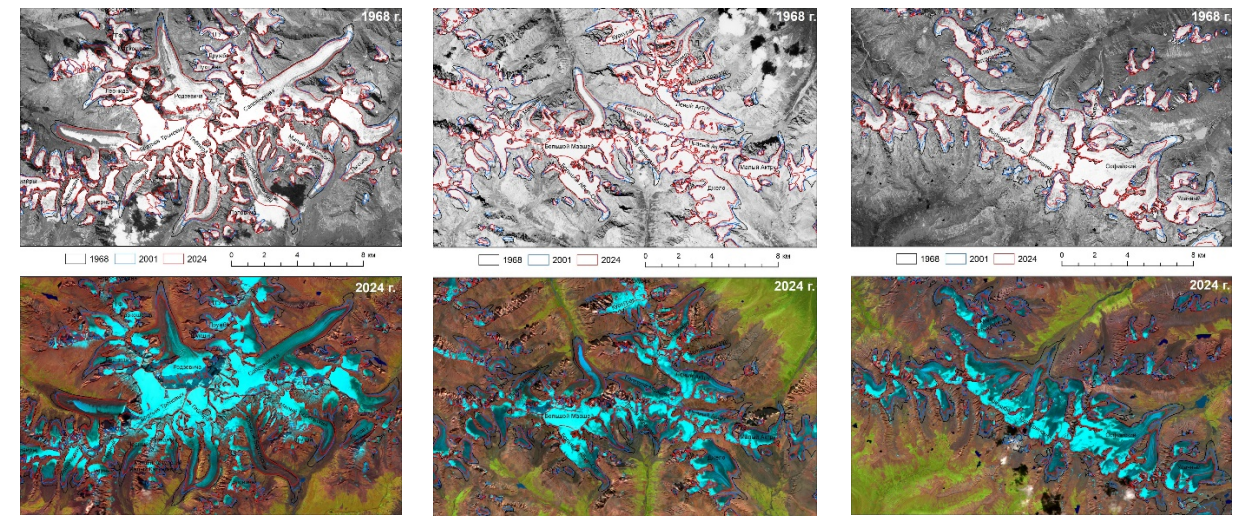


Рисунок 11.7 – Отступания ледников центральной части Катунского хребта (левый фрагмент), центральной части Северо-Чуйского хребта (центральный фрагмент), центральной части Южно-Чуйского хребта (правый фрагмент). Верхние снимки – Согопа, дата съёмки – 10 августа 1968 г; нижние снимки – Sentinel-2, дата съёмки – 15 августа 2024 г.

12. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ СОЛНЕЧНОГО СИЯНИЯ

Данные. Приведенные в настоящем разделе оценки получены с использованием информации о продолжительности солнечного сияния (ПСС), взятой из базы данных (БД) «Суммарная за месяц продолжительность солнечного сияния на станциях России». БД создана в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» Росгидромета и содержит месячные обобщения ежесуточных наблюдений за солнечным сиянием по гелиографу (meteo.ru). Для каждой станции рассчитываются аномалии месячных сумм ПСС – отклонения от нормы. В качестве

нормы используются средние многолетние значения за 30-летний период. С 2022 года норма рассчитывается за период 1991-2020 гг. По месячным аномалиям рассчитываются суммарные аномалии за календарные сезоны, если присутствуют данные не менее чем за два месяца и в целом за год, при наличии данных не менее, чем за 10 месяцев. Значения суммарной за сезон/год продолжительности солнечного сияния на станциях (SS, часы) восстанавливаются с использованием соответствующих норм, и применяются для расчёта относительных аномалий (RS, %) – отношение к норме, выраженное в процентах. Расчёт дополнительных характеристик аномалий (процентили, вероятности превышения, ранги) осуществляется по данным за период, начинающийся с 1961 года, когда с увеличением числа станций, представленных в информационной базе, существенно увеличился объём поступающих данных.

Полученная информация с метеорологических станций после обработки представлена в виде карт, а также в виде региональных средних данных для территории РФ в целом, её Европейской (ЕЧР) и Азиатской (АЧР) частей, девяти квази-однородных физико-географических регионов и восьми федеральных округов РФ (Введение, рисунок 3 и 2). Для получения результатов проводится арифметическое осреднение аномалий на метеостанциях по ячейкам географической сетки (1°широты x 2°долготы). При осреднении учитывается весовой коэффициент, зависящий от координат ячейки. Временные ряды аномалий ПСС дополняются скользящим 11-летними средними значениями и линейным трендом, который выражен в процентах от климатической нормы за десятилетие (%/10 лет). На рисунках он представлен для периода с 1976 года, условно принятого за начало современного глобального потепления.

Продолжительность солнечного сияния на территории России в 2025 году

Для получения характеристик ПСС в 2025 г. за первые девять месяцев года (январь-сентябрь) использовалась «режимная» информация, поступившая из УГМС в Госфонд, а за три последних месяца года (октябрь-декабрь) – оперативные данные, поступившие от 300 метеорологических станций сети Росгидромета по каналам связи (сводки «КЛИМАТ»). Из-за большой протяженности территории России распределение годовой ПСС не равномерно (рисунок 12.1, левый фрагмент). В полярных районах ПСС была менее 1400 ч/год, а на полуострове Ямал и островах Северного Ледовитого океана от 1200 до 800 ч/год и меньше. В южных регионах ПСС достигала 2400-2600 ч/год. Относительная аномалия на большей части ЕЧР, в полярных районах Якутии, юга Центральной Сибири и Дальнего Востока превышала норму на 20%. В Восточной и Центральной Сибири были выявлены области с отрицательной аномалией, которая составляла -20% (рисунок 12.1, правый фрагмент).

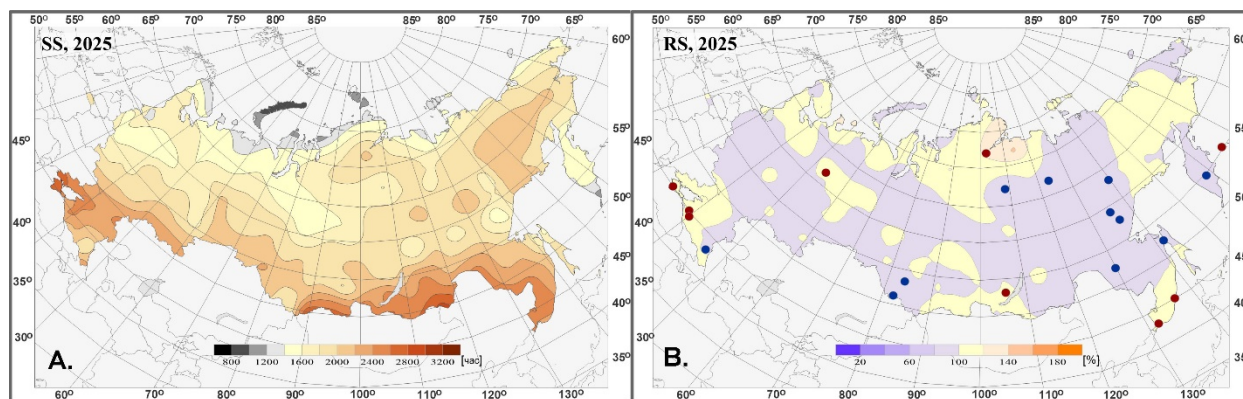


Рисунок 12.1 – Пространственное распределение суммарной за год продолжительности солнечного сияния (SS, часы, левый фрагмент) и ее относительных аномалий (RS, %, правый фрагмент) на территории РФ в 2025 г. Кругами синего цвета показано местоположение станций с экстремумами ниже 5-го процентилля, коричневого цвета – выше 95-го процентилля

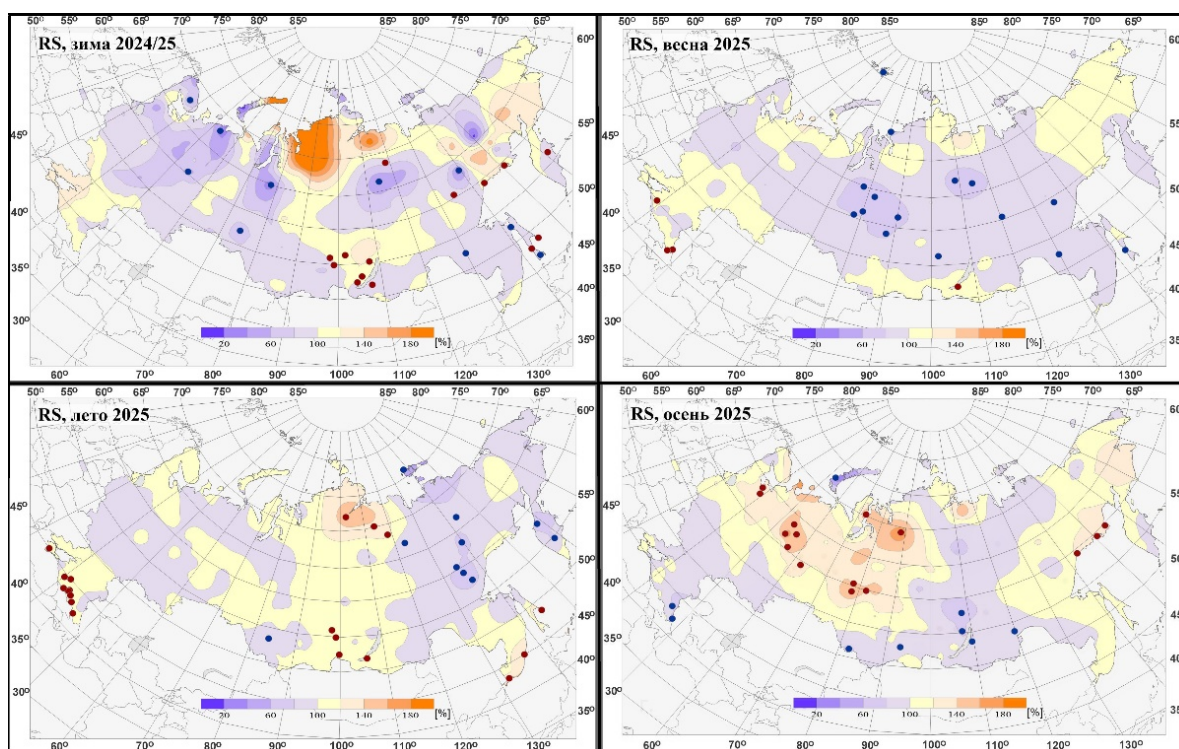


Рисунок 12.2 – Пространственное распределение относительных аномалий сезонной продолжительности солнечного сияния (RS, %) на территории РФ в 2025 г. *Кружками синего цвета показано местоположение станций с экстремумами ниже 5-го процентиля, коричневого цвета – выше 95-го процентиля*

Зимой 2024-2025 гг. для большей части **ЕЧР**, Урала, юга Восточной Сибири и центра Центральной Сибири ПСС была ниже нормы на 20-50%. В остальной части территории наблюдалась положительная аномалия 20-40%, а на Таймыре даже до 50% (рисунок 12.2). **Весной** количество солнечных часов уменьшилось в центре ЕЧР и в Сибири, кроме её восточной части, а также на Дальнем Востоке и Камчатке на 20%. На юге и севере ЕЧР и Восточной Сибири сохранялась положительная аномалия 20%. (рисунок 12.2). **Летом** в центральной и северной части ЕЧР и Восточной Сибири ПСС была ниже нормы на 10-20%. На юге ЕТР и в Восточной Сибири было солнечно, так как ПСС превышала норму на 10-20% (рисунок 12.2). **Осенью** на значительной части ЕЧР, Урала и Западной Сибири наблюдались высокие положительные аномалии (100-200%). В центральной части Сибири отмечалось снижение ПСС на 20% от нормы. Только на Дальнем Востоке и Восточной Сибири зафиксировано увеличение ПСС на 10-20% (рисунок 12.2).

В таблице 12.1 представлены относительные аномалии (RS, %) суммарной продолжительности солнечного сияния за год и по сезонам в регионах России. В качестве дополнительных характеристик аномалий используются процентиля и вероятности непревышения P ($SS \leq SS_{2025}$), которая представляет собой долю наблюдений в прошлом, когда значения переменной были не больше текущего. Кроме этого, используются ранги (порядковые номера в упорядоченном ряду значений от одного до пяти).

Зимой 2024-2025 гг. на территории РФ наблюдалась небольшая отрицательная аномалия ПСС (RS), которая составляла 96-98% с вероятностью (P) 30-42%. Наибольшая величина аномалий наблюдалась в Южном (RS до 124% при $P=95\%$) и Северо-Кавказском (RS до 107% при $P=67\%$) ФО и на юге ЕЧР (RS=116, $P=89\%$) (таблица 12.1). На территории Центрального, Северо-Западного и Приволжского Федеральных округов выявлены отрицательные аномалии (RS<100%) ПСС (таблица 12.1). В **декабре** 2024 года средняя аномалия ПСС была ниже нормы в ЕЧР (74%) и в АЧР (98%). Аномалия ПСС оказалась меньше нормы в центре ЕЧР – 46%, центре и юге Западной Сибири – 66%. Максимальные

значения ПСС отмечены на Чукотке и севере Камчатки (167%), а также в центре и на юге Западной Сибири (107%). В **январе** 2025 года средняя аномалия для РФ составила 94% (таблица 12.2). Наименьшие значения отмечались в Центральном ФО (46%) и СЗФО (60%). Максимальные значения отмечены на Чукотке и севере Камчатки, где RS=142% (убывающий ранг 5), и севере Восточной Сибири и Якутии (RS=173%, убывающий ранг 2), что превысило 95-й процентиль. В целом по территории РФ средняя аномалия ПСС оказалась немного ниже нормы (RS=94%). В **феврале** отрицательные аномалии на территории РФ уменьшились (RS=96%) из-за увеличения ПСС над ЕЧР (PS=103%). Это произошло из-за увеличения ПСС в центре ЕЧР от 51% в январе до 103% в феврале. В АЧР аномалия ПСС была меньше нормы на 6%.

Таблица 12.1 – Относительные аномалии суммарной за год и сезоны продолжительности солнечного сияния (RS, %) в регионах России и вероятность ее неперевышения (P, %) в 2025 г. Желтым цветом выделены значения, попавшие в 5 максимальных, серым – в 5 минимальных.

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	RS	P	RS	P	RS	P	RS	P	RS	P
РФ	99	39	96	30	97	28	100	63	103	67
ЕЧР	100	59	98	42	100	69	100	53	102	67
АЧР	98	28	96	34	95	11	101	63	103	68
Физико-географические регионы РФ										
Север ЕЧР и Западной Сибири	104	66	84	28	102	61	103	52	121	95
Север Восточной Сибири и Якутии	102	72	104	73	99	38	100	44	105	62
Чукотка и север Камчатки	99	49	120	84	102	52	86	19	122	95
Центр ЕЧР	96	37	87	25	97	41	96	34	104	64
Центр и юг Западной Сибири	97	25	89	22	88	5	101	55	117	94
Центр и юг Восточной Сибири	97	38	101	63	96	27	100	61	93	11
Дальний Восток	97	19	94	22	93	11	101	50	105	76
Алтай и Саяны	101	70	95	31	102	75	103	84	98	30
Юг ЕЧР	105	92	116	89	105	80	108	97	96	30
Федеральные округа РФ										
Центральный	93	27	96	50	99	56	91	19	93	37
Южный	106	94	124	95	104	72	107	95	99	48
Северо-Западный	101	53	78	16	98	44	100	48	122	95
Дальневосточный	98	21	96	38	96	17	99	42	101	52
Сибирский	99	53	96	45	95	30	103	81	101	57
Уральский	98	38	93	36	90	9	102	61	116	87
Приволжский	96	37	84	20	99	52	96	33	101	54
Северо-Кавказский	103	86	107	67	107	83	108	97	91	19

Весной на территории РФ ПСС наблюдалась немного ниже нормы (97%). В ЮФО и СКФО преобладали положительные аномалии ПСС (RS=104% и 107% соответственно). На территории остальных ФО продолжительность солнечного сияния была ниже нормы и менялась от 90% до 99% (таблица 12.1). В **марте** на всей территории РФ ПСС была в пределах нормы (RS=100%). Это произошло за счет увеличения ПСС на ЕЧР (RS=106%). На территории СКФО отмечены значительные положительные аномалии ПСС (RS=133%, ранг 4 среди максимальных). На АЧР снижение наблюдалось в СФО и ДФО до 96-98% соответственной. (таблица 12.2). В **апреле** ситуация изменилась - на всей территории РФ аномалии ПСС уменьшились (94%). Только на севере ЕЧР и западной Сибири, Алтае и Саянах, а также на юге ЕЧР ПСС была выше нормы (RS=112%, 107% и 101% соответственно). В остальных районах ПСС была ниже нормы и менялась от 86% (центр и юг Западной Сибири) до 94% (центр ЕЧР). В **мае** на всей территории РФ наблюдалась отрицательная аномалия в среднем 96%. Однако, на ЕЧР отмечалось уменьшение ПСС на 2% от нормы. В то же время на АЧР норма ПСС была превышена на 5%. Положительная аномалия ПСС наблюдалась на Чукотке и севере Камчатки (128%), а отрицательная аномалия отмечена в УФО (RS=83%, ранг 2 среди минимальных).

Таблица 12.2 – Относительные аномалии (%) суммарной за месяц продолжительности солнечного сияния, осредненной по регионам России, в 2025 г. *Желтым цветом выделены значения, попавшие в 5 максимальных, серым – в 5 минимальных.*

Регион	Месяцы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Российская Федерация	94	96	100	94	96	94	103	105	109	101	91	87
ЕЧР	91	103	106	99	98	88	107	106	113	90	90	74
АЧР	95	94	98	91	95	99	100	104	107	107	92	91
Физико-географические регионы РФ												
Север ЕЧР и Зап. Сибири	67	84	95	112	98	79	98	149	132	105	91	100
Север Вост. Сибири и Якутии	173	94	102	92	102	85	111	108	109	93	116	100
Чукотка и север Камчатки	142	111	97	93	128	97	70	90	131	117	118	111
Центр ЕЧР	51	103	101	94	98	84	106	98	122	91	62	61
Центр и юг Зап. Сибири	69	96	97	86	83	102	92	110	121	126	91	71
Центр и юг Вост. Сибири	105	96	94	88	104	100	99	101	96	93	85	102
Дальний Восток	101	85	97	87	94	98	104	102	107	112	94	91
Алтай и Саяны	84	100	103	107	97	107	111	90	97	101	91	90
Юг ЕЧР	138	111	126	101	98	105	112	107	89	91	118	84
Федеральные округа РФ												
Центральный	46	122	104	109	89	79	101	92	124	58	46	52
Южный	140	131	116	104	97	103	112	106	99	92	112	83
Северо-Западный	60	81	94	103	97	78	107	121	143	92	65	100
Дальневосточный	103	90	98	90	100	95	101	101	104	102	93	97
Сибирский	82	102	96	93	95	104	104	99	103	109	87	84
Уральский	76	99	102	90	83	95	90	127	121	126	87	64
Приволжский	47	102	103	90	103	86	104	96	113	99	61	56
Северо-Кавказский	131	91	133	97	100	106	110	108	78	88	120	83

Летом на всей территории РФ ПСС соответствовала климатической норме ($RS=100\%$) (таблица 12.1). Средняя аномалия для ЕЧР составила 100% , а для АЧР - 101% . В **июне** (таблица 12.2) для ЕЧР количество солнечных часов было меньше нормы на 12% , тогда как для АЧР аномалия ПСС была ниже нормы только на 1% (99%). Минимальное количество ПСС наблюдалась на севере ЕЧР и Западной Сибири (79% , ранг 3 среди возрастающих) и на севере восточной Сибири и Якутии (85% , ранг 2 возрастающий). В **июле** на всей территории РФ ПСС была выше нормы (103%). В **августе** произошло увеличение ПСС на всей территории РФ (105%), причем ЕЧР показала $RS=106\%$, а АЧР - $RS=104\%$. Наибольшее количество ПСС отмечено на севере ЕЧР и западной Сибири (149% , ранг 1 убывающий).

Осенью на территории РФ продолжительность солнечного сияния превышала норму ($RS=103\%$, $P=67\%$) (таблица 12.1). В **сентябре** на территории ЕЧР наблюдалось наибольшее количество солнечных часов, так как аномалия в среднем составила 109% , а

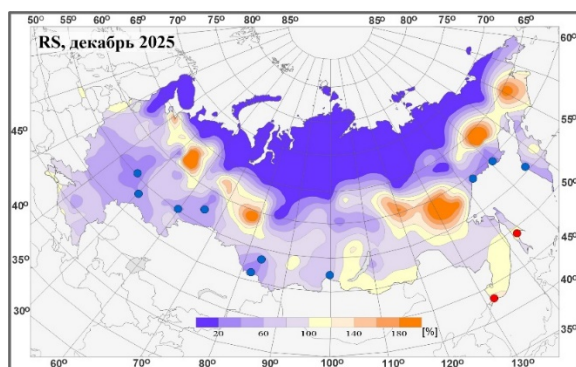


Рисунок 12.3 – Пространственное распределение относительных аномалий продолжительности солнечного сияния на территории РФ в декабре 2025 года

максимальное значение отмечено в центре ЕЧР (113%), а на АЧР немного меньше (107%). Наибольший недостаток ПСС наблюдался в СКФО (78% , ранг 3 возрастающий), а по югу ЕЧР ПСС составило 89% . В **октябре** в ЕЧР продолжительность солнечного сияния была ниже нормы (90%), а в АЧР увеличилась до 107% . Наибольшее снижение ПСС отмечено в ЦФО (58% , ранг 3 среди минимальных) и в СКФО ($RS=88\%$, ранг 3 среди возрастающих). В центре и юге Западной Сибири, а также в УФО наблюдалась наиболее высокая ПСС (126%)

(таблица 12.2). В **ноябре** количество ПСС в России снизилось до 91% . Наибольшая ПСС

отмечена в СКФО (120%) и юге ЕЧР (118%). Большое количество ПСС наблюдалось также в северо-восточной Сибири и Якутии (116%), Чукотке и севере Камчатки (118%). Наибольшее снижение отмечено в ЦФО (46%), в ПФО (61%), СЗФО (65%), СФО и УФО (по 87%).

В **декабре** (рисунок 12.3) средняя аномалия ПСС для ЕЧР составила 74% от нормы, для АЧР – 91% (таблица 12.2). Только в СЗФО продолжительность солнечного сияния бала равна норме (100%). В остальных федеральных округах ПСС была ниже нормы. Наименьшее количество ПСС отмечено в ЦФО (52%) и в ПФО (56%). В остальных федеральных округах ПСС менялась от 64% до 96%.

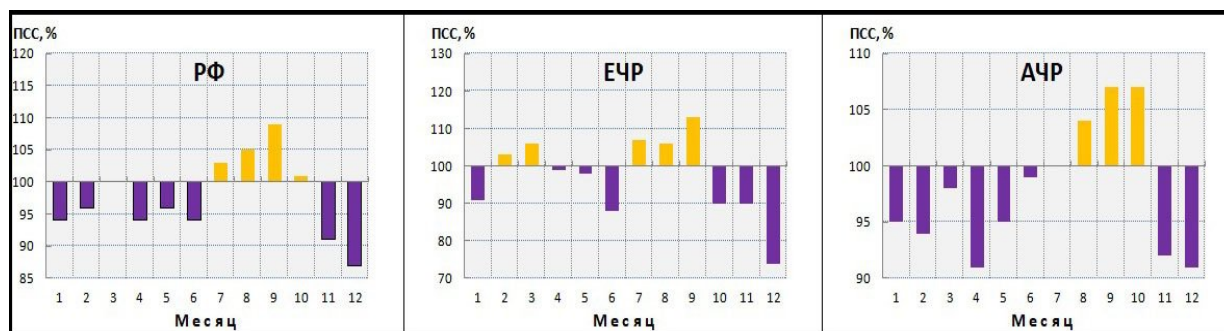


Рисунок 12.4 – Относительные аномалии суммарной за месяц продолжительности солнечного сияния, осредненной по территории РФ, ЕЧР и АЧР; 2025 г.

В целом на территории РФ наибольшие положительные аномалии отмечались в июле (103%), августе (105%) и сентябре (109%). Наибольший дефицит солнечного сияния для страны наблюдался в декабре (87%). Положительные аномалии на ЕЧР наблюдались в течение пяти месяцев (рисунок 12.4), а максимальные аномалии отмечались в июле (107%) и сентябре (113%). Отрицательные аномалии ПСС на ЕЧР наблюдались в июне (88%) и декабре (74%). На АЧР ПСС в течение четырёх месяцев с июля по октябрь преобладали положительные аномалии, наибольшие из них наблюдались в сентябре-октябре (107%). Меньше нормы ПСС была в течении восьми месяцев, а минимальные значения зафиксированы в апреле и декабре (91%).

Тенденции современных изменений продолжительности солнечного сияния на территории России

Географическое распределение коэффициентов линейного тренда годовых сумм ПСС, рассчитанных для периода 1976-2025 гг., представлено на рисунок 12.5. Оно мало отличается от полученного годом ранее (2024 г.). Изменения ПСС на большинстве станций территории РФ характеризуются положительным трендом. Из 269-х станций, для которых рассчитывался тренд годовых сумм ПСС, положительный тренд наблюдается на 200-х из них (74%). Средняя скорость роста ПСС (коэффициент линейного тренда b) для территории России в целом составляет 1,2%/10 лет, а вклад тренда в суммарную дисперсию ряда (D) – 33% (таблица 12.3).

Положительный тренд для России в целом наблюдается во все сезоны, и является статистически значимым (за исключением осени). Также статистически значимым является положительный тренд годовых сумм ПСС для ЕЧР ($b=1,9\%/10$ лет) и АЧР ($b=0,6\%/10$ лет) по отдельности. Наибольший вклад в тренд годовых сумм ПСС на территории ЕЧР вносит тренд летнего сезона ($b=2,5\%/10$ лет), а для АЧР – зимнего ($b=2,2\%/10$ лет). Наибольший тренд годовых сумм ПСС наблюдается на юге ЕЧР – 2,4%/10 лет и в ЮФО – 2,7%/10 лет, что является бóльшим значением по сравнению с оценкой, полученной в 2022, 2023 и 2024 годах.

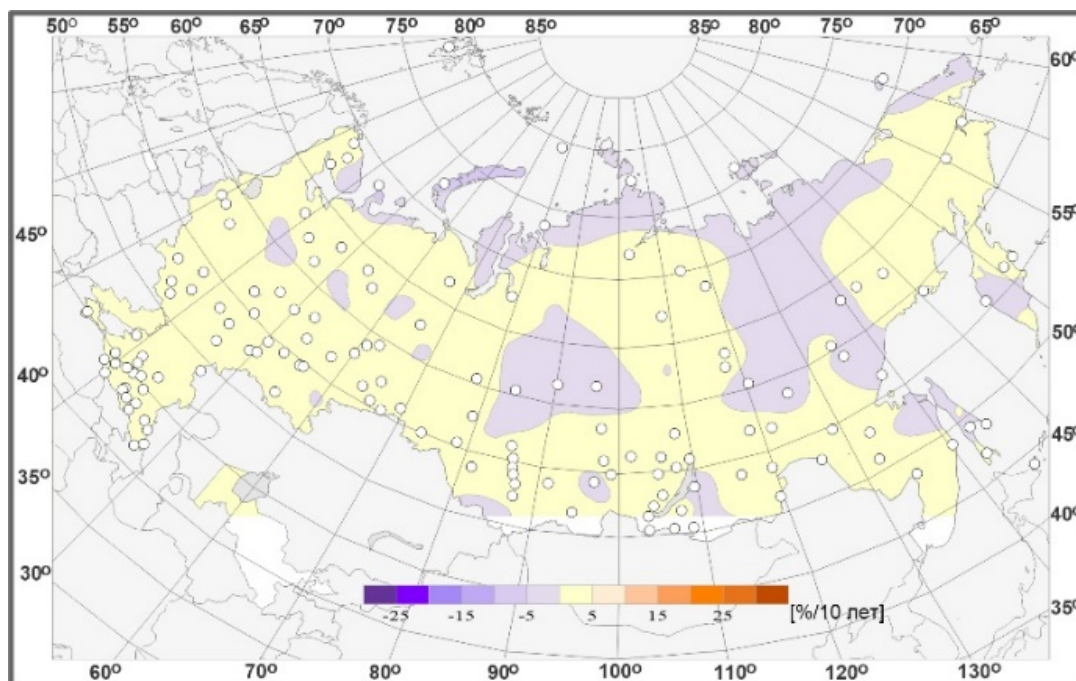


Рисунок 12.5 – Пространственное распределение коэффициентов линейного тренда относительных аномалий годовой продолжительности солнечного сияния на территории России, по данным за 1976-2025 гг. (%/10 лет). Белыми кружками выделены станции, для которых тренд статистически значим на 5%-м уровне

Таблица 12.3 – Оценки линейного тренда относительных аномалий продолжительности солнечного сияния, осредненной по регионам России; 1976-2025 гг., *b* – коэффициент линейного тренда (%/10 лет), *D* – вклад тренда в общую дисперсию ряда (%). Тренд статистически значимый на 5%-м уровне показан жирным шрифтом

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>D</i>
Российская Федерация	1,2	33	1,5	10	0,8	10	1,1	35	0,5	2
ЕЧР	1,9	37	-0,4	0	1,5	14	2,5	41	1,1	3
АЧР	0,6	13	2,2	23	0,4	3	0,2	1	0,2	0
Физико-географические регионы РФ										
Север ЕЧР и Зап. Сибири	0,5	1	-2,4	2	-1	1	1,1	3	-1,2	2
Север Вост. Сибири и Якутии	0,2	2	8,8	48	0,2	0	-1	2	-0,9	2
Чукотка и север Камчатки	1,1	5	5	11	-0	0	1,3	3	1,5	2
Центр ЕЧР	1,8	18	-1,3	1	1,4	8	2,7	29	1,4	2
Центр и юг Зап. Сибири	0,7	4	2,9	7	0,2	0	0,3	0	0,3	0
Центр и юг Вост. Сибири	0,6	9	2	17	0,8	8	0,3	1	-0,6	2
Дальний Восток	0,4	4	1,5	11	0	0	-1	2	1,1	9
Алтай и Саяны	0,9	12	1,1	3	1	6	0,9	9	0,2	0
Юг ЕЧР	2,4	46	1,5	3	2,7	20	2,9	54	1,8	9
Федеральные округа РФ										
Центральный	2	16	-5,3	10	3	18	3	28	1,4	1
Южный	2,7	43	1,9	4	2,9	16	2,9	45	2,4	13
Северо-Западный	1	6	-5,8	11	0,6	1	1,8	9	-1,2	2
Дальневосточный	0,4	7	2	22	0,3	1	-0	1	0,2	1
Сибирский	0,8	11	2,4	10	0,8	4	0,3	2	0,1	0
Уральский	1	7	2,8	6	-0	0	1,3	5	0,6	0
Приволжский	2	17	0,8	0	0,9	2	2,8	24	2	3
Северо-Кавказский	2,3	43	1,1	2	2,6	21	3,1	52	1,3	4

В географическом распределении коэффициентов линейного тренда сезонных аномалий ПСС (рисунок 12.6) по сравнению с прошлым годом существенных изменений не произошло. Для России в целом в *зимний* сезон наблюдается положительный тренд. Он составляет +1,5%/10 лет и является наибольшим среди всех сезонов (таблица 12.3). При

этом в ЕЧР отмечается отрицательный, и статистически незначимый тренд $-0,4\%/10$ лет. Отрицательные региональные тренды в ЦФО ($-5,3\%/10$ лет) и СЗФО ($-5,8\%/10$ лет) являются статистически значимыми. Наиболее значительное увеличение зимних сумм ПСС отмечается на севере Восточной Сибири и Якутии ($b=8,8\%/10$ лет, $D=48\%$), однако это меньше, чем было в 2024 году.

Весной (таблица 12.3) статистически значимый положительный тренд ПСС наблюдается как для РФ в целом ($b=0,8\%/10$ лет, $D=10\%$), так и отдельно для ЕЧР ($b=1,5\%/10$ лет, $D=14\%$). Наибольшие коэффициенты линейного тренда отмечаются в ЦФО ($3\%/10$ лет), ЮФО ($2,9\%/10$ лет) и СКФО ($2,6\%/10$ лет). По сравнению с прошлым годом (2024 г.) этот тренд несколько увеличился. В АЧР наблюдается в целом средний статистически незначимый положительный тренд ($0,4\%/10$ лет).

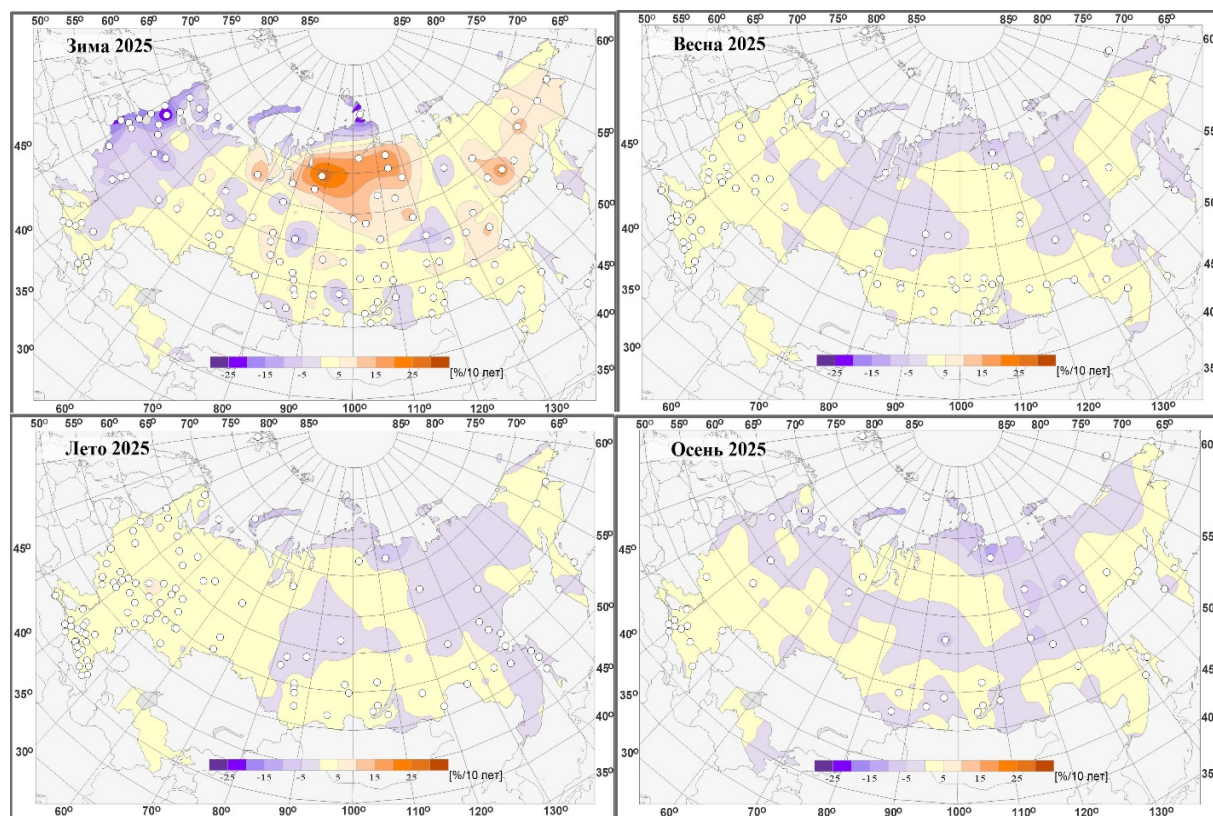


Рисунок 12.6 – Сммотри рисунок 12.5, но для коэффициентов линейного тренда относительных аномалий сезонной продолжительности солнечного сияния

Летом средняя для всей территории РФ скорость роста ПСС составляет $1,1\%/10$ лет. В ЕЧР, по сравнению с весной, тренд более существенный ($2,5\%/10$ лет), поскольку рост ПСС наблюдается не только в центре, но и на юге ЕЧР. Летом на АЧР имеется отрицательный тренд в регионах на севере Восточной Сибири и Якутии и на Дальнем Востоке. Средняя скорость роста ПСС в АЧР летом составляет всего $0,2\%/10$ лет, являясь статистически незначимой.

В **осенний сезон** на территории страны наблюдается слабый положительный тренд, который составляет $0,5\%/10$ лет и является статистически незначительным. Для ЕЧР в среднем наблюдается слабый рост ПСС ($1,1\%/10$ лет), а в АЧР появился небольшой тренд ($0,2\%/10$ лет). При этом для целого ряда регионов и федеральных округов как в ЕЧР, так и в АЧР общим является слабый отрицательный тренд. Статистически значимый положительный тренд ПСС сохраняется осенью только в ЮФО – $2,4\%/10$ лет, и он несколько выше оценки прошлого года (2024 г.).

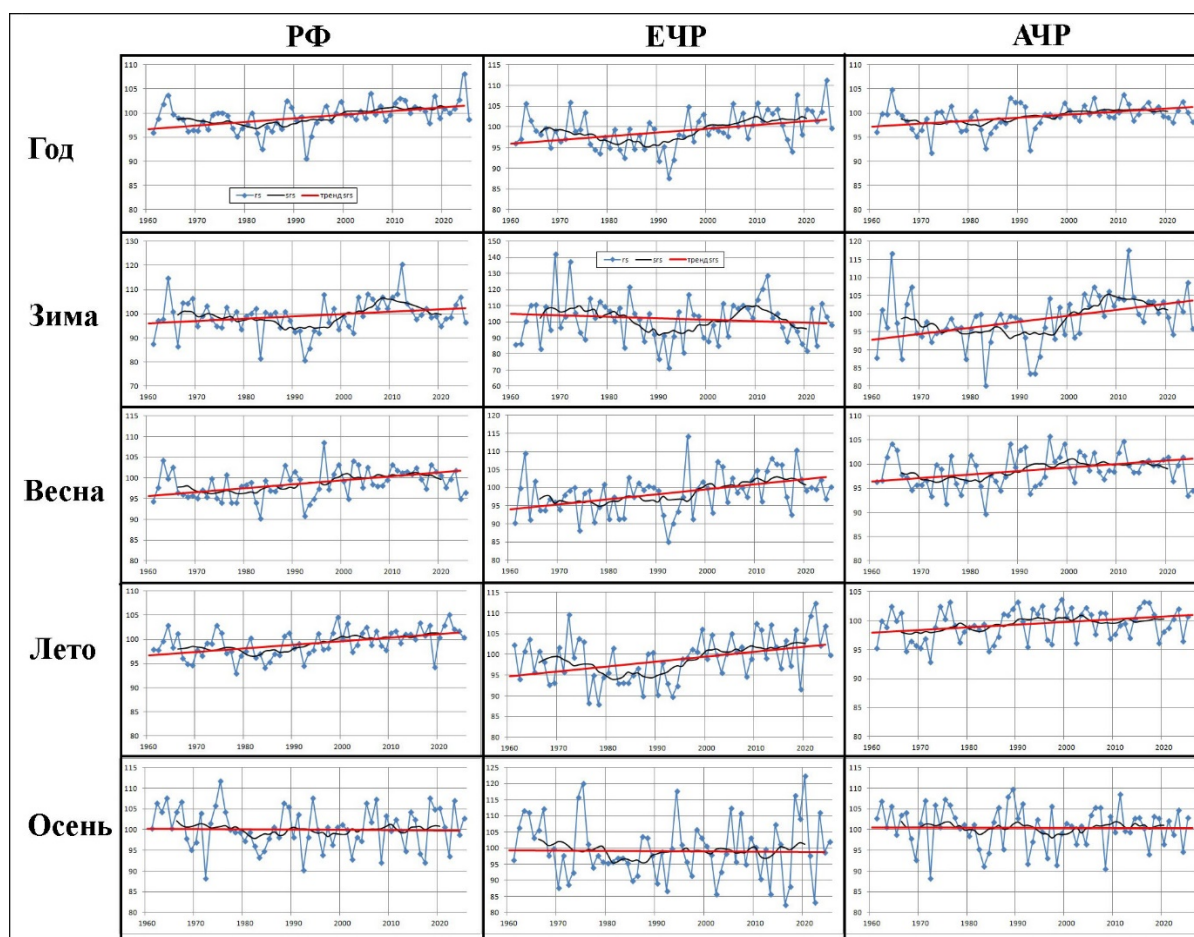


Рисунок 12.7 – Относительные аномалии (%) годовой и сезонной продолжительности солнечного сияния, осредненной по территории РФ, ее европейской (ЕЧР) и азиатской (АЧР) частей

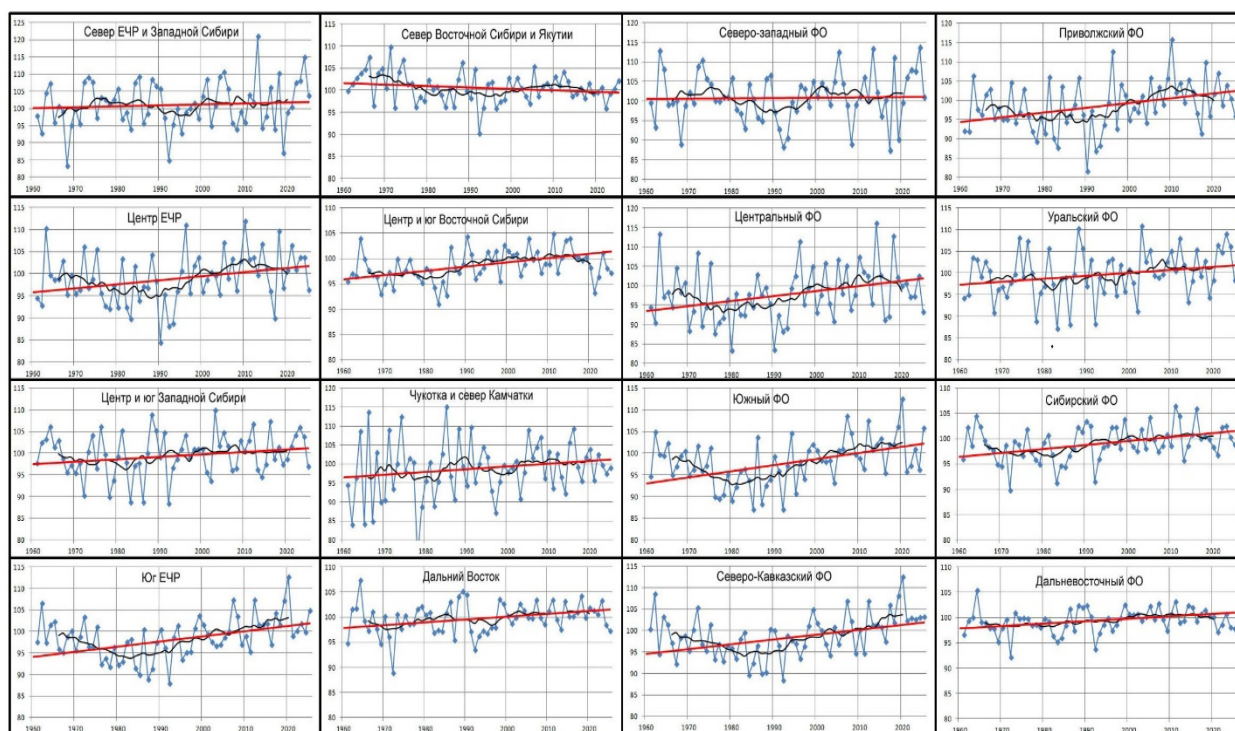


Рисунок 12.8 – Относительные аномалии (%) суммарной за год продолжительности солнечного сияния, осредненной по квази-однородным физико-географическим регионам и федеральным округам РФ

Дополнительно получены оценки средних трендов годовых и сезонных сумм ПСС для всей территории РФ и двух её частей (ЕЧР и АЧР) за последний 30-летний период и проведено их сопоставление с оценками 2025 года (таблица 12.4).

Из таблицы 12.4 видно, что оценки 30-летних трендов весьма неустойчивы, и претерпевают большие изменения, являясь более чувствительными к ежегодным изменениям в рядах данных. Оценки, полученные с учётом данных 2025 года, подтверждают рост ПСС на территории РФ, но свидетельствуют о присутствии тенденции к его замедлению. Следует отметить, что при рассмотрении линейного тренда средней для территории РФ годовой суммы ПСС по скользящим 30-летиям (с шагом пять лет), начиная с 1961 года, наибольший тренд ПСС наблюдался в период 1981-2010 гг., и составил +31 ч/10 лет (1,6%/10 лет).

Таблица 12.4 – Оценки линейного тренда аномалий годовой и сезонной продолжительности солнечного сияния, осредненной по территории РФ, ЕЧР и АЧР, *b* – коэффициент линейного тренда, *D* – вклад тренда в общую дисперсию. ряда (%). Тренд статистически значимый на 5%-м уровне выделен

Сезон	1994-2023			1995-2025		
	<i>b</i> (ч/10лет)	<i>b</i> (%/10лет)	<i>D</i>	<i>b</i> (ч/10лет)	<i>b</i> (%/10лет)	<i>D</i>
РФ						
Год	18,6	1	17	12,9	0,7	8
Зима	3	1,4	4	1,2	0,6	1
Весна	-0,5	-0,1	0	-4	-0,6	4
Лето	4,8	0,6	6	3,3	0,4	3
Осень	1,5	0,5	1	3,5	1,1	4
ЕЧР						
Год	28,4	1,5	14	22,6	1,2	9
Зима	-1	-0,6	0	-0,8	-0,5	0
Весна	3,6	0,6	1	0,5	0,1	0
Лето	15,9	2	13	10,2	1,3	6
Осень	0,2	0,1	0	4	1,3	2
АЧР						
Год	5,6	0,3	3	0,5	0	0
Зима	5,3	2,1	12	2,4	1	3
Весна	-3,2	-0,5	3	-7,1	-1,1	12
Лето	-2,3	-0,3	1	-1,4	-0,2	0
Осень	2,7	0,8	3	3,7	1,1	5

13. ТЕМПЕРАТУРА В СВОБОДНОЙ АТМОСФЕРЕ

Температура воздуха в слое атмосферы высотой до 30 километров, наряду с приземной температурой и температурой поверхности океана, является важнейшей характеристикой состояния климатической системы и происходящих в ней изменений. Основной особенностью полей температуры в свободной атмосфере является их зональный характер, т.е. в значительной мере выраженная гладкость полей в направлениях вдоль кругов широты. Поэтому для оценки текущих изменений климата свободной атмосферы применяют зонально обобщенные вдоль широтных кругов характеристики, для которых важнейшими пространственными координатами остаются географическая широта и высота по вертикали (или давление, убывающее с высотой). В этом состоит существенное отличие результатов данного раздела от результатов других разделов, где географическая долгота при расчетах и обобщении оценок играет существенную роль.

Приводимые оценки получены по срочным данным радиозондовых наблюдений, собираемым с каналов связи в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» с глобальной сети аэрологических станций. Общее число станций, по которым ведется сбор аэрологических данных, превышает 900 и варьирует от месяца к месяцу. В их число входят более ста функционировавших в 2025 г российских станций, включая антарктические и СП. Около 700 станций глобальной сети расположены в Северном полушарии. На основе собранных месячных порций радиозондовых данных срочных наблюдений рассчитывается массив статистических характеристик различных метеовеличин в свободной атмосфере, включая статистические характеристики температуры, на стандартных изобарических поверхностях для каждой из станций. На основе взвешенного вертикального обобщения рассчитываются также значения температуры в основных слоях атмосферы: 850-300 гПа (тропосфера), 100-50 гПа (нижняя стратосфера), 300-100 гПа (переходный слой, характеризующийся

значительной нестабильностью). Следующим этапом расчетов является расчет месячных аномалий температуры. Аномалии температуры на основных изобарических поверхностях и в каждом из указанных слоев атмосферы для каждого месяца, - вычислялись для каждой станции. В качестве норм использовались соответствующие характеристики температуры для этой станции, осредненные за период 1981-2010 гг. Такой выбор периода вычисления норм объясняется, во-первых, целесообразностью проводить в дальнейшем сопоставления с рядами аномалий температуры в свободной атмосфере, полученными на основе спутниковых наблюдений, начало которым положено с 1979 года. Во-вторых, оценки норм за такой период вычисления наименее, по сравнению с другими вариантами выбора тридцатилетнего периода, подвержены влиянию возможных неоднородностей в рядах, возникающих из-за особенностей функционирования глобальной сети радиозондирования. Дальнейшие расчеты проводились для станций, имеющих не менее 7 лет наблюдений в начале и не менее 7 лет наблюдений в конце базового периода 1981-2010 гг.

При осреднениях, как в пределах месяца, так и при дальнейших обобщениях, использовались веса, равные числу признанных при контроле корректными соответствующих срочных значений температуры.

Путем пространственного осреднения постанционных месячных аномалий рассчитывались аномалии по пятиградусным широтным поясам Северного полушария. Результаты этого осреднения использованы для расчетов и для графического отображения широтно-вертикальных сечений аномалий. Кроме этого, постанционные месячные аномалии взвешенно осреднялись по тридцатиградусным широтным поясам 0-30 с.ш., 30-60 с.ш. и 60-90 с.ш., а также по всему Северному полушарию. В таких осреднениях в качестве веса для учета месячной аномалии каждой станции был использован косинус географической широты этой станции.

Наконец, наряду с пространственным осреднением постанционных месячных аномалий по пятиградусным и тридцатиградусным широтным поясам Северного полушария и по Северному полушарию в целом, проводилось дополнительно осреднение постанционных месячных аномалий по сезонам для каждого сезона 2025 года (зимний сезон включал декабрь 2024 г и январь-февраль 2025 г), а также для 2025 года в целом.

Особенности температурного режима в свободной атмосфере в 2025 г.

В таблице 13.1 приведены значения аномалий температуры за 2025 год для каждого из 12 месяцев, для двух широтных зон Северного полушария (30-60° с.ш. и 60-90° с.ш.) для отдельных изобарических поверхностей: 850 гПа, 500 гПа, 300 гПа и 100 гПа. Перечисленные изобарические поверхности в среднем для года отвечают примерно высотам 1,23 км, 4,95 км, 8,52 км и 16,21 км над уровнем моря соответственно.

В умеренных широтах в тропосфере в 2025 году преобладали положительные аномалии температуры на протяжении всех месяцев, за исключением февраля, в котором на поверхности 850 гПа наблюдалась небольшая отрицательная аномалия. В июле, июне и сентябре аномалии температуры превышали 1°С во всем слое тропосферы, а в марте, ноябре и декабре – в нижнем слое тропосферы. Наибольшая аномалия температуры в тропосфере наблюдалась в ноябре на поверхности 850 гПа и составила 2,07°С. Аномалии температуры в тропосфере росли с высотой в феврале, июне, июле и октябре, и убывали с высотой в январе, марте, апреле, сентябре, ноябре и декабре. В нижней стратосфере умеренных широт на протяжении всего года наблюдались отрицательные аномалии температуры, но в январе они были близки к нулю. В марте и с июня по ноябрь аномалии превышали -1°С по абсолютному значению. Наибольшее изменение аномалий с высотой наблюдалось в ноябре: разность аномалий на поверхностях 850 и 100 гПа составила 3,43°С.

Таблица 13.1 – Аномалии температуры за 2025 г. для двух

широтных зон Северного полушария (30-60 с. ш. и 60-90 с. ш.) на отдельных изобарических поверхностях. Цветной заливкой показаны отрицательные (голубой) и положительные (желтый) аномалии.

МЕСЯЦ	30-60 С. Ш.				60-90 С. Ш.			
	850 гПа	500 гПа	300 гПа	100 гПа	850 гПа	500 гПа	300 гПа	100 гПа
Январь	1.58	0.96	0.67	-0.04	1.56	0.86	-0.27	-3.38
Февраль	-0.03	0.17	0.79	-0.48	2.14	1.43	-0.46	-6.23
Март	1.83	0.99	0.73	-1.05	1.18	0.66	0.42	-1.74
Апрель	1.89	1.29	0.63	-0.58	1.16	1.08	1.84	2.93
Май	0.64	0.47	0.51	-0.16	1.14	0.78	0.68	-0.36
Июнь	1.48	1.50	1.57	-1.45	0.43	0.56	0.68	-0.38
Июль	1.24	1.43	1.63	-1.33	0.80	0.89	0.59	-0.60
Август	0.75	0.71	0.97	-1.01	1.65	1.13	0.51	-0.66
Сентябрь	1.53	1.23	0.99	-1.35	1.82	1.17	0.39	-0.80
Октябрь	0.09	0.52	0.94	-1.37	1.80	1.32	0.54	-0.98
Ноябрь	2.07	1.18	0.73	-1.36	1.14	0.36	0.15	0.32
Декабрь	1.39	0.99	0.62	-0.79	-0.62	-0.51	0.39	1.56

марте, мае и с августа по ноябрь. В нижней стратосфере высоких широт преобладали отрицательные аномалии температуры, за исключением апреля, ноября и декабря, причем в апреле и декабре положительные аномалии составили 2,93 и 1,56°C соответственно. В январе и феврале наблюдались большие отрицательные аномалии температуры, равные -3,38 и -6,23°C. Наибольшее изменение аномалий с высотой наблюдалось в феврале: разность аномалий на поверхностях 850 и 100 гПа составила 8,37°C.

Столь существенные различия в величинах аномалий температуры от месяца к месяцу и по вертикали на отдельно рассматриваемых изобарических поверхностях сказываются и на результатах временного обобщения по отдельным сезонам, и на результатах пространственного вертикального обобщения по наиболее часто рассматриваемым слоям свободной атмосферы. При том следует учесть, что характеристики аномалий для декабря 2025 года влияют на оценки для 2025 года в целом,

Таблица 13.2 – Аномалии температуры в тропосфере и нижней стратосфере от норм 1981-2010 гг., ΔT_{2022} – величина аномалии в градусах Цельсия, R (-R) – ранг (обратный ранг) в рядах, упорядоченных по возрастанию значений соответствующих аномалий за период 1958-2025 гг.

аномалии за период 1958-2023 гг.

Сезон	0-30 С. Ш.		30-60 С. Ш.		60-90 С. Ш.		Северное полушарие	
ТРОПОСФЕРА, 850-300 гПа								
	ΔT_{2023}	R	ΔT_{2023}	R	ΔT_{2023}	R	ΔT_{2023}	R
Зима	1.14	1	0.67	6	1.27	1	0.87	3
Весна	0.66	8	1.01	3	0.91	2	0.89	2
Лето	0.45	6	1.21	3	0.86	5	0.92	3
Осень	0.87	4	1.01	4	1.05	4	0.97	4
Год	0.71	3	1.00	2	0.86	2	0.89	2
НИЖНЯЯ СТРАТОСФЕРА, 100–50 гПа								
	ΔT_{2023}	R	ΔT_{2023}	R	ΔT_{2023}	R	ΔT_{2023}	R
Зима	-0.64	22	-0.11	22	-4.22	1	-0.62	15
Весна	-1.57	5	-0.45	19	1.21	49	-0.63	15
Лето	-1.02	13	-1.48	1	-0.62	7	-1.26	2
Осень	-1.74	5	-1.80	1	-0.52	10	-1.64	2
Год	-1.29	5	-1.02	2	-0.58	14	-1.05	4

полушария в целом. Детально вертикально-широтная структура для годовых и сезонов аномалий температуры в 2025 г показана на рисунке 13.1. На рисунок 13.2 представлены посезонно ранги 10 самых теплых в тропосфере и 10 самых холодных в нижней стратосфере лет, причем отдельно выделено положение 2025 г.

В тропосфере высоких широт в 2025 году преобладали положительные аномалии температуры. Отрицательные аномалии наблюдались только на поверхности 300 гПа в январе и феврале и в декабре в нижнем слое тропосферы. В апреле аномалии температуры превышали 1°C во всем слое тропосферы. Наибольшая аномалия температуры в тропосфере наблюдалась в феврале на поверхности 850 гПа и составила 2,14°C. Аномалии температуры росли с высотой в тропосфере в июне и декабре, а убывали в январе, феврале,

и на сезонные обобщения для зимнего сезона 2025-2026 годов, и следовательно, будут рассматриваться уже в следующем выпуске Доклада.

В Таблице 13.2 приведены аномалии температуры, обобщенные для каждого из четырех сезонов 2025 года (зимний сезон включает период декабрь 2024-февраль 2025 г) и для года в целом, осредненные по вертикали внутри слоев 850-300 гПа (тропосфера) и 100-50 гПа (нижняя стратосфера) для тридцатиградусных широтных зон Северного полушария и

2025 год в тропосфере всех широтных поясов вошел в десятку самых теплых лет за всю историю наблюдений. Зима низких и высоких широт стала рекордно теплой с аномалиями температуры 1,14 и 1,27°C соответственно. Весна, лето и осень как умеренных, так и высоких широт вошли в пятерку самых теплых лет. В целом за год 2025 год стал третьим самым теплым годом в низких широтах и вторым самым теплым годом в умеренных и высоких широтах. В среднем по Северному полушарию по отдельным сезонам 2025 год вошел в четверку самых теплых лет, а в целом за год стал вторым самым теплым годом после 2024 года с аномалией температуры 0,89°C.

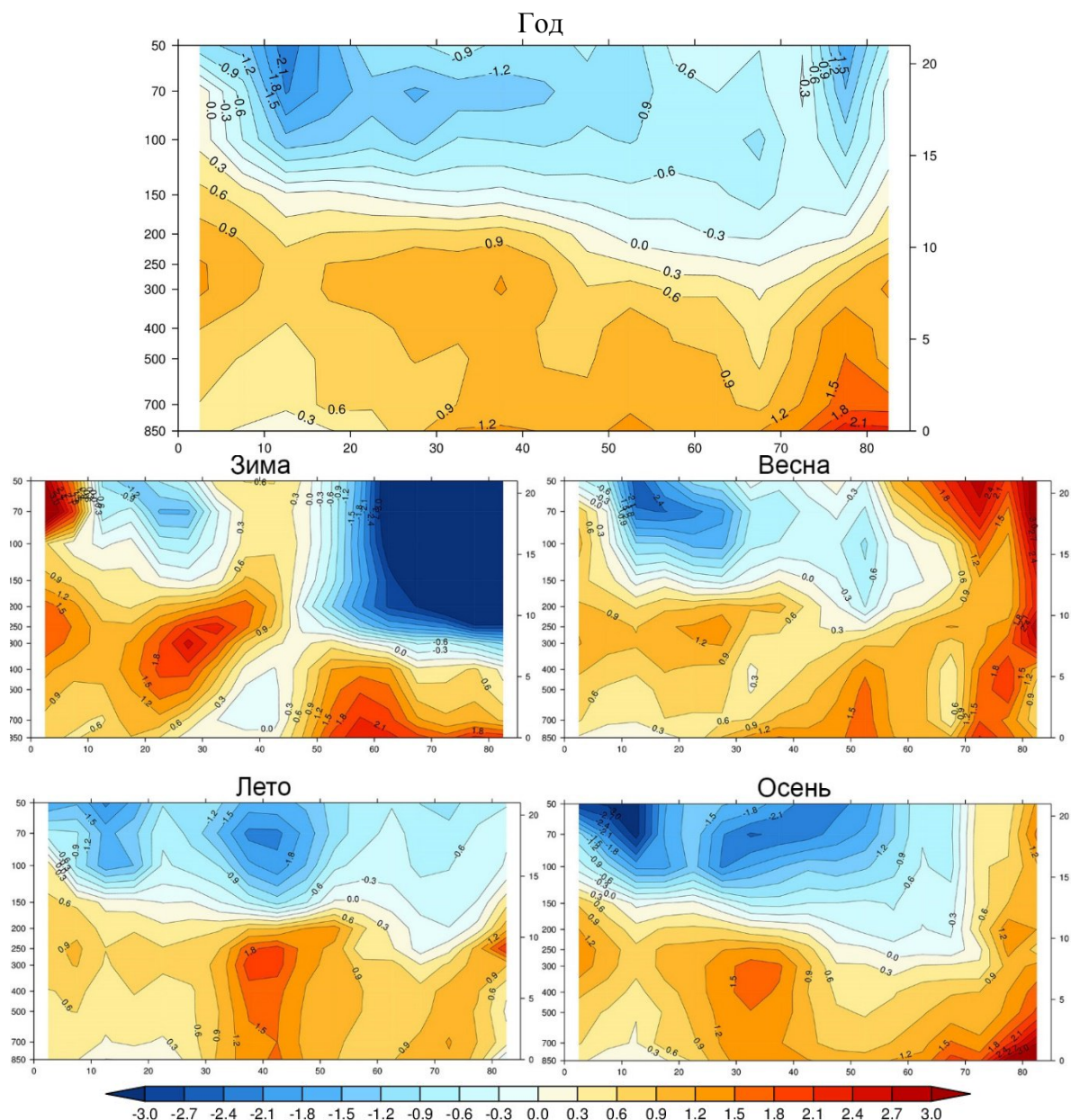


Рисунок 13.1 – Вертикально-широтная структура годовых и сезонных аномалий температуры свободной атмосферы в 2025 г. Горизонтальная ось – широты, левая вертикальная ось – давление на стандартных изобарических поверхностях, правая вертикальная ось – высоты над уровнем моря, в км

В нижней стратосфере зимой 2025 года наблюдалась рекордно низкая температура в высоких широтах (аномалия составила $-4,22^{\circ}\text{C}$, на $0,72^{\circ}\text{C}$ больше по абсолютному значению предыдущего рекорда 2022 года) при относительно теплых низких и умеренных широтах ($-0,64$ и $-0,11^{\circ}\text{C}$ соответственно, 22 место в ряду самых холодных лет). Рекордно низкие температуры наблюдались также в умеренных широтах летом и

осенью, аномалии температуры составили $-1,16$ и $-1,80^{\circ}\text{C}$ соответственно. Весна и осень низких широт стали пятыми в ряду самых холодных лет. Большая положительная аномалия температуры ($1,21^{\circ}\text{C}$) наблюдалась весной в высоких широтах. В целом за год в нижней стратосфере 2025 год стал вторым после 2017, самым холодным годом в умеренных широтах, пятым – в низких широтах и не вошел в десятку самых холодных лет в высоких широтах. В среднем по Северному полушарию лето и осень 2025 года стали вторыми в ряду самых холодных лет, а в целом за год 2025 год стал четвертым в ряду самых холодных лет с аномалией $-1,05^{\circ}\text{C}$.

Большие отрицательные аномалии температуры в нижней стратосфере зимой и положительные весной являются признаком сильного полярного стратосферного вихря и наступления раннего финального стратосферного потепления, при котором циркуляция в стратосфере сменяется с зимней на летнюю. В 2025 году оно наступило в первой половине марта.



Рисунок 13.2 – Ранги самых значительных сезонных аномалий температуры в свободной атмосфере Северного полушария за период 1958-2025 гг. Левая панель – положительные аномалии, тропосфера (850-300 гПа), правая панель – отрицательные аномалии, нижняя стратосфера (100-50 гПа).

Обозначения сезонов по аналогии с рисунком 13.1, 2025 г. выделен красным пунктиром

Тенденции современных изменений температуры воздуха в свободной атмосфере

Современные тенденции изменения температуры в свободной атмосфере, суть которых сводится к потеплению в тропосфере и похолоданию в нижней стратосфере, проиллюстрированы для сезонов Северного полушария на рисунок 13.3, где, наряду с рядами сезонных аномалий, представлены линии трендов.

Таблица 13.3 – Оценки линейного тренда температуры в тропосфере и нижней стратосфере (1981-2023 гг.)
 b – значения сезонного или годового тренда ($^{\circ}\text{C}/10$ лет),
 D – объясненная линейным трендом доля общей дисперсии ряда, в %. Жирным курсивом выделены значения трендов, значимо отличные от нуля с вероятностью не менее 0.95.

СЕЗОН	0-30 С. Ш.		30-60 С. Ш.		60-90 С. Ш.		Северное полушарие	
	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>D</i>
ТРОПОСФЕРА, 850-300 гПа								
Зима	0.25	52	0.18	22	0.17	26	0.20	41
Весна	0.16	29	0.25	50	0.16	22	0.22	54
Лето	0.13	30	0.32	63	0.31	54	0.26	63
Осень	0.22	43	0.33	63	0.30	55	0.29	67
Год	0.19	49	0.27	68	0.23	59	0.24	68

Как следует из таблицы 13.3, в тропосфере тенденции потепления во всех широтных зонах всех сезонов статистически значимы. По сравнению с 2024

НИЖНЯЯ СТРАТОСФЕРА, 100–50 гПа								
Зима	-0.61	49	-0.33	24	-0.24	3	-0.40	45
Весна	-0.58	65	-0.33	37	-0.25	9	-0.39	57
Лето	-0.57	60	-0.40	57	-0.23	37	-0.43	65
Осень	-0.57	48	-0.37	54	-0.22	45	-0.42	60
Год	-0.58	70	-0.36	63	-0.23	26	-0.41	72

годом годовые оценки трендов не изменились ни в одном широтном поясе, но наблюдается увеличение оценок трендов в отдельные сезоны: в низких широтах зимний, весенний и осенний тренды увеличились на $0,01^{\circ}\text{C}/10$ лет, на столько же увеличились весенние тренды в умеренных и высоких широтах, зимний тренд в высоких широтах увеличился на $0,03^{\circ}\text{C}/10$ лет до $0,17^{\circ}\text{C}/10$ лет. В целом по Северному полушарию выросли зимний и весенний тренды по сравнению с 2024 годом. Годовой тренд в тропосфере Северного полушария, как и в 2024 году, составил $0,24^{\circ}\text{C}/10$ лет.

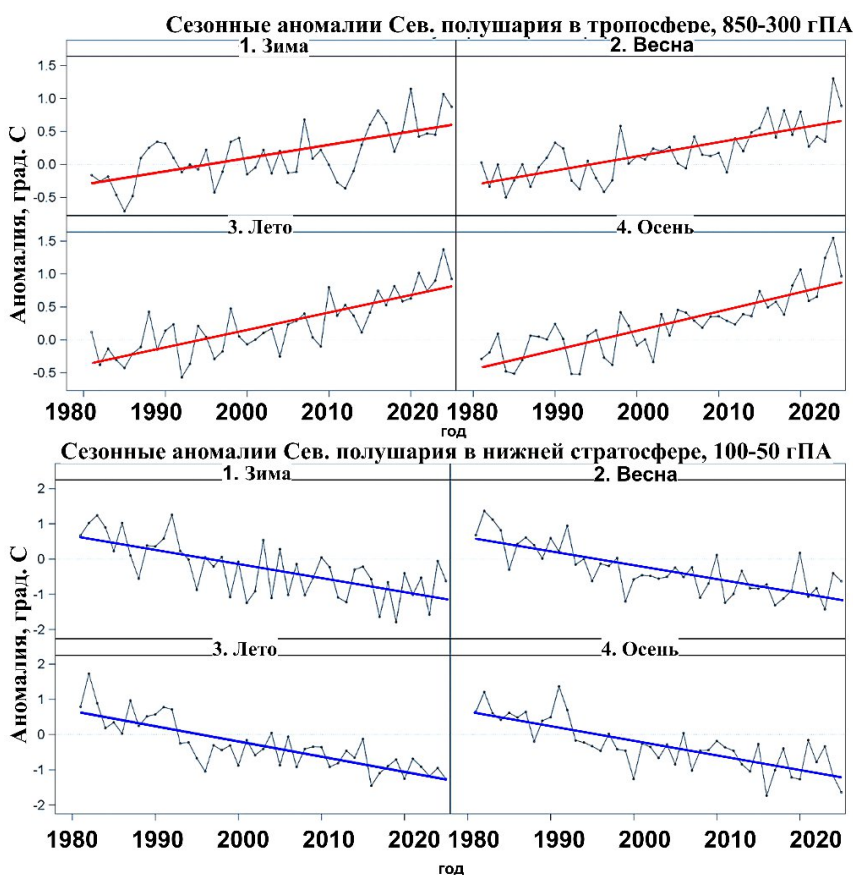


Рисунок 13.3 – Ряды сезонных аномалий температуры в свободной атмосфере Северного полушария за период 1981-2025 гг. Левая панель – тропосфера (850-300 гПа), правая панель – нижняя стратосфера (100-50 гПа). Линии трендов построены методом наименьших квадратов для тропосферы (красный цвет) и нижней стратосферы (синий цвет). Обозначения сезонов по аналогии с рисунком 13.1

Для нижней стратосферы очевидное статистически значимое похолодание имеет место для всех осуществленных вариантов оценки тренда, за исключением зимнего и весеннего сезона в высоких широтах. По сравнению с 2024 годом в 2025 году увеличились по абсолютному значению оценки летнего и осеннего трендов в умеренных широтах, а также зимнего тренда в высоких широтах. Причем зимний тренд изменился с $-0,13^{\circ}\text{C}/10$ лет в 2024 году до $-0,24^{\circ}\text{C}/10$ лет в 2025 году, но так и остался статистически незначимым. В низких широтах оценки зимнего, летнего и годового трендов уменьшились по абсолютному значению по сравнению с предыдущим годом. Уменьшение оценки тренда по абсолютному значению наблюдалось также в умеренных широтах зимой и весной, а также в высоких широтах весной. Весенний тренд высоких широт изменился от $-0,31^{\circ}\text{C}/10$

лет в 2024 году до $-0,25^{\circ}\text{C}/10$ лет в 2025 году и стал статистически незначим. В целом по Северному полушарию в нижней стратосфере уменьшились все оценки трендов кроме летней и годовой. Годовой тренд, как и в 2024 году, составил $-0,41^{\circ}\text{C}/10$ лет.

Выводы

В тропосфере Северного полушария 2025 год стал вторым в ряду самых теплых лет после 2024 года с аномалией температуры $0,89^{\circ}\text{C}$. Рекордно высокая температура наблюдалась зимой в низких (аномалия $1,14^{\circ}\text{C}$) и высоких (аномалия $1,27^{\circ}\text{C}$) широтах. В целом по Северному полушарию 2025 год вошел в четверку самых теплых лет во всех сезонах. 2015-2025 гг. являются самым теплым периодом с начала инструментальных наблюдений в тропосфере Северного полушария.

В нижней стратосфере в 2025 году температурные рекорды наблюдались зимой в высоких широтах с аномалией температуры $-4,22^{\circ}\text{C}$ и летом и осенью в умеренных широтах с аномалиями $-1,48$ и $-1,80^{\circ}\text{C}$ соответственно. Стратосфера высоких широт в 2025 году характеризовалась ранним наступлением (в первой половине марта) финального стратосферного потепления, что проявилось в большой положительной весенней аномалии температуры, равной $1,21^{\circ}\text{C}$. В целом по Северному полушарию 2025 год стал вторым в ряду самых теплых лет летом и осенью и четвертым за год в целом с аномалией температуры $-1,05^{\circ}\text{C}$.

Структура климатических трендов температуры, исследованных за период с 1981 года по 2025 год, подтверждает тенденции потепления в тропосфере и тенденции значительного похолодания в нижней стратосфере.

В тропосфере добавление оценок аномалий за 2025 год к соответствующим рядам, ранее исследованным за период до 2024 года включительно, привело к увеличению преимущественно зимних и весенних оценок трендов во всех широтных поясах, за исключением зимы умеренных широт. Летние и осенние оценки трендов, за исключением осени низких широт, не изменились, точно также как и годовые оценки. Среднегодовой тренд температуры всего Северного полушария, также как и в 2024 году, составил $0,24^{\circ}\text{C}/10$ лет.

В нижней стратосфере 2025 года наибольшее изменение оценок трендов по сравнению с 2024 годом произошло зимой и весной в высоких широтах. Зимний тренд изменился от $-0,13$ до $-0,24^{\circ}\text{C}/10$ лет, а весенний от $-0,31$ до $-0,25^{\circ}\text{C}/10$ лет. При этом обе оценки являются статистически незначимыми в 2025 году. Рост оценок трендов по абсолютному значению наблюдался летом и осенью в умеренных широтах. В целом по Северному полушарию уменьшились по абсолютному значению оценки зимнего, весеннего и осеннего трендов. Среднегодовой тренд температуры всего Северного полушария, также как и в 2024 году, составил $-0,41^{\circ}\text{C}/10$ лет.

14. РЕЖИМ ПРИЗЕМНОГО ВЕТРА

Мониторинг скорости приземного ветра проведен на основе данных из архива Госфонда и данных оперативного потока, поступающих по каналам связи в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» с метеорологических станций (≈ 1500 пунктов наблюдений). Нормативные характеристики, используемые для оценки аномальности и экстремальности режима ветра в 2025 году, рассчитаны за 30-летний период с 1991 по 2020 год. Анализ многолетних изменений режима приземного ветра проводился по осредненным для 9 квазиоднородных климатических регионов характеристикам ветра. Регионы обозначены на рисунке 3 Введения.

Пространственное распределение максимальной скорости ветра, полученной из средних за 10-минутный интервал времени, представлено на рисунке 14.1а.

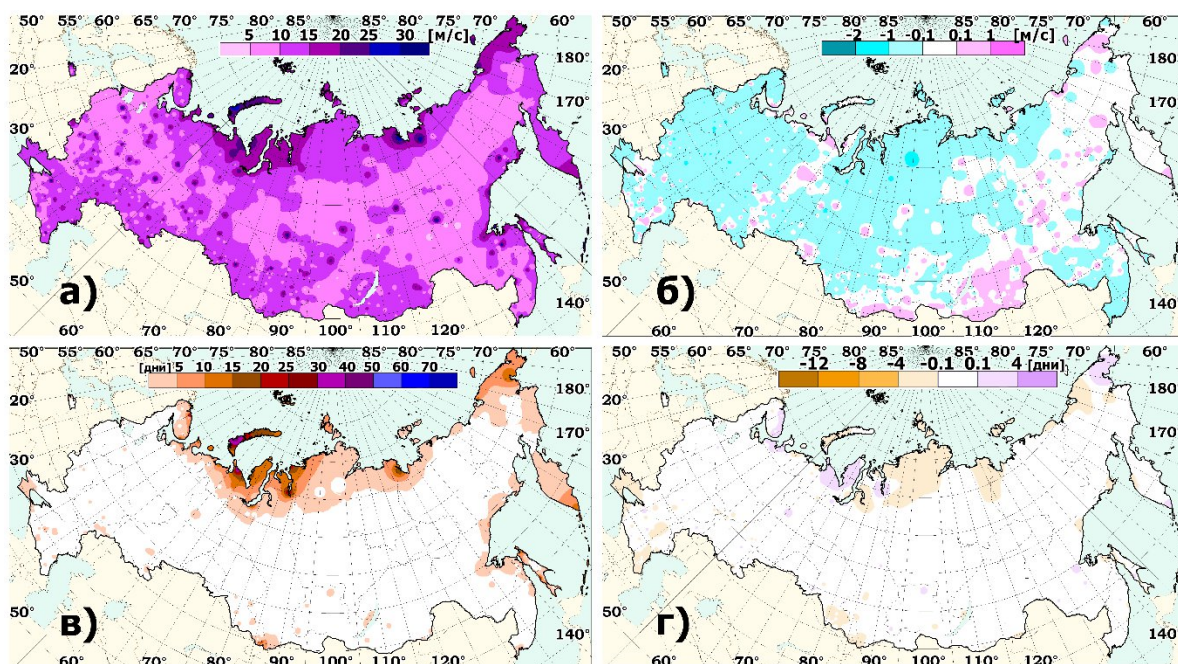


Рисунок 14.1 – а) Максимальная скорость ветра за 2025 г. (без учета порывов); б) Аномалии среднегодовой скорости ветра в 2025 г.; в) Число дней со скоростью ветра ≥ 15 м/с в 2025 г.; г) Аномалии (отклонение от средних многолетних значений) числа дней со скоростью ветра ≥ 15 м/с в 2025 г.

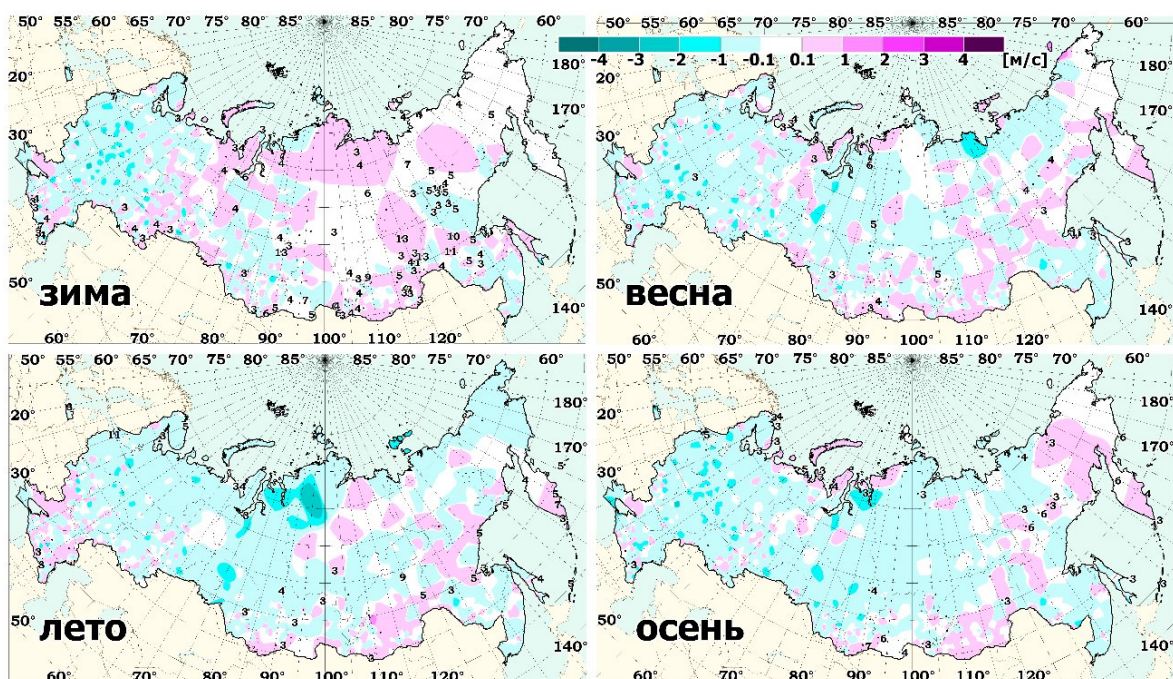


Рисунок 14.2 – Аномалии средней скорости ветра по календарным сезонам 2025 года. Точками и цифрами обозначены станции, на которых скорость ветра превышала 95-й процентиль и число дней с такой экстремальной скоростью ветра

Максимальная из средних скоростей ветра 15 м/с и выше наблюдалась в 2025 году на арктическом побережье, Чукотке, юге Камчатки, западном побережье Охотского моря и отдельных метеорологических станциях центральных и южных районов ЕЧР, Урала и юга Сибири. Максимальная из средних скоростей ветра выше 25 м/с была зафиксирована в 26 пунктах. Наибольшее число дней со средней скоростью ветра ≥ 15 м/с (рисунок 14.1 в) отмечалось на арктическом и тихоокеанском побережьях страны. Максимум таких дней (47) был зафиксирован на полярной станции Амдерма Ненецкого АО. На большей части РФ число дней с сильным ветром не превышало 5.

Аномалии числа дней со скоростью ветра ≥ 15 м/с (рисунок 14.1 г) на большей части России близки к 0. Наибольшая по абсолютной величине отрицательная аномалия числа дней с сильным ветром в 2025 году отмечалась на станции Новороссийск (Краснодарский край) и составила $-1,97$ дней. Относительно значимые отклонения от нормы в меньшую от нормы сторону (1 день и более) отмечены так же на Алтае, в Дагестане, на полуострове Таймыр и в Калмыкии. Самые высокие положительные аномалии числа дней со скоростью ветра больше (или равно) 15 м/с, наблюдались на метеорологической станции остров Сосновец (Мурманская область) – 3,43 дня и метеорологической станции Териберка (Мурманская область) – 1,48 дня.

Распределение аномалий скорости ветра по сезонам отражены на рисунке 14.2. Во все сезоны преобладают отрицательные аномалии средней скорости ветра преобладают на Европейской территории, включая Республику Крым и Калининградскую область. Значительные отрицательные аномалии зимой, весной и осенью отмечались на м/с Тамбов (≈ -2 м/с). Метеорологическая станция Волочанка (Таймыр) отличилась наибольшей отрицательной аномалией скорости ветра в летний период ($-2,15$ м/с). Значительное отклонение средней скорости ветра в меньшую сторону от нормы ($-2,11$ м/с) отмечено летом на метеорологической станции Орел. Зимой положительные аномалии преобладали на арктическом побережье Сибири, Урале, в Забайкалье, на Сахалине. Наибольшие положительные аномалии не превышали по модулю 2 м/с. Так, зимой наибольшее отклонение от нормы отмечено на метеорологической станции Москальво на севере Сахалина (1,02 м/с), весной - на Чукотке (остров Врангеля – 1,83 м/с), летом - на метеорологической станции Маргаритово Ростовской области (1,29 м/с), осенью - на метеорологической станции Ужур на острове Ольхон (1,02 м/с).

Количество дней с экстремальным ветром (скорость ветра выше значения, соответствующего 95-ому процентилю) в 2025 году отмечено числами на рисунке 14.2. Наибольшее количество таких дней наблюдалось на метеорологической станции Средняя Олёкма (Забайкальский край) – 41 день, Лосиноборское, Тяня, Лопча в Восточной Сибири зимой (13 дней), а летом в Воейково (Ленинградская область) – 11 дней.

Многолетние изменения характеристик ветра

Пространственное распределение локальных оценок трендов, характеризующих знак и среднюю скорость изменений средней по сезонам скорости ветра и числа дней с большими скоростями на интервале 1976-2025 гг., которые рассчитаны, по данным станционных наблюдений, показано на рисунках 14.3 и 14.4. Тренд выражен в м/с за 10 лет и в днях за 10 лет соответственно.

Максимальный рост скорости ветра отмечается в Республике Башкортостан (Мраково) весной и летом. Рост составляет 0,509 м/с и 0,411 м/с за 10 лет соответственно. Также высокий рост скорости ветра отмечен для острова Тюлений в республике Дагестан (0,436 м/с в 10 лет) осенью и на острове Большой Шантар в Охотском море (0,388 м/с в 10 лет) зимой. Наибольшая тенденция уменьшения скорости ветра отмечается в Невельске (Сахалинская обл.). Это единственный пункт, где скорость ветра уменьшалась близко к 1 м/с за 10 лет или больше, чем на 1 м/с за 10 лет, во все сезоны. Наиболее существенна величина уменьшения скорости ветра в зимний период - 1,523 м/с за 10 лет.

Коэффициент линейного тренда в рядах числа дней со скоростью ветра ≥ 15 м/с также статистически незначим на большей части РФ (рисунок 14.4). Только в 7 пунктах наблюдений для всех сезонов отмечается положительный коэффициент линейного тренда.

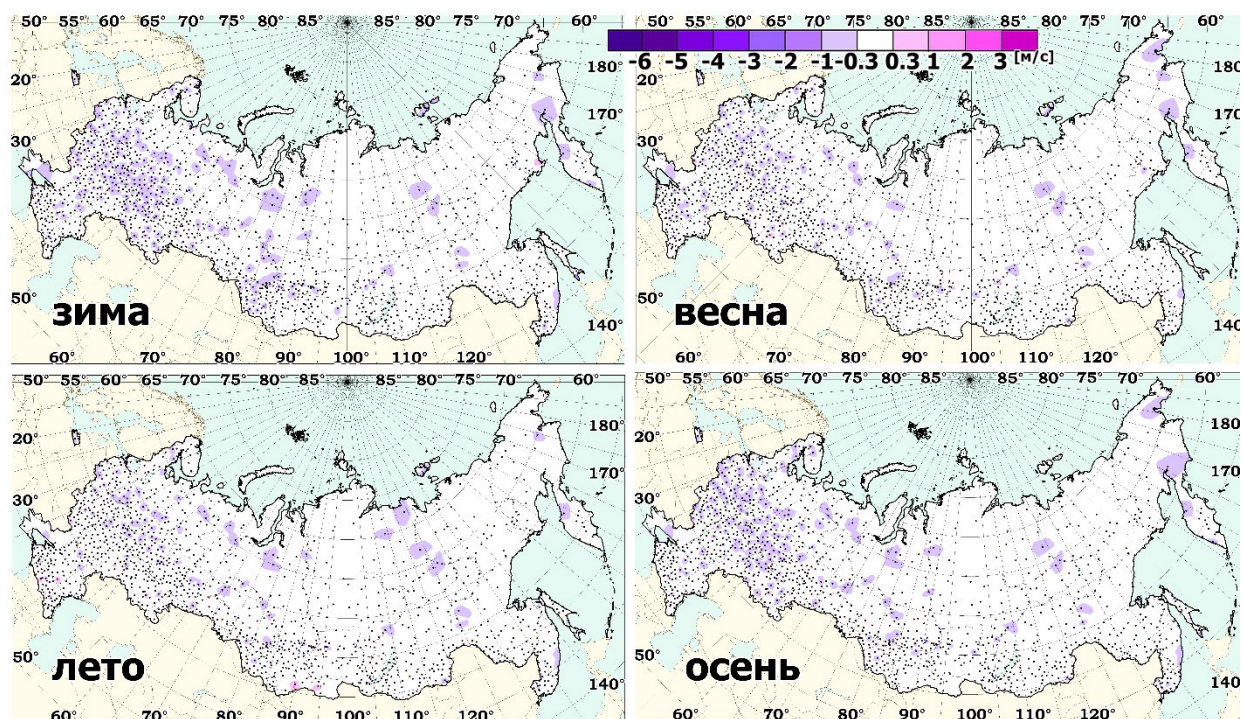


Рисунок 14.3 – Коэффициенты линейного тренда ((м/с)/10 лет) в рядах средней скорости ветра (статистически значимые на 5%-ом уровне значимости). 1976-2025 гг.

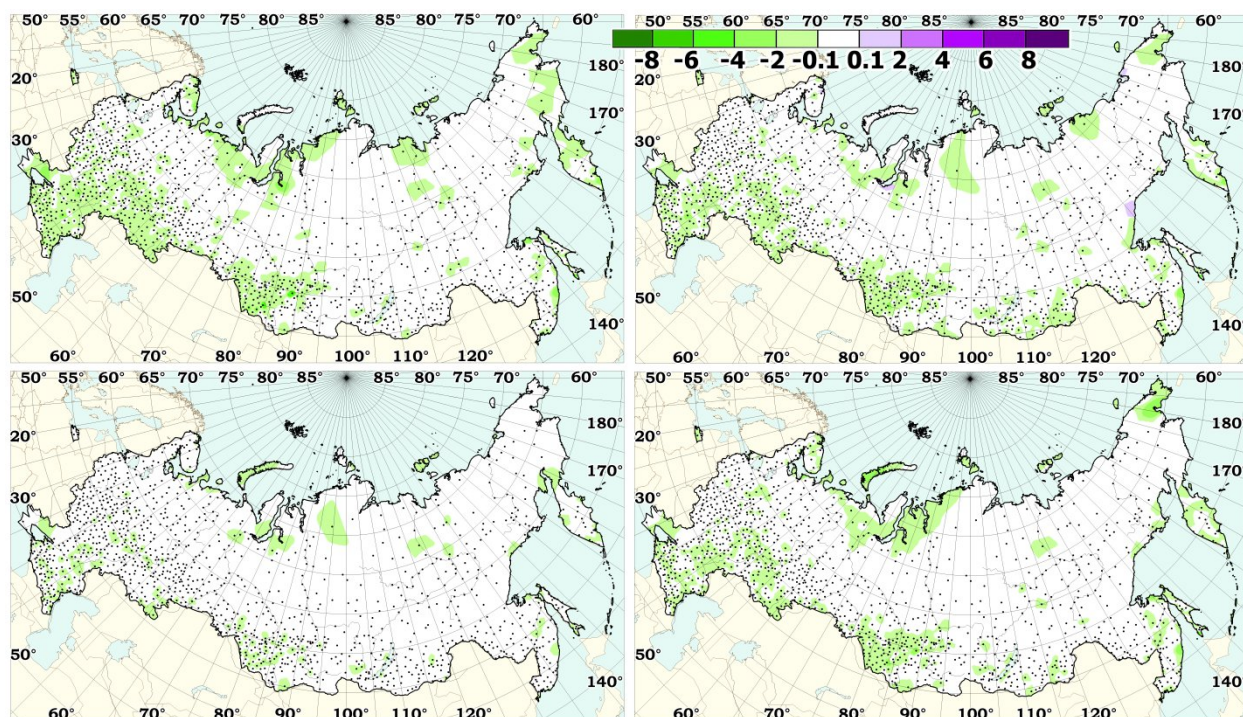


Рисунок 14.4 – Коэффициенты линейного тренда (день/10 лет) в рядах числа дней со скоростью больше 15 м/с (статистически значимые на 5%-м уровне значимости). 1976-2025 гг.

Наибольшие значения получены за зимний период для метеорологической станции Териберка (Мурманская обл.) – 1,545 и метеорологической станции Певек (Чукотка) – 1,368 дней за 10 лет. Максимальные по абсолютной величине отрицательные коэффициенты линейного тренда (-5,195 дней/10 лет) получен весной на метеорологической станции Невельск (Сахалин) и зимой на мс Ненастная (Хакасия) – 4,912 дня/10 лет. В целом, зимой, весной и осенью отрицательные тенденции более выражены, чем летом.

Согласно результатам оценки региональных изменений, во все сезоны года средняя по территории России скорость ветра уменьшается (таблица 14.1). Скорости уменьшаются и в большинстве квазиоднородных регионов. Изменения числа дней с ветром более 15 м/с на значительной части квазиоднородных регионов незначимы, а значимые коэффициенты линейного тренда имеют отрицательные значения. Наиболее заметна тенденция уменьшения количества таких дней на юге Европейской части России – 1,42 дней/10 лет.

Таблица 14.1 – Оценки линейного тренда (статистически значимые на 5%-м уровне значимости) регионально осредненных характеристик ветра для регионов России за 1976-2025 гг.: bV , (м/с) / 10 лет – средней сезонной скорости ветра; bNd , дни / 10 лет – числа дней со скоростью ветра больше 15 м/с.

Регион	bV				bNd			
	зима	весна	лето	осень	зима	весна	лето	осень
Россия	-0.14	-0.11	-0.11	-0.14				-0.17
Север ЕЧР и Западной Сибири	-0.22	-0.18	-0.18	-0.21	-0.53	-0.14	-0.14	-0.56
Север Восточной Сибири и Якутии	-0.06	-0.08	-0.08	-0.05				
Чукотка и север Камчатки	-0.11			-0.14				
Центр ЕЧР	-0.23	-0.15	-0.15	-0.22	-0.66	-0.11	-0.11	-0.31
Центр и юг Западной Сибири	-0.20	-0.12	-0.12	-0.17	-0.93	-0.31	-0.31	-0.86
Центр и юг Восточной Сибири		-0.05	-0.05	-0.04				
Дальний Восток	-0.15	-0.12	-0.12	-0.15		-0.22	-0.22	-0.58
Алтай и Саяны	-0.06			-0.05				
Юг ЕЧР	-0.14	-0.07	-0.07	-0.11	-1.42	-0.32	-0.32	-0.54

15. ВЕТЕР В СВОБОДНОЙ АТМОСФЕРЕ

Ветровой режим является одной из важнейших характеристик метеорологических параметров атмосферы. Ветер определяет погодно-климатические условия и их изменения, а также перенос количества движения, тепла и влаги. Ветер в свободной атмосфере входит в число основных параметров, рекомендованных ВМО для климатического мониторинга.

Для анализа ветрового режима свободной атмосферы используются срочные данные радиозондовых наблюдений около 115 аэрологических станций Российской Федерации, собираемые с каналов связи в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». На основе собранных срочных наблюдений рассчитывается массив статистических характеристик различных метеовеличин в свободной атмосфере, включая статистические характеристики скорости и направления ветра на стандартных изобарических поверхностях для каждой из станций. С использованием взвешенного вертикального обобщения рассчитываются также значения скорости и направления в следующих слоях атмосферы: 850-300 гПа (тропосфера), 100-50 гПа (нижняя стратосфера). Следующим этапом расчетов является расчет месячных аномалий скорости ветра. Аномалии скорости ветра на основных изобарических поверхностях и в каждом из указанных слоев атмосферы для каждого месяца вычислялись для каждой станции. В качестве норм использовались соответствующие характеристики скорости ветра для этой станции, осредненные за период 1985-2014 гг. Наконец, проводилось осреднение постанционных месячных аномалий по сезонам (зимний сезон 2025 г включал декабрь 2024 г и январь-февраль 2025 г) и для 2025 года в целом. Для анализа конкретного временного интервала: месяца или сезона – использовались только станции, число наблюдений на которых за соответствующий период составляет не менее 50% от максимального числа наблюдений за этот период на соответствующей изобарической поверхности или в соответствующем слое.

На рисунках 15.1 и 15.2 изображены годовые и среднесезонные аномалии скорости и направления ветра в тропосфере. В 2025 году над большей частью территории России

наблюдались небольшие, преимущественно отрицательные аномалии скорости ветра, не превышавшие 1 м/с по абсолютному значению. Отрицательные аномалии, достигавшие -2 м/с на отдельных станциях, наблюдались на севере Сибири. Направление ветра в среднем за год соответствовало тридцатилетнему среднему направлению.

Зимой 2025 года в тропосфере над большей частью территории России наблюдались положительные аномалии скорости ветра. Над Карелией, Кольским полуостровом, Уральскими горами и Магаданом они превышали 1 м/с. Отрицательные аномалии скорости ветра наблюдались на Юге России, юге Сибири, в Приморском крае и в отдельных регионах арктического побережья. На Юге России и в Приморье они превышали -2 м/с по абсолютному значению. В январе на западе ЕЧР положительные аномалии скорости ветра, преимущественно благодаря аномалиям зонального ветра, превышали 4 м/с, а в феврале в этом регионе наблюдались отрицательные аномалии скорости ветра, превышавшие -4 м/с по абсолютному значению. При этом отсутствовало доминирующее направление ветра. Также в феврале из-за отрицательных аномалий меридионального ветра наблюдалось северо-западное направление ветра. В декабре и в целом за сезон направление ветра в среднем соответствовало климатическому.

Весной 2025 года в тропосфере над ЕЧР, юго-западом Сибири и востоком Дальнего Востока наблюдались положительные аномалии скорости ветра. Над Уральскими горами они достигали 3 м/с. Наибольшие отрицательные аномалии, превышавшие -2 м/с по абсолютному значению, наблюдались на побережье Карского моря. Большие положительные аномалии скорости ветра, превышавшие 4 м/с, наблюдались в апреле на востоке ЕЧР, на южной половине Центральной Сибири и над Кольским полуостровом. На северо-западе ЕЧР в апреле наблюдалось северо-западное направление ветра из-за больших отрицательных аномалий меридионального ветра. В мае над ЕЧР, наоборот, наблюдались положительные аномалии меридионального ветра, что привело к юго-западному ветру на западе ЕЧР и западному ветру на востоке ЕЧР. В целом за сезон направление ветра было близко к климатическому.

Летом 2025 года в тропосфере практически над всей территорией России наблюдались отрицательные аномалии скорости ветра. На севере Сибири они превышали -2 м/с по абсолютному значению. Положительные аномалии наблюдались на юго-западе ЕЧР, над юго-востоком Сибири и Приморским краем, а также над восточным побережьем Камчатки и Чукотки. На отдельных станциях они превышали 2 м/с. В июне наблюдалось чередование отрицательных и положительных аномалий меридионального ветра на протяжении всей территории России: отрицательные аномалии на западе ЕЧР, положительные на востоке ЕЧР и в Западной Сибири, отрицательные в Центральной Сибири и снова положительные на востоке Сибири и Дальнем Востоке. Это же привело и к чередованию северо-западного и западного направления ветра. В июле на западе ЕЧР не наблюдалось доминирующего направления ветра, а в августе направление ветра над Западной Сибирью определялось циклонической деятельностью. В целом за сезон направление ветра соответствовало климатическому. Небольшое отклонение к юго-западному ветру наблюдалось на западе Сибири и к северо-западному – на востоке Сибири.

Осенью 2025 года в тропосфере практически над всей территорией России преобладали отрицательные аномалии скорости ветра. На юго-западе ЕЧР они превышали -4 м/с по абсолютному значению. Положительные аномалии скорости ветра наблюдались на отдельных станциях на востоке ЕЧР и востоке Сибири, а также на юге Дальнего Востока и на побережье моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря. В сентябре над ЕЧР и Западной Сибирью наблюдались отрицательные аномалии меридионального ветра, что привело к северному направлению ветра над ЕЧР и северо-западному над Западной Сибирью. В октябре над ЕЧР наблюдалось юго-западное направление ветра, над Западной Сибирью – северо-западное и северное – над Восточной Сибирью и севером Дальнего Востока. При этом наблюдались отрицательные аномалии зонального ветра, что привело к отрицательным аномалиям, превышающим -4 м/с по абсолютному значению, на северо-

западе ЕЧР и на юго-западе Сибири. В ноябре из-за положительных аномалий зонального ветра над центральной частью ЕЧР и югом Сибири наблюдались положительные аномалии скорости ветра, над ЕЧР превышавшие 4 м/с. Направление ветра при этом в целом соответствовало климатическому. В целом за сезон на западе ЕЧР наблюдалось небольшое отклонение к юго-западному ветру, а над Западной Сибирью – к северо-западному.

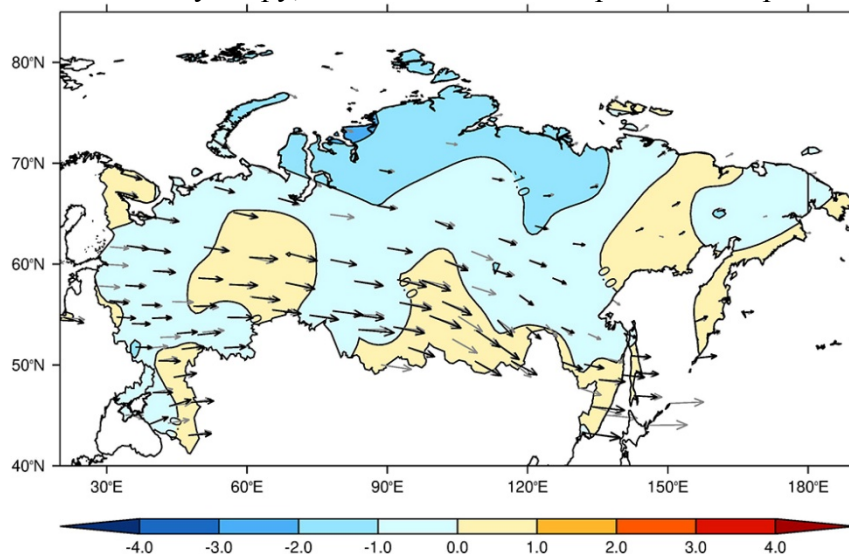


Рисунок 15.1 – Аномалии скорости ветра в 2025 г. в тропосфере. Черные стрелки указывают среднее направление ветра в 2025 г., серые – за период 1985-2014 гг.

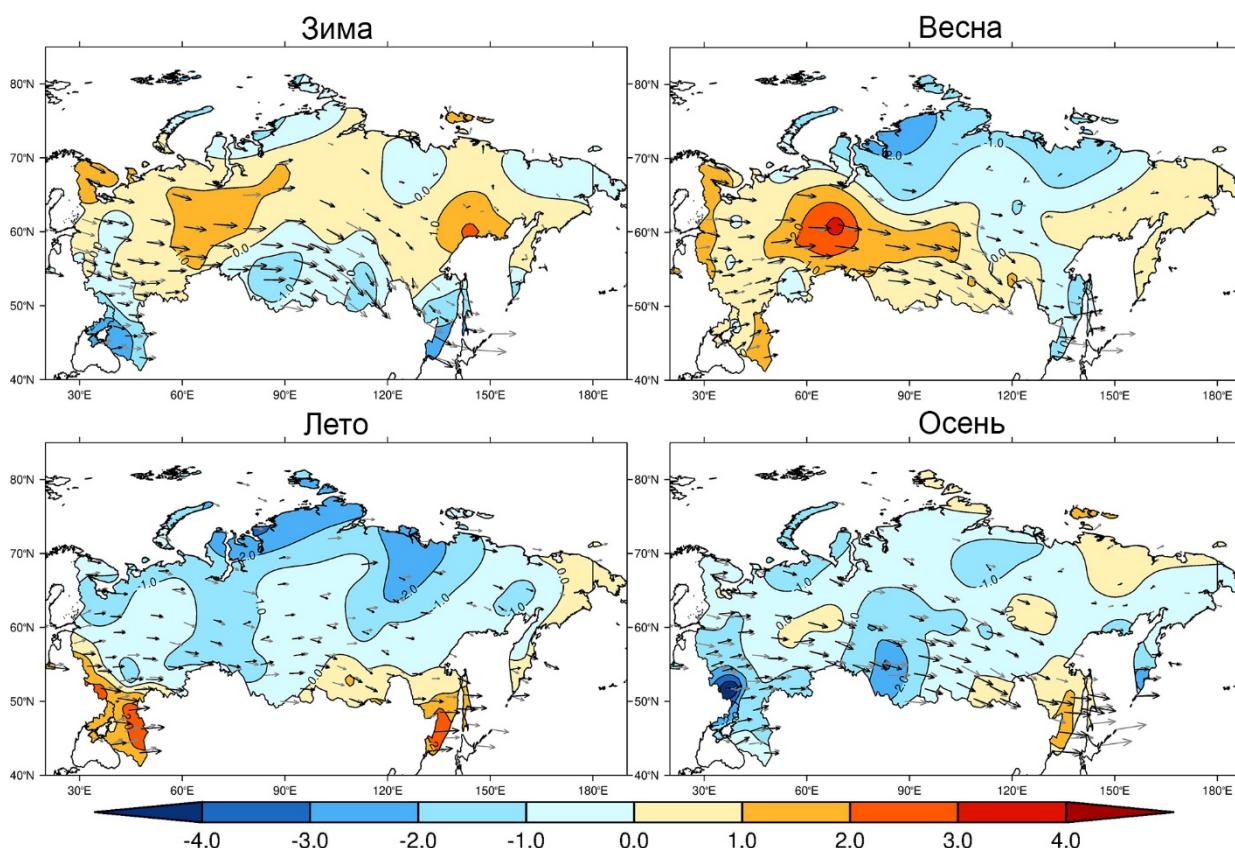


Рисунок 15.2 – Аномалии скорости ветра для отдельных сезонов (зима 2024-2025 гг., весна, лето и осень 2025 года) в тропосфере

На рисунках 15.3 и 15.4 показаны среднегодовые и среднесезонные аномалии скорости и направления ветра в нижней стратосфере. В нижней стратосфере в 2025 году над большей частью территории России наблюдались положительные аномалии скорости ветра. В южных регионах они превышали 2 м/с. Небольшие отрицательные аномалии

скорости ветра наблюдались севернее 65 с.ш. и над побережьем Берингова моря. Направление ветра в среднем за год соответствовало тридцатилетнему среднему.

Зимой 2025 года в нижней стратосфере практически над всей территорией России наблюдались большие положительные аномалии скорости ветра, превышавшие 8 м/с на северо-востоке Дальнего Востока. Небольшие отрицательные аномалии наблюдались только над Югом России и над Таймыром. Большие положительные аномалии скорости ветра наблюдались и в январе и феврале, но в январе аномалии на северо-востоке Дальнего Востока превышали 10,5 м/с, а в феврале – 14 м/с. В декабре 2024 года в этой области наблюдались небольшие отрицательные аномалии скорости ветра, и в целом над большей частью территории России они не превышали 3,5 м/с по абсолютному значению. Направление ветра в отдельные месяцы и в среднем за сезон в целом соответствовало климатическому.

Весной 2025 года в нижней стратосфере положительные аномалии скорости ветра наблюдались над Таймыром, на юге Камчатки, на юго-западе Сибири и над центральной и южной частью ЕЧР. Над ЕЧР они превышали 4 м/с. Наибольшие отрицательные аномалии скорости ветра, достигавшие -4 м/с, наблюдались на севере ЕЧР и северо-западе Сибири. В марте над большей частью территории России наблюдались положительные аномалии скорости ветра, над ЕЧР превышавшие 14 м/с. Над ЕЧР и южной частью Сибири в марте наблюдались большие положительные аномалии зонального ветра и строго западное направление ветра. На северо-востоке Сибири и Дальнего Востока наблюдались отрицательные аномалии зонального ветра и положительные меридионального, что выразилось в ветре южного направления. В апреле над всей территорией России наблюдались отрицательные аномалии скорости ветра, над большей частью превышающие -3,5 м/с по абсолютному значению, а на юге Восточной Сибири – -7 м/с. Над Восточной Сибирью и севером Дальнего Востока отсутствовало доминирующее направление ветра. Распределение аномалий скорости ветра в мае схоже со среднесезонным, но они небольшие по абсолютному значению. В мае на западе ЕЧР наблюдалось юго-западное направление ветра, на востоке ЕЧР – западное, и на юге Сибири – северо-западное. В среднем за сезон направление ветра было близко к климатическому.

Летом 2025 года в нижней стратосфере аномалии скорости ветра не превышали 2 м/с по абсолютному значению практически над всей территорией России. Положительные аномалии больше 2 м/с наблюдались только на юго-западе ЕЧР и над Приморским краем. Небольшие аномалии наблюдались и в течение отдельных месяцев. В июне на востоке ЕЧР наблюдалось юго-западное направление ветра, а над Восточной Сибирью – северо-западное. В июле на северо-востоке ЕЧР наблюдалось северо-западное направление ветра, а на востоке Сибири – юго-западное. В августе и в целом за сезон направление ветра было близко к климатическому.

Осенью 2025 года в нижней стратосфере над большей частью территории России преобладали отрицательные аномалии скорости. Над центральной Сибирью они превышали -2 м/с по абсолютному значению. Положительные аномалии наблюдались над южными регионами России, над Приморским краем они достигали 6 м/с. В сентябре над АЧР и на севере ЕЧР преобладали положительные аномалии. В октябре качественное распределение аномалий скорости ветра соответствовало среднесезонному, но в широтной полосе 55-70 с.ш. аномалии превышали -3,5 м/с по абсолютному значению. В ноябре над ЕЧР наблюдались положительные аномалии скорости ветра, превышавшие 3,5 м/с. Направление ветра в сентябре над ЕЧР было северо-западным, так же, как и в октябре над Западной Сибирью. В среднем за сезон направление ветра было близким к климатическому.

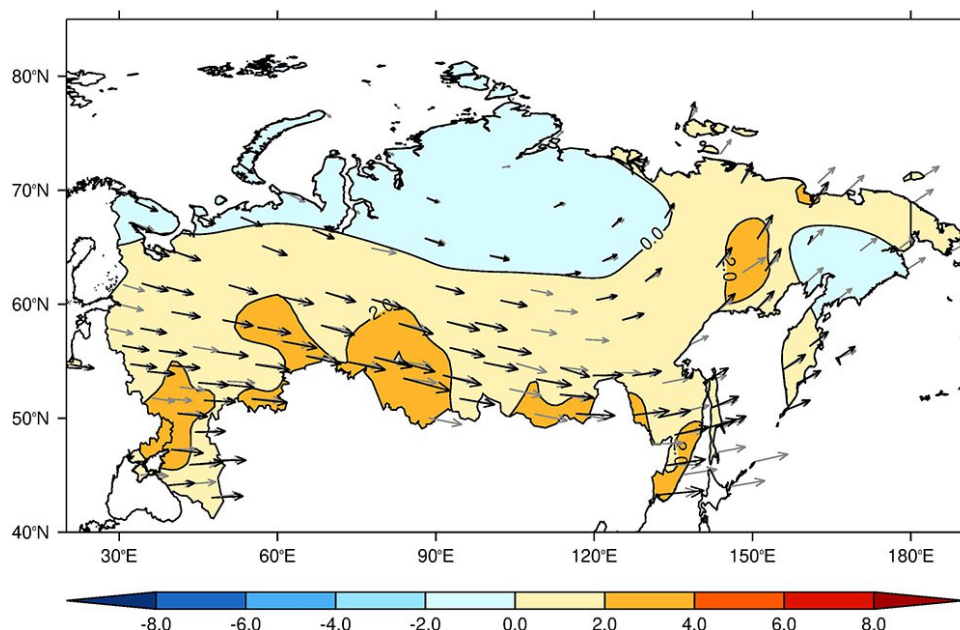


Рисунок 15.3 – Аномалии скорости ветра в 2025 г. в нижней стратосфере. Черные стрелки указывают среднее направление ветра в 2025 г., серые – за период 1985-2014 гг.

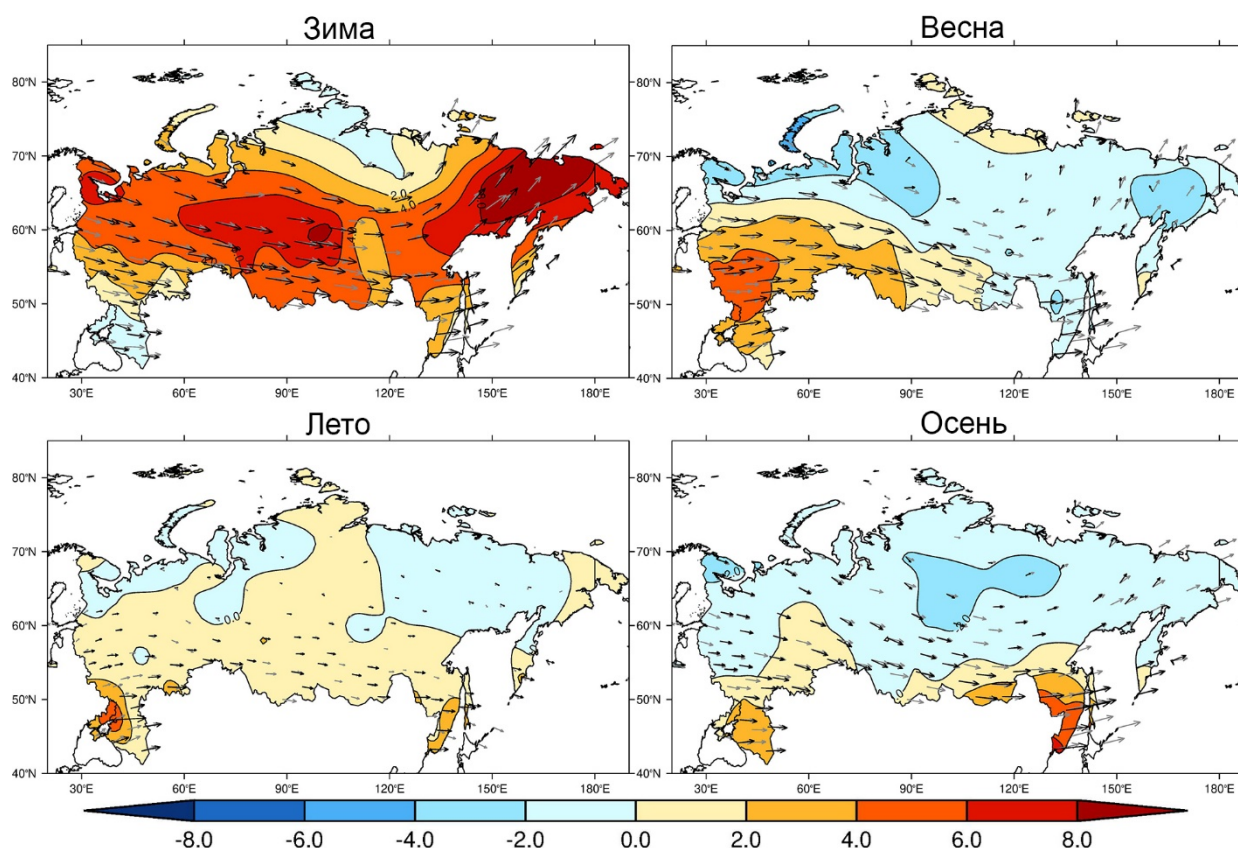


Рисунок 15.4 – Аномалии скорости ветра для отдельных сезонов (зима 2024/2025 гг., весна, лето и осень 2025 г.) в нижней стратосфере.

Таким образом, в 2025 году в тропосфере в среднем за год больших аномалий скорости ветра не наблюдалось. При этом в отдельные сезоны в некоторых регионах аномалии скорости ветра превышали 3 м/с по абсолютному значению: весной – положительные аномалии над Уральскими горами; осенью – отрицательные аномалии на юго-западе ЕЧР. Направление ветра в целом за год и по отдельным сезонам было близко к климатическому. Значительные аномалии направления ветра наблюдались в отдельные месяцы: июнь, август, сентябрь и октябрь.

В нижней стратосфере в среднем за год положительные аномалии скорости ветра в южных регионах России превышали 2 м/с. Большими положительными аномалиями скорости ветра характеризовалась зима 2025 года, на северо-востоке Дальнего Востока они превышали 8 м/с, а отдельные месяцы (в январе и феврале) – 10,5 и 14 м/с. Летом и осенью над большей частью территории России наблюдались небольшие, не превышающие 2 м/с по абсолютному значению, аномалии скорости. Летом – преимущественно положительные, осенью – отрицательные. В среднем за год и в отдельные сезоны направление ветра в целом соответствовало климатическому.

16. ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ И КОРОТКО ЖИВУЩИЕ КЛИМАТИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА (КАВ)

Анализ изменчивости концентрации парниковых газов (ПГ) в приземном слое атмосферы выполнен на основе результатов наблюдений на шести станциях.

Расположение станций и проводимые на них наблюдения приведены в таблице 16.1. Три станции (Териберка, Тикси, Новый Порт) расположены в Арктической зоне РФ. Наблюдения на этих станциях выполняются в соответствии с требованиями ВМО. Станции Териберка (Мурманское УГМС) и Новый Порт (Северное УГМС) курирует ФГБУ «ГГО», наблюдения на станции Тикси (Якутское УГМС) обеспечивает ФГБУ «ААНИИ». Данные станции Тикси доступны только до 2023 г. включительно.

Станция Воейково (ФГБУ «ГГО») расположена в окрестностях Санкт-Петербурга.

Таблица 16.1 – Станции мониторинга концентрации парниковых газов в приземном слое и общего содержания (ОС) во всей толще атмосферы

Станция	Широта	Долгота	Высота над у. м.	Период наблюдений	Программа наблюдений	Метод измерения
Териберка	69,20° с. ш.	35,10° в. д.	40	с 1988	CO ₂	NDIR ¹⁾ ГХ метод
				с 1996	CH ₄	
Новый Порт	67,68° с. ш.	72,88° в. д.	11	с 2002	CO ₂ , CH ₄	
Тикси	71,58° с. ш.	128,92° в. д.	30	с 2011 по 2013	CO ₂ , CH ₄	
Воейково	59,98° с. ш.	30,70° в. д.	40	с 2022	CH ₄	CRDS ²⁾
				с 1996	CO ₂ , CH ₄ , CO	
ПТБЗ	54,92° с. ш.	37,57° в. д.	160	с 2006	CO ₂ , CH ₄	ГХ метод
Обнинск	55,10° с. ш.	36,90° в. д.	186	с 1998	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	
				с 2015	ОС, CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, H ₂ O	ИК Фурье-спектрометрия

Две станции расположены в центральном районе ЕЧР: Обнинск (ФГБУ «НПО «Тайфун») и Приокско-Тerrasный биосферный заповедник - ПТБЗ (ФГБУ «ИГКЭ»). На станции Обнинск выполняются также измерения общего содержания (ОС) парниковых газов во всей толще атмосферы.

Станция Териберка и станция Тикси, расположенные в условиях близких к фоновым, входят в систему станций Глобальной службы атмосферы (ГСА) ВМО.

¹⁾ Установка УГАН-CO₂ на базе недисперсионного инфракрасного оптико-акустического газоанализатора внесена в государственный реестр средств измерений (№ 42533-09)

²⁾ Прибор Picarro G-2401 внесён в государственный реестр средств измерений (№ 92000-24), имеет утверждённую методику поверки (МП-242-2556-2023)

Результаты наблюдений на этих станциях, а также привлеченные для сравнения данные станции Барроу (США), расположенной в Арктической зоне (71,32° с.ш., 156,6° з.д.), представлены в Мировом центре данных по парниковым газам. Станции Новый Порт, Обнинск, ПТБЗ и Воейково подвержены значительному влиянию региональных источников.

Также для сравнения результатов измерений содержания парниковых газов в толще атмосферы использованы данные измерений космического аппарата GOSAT.

Содержание и изменчивость CO₂ и CH₄ в северных широтах РФ

Результаты мониторинга парниковых газов на российских арктических станциях представлены на рисунке 16.1. Сезонный ход среднемесячных значений концентрации CO₂ и CH₄ на станции Воейково по результатам непрерывных измерений в 2022-2025 гг. показан на рисунке 16.2.

Увеличение концентрации CO₂ и CH₄ продолжается. Среднегодовое значение концентрации CO₂ на станции Териберка достигло значения 430,0 млн⁻¹, а максимальные среднемесячные значения, наблюдаемые в зимние месяцы, приблизились к значению 437 млн⁻¹. Снизившись в период 2022-2023 гг., темпы роста концентрации CO₂ стали выше среднеглобального значения. Они составили 3,0 и 3,6 млн⁻¹/год соответственно для 2024 и 2025 гг. (см. таблицу 16.2 и рисунок 16.3). Рост концентрации CH₄ также продолжается, однако рекордные изменения, наблюдавшиеся в 2019-2022 гг., сменились более низкими значениями в 2024 г. (9,8 млрд⁻¹/год) и в 2025 г. (3,7 млрд⁻¹/год).

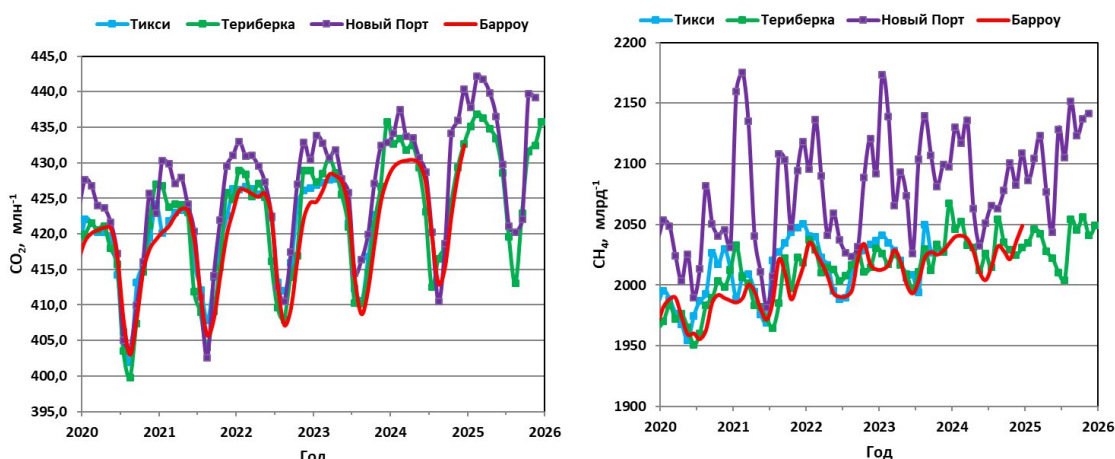


Рисунок 16.1 – Изменение во времени среднемесячных концентраций CO₂ и CH₄ на российских арктических станциях и на станции Барроу (НУОА, США)

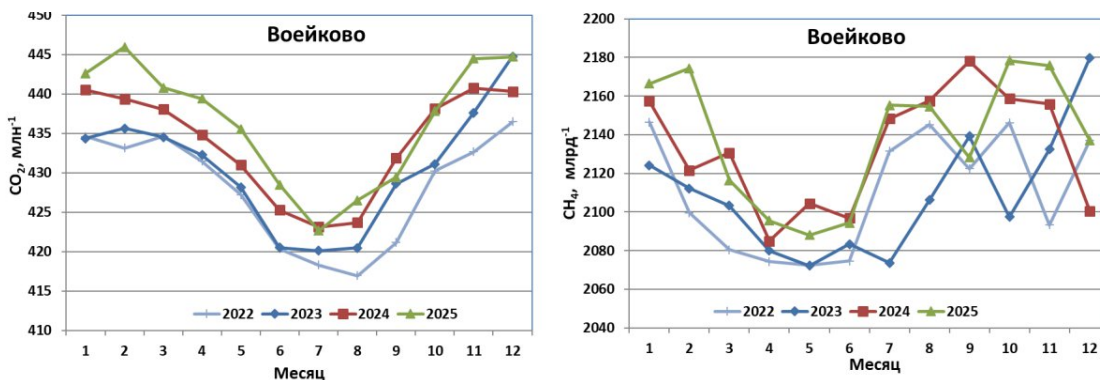


Рисунок 16.2 – Сезонный ход концентрации CO₂ и CH₄ на станции Воейково в 2022, 2023, 2024 и 2025 гг.

В условиях влияния региональных источников значения концентрации ПГ выше фоновых (см. таблицу 16.2). Их межгодовые изменения находятся под влиянием расположенных рядом источников и существенно меняются в зависимости от текущей

статистики направлений переноса воздушных масс и условий перемешивания. Поэтому темпы межгодового роста могут быть как выше, так и ниже среднеглобальных значений. Общей тенденцией для концентрации CO_2 , однако, остается увеличение межгодовой изменчивости в 2024 и 2025 гг. по сравнению с предыдущим периодом.

Основные тенденции межгодовых изменений концентрации ПГ, обычно, подобны для станций одного широтного пояса. Это показано на примере станций Териберка и Барроу на рисунке 16.3. Рекордный рост концентрации метана, наблюдавшийся в 2019-2022 гг., в 2023-2025 гг. уменьшился более чем в 2 раза.

Таблица 16.2 – Среднегодовые значения и межгодовой рост (Δ) концентрации CH_4 и CO_2

Станция	Год	CO_2 , млн. ⁻¹	CH_4 ,	ΔCO_2 , млн. ⁻¹	ΔCH_4 , млрд. ⁻¹
Териберка	2024	426,4	2032,4	3,0	9,8
	2025	430,0	2035,3	3,6	2,9
Воейково	2024	433,9	2132,9	3,2	24,2
	2025	436,6	2138,7	2,6	5,8
Новый Порт	2024	429,8	2085,6	2,7	-14,2
	2025	433,6	2118,9	4,4	33,3
Среднегодовой абсолютный прирост за последние 10 лет (бюллетень ВМО по парниковым газам № 21, октябрь 2025 г.)				2,6	10,6

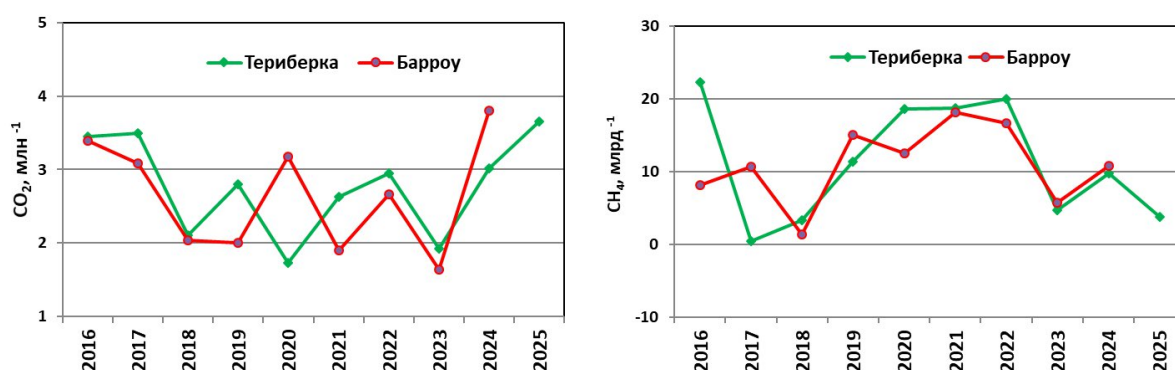


Рисунок 16.3 – Межгодовая изменчивость концентрации CO_2 и CH_4 на станциях Териберка и Барроу за последние 10 лет измерений

Долговременный тренд концентраций, определенный по десятилетнему ряду наблюдений на станции Териберка, близок к среднеглобальным значениям, приведенным в бюллетене ВМО по ПГ №21 от 16 октября 2025 г. (см. таблицу 16.2). На станции Териберка они составляют 2,6 млн.⁻¹ для CO_2 и 12 млрд.⁻¹ для CH_4 . Уровень концентрации и амплитуда сезонного хода на российских станциях Териберка и Тикси близки к данным станции Барроу. Особенности сезонного хода концентрации CO_2 и CH_4 на станциях Новый Порт и Воейково связаны с влиянием региональных источников, как естественных, так и антропогенных.

Динамика содержания парниковых газов над центром Европейской территории России по данным станции Обнинск и ПТБЗ

Концентрация углекислого газа, метана и закиси азота в приземном слое атмосферы на станции Обнинск

Среднегодовые значения концентрации CO_2 , CH_4 , и N_2O с 1998 по 2025 гг. представлены на рисунке 16.4, а сопоставление сезонного хода среднемесячных значений в 2024 и 2025 гг. представлено на рисунке 16.5.

В целом за 27 лет наблюдений концентрация CH_4 выросла на 131 млрд.⁻¹, CO_2 на 68 млн.⁻¹, N_2O на 27 млрд.⁻¹. При этом в последние 2-3 года отмечается тенденция к замедлению роста приземных концентраций этих парниковых газов. В 2025 г. концентрации CO_2 , CH_4 ,

и N_2O сохранились на уровне 2023 - 2024 гг. Значения линейных трендов среднегодовых концентраций за период с 1998 по 2025 гг. почти не изменились в сравнении с трендами за 1998 – 2024 гг. Они составили для CO_2 , CH_4 , и N_2O $2,59 \pm 0,52$ млн⁻¹/год, $5,0 \pm 1,3$ млрд⁻¹/год и $1,3 \pm 0,3$ млрд⁻¹/год соответственно. Для CH_4 на результаты анализа влияет период 1998-2007 гг., когда концентрация CH_4 в среднем уменьшалась. Для периода с 2007 по 2025 гг. значение линейного тренда CH_4 равно $10,2 \pm 2,9$ млрд⁻¹/год.

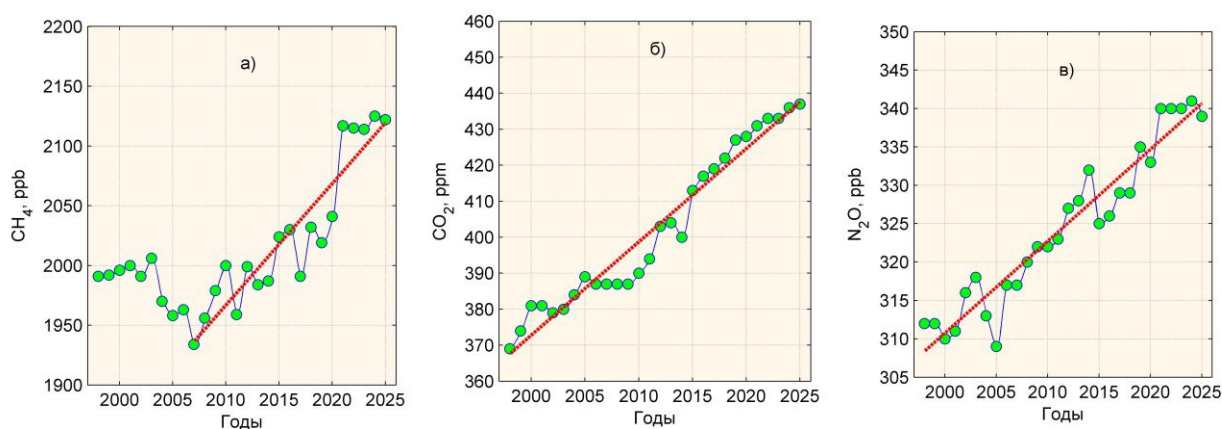


Рисунок 16.4 – Изменение среднегодовых значений концентраций CH_4 (а), CO_2 (б) и N_2O (в) в приземном слое атмосферы на станции Обнинск

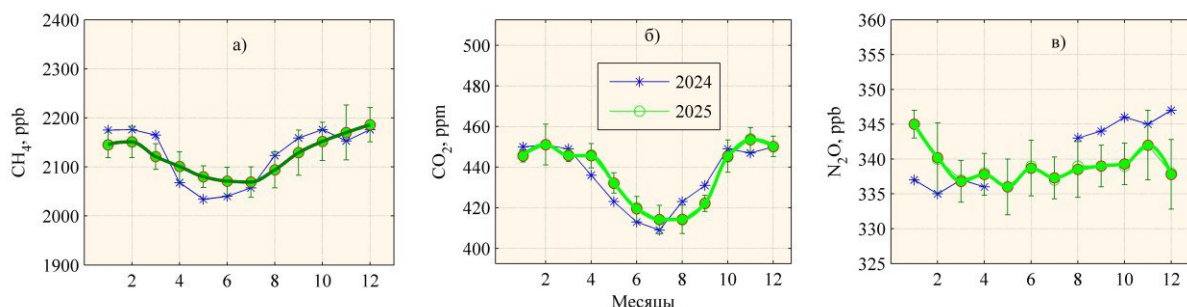


Рисунок 16.5 – Сезонный ход концентраций CH_4 (а), CO_2 (б) и N_2O (в) в 2024 и 2025 году на станции Обнинск

Сезонная зависимость трендов отчетливо выделяется только для CH_4 и CO_2 , для которых основным является колебание с периодом 12 мес. с амплитудами соответственно ~ 53 млрд⁻¹ и ~ 12 млн⁻¹. Наибольшие долговременные линейные тренды среднемесячной концентрации CO_2 (1998 – 2025 гг.) и CH_4 (2007 – 2025 гг.) наблюдаются в ноябре-январе (до 3 млн⁻¹/год и 13 млрд⁻¹/год соответственно), а наименьшие - в июне и июле (2 млн⁻¹/год и 8 млрд⁻¹/год). Таким образом, экстремумы трендов среднемесячных приземных концентраций CO_2 и CH_4 присущи тем же месяцам, в которые наблюдаются экстремумы сезонного хода концентраций эти газов. Для N_2O амплитуда годовой гармоник ($\sim 1,6$ млрд⁻¹) меньше, чем амплитуды гармоник с периодами более 18 мес. и заметный сезонный ход в коэффициентах линейного тренда N_2O не проявляется.

Вариации содержания CO_2 , CH_4 , N_2O и H_2O на станции Обнинск в толще атмосферы на станции Обнинск

Вариации среднемесячных значений средней по высоте концентрации CO_2 , CH_4 , N_2O и общего содержания водяного пара за период с 2015 по 2025 гг., полученные с помощью измерений комплексом МР-32, представлены на рисунке 16.6. Среднегодовые значения средней по высоте концентрации CH_4 выросли в 2025 г. в сравнении с 2024 г. на 9 млрд⁻¹, CO_2 на 2 млн⁻¹, N_2O на 2 млрд⁻¹. За весь период наблюдений с 2015 по 2025 гг.

положительный тренд среднегодовых концентраций этих парниковых газов составил $10,9 \pm 1,2$ млрд⁻¹/год, $2,0 \pm 0,3$ млн⁻¹/год и $1,0 \pm 0,2$ млрд⁻¹/год для CH₄, CO₂ и N₂O соответственно. Небольшой положительный тренд общего содержания водяного пара незначим. На рисунке 16.6 приведены также результаты измерений средней по высоте концентрации CO₂ и CH₄ по данным спутникового прибора GOSAT (<https://data2.gosat.nies.go.jp>), усредненные для области (51-59)^о с.ш. и (34-39)^о в.д. относительно расположения ст. «Обнинск» (55,11^о с.ш., 36,58^о в.д.). Результаты измерений на станции Обнинск хорошо согласуются с данными GOSAT, для которых тренды средних по высоте значений концентраций метана и углекислого газа за 2015 – 2025 гг. составляют $10,6 \pm 1,0$ млрд⁻¹/год и $2,4 \pm 0,2$ млн⁻¹/год.

Сезонный ход средних по высоте концентраций CO₂ и CH₄ схож с сезонным ходом приземных концентраций этих газов с минимальными значениями в летний период и максимальными в зимний. Сезонный ход средних по высоте концентраций N₂O характеризуется минимальными значениями в феврале-апреле и максимальными в октябре-ноябре.

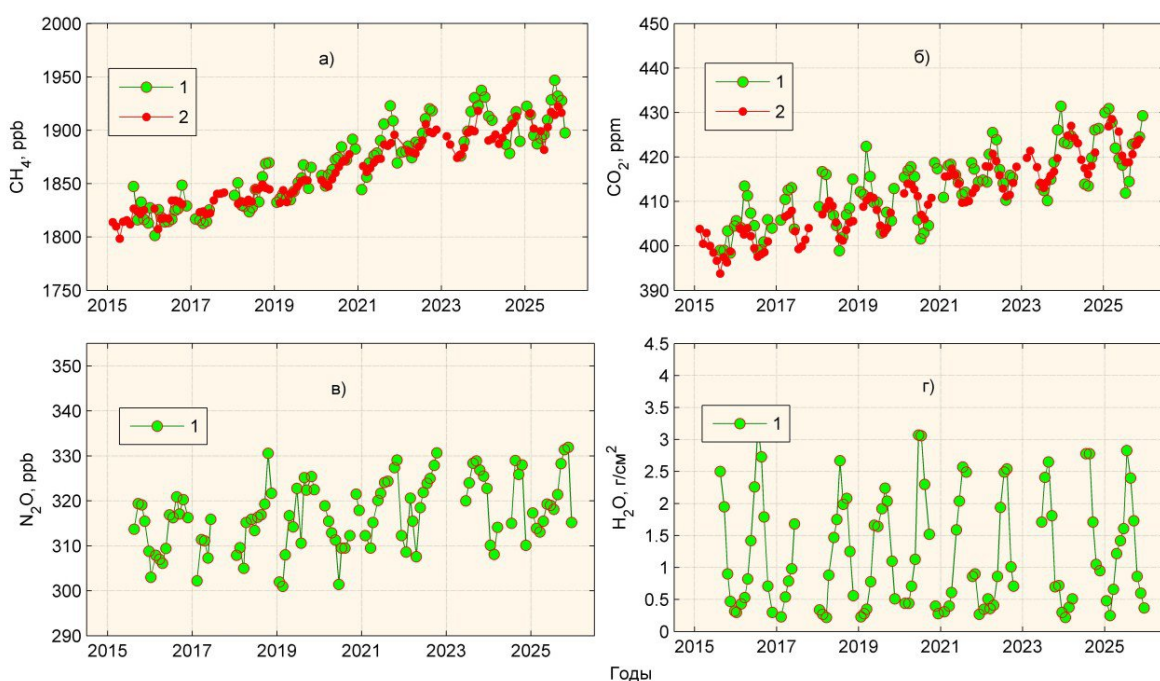


Рисунок 16.6 – Вариации среднемесячных значений средней по высоте объемной концентрации CH₄ (а), CO₂ (б), N₂O (в) и общего содержания H₂O (г). 1– Обнинск, 2 – GOSAT

Содержание парниковых газов в приземном слое атмосферы на станции в Приокско-Тerrasном биосферном заповеднике

Изменения содержания CO₂ и CH₄, оцененные по результатам наблюдений на станции мониторинга в Приокско-Тerrasном биосферном заповеднике (ПТБЗ) в 2023-2025 гг., представлены на рисунке 16.7.

Среднегодовые концентрации CO₂ и CH₄ в приземном слое воздуха на станции в ПТБЗ в 2025 году составили 443,3 млн⁻¹ и 2088 млрд⁻¹ соответственно.

Это несколько ниже, чем наблюдалось в предыдущие несколько лет, главным образом за счёт уменьшения значений максимальных концентраций. Минимальные регистрируемые концентрации CO₂ и CH₄ остаются примерно на одном уровне. По сравнению с 2024 г. уменьшилась амплитуда колебаний среднемесячных концентрации CO₂ в приземном слое: в 2025 году разность между максимальным и минимальным значениями составила 49,9 млн⁻¹ (в 2024 г. составляла 74,9 млн⁻¹).

Среднемесячные концентрации CO_2 и CH_4 в 2025 году варьировали в интервале от 415,5 млн⁻¹ до 465,4 млн⁻¹ и от 2020 млрд⁻¹ до 2166 млрд⁻¹ соответственно. Минимальные концентрации ПГ в приземном слое атмосферы наблюдаются в весенне-летний период, что характерно для сезонных изменений согласно данным наблюдений в средних широтах Северного полушария.

Минимальная среднемесячная концентрация CO_2 в 2025 году наблюдалась в июле (415,5 млн⁻¹), а минимальная разовая концентрация CO_2 была зарегистрирована 19 июня - 404,9 млн⁻¹. Максимальные среднемесячные концентрации CO_2 наблюдались в холодный период: с января по март и с октября по декабрь.

Максимальная разовая концентрация CO_2 была зарегистрирована 6 ноября 2025 года - 473,8 млн⁻¹.

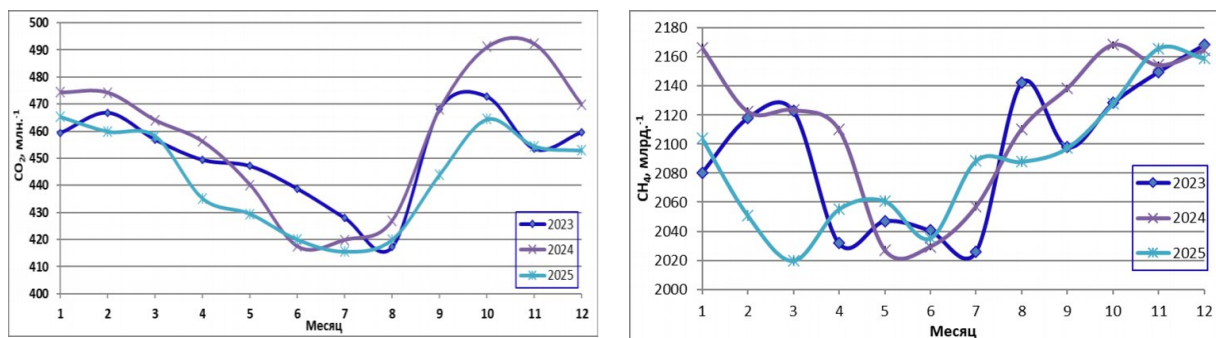


Рисунок 16.7 - Среднемесячные концентрации CO_2 и CH_4 в приземном слое атмосферы на станции ПТБЗ в 2023 - 2025 гг.

В 2025 г. наименьшая разовая концентрация CH_4 была зарегистрирована 19 июня - 1970 млрд⁻¹. Наибольшие концентрации CH_4 в воздухе наблюдались в январе и с октября по декабрь - выше 2100 млрд⁻¹. Максимальные разовые концентрации зарегистрированы в конце ноября - начале декабря: 2193 млрд⁻¹ (28 ноября) и 2224 млрд⁻¹ (3 декабря).

Наблюдаемые в 2025 году изменения содержания парниковых газов (диоксида углерода и метана) в приземном слое атмосферного воздуха могут быть связаны с особенностями года, наложившимися на региональные проявления реакции среды на изменение климата. Получение более полных данных наблюдений обеспечено обновлением материальной базы на станции мониторинга, в частности, вследствие замены изношенных частей пробоотборного оборудования в начале 2025 года.

Содержание короткоживущих КАВ в атмосфере на территории РФ Мониторинг содержания короткоживущих климатически активных веществ (КАВ) в атмосферном воздухе на территории РФ выполняется в части проведения наблюдений за содержанием чёрного углерода (ЧУ) в атмосфере в целях

Таблица 16.3 - Станции мониторинга содержания ЧУ в атмосфере

Станция	Широта	Долгота	Высота над у. м., м	Период наблюдений
Пинега	64,69° с. ш.	43,38° в. д.	28	с 2023
Нарьян-Мар	67,63° с. ш.	53,02° в. д.	5	с 2023
Зареченск	66,68° с. ш.	31,43° в. д.	45	с 2023
ПТБЗ	54,92° с. ш.	37,57° в. д.	160	с 2023
Большое Голоустное	52,03° с. ш.	105,42° в. д.	461	с 2025

обеспечения российского участия в деятельности экспертной группы Арктического совета по чёрному углероду и метану. В настоящее время работы по мониторингу ЧУ проводятся на 5 станциях (таблица 16.3), расположенных на территориях ФГБУ «Мурманское УГМС» (Зареченск), ФГБУ «Северное УГМС» (Пинега и Нарьян-Мар),

ФГБУ «Центральное УГМС» (ПТБЗ), ФГБУ «Иркутское УГМС» (Большое Голоустное). К 2030 году на территории РФ должно функционировать 10 станций, выполняющих программу наблюдений за ЧУ. Концентрации ЧУ находятся в диапазоне значений, характерных для фоновых территорий, удалённых от крупных промышленных центров. Наиболее высокие среднемесячные значения концентраций в 2024 году были зарегистрированы на станции Пинега в декабре (5,7 нг/м³) и на станции Нарьян-Мар в июне (14,2 нг/м³), а в 2025 году — на станции Нарьян-Мар в апреле (5,7 нг/м³). Для станции ПТБЗ характерны весенние пики концентраций, достигавшие в мае 5,4 нг/м³ в 2024 году и 4,9 нг/м³ в 2025 году.

На станциях, расположенных в арктической зоне, Зареченск и Нарьян-Мар, в 2025 наблюдается заметный рост среднегодового содержания ЧУ в атмосферном воздухе по сравнению с 2024 г. (на 75 и 70 % среднегодового значения, соответственно). При этом, на станции Зареченск наблюдался резкий рост среднемесячных концентраций во второй половине 2025 г., с максимальными значениями содержания ЧУ в атмосферном воздухе в ноябре и декабре, превышающими $4,4 \text{ нг/м}^3$. На станции мониторинга Нарьян-Мар более высокие концентрации ЧУ были отмечены на протяжении всего года, за исключением периода с июля по сентябрь.

Возможными причинами наблюдаемого увеличения концентраций могут быть возрастание антропогенных выбросов в холодный сезон, таких как эмиссия от транспорта и при сжигании топлива для отопления. Кроме того, важен вклад природных факторов, в том числе лесных пожаров, и особенности атмосферного переноса. Сезонные колебания, такие как снижение концентраций в летние месяцы 2024 года и их повышение в осенне-зимний период 2025 года, согласуются с типичными режимами выбросов и метеорологическими условиями.

Заключение.

В 2025 году продолжается увеличение концентрации CO_2 и CH_4 в атмосфере в фоновых условиях.

Среднегодовое значение концентрации CO_2 на станции Териберка достигло значения $430,0 \text{ млн}^{-1}$. Снизившийся в период 2022-2023 гг. прирост за год концентрации CO_2 стал вновь выше среднеглобального значения, составив $3,0$ и $3,6 \text{ млн}^{-1}/\text{год}$ для 2024 и 2025 гг. Концентрация CH_4 также возрастает, при этом прирост уменьшается - снизился с $9,8 \text{ млрд}^{-1}/\text{год}$ в 2024 г. до $3,7 \text{ млрд}^{-1}/\text{год}$ в 2025 г. Изменения концентрации CO_2 и CH_4 на станции Териберка согласуются с общими глобальными тенденциями и количественно близки оценкам, полученным по результатам измерений на станциях, расположенных в том же широтном поясе.

На станции Обнинск в последние годы отмечается тенденция к замедлению прироста приземных концентраций парниковых газов. В 2025 г. приземные концентрации CO_2 , CH_4 , и N_2O сохранились на уровне 2023 - 2024 гг. Средние по высоте концентрации CH_4 выросли в 2025 г. в сравнении с 2024 г. на 9 млрд^{-1} , CO_2 - на 2 млн^{-1} , N_2O - на 2 млрд^{-1} .

Несмотря на отличие характера изменений концентрации парниковых газов в условиях влияния региональных источников от характера глобальных изменений, проявляются и общие закономерности. Концентрация CO_2 в атмосфере неуклонно растет. В 2025 гг. увеличение составило $2,6 - 4,4 \text{ млн}^{-1}/\text{год}$ на станциях ГГО и несколько меньше на станции Обнинск - 1 и $2 \text{ млн}^{-1}/\text{год}$ в приземном слое и в среднем во всей толще атмосферы, соответственно. Концентрация метана имеет периоды стабилизации в глобальном масштабе и может периодически уменьшаться от года к году для отдельных станций, особенно если ее изменения подвержены региональному влиянию. Такое снижение наблюдается периодически на станциях Новый порт, Обнинск и ПТБЗ.

Тренды концентрации парниковых газов для разных станций, в том числе и подверженных региональному влиянию, не сильно отличаются от среднеглобальных значений. Для станции Обнинск тренды парниковых газов в приземном слое в пределах погрешности совпадают с трендами общих содержаний в столбе атмосферы. Они составляют $10,2 \text{ млрд}^{-1}$, $2,6 \text{ млн}^{-1}$ и $1,3 \text{ млрд}^{-1}$ в год для CH_4 , CO_2 , и N_2O соответственно.

В 2025 году работы по программе мониторинга ЧУ выполнялись на 5 из запланированных к 2030 году станциях. Данные наблюдений показали, что в арктической зоне концентрации ЧУ в атмосфере в 2025 году были выше, чем в 2024.

17. ТЕМПЕРАТУРА ПОЧВЫ

Данные о температуре почвы на глубинах используются при решении многих прикладных задач в строительстве зданий и технических сооружений, при эксплуатации дорог и подземных коммуникаций и т. д. При этом важнейшей характеристикой является минимальная за год температура. Сведения о минимальной температуре почвы необходимы для определения глубины сезонного промерзания почвы. Мощность мерзлого слоя учитывается при закладывании дренажной системы в мелиорируемых районах.

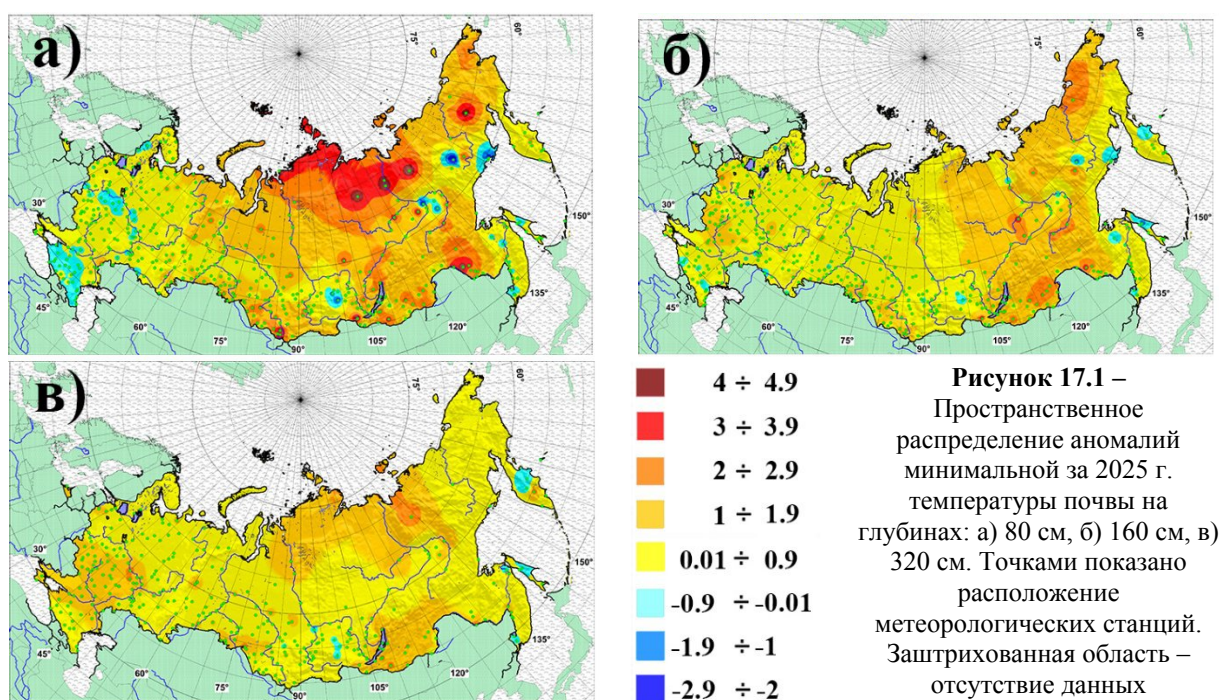
Минимальная температура почвы на глубинах зависит от минералогического состава и влажности почвы, мощности снежного покрова и других факторов. Наблюдения за температурой почвы на сети метеорологических станций Росгидромета имеют более широкое пространственное покрытие территории России, в сравнении с данными о температуре почвы на глубинах из других источников.

Данные. Используются данные о суточной температуре почвы на глубинах до 320 см по 451 метеорологической станции России за 1976-2025 гг. Для анализа выбраны наблюдения по вытяжным термометрам на глубинах 80 см, 160 см, 320 см. Используются нормы (средне многолетние значения) минимальной температуры почвы на глубинах за период 1991-2020 гг.

Приводятся оценки аномалий и показатели тенденций (тренды) изменений минимальной за год температуры почвы в точках расположения станций, а также их региональные обобщения.

Особенности температурного режима почвы в 2025 г.

Пространственное распределение аномалий минимальной температуры почвы за 2025 год (от нормы за период 1991-2020 гг.) на глубинах 80, 160, 320 см представлено на рисунке 17.1.



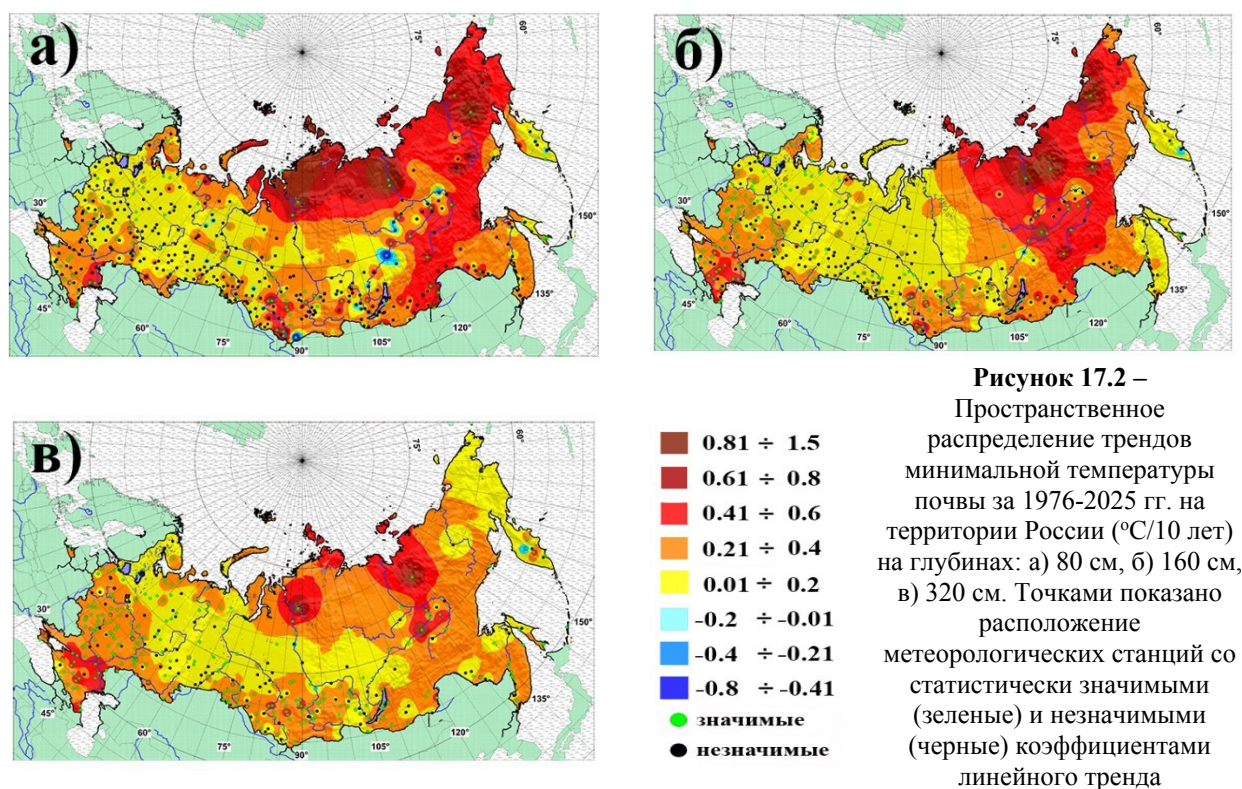
На глубине 80 см (рисунок 17.1а) на преобладающей части территории России аномалии минимальной за год температуры почвы преимущественно положительные и составляют менее 1°C. Высокие значения аномалий наблюдаются на севере Средней и Северо-Восточной Сибири и составляют 2 – 4°C. Исключением является центр Восточно-Европейской равнины и Кавказ с отрицательными аномалиями менее -1°C, а также небольшие районы на юге Средней Сибири, на юге Дальнего Востока и в долине реки Лена на отдельных станциях с отрицательными аномалиями в пределах -1 – -3°C.

Из сопоставления трех карт (рисунок 17.1) можно сделать вывод, что с увеличением глубины уменьшаются как положительные, так и отрицательные аномалии минимальной температуры почвы. На большей части территории России во всем слое до 320 см преобладают положительные аномалии менее 2°C. Наибольшие аномалии потепления почвы, проникающие до нижней анализируемой глубины 320 см, наблюдаются в Восточной Сибири.

Тенденции изменений температуры почвы

Пространственное распределение трендов минимальной температуры почвы на глубинах до 320 см показано на рисунок 17.2.

На глубине 80 см (рисунок 17.2а) тренды минимальной за год температуры почвы преимущественно положительные на большей части территории России. Повышенные значения трендов $0,4 - 0,8^{\circ}\text{C}/10$ лет наблюдаются в зоне многолетней мерзлоты. Статистически достоверные (с вероятностью 95%) положительные тренды $0,6 - 0,8^{\circ}\text{C}/10$ лет охватывают север Средней и Северо-Восточной Сибири, а также север Дальнего Востока. Исключением являются долины рек Алдан, Вилюй и Лена с отрицательными, но незначимыми трендами $-0,2 - -0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет. На юге Восточно-Европейской равнины, на юге Западной и Средней Сибири, а также на юге Дальнего Востока потепление составило $0,2 - 0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет, на остальной части Восточно-Европейской равнины и в Западной Сибири преобладают слабые положительные тренды.



На глубине 160 см (рисунок 17.2б) по всей России преобладают положительные тренды, но область повышенных значений ($>0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет) в высоких широтах смещена к Востоку. Положительные тренды $0,4 - 0,8^{\circ}\text{C}/10$ лет охватывают Северо-Восточную Сибирь и север Дальнего Востока. Статистически достоверное (с вероятностью 95%) потепление ($0,2 - 0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет) наблюдается на юге Восточно-Европейской равнины, юге Средней Сибири и Дальнего Востока. На Кавказе потепление составляет до $0,4 - 0,6^{\circ}\text{C}/10$ лет. На остальной части Восточно-Европейской равнины и в Западной Сибири слабые положительные тренды. Отрицательные тренды не наблюдаются.

На глубине 320 см (рисунок 17.2в), тренды положительные на всей территории России, повышенные значения ($>0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет) встречаются на Кавказе, в северной половине Средней и Северо-Восточной Сибири. Статистически достоверные (с вероятностью 95%) тренды $>0,2^{\circ}\text{C}/10$ лет наблюдаются в южной половине Восточно-Европейской равнины, на юге Западной и Средней Сибири, а также в горах Южной Сибири и на Дальнем Востоке.

Из сопоставления трех карт (рисунок 17.2) можно сделать вывод, что в 1976-2025 гг. тенденция повышения минимальной температуры почвы ослабевала с глубиной. На

большей части территории России преобладают тренды $<0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет на всех глубинах до 320 см.

18. ОЗОНОВЫЙ СЛОЙ

Анализ выполнен по данным отечественной сети фильтровых озонметров М-124 с привлечением результатов измерений мировой озонметрической сети, поступающих в Мировой центр данных ВМО по озону и ультрафиолетовой радиации (WOUDC) в Канаде, а также данных спутниковой аппаратуры ОМІ (США). Обобщены основные данные наблюдений общего содержания озона (ОСО) за 2025 год. Более подробная информация о поведении ОСО над территорией Российской Федерации и прилегающими территориями ежеквартально публикуется в журнале «Метеорология и гидрология».

В первом и втором кварталах 2025 г. средние за квартал значения общего содержания озона (ОСО) практически над всей контролируемой территорией были ниже средних многолетних значений за период 1974-1984 гг. В третьем и четвёртом кварталах средние за квартал значения ОСО над контролируемой территорией были близки к средним многолетним значениям.

В течение года над большей частью территории средние месячные значения ОСО составляли:

- в январе - 350-415 ед. Д.; над Европейской частью территории России и севером Западной Сибири - 297-350 ед. Д., над Приморьем, Хабаровским краем, Сахалином, Магаданской областью и Камчаткой - 415-458 ед. Д.;

- в феврале - 325-425 ед. Д.; над северными районами Урала и Сибири - 295-325 ед. Д., над Приморьем, Хабаровским краем, Сахалином, Магаданской областью и Камчаткой - 425-503 ед. Д.;

- в марте - 320-465 ед. Д.; над северо-западом Европейской части территории России - 302-320 ед. Д. Над Хабаровским краем, севером Сахалина, Магаданской областью и Камчаткой - 465-499 ед. Д.;

- в апреле - 400-425 ед. Д.; над Европейской частью территории России (за исключением северных районов), Центральной Сибирью и Казахстаном - 345-400 ед. Д., над северными районами Урала и Сибири - 425-438 ед. Д.;

- в мае - 330-404 ед. Д.;

- в июне - 325-376 ед. Д.;

- в июле - 308-362 ед. Д.;

- в августе - 287-355 ед. Д.;

- в сентябре - 256-329 ед. Д.;

- в октябре - 282-345 ед. Д.; над Крымом, северными районами Европейской части территории России, Урала и Сибири - 259-282 ед. Д. Над Хабаровским краем, севером Сахалина, Магаданской областью и Камчаткой - 345-354 ед. Д.;

- в ноябре - 310-380 ед. Д.; над Европейской частью территории России, Уралом, Казахстаном, Западной и Центральной Сибирью - 254-310 ед. Д., над Магаданской областью и Камчаткой - 380-411 ед. Д.

- в декабре - 310-400 ед. Д.; над северными и центральными районами Европейской части территории России - 284-310 ед. Д., над Якутией, Хабаровским краем, Сахалином, Магаданской областью и Камчаткой - 400-430 ед. Д.

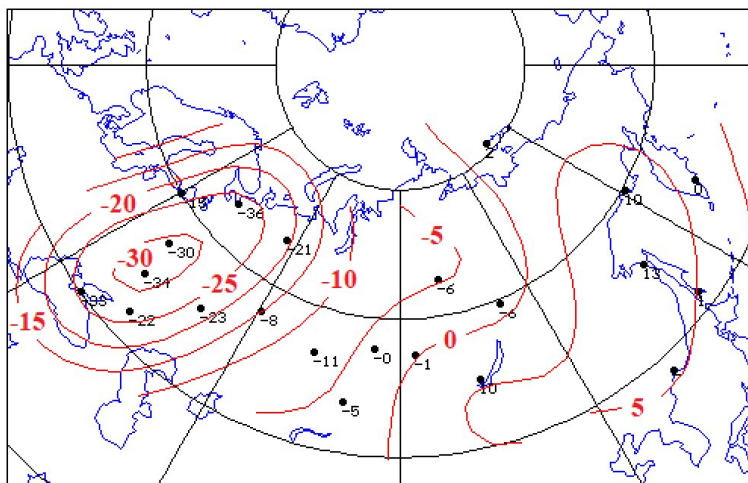


Рисунок 18.1 – Поле отклонений значений ОСО от средних многолетних значений над территорией России 8 марта 2025 г. (%)

над Сибирью и Якутией (232-332 ед. Д.);

- с 7 по 10 марта пониженные на 28-38 % среднесуточные значения ОСО над Европейской частью территории России (240-287 ед. Д.).

На рисунке 18.1 представлена карта распределения отклонений ОСО от средних многолетних значений во время отрицательной аномалии 8 марта 2025 г.

По спутниковым данным сайта NASA, США (<http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov>) в январе 2025 г. среднеемесячное значение ОСО в широтном поясе 60° - 90° с. ш. составило 361 ед. Д. За всё время спутниковых наблюдений с 1979 г. только в 1993 г. январское среднеемесячное значение ОСО в этом широтном поясе было меньше и составляло 348 ед. Д. В этом же широтном поясе среднеемесячное значение ОСО в феврале 2025 г. было минимальным за все годы наблюдений и составило 348 ед. Д. В декабре среднеемесячное значение ОСО в широтном поясе 60° - 90° с. ш. составило 362 ед. Д. и стало вторым по величине после максимума, зарегистрированного в 2009 г. и равного 364 ед. Д. Среднегодовые значения ОСО в полосе широт 60° - 90° с. ш. и 30° - 60° с. ш. в 2025 г. составили соответственно 345 и 324 ед. Д.

На рисунке 18.2 представлены долговременные изменения средних за март значений

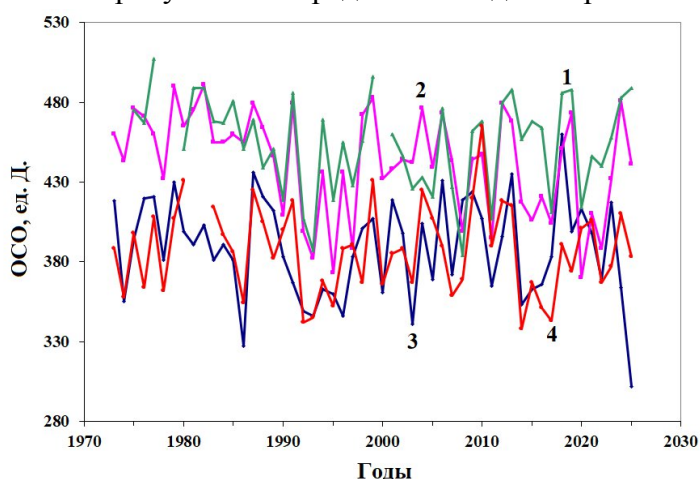


Рисунок 18.2 – Межгодовой ход средних за март значений ОСО на станциях: 1 – Нагаево (Магадан) (60° с.ш., 151° в.д.), 2 – Якутск (62° с.ш., 130° в.д.), 3 – С.-Петербург (60° с.ш., 30° в.д.) и 4 – Екатеринбург (57° с.ш., 61° в.д.)

среднемесячных значений ОСО по сравнению с предыдущим годом. Особенно низкое

Аномальными будем считать отклонения, превышающие 2.5 единицы среднеквадратического отклонения. В течение 2025 года отдельные существенные отклонения ежедневных значений ОСО от нормы отмечались в феврале и марте:

- с 4 по 6 февраля пониженные на 35-46 % среднесуточные значения ОСО над северными районами Сибири (231-292 ед. Д.);

- с 24 февраля по 6 марта пониженные на 26-44 % среднесуточные значения ОСО

ОСО на четырёх российских озонметрических станциях, потому что именно в марте чаще всего в Северном полушарии регистрировались значительные аномалии ОСО и именно в марте в средних и высоких широтах Северного полушария наблюдаются максимальные значения ОСО, которые оказывают большое влияние на среднегодовые значения. Так как в марте 2025 г. над большей частью контролируемой территории среднеемесячные значения ОСО были ниже средних многолетних значений, на трёх выбранных станциях наблюдается снижение

среднемесячное значение ОСО зарегистрировано в Санкт-Петербурге, оно составило 307 ед. Д. и обновило минимум, зарегистрированный в 1986 г. (327 ед. Д.). Такое низкое значение объясняется отрицательной аномалией ОСО, наблюдавшейся в начале марта над Европейской частью территории России.

Все линейные тренды средних за март значений ОСО с 1997 г. отрицательные. Наибольший по абсолютной величине отрицательный тренд наблюдался в Якутске (-0.73 ед. Д. в год). Для Екатеринбурга он составил -0.07 ед. Д. в год. Для Санкт-Петербурга и станции Нагаево (Магадан) расчёт показал соответственно -0.17 и -0.23 ед. Д. в год, тренды поменяли знак. Достоверность полученных оценок трендов мартовских среднемесячных значений ОСО мала из-за их сильной межгодовой изменчивости.

Поле отклонений среднегодовых значений ОСО от средних многолетних значений в процентах над территорией Российской Федерации за 2025 г. представлено на рисунке 18.3. Отклонения среднегодовых значений ОСО от нормы в 2025 г. для всех станций лежат в интервале от -8 % до +5 %. Максимальный дефицит среднегодового значения ОСО (8 %) зарегистрирован в Ханты-Мансийске. Максимальное превышение среднегодового значения ОСО над нормой (5 %) зарегистрировано в Цимлянске и Владивостоке.

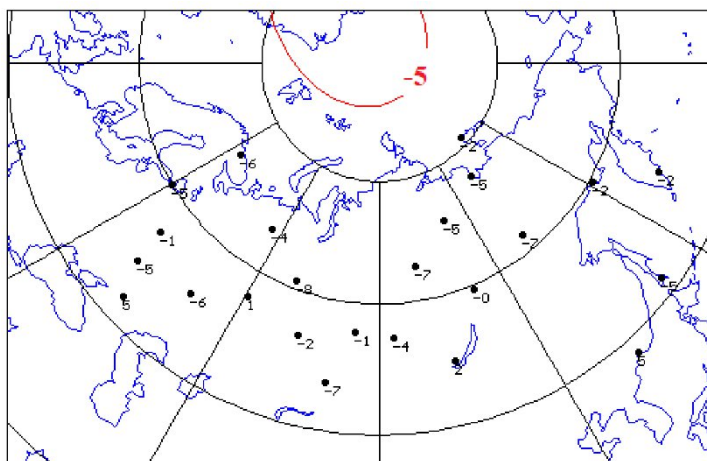


Рисунок 18.3 - Поле отклонений среднегодовых значений ОСО от средних многолетних значений в 2025 г. (%)

Рисунок 18.4 иллюстрирует поведение полярного арктического озона в 2025 г. Там же для сравнения представлен ход средних многолетних значений полярного арктического озона 1979-2024 гг. На этом рисунке также изображён ход полярного антарктического озона в 2025 г. и его средние многолетние значения. Приведённые данные заимствованы с сайта NASA, США (<http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov>).

В первом квартале 2025 г. полярный арктический озон (среднее зональное значение ОСО в зональном поясе 63°-90° с. ш.) вместо постепенного роста постепенно снижался, обновляя в отдельные дни ранее зарегистрированные для этих дней минимумы. Как указывалось выше, в эти же дни над территорией России регистрировались отрицательные аномалии ОСО. Минимальное значение полярного озона зарегистрировано 19 февраля и составило 317 ед. Д. при среднем многолетнем значении для этого дня равном 406.5 ед. Д. До 10 марта он был ниже средних многолетних значений. С 6 марта наблюдался быстрый рост полярного арктического озона, что позволило ему к 2 апреля превысить среднее многолетнее значение на 33 ед. Д. С 10 апреля по 4 сентября

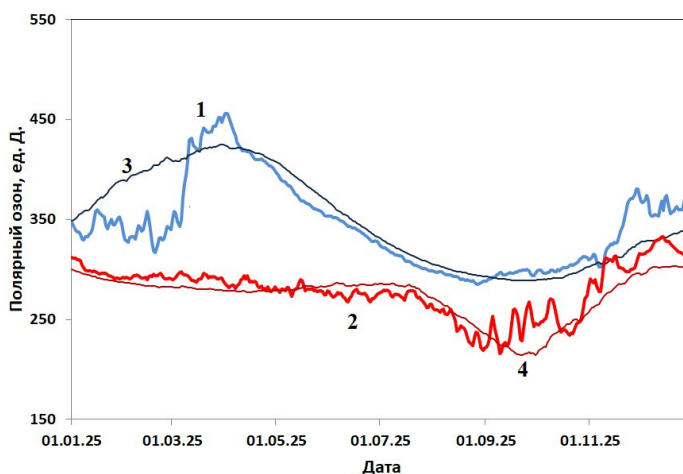


Рисунок 18.4 – Изменчивость полярного озона в Арктике (1) и Антарктике (2) в 2025 г. Для сравнения представлен ход средних многолетних значений полярного арктического (3) и антарктического (4) озона 1979-2023 гг.

полярный арктический озон был постоянно ниже средних многолетних значений. Далее до конца года он практически всё время превышал средние многолетние значения, а 23, 24, 27-29 ноября достигал аномально больших величин, то есть превышение было больше 2.5 единиц среднеквадратического отклонения.

Полярный антарктический озон (среднее зональное значение ОСО в зональном поясе 63°-90° ю. ш.) до сентября 2025 г. не демонстрировал существенных отклонений от средних многолетних значений. Но в период, когда его средние многолетние значения достигают минимальных величин, он резко вырос и до конца года оставался в основном больше средних многолетних значений. Полярный антарктический озон в 2025 г. достиг минимального значения 216 ед. Д. 9 сентября, что примерно на две недели раньше среднего времени прохождения им минимума.

Выводы

Над территорией Российской Федерации в 2025 г. преобладали пониженные среднегодовые значения общего содержания озона. В первом и втором кварталах практически над всей территорией РФ среднемесячные значения ОСО были ниже средних многолетних значений. В первом квартале дефицит средних за квартал значений ОСО на северных станциях достигал 20 %. В феврале и марте над территорией России наблюдались отрицательные аномалии ОСО, но из-за низкого Солнца в это время года опасности повышенной облученности земной поверхности ультрафиолетовой радиацией не было. Отклонения среднегодовых значений ОСО от нормы в 2025 г. для всех анализируемых станций лежали в интервале от -8 до +5 %.

По спутниковым данным (<http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov>) в 2025 г. полярный арктический озон в январе и феврале 17 дней обновлял ранее зарегистрированные за время наблюдений с 1979 г. минимумы озона, а в ноябре 6 дней обновлялись ранее зарегистрированные максимумы, из них 5 дней полярный арктический озон был аномально высоким. Полярный антарктический озон в период весенней антарктической озоновой аномалии в 2025 г. достиг минимального значения, которое было близко по величине к среднему многолетнему минимуму, примерно на две недели раньше среднего срока. В период среднего многолетнего минимума полярный антарктический озон в 2025 г. существенно его превышал.

19. СТРАТОСФЕРНЫЙ АЭРОЗОЛЬ

Стратосферный сернокислотный аэрозоль оказывает заметное влияние на радиационные параметры атмосферы, которое значительно возрастает после крупных вулканических извержений. Отражение солнечного излучения сернокислотным аэрозолем преобладает над поглощением теплового излучения Земли, что обеспечивает его отрицательный радиационный форсинг. В области тропопаузы образуются перистые облака. Их влияние на радиационные характеристики имеет более сложный характер и зависит как от оптической толщины, так и от размеров и формы частиц.

В разделе представлены результаты измерений стратосферного аэрозоля и перистой облачности верхнего яруса (выше 8 км) на лидарных станциях Росгидромета. Основная масса измерений выполнена на базовой лидарной станции в Обнинске, где регулярные измерения проводятся с 2012 г. Ниже представлены данные об изменчивости параметров аэрозоля по

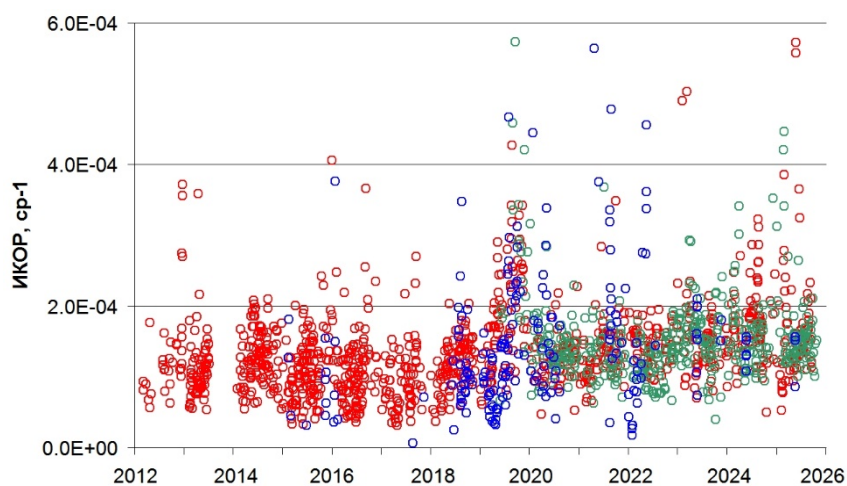


Рисунок 19.1 – ИКОР в слое от 15 до 30 км на лидарных станциях Обнинска, Новосибирска и Знаменска (красные, синие и зеленые кружки)

показано временное изменение ИКОР в слое от 15 до 30 км, полученное на трех лидарных станциях, расположенных в Обнинске (55,1° с.ш., 36,6° в.д.), Знаменске (48,6° с.ш., 45,7° в.д.) и Новосибирске (55,0° с.ш., 82,9° в.д.). Точки представляют отдельные измерения. В период с 2012 по 2018 гг. аэрозольное содержание стратосферы медленно уменьшалось и приближалось к фоновому вулканическому уровню. В 2019 г. произошло извержение среднеширотного вулкана Райкоке (Курильские о-ва, 48,3° с.ш., 153,2° в.д.), аэрозоль которого первоначально был сосредоточен на высотах от 13 до 18 км и через месяц был зарегистрирован на всех трех лидарных станциях. С 2020 года снова начался рост аэрозольного наполнения слоя 15-30 км. Наиболее вероятные причины указаны ниже.

Распределение аэрозоля по высоте характеризуется отношением коэффициентов обратного аэрозольного и молекулярного рассеяния на длине волны 532 нм, численно равным параметру $R(532)-1$, где $R(532)$ – величина, называемая отношением обратного рассеяния. Среднегодовые высотные профили этого параметра, измеренные на лидарных станциях Обнинска и Знаменска в 2025 г. показаны на рисунке 19.2.

На высотах от 15 до 30 км аэрозольные профили в Обнинске и Знаменске отличаются незначительно. В диапазоне высот от 16 до 22 км выделяется слой Юнга, сформированный аэрозолем, перенесенным из области низких широт в результате циркуляции Брюера-Добсона. В нижней стратосфере (10-12 км) периодически наблюдались выделенные слои повышенного обратного рассеяния, как правило, представляющие собой перистые облака.

На рисунке 19.3 представлены высотные профили параметра $R(532)-1$ для двух эпизодов с увеличенным содержанием аэрозоля в стратосфере над Обнинском в 2025 г.

В одном из них, с 07.03 по 09.03, измерения проводились во время мажорного стратосферного потепления. Максимум температуры над Обнинском наблюдался в это время на высоте около 40 км. В то же время на высотах 20-25 км температура опустилась ниже 200К с минимумом около 193К на высоте 24 км. В области низких температур образовался аэрозольный слой конденсационного происхождения. Степень деполаризация обратного рассеяния в слое оставалась низкой, что говорит о сферическом типе аэрозоля.

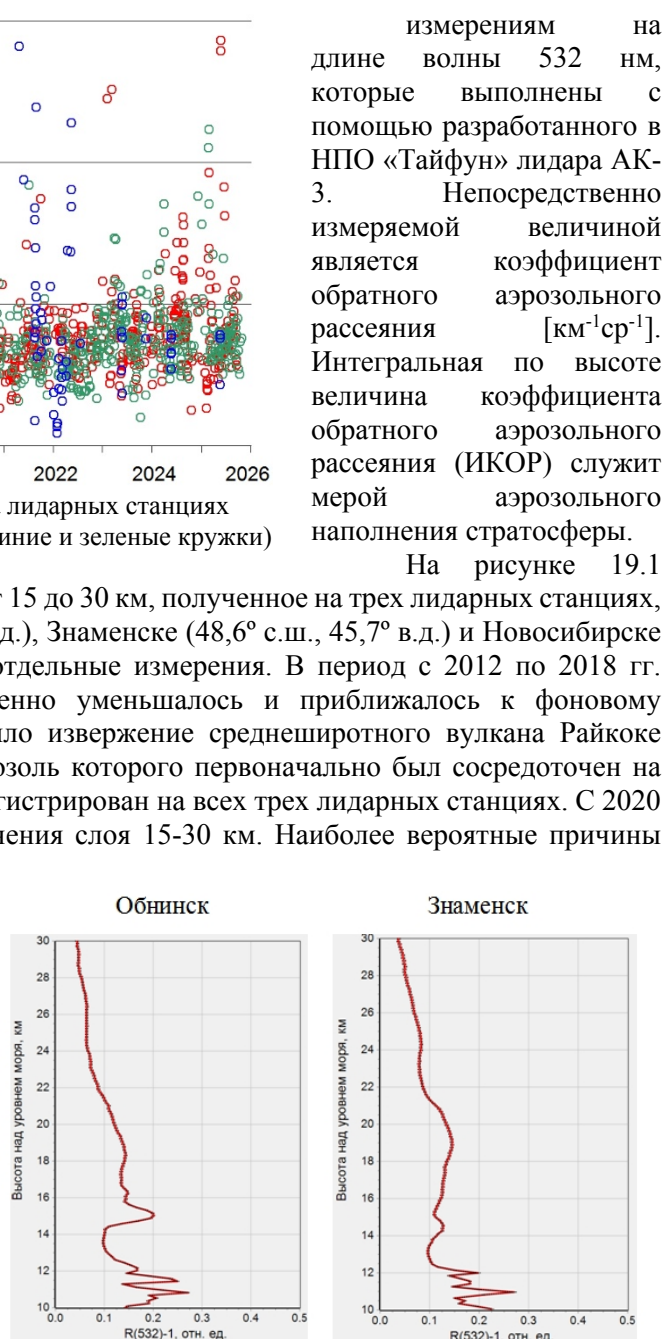


Рисунок 19.2 – Среднегодовые высотные профили отношения коэффициентов обратного аэрозольного и молекулярного рассеяния в Обнинске и Знаменске

В другом эпизоде, относящемся к периоду с 07 по 27 июня, наблюдались тонкие, но интенсивные слои повышенного обратного рассеяния в диапазоне высот 14-16 км. Данные обратного траекторного анализа показали, что слои пришли из Северной Америки.

Их образование связано с природными пожарами, интенсивная вспышка которых произошла в течение трех недель конца мая-начала июня в Канаде (провинции Саскачеван и Манитоба). Сигнатуры слоев аэрозоля природных пожаров просматриваются даже на среднегодовых профилях в Обнинске и Знаменске (рисунок 19.2).

Основным климатообразующим фактором стратосферного аэрозоля является его оптическая толщина. Она оценивалась по измерениям ИКОР с использованием, разработанной в НПО «Тайфун» оптической модели стратосферного аэрозоля. На рисунке 19.4 показан временной ход оптической толщины стратосферного аэрозоля в слое от 13 до 30 км с 2012 по 2025 г.

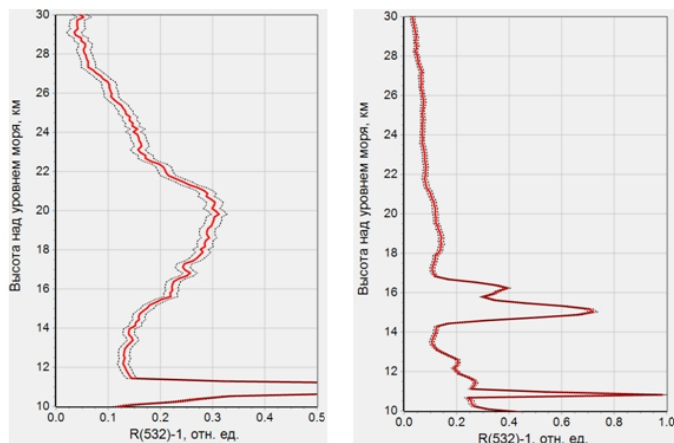


Рисунок 19.3 – Высотные профили отношения коэффициентов обратного аэрозольного и молекулярного рассеяния, наблюдавшиеся в Обнинске для двух временных эпизодов 2025 г.

г. и подводного вулкана Хунга Тонга в январе 2022 г., а также выбросами Австралийских природных пожаров в 2020 г. В последние годы произошла серия взрывных извержений средней мощности с выбросом более 100 кТ SO_2 в стратосферу – Kliuchevskoi, Sheveluch, Ulawun (2023 г.), Lewotobi (2024 г.), а также вулкана Ruang (2023 г.) с выбросом 620 кТ SO_2 . В совокупности указанные явления, по-видимому, и ответственны за увеличение оптической толщины аэрозоля в 2019-2025 гг. по сравнению с предшествующим периодом 2015-2018 гг.

С учетом оптической толщины аэрозоля средняя величина радиационного форсинга стратосферного аэрозоля в слое от 13 до 30 км в 2025 г. составила $-(0,46 \pm 0,04) \text{ Вт/м}^2$, что в пределах погрешности совпадает с оценкой для 2024 г. $-(0,43 \pm 0,18) \text{ Вт/м}^2$.

На рисунке 19.5 представлен временной ход среднегодовых значений оптической толщины перистых облаков и вероятности их появления в интервале высот от 8 до 12 км. Изменение вероятности наблюдения перистых облаков имеет достаточно нерегулярный характер, но в большинстве случаев, она колеблется в пределах от 0,3 до 0,4. В 2025 г. вероятность наблюдения перистых облаков, и их средняя оптическая толщина были близки к средним многолетним уровням.

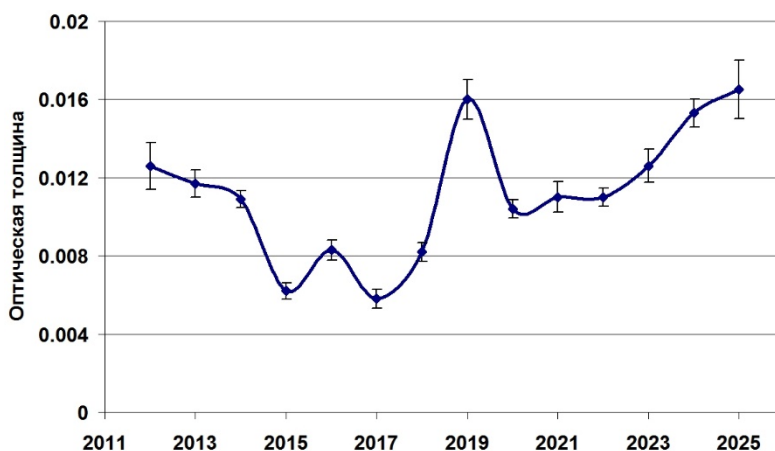


Рисунок 19.4 – Изменение среднегодовых значений оптической толщины стратосферного аэрозоля в слое от 13 до 30 км и оценки их среднеквадратического отклонения

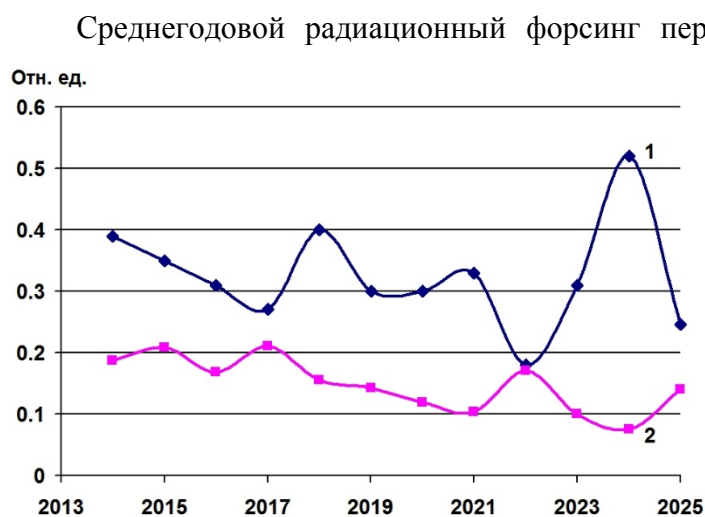


Рисунок 19.5 – Вероятность появления (1) и средняя оптическая толщина (2) перистых облаков

атмосферы для ночных условий оценивался по данным об оптической толщине с учетом вероятности их появления и составил в 2025 году $5,2 \text{ Вт/м}^2$ по сравнению с $5,8 \text{ Вт/м}^2$ в 2024 г.

Основные выводы

Представленные данные лидарных измерений стратосферного аэрозоля демонстрируют изменчивость его параметров, обусловленную, в первую очередь, нерегулярной последовательностью вулканических извержений взрывного характера. В последние

несколько лет наблюдается увеличение оптической толщины сернокислотного аэрозоля в стратосфере. В то же время средняя оптическая толщина перистых облаков демонстрирует тенденцию к снижению. При этом вероятность их появления носит вариативный характер. Отмеченные особенности изменений параметров перистых облаков относятся к отдельно взятому пункту измерений (г. Обнинск). Происходящие изменения требуют дополнительного анализа и изучения, а также указывают на необходимость продолжения мониторинга стратосферного аэрозоля с увеличением числа функционирующих лидарных станций.

20. ОБЛАЧНОСТЬ

Мониторинг характеристик облачности проведен на основе данных архива Госфонда и данных оперативного потока, поступающих по каналам связи в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» с метеорологических станций (≈ 1350 пунктов наблюдений). Анализ изменений характеристик облачности проводился по данным в точке и по рядам средних для 9 квази-однородных климатических регионов характеристик. Средние для регионов значения характеристик получены следующим способом. Аномалии на метеостанциях арифметически осреднялись по квадратам сетки ($1^\circ\text{N} \times 2^\circ\text{E}$), а затем с весовыми коэффициентами в зависимости от широты квадрата проводилось осреднение по квазиоднородным регионам, показанным на рисунке 3 Введения, и территории России. Использованы нормы (средне многолетние значения) характеристик облачности за период 1991-2020 гг. Ранги определены по ряду 1985-2025 гг.

Анализировались характеристики по общей облачности и облачности нижнего яруса. Общая облачность – общее количество облаков, покрывающих небосвод, без подразделения по высотам (ярусам), включая и нижнюю облачность. К облакам нижнего яруса (нижняя облачность) относятся облака с нижней границей ниже 2 км: слоистые (St), слоисто-кучевые (Sc), плоские кучевые (Cu hum). К облакам нижнего яруса относят также облака, занимающие по вертикали несколько ярусов, но нижняя граница которых лежит в нижнем ярусе (Cu cong, Cu med, Cb).

Пасмурным состоянием неба называются те случаи, когда облачность покрывала 80 – 100% небосвода, или 8 – 10 баллов. Ясным состоянием неба считаются сроки, облачность во время которых была от 0 до 2 баллов (по 10-бальной шкале), согласно оценке наблюдателя.

Облачность на территории России в 2025 году

Облачный покров характеризуется количеством облаков и их формой. В таблице 20.1 приведены оценки аномальности различных форм облачности зимой и летом. Оценить

Таблица 20.1 - Аномалии повторяемости различных форм облачности на территории РФ в 2025 году,  отклонения от средних за 1991-2020 гг.; R-ранг текущих значений в ряду убывающих характеристик за 1985-2025 гг.;  среднее квадратическое отклонение.

Вид облаков	зима			лето		
		ранг			ранг	
Перистые Ci	- 3,02	40	1,28	- 1,35	37	0,79
Перисто-кучевые Cc	0,02	28	0,11	0,15	15	0,21
Перисто-слоистые Cs	-0,8	40	0,64	0,43	7	0,28
Высококучевые Ac	0,18	16	0,84	- 1,09	35	0,78
Высокослоистые As	- 0,49	33	0,78	- 0,37	40	0,31
Кучевые Cu	- 0,06	35	0,1	- 1,94	41	0,94
Кучево-дождевые Cb	2,14	2	1,23	1,39	1	0,85
Слоистые St	0,48	11	0,67	- 0,49	38	0,34
Слоисто-кучевые Sc	7,28	1	3	3,83	1	1,51
Слоисто-дождевые Ns	- 0,72	41	0,51	- 0,14	39	0,21
Разорвано-дождевые Frnb	- 0,51	39	0,35	- 0,41	37	0,4

аномальность повторяемости различных форм облаков за год в целом не представляется возможным из-за несовпадения кодировок в режимном и оперативном потоках данных.

Зимой повторяемость всех форм облаков, за исключением Cc, Ac, Cb, St и Sc, была ниже климатической нормы. Значительно чаще, чем обычно, наблюдались слоисто-кучевые облака, аномалия повторяемости этих облаков зимой 2024-2025 гг. стала первой в ранжированном по убыванию ряду с 1985 года. Летом отмечены положительные аномалии

повторяемости Cc, Cs, Cb и Sc, причем аномалии повторяемости двух последних стали первыми в ранжированном ряду. Облака остальных форм наблюдались реже, чем в среднем многолетнем.

На рисунке 20.1 показано распределение годовых и сезонных аномалий среднего балла общей и нижней облачности на территории России в 2025 году.

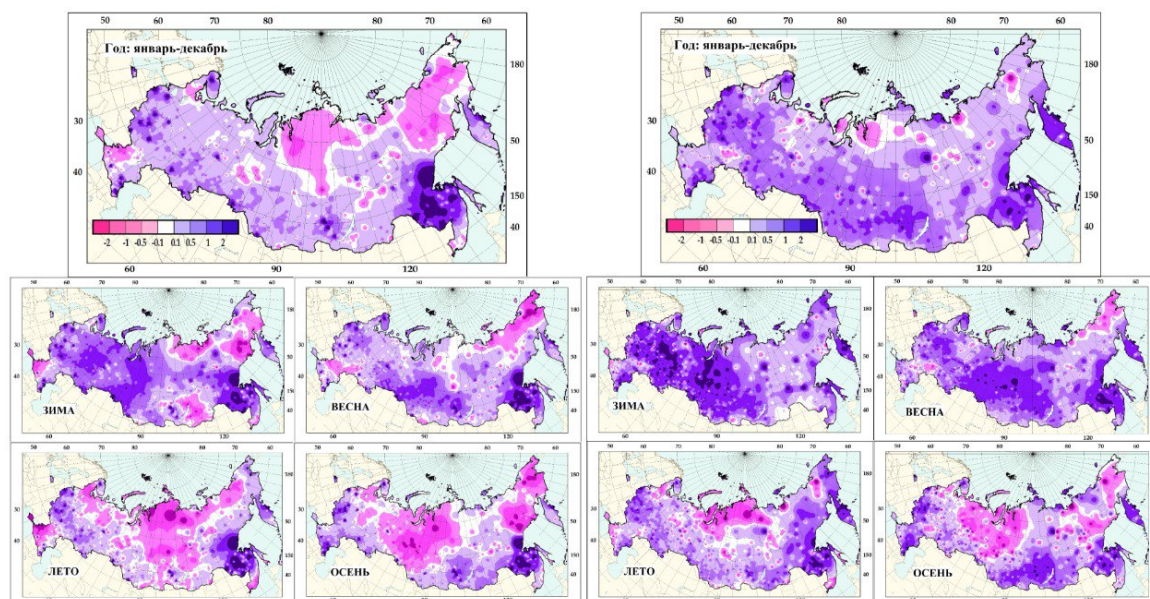


Рисунок 20.1 - Аномалии среднегодового и сезонного балла общей (слева) и нижней (справа) облачности на территории России в 2025 году

В таблице 20.2 представлены годовые и сезонные аномалии среднего балла общей и нижней облачности для квази-однородных климатических районов и России в целом.

2025 год для России в целом стал 1-м в ранжированном ряду среднего балла общей и нижней облачности с 1985 года. Положительные аномалии как по общей, так и по нижней облачности преобладали на большей части страны. Максимальные положительные аномалии отмечались по общей облачности в Амурской области и Хабаровском крае, по нижней – на дальневосточном юге, Камчатке и в Сибири. Годовые аномалии среднего балла нижней облачности в III, V, VI, VII, VIII, IX квази-однородных районах стали наибольшими в ранжированном ряду, по общей облачности – в V, VII районах. Наиболее облачными выдались зима и весна как по нижней, так и по общей облачности. Стоит отметить очень малооблачные лето и осень на территории Сибири, где в течение длительного периода преобладал антициклональный характер погоды.

Средний балл общей и нижней облачности за год оказался выше климатической нормы. Максимальные по абсолютной величине положительные аномалии весной отмечены в Западной Сибири и на Дальнем Востоке. Зимой на территории ЕЧР и Сибири средний балл общей облачности оказался выше климатической нормы, что обусловлено увеличением облаков всех ярусов. На большей части территории России зимой и весной преобладал пасмурная погода, средний балл по общей и нижней облачности в отдельных районах ЕЧР, Сибири и Дальнего Востока на 1-2 балла превышал климатическую норму. В итоге в V, VII квази-однородных районах положительная аномалия 2025 года стала рекордной по общей и нижней облачности.

На рисунке 20.2 приведены ряды годовых и сезонных аномалий числа пасмурных дней по общей и нижней облачности. На рисунке 20.3 показано пространственное распределение аномалий числа пасмурных (8-10 баллов) дней по общей и нижней облачности, а в таблице 3 представлены годовые и сезонные аномалии числа пасмурных дней по общей и нижней облачности по России в целом и квази-однородным климатическим районам.

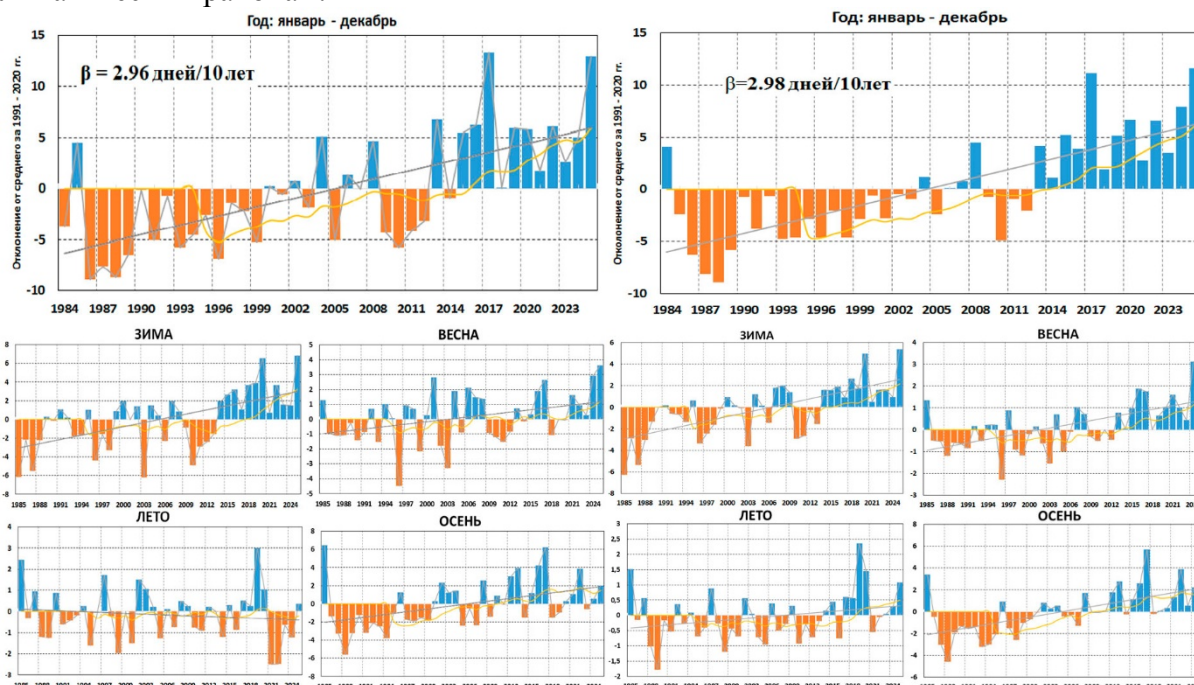


Рисунок 20.2 - Годовые и сезонные аномалии числа пасмурных дней (8-10 баллов) по общей (слева) и нижней (справа) облачности

Во все сезоны и за год число пасмурных дней по общей и нижней облачности превышало климатическую норму. Наиболее пасмурными выдались зима и весна, сезонные аномалии для России в целом и IV, VI, VII, VIII квази-однородных районах стали рекордными по общей облачности. По нижней облачности зимние и весенние аномалии во

всех районах, кроме I, III и IX, вошли в тройку наибольших значений в ранжированном ряду по убыванию с 1985 года, а в V и VII районах стали рекордными.

Пространственное распределение ясных и пасмурных дней носит пятнистый, во многом зеркальный, характер, однако некоторые отличия вносят дни с полужасным состоянием неба (3-7 баллов).

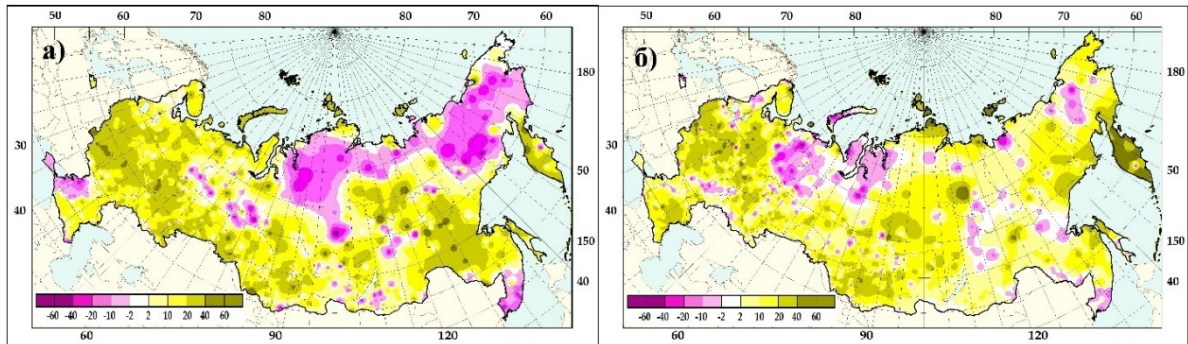


Рисунок 20.3 - Аномалии числа пасмурных дней по общей (а) и нижней (б) облачности на территории России в 2025 году.

Таблица 20.2 – Годовые и сезонные аномалии среднего балла облачности в 2025 году, осредненные по территории квази-однородных климатических регионов России: **?** отклонения от средних за 1991-2020 гг.; **?** среднеквадратическое отклонение. Жирным шрифтом выделены аномалии, попавшие в 3 самых больших положительных или отрицательных значений за период 1985-2025гг.

Регион	год		зима		весна		лето		осень	
		?		?		?		?		?
Общая облачность										
Россия	0,41	0,15	0,64	0,29	0,53	0,2	0,22	0,1	0,27	0,21
Север ЕЧР и Западной Сибири	0,14	0,21	0,69	0,56	0,3	0,35	-0,2	0,33	0,12	0,28
Сев. часть Восточной Сибири и Якутии	- 0,12	0,15	0,01	0,29	- 0,06	0,25	-0,2	0,21	- 0,19	0,27
Чукотка и север Камчатки	- 0,03	0,22	- 0,18	0,51	- 0,03	0,48	0,38	0,31	- 0,35	0,36
Центр ЕЧР	0,42	0,25	0,79	0,5	0,35	0,34	0,33	0,32	0,27	0,42
Центр и юг Западной Сибири	0,36	0,24	0,97	0,51	0,8	0,4	0,08	0,29	- 0,27	0,31
Центр и юг Восточной Сибири	0,22	0,14	0,13	0,25	0,38	0,25	0,04	0,18	0,36	0,26
Дальний Восток	1,08	0,32	1,08	0,38	1,22	0,4	0,95	0,38	0,92	0,33
Алтай и Саяны	0,44	0,21	0,46	0,47	0,48	0,39	0,15	0,26	0,42	0,41
Юг ЕЧР	0,23	0,23	0,14	0,32	0,16	0,44	-0,26	0,32	0,73	0,48
Нижняя облачность										
Россия	0,61	0,23	0,94	0,42	0,77	0,29	0,44	0,16	0,41	0,29
Север ЕЧР и Западной	0,23	0,32	0,84	0,79	0,47	0,42	-0,06	0,38	- 0,19	0,47

Сибири										
Сев, часть Восточной Сибири и Якутии	0,26	0,25	0,42	0,43	0,32	0,27	0,2	0,31	0,13	0,42
Чукотка и север Камчатки	0,47	0,41	0,45	0,63	0,18	0,47	0,89	0,43	0,06	0,57
Центр ЕЧР	0,63	0,32	1,29	0,72	0,63	0,38	0,47	0,34	0,36	0,52
Центр и юг Западной Сибири	0,67	0,33	1,37	0,57	1,19	0,46	0,32	0,37	0,04	0,45
Центр и юг Восточной Сибири	0,56	0,23	0,54	0,22	0,7	0,31	0,48	0,25	0,65	0,35
Дальний Восток	0,93	0,31	0,78	0,29	1,23	0,41	0,91	0,45	0,79	0,32
Алтай и Саяны	0,64	0,27	0,71	0,36	0,54	0,4	0,32	0,25	0,79	0,45
Юг ЕЧР	0,53	0,25	0,6	0,37	0,38	0,41	0,22	0,23	0,83	0,41

На севере Восточной Сибири, Якутии и Чукотке отмечено уменьшение пасмурных дней на 10-20 дней (рисунок 20.3), что привело к увеличению ясных дней. Отрицательные аномалии числа пасмурных дней также получены в Ростовской области, Краснодарском крае и Приморском крае. Основной вклад в эту аномалию внесло малооблачное лето, которое наблюдалось в данных регионах. Отрицательные аномалии числа пасмурных дней по общей облачности стали наименьшими в II и III квази-однородных районах.

Таблица 20.3 – Средние годовые и сезонные аномалии числа пасмурных дней в 2025 году, осредненные по территории квази-однородных климатических регионов России:  отклонения от средних за 1991-2020 гг.; **?** среднеквадратическое отклонение Жирным шрифтом выделены аномалии, попавшие в 3 самых больших положительных или отрицательных значений за период 1985-2021гг..

Регион	год		зима		весна		лето		осень	
		?		?		?		?		?
Общая облачность										
Россия	12,87	5,41	6,82	3,07	3,62	1,7	0,36	1,19	2	2,68
Север ЕЧР и Западной Сибири	11,99	10,71	8,19	7,14	3,29	4,19	-0,97	4,42	1,97	4,45
Сев. часть Восточной Сибири и Якутии	-3,38	5,91	0,56	2,87	- 0,99	2,4	-0,94	2,7	- 1,45	3,54
Чукотка и север Камчатки	-1,88	9,8	1,25	4,64	- 3,32	5,27	8,23	4,21	- 6,64	4,32
Центр ЕЧР	19,86	11,05	9,42	5,96	2,95	3,03	2,05	3,48	5,4	5,64
Центр и юг Западной Сибири	13,81	10,39	13,21	5,94	8,1	4,08	-1,12	3,32	- 3,91	4,06
Центр и	9,28	5,76	2,64	2,47	3,35	2,28	0,37	2,05	3,8	2,71

юг Восточной Сибири										
Дальний Восток	15,1	7,38	5,54	3,21	4,56	3,14	2,09	3,45	1,03	2,57
Алтай и Саяны	12,23	8,3	3,83	4,2	2,82	3,99	-1,18	2,6	4,3	4,25
Юг ЕЧР	3,34	8,83	-0,18	3,76	1,12	4,01	-3,8	2,5	4,45	4,21
Нижняя облачность										
Россия	11,6	4,81	5,38	2,42	3,17	1,14	1,08	0,8	2,26	2,07
Север ЕЧР и Западной Сибири	3,59	9,14	2,89	5,98	1,64	2,5	-0,47	2,93	0,53	4,56
Сев. часть Восточной Сибири и Якутии	9,31	4,77	1,12	0,59	2,48	1,01	3,73	2,05	1,89	2,42
Чукотка и север Камчатки	15,28	11,2	2,29	2,92	1,27	2,81	10,63	3,69	1,25	4,32
Центр ЕЧР	15,25	7,9	9,85	5,17	2,66	1,7	0,28	1,75	3,66	3,96
Центр и юг Западной Сибири	9,95	6,57	6,82	2,84	5,2	1,9	-0,34	1,66	-	0,49
Центр и юг Восточной Сибири	7,84	3,63	0,88	0,48	2,83	0,91	1,85	1,17	2,58	1,74
Дальний Восток	16,08	6,66	5,15	1,82	4,76	2,04	3,21	2,92	2,03	1,86
Алтай и Саяны	11,16	4,17	3,29	1,37	1,73	1,47	0,35	1,16	5,26	2,47
Юг ЕЧР	11,48	6,9	4,31	3,14	1,18	2,4	-0,07	0,74	3,89	2,62

Значительно больше, чем обычно, пасмурных дней по общей облачности наблюдалось на территории ЕЧР и Хабаровского края (рисунок 20.3а). В центральных районах ЕЧР, на большей части Хабаровского края и на Камчатке число пасмурных дней на 20-30 дней превысило климатическую норму. Максимальная положительная годовая аномалия числа пасмурных дней по общей облачности (226 дней) отмечена в Змеиногорске Алтайского края, а наибольшая по абсолютной величине отрицательная (67 день) – в Совхозе Эльген, Магаданская область. Годовые аномалии числа пасмурных дней по общей облачности по России в целом в IV, VI, VII, VIII районах попали в тройку наибольших значений в ранжированном ряду с 1985 года, зимние положительные аномалии в VII районе, летние в III районе стали рекордными за период наблюдений с 1985 года.

Число пасмурных дней по нижней облачности превысило климатическую норму на территории ЕЧР, а также на Камчатке (рисунок 20.3б). Максимальная положительная годовая аномалия (123 дня) получена на метеорологической станции Шелагонцы, Якутия. Меньше нормы число пасмурных дней по нижней облачности оказалось на севере ЕЧР и на севере Западной Сибири. Максимальная по абсолютной величине отрицательная аномалия (65 дней) зафиксирована на станции Буй Костромской области. При региональном осреднении значения годовых аномалий, вошедших в тройку наибольших, получены как для России в целом, так и для всех квази-однородных районов, за исключением I, III, V и IX. Зимние аномалии в V, VII районах, весенние аномалии в II, VI,

VII районах, летние в II, III районах, осенние в VII районе стали рекордными за период наблюдений с 1985 года.

Тенденции изменения характеристик облачности

Пространственное распределение локальных оценок трендов, характеризующих знак и среднюю скорость изменений среднего балла общей и нижней облачности, показано на рисунках 20.4 и 20.5 соответственно, оно не претерпело заметных изменений по сравнению с предыдущим годом.

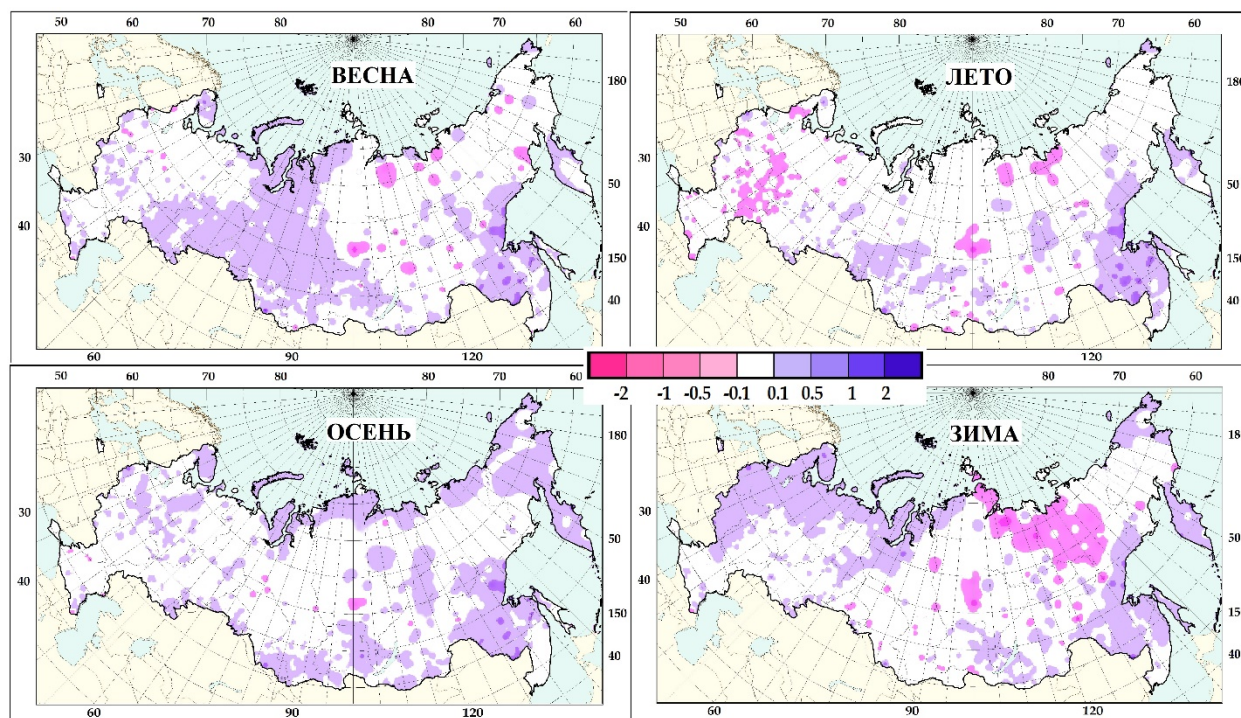


Рисунок 20.4 - Коэффициенты линейного тренда (балл/10 лет) среднего балла общей облачности (значимые на 5% уровне)

Заметно, что во все сезоны значительные площади занимают «белые» области, то есть области, где средний балл общей облачности не меняется. Тенденция увеличения среднего балла общей облачности особенно ярко выражена зимой в северных и западных районах Европейской территории на севере Западной Сибири, весной на Урале и в Западной Сибири, что обусловлено увеличением в этих районах циклоничности. Зимой увеличение среднего балла общей облачности выявлено в Забайкалье, на Камчатке, Сахалине и в Амурской области. Наиболее значительные отрицательные коэффициенты линейного тренда зимой получены на севере Таймыра, в северо-западных и центральных районах Якутии, а также летом на ЕЧР. Однако коэффициенты линейного тренда, как положительные, так и отрицательные, во все сезоны невелики и составляют 0,2-0,7 балла/10 лет. Максимальный коэффициент линейного тренда 1,1 балла/10 лет получен на метеорологической станции Змеиногорск (Алтайский край). При региональном осреднении наибольшие значимые коэффициенты линейного тренда получены зимой в I и VII квази-однородных районах.

Таблица 20.4 – Оценки линейного тренда (статистически значимые на 5%-уровне значимости) годовых и сезонных значений среднего балла общей и нижней облачности. *NOb, баллы/10 лет* – среднее количество общей облачности; *NNb, баллы/10 лет* – среднее количество нижней облачности

Регион	<i>NOb, баллы/10 лет</i>					<i>NNb, баллы/10 лет</i>				
	год	зима	весна	лето	осень	год	зима	весна	лето	осень
Россия	0,1	0,1	0,1		0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2

Север ЕЧР и Западной Сибири	0,1	0,3	0,1		0,1	0,2	0,5	0,2		0,2
Сев. часть Восточной Сибири и Якутии	0,0				0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3
Чукотка и север Камчатки	0,0				0,1	0,3	0,4	0,2	0,2	0,4
Центр ЕЧР	0,1	0,2				0,1	0,2	0,1		
Центр и юг Западной Сибири	0,1		0,2	0,1		0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
Центр и юг Восточной Сибири	0,1		0,1		0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2
Дальний Восток	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2
Алтай и Саяны	0,1		0,1		0,1	0,2	0,2	0,2		0,3
Юг ЕЧР						0,1	0,2	0,2		

Значительно больше изменяется средний бал нижней облачности, особенно в переходные сезоны (рисунок 20.5). На большей части страны весной и осенью выявлена тенденция увеличения среднего бала нижней облачности, коэффициенты линейного тренда составляют 0,2-0,6 балла/10 лет. И только на отдельных станциях весной и осенью отмечаются коэффициенты линейного тренда 0,9-1,1 балла/10 лет. Тенденция уменьшения среднего бала нижней облачности выявлена весной в северо-западных, а осенью – в южных и юго-западных областях ЕЧР. Весной наиболее значительное увеличение среднего бала нижней облачности наблюдается в Западной Сибири и на северо-востоке АЧР (район III) – районе, который находится в зоне активной циклонической деятельности.

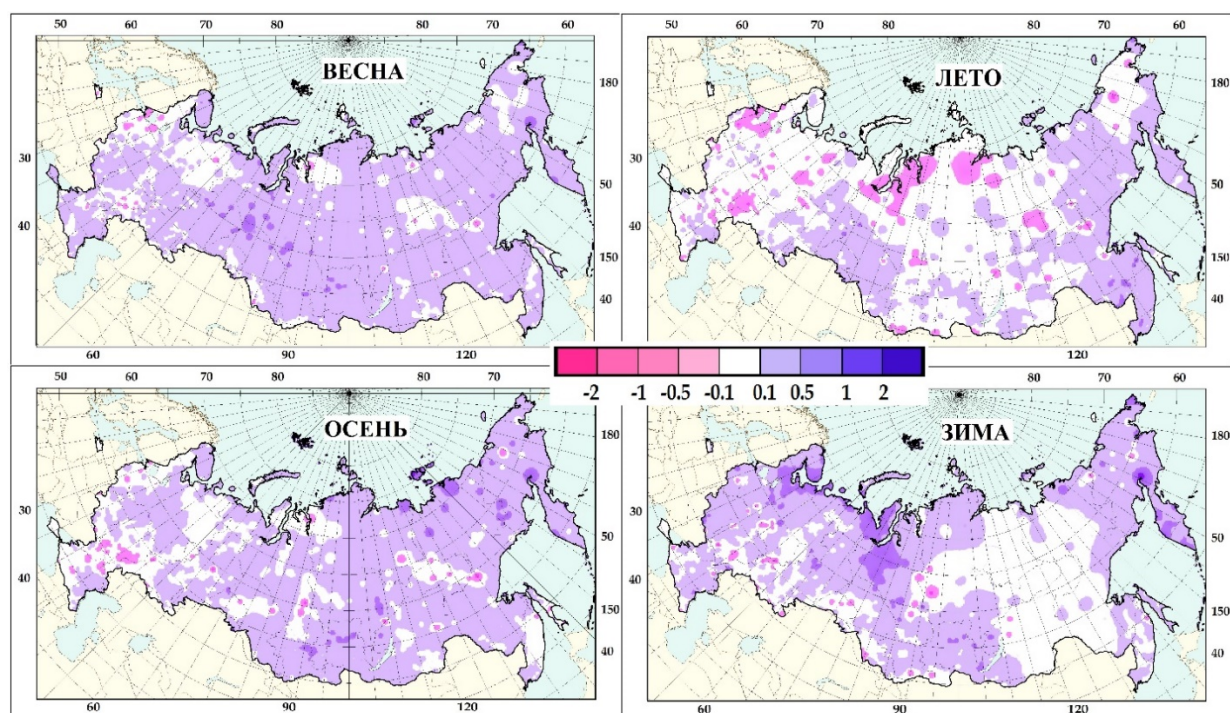


Рисунок 20.5 - Коэффициенты линейного тренда (балл/10 лет) среднего бала нижней облачности (значимые на 5% уровне)

Тенденции изменения числа пасмурных дней по общей облачности во многом согласуются с изменением среднего балла общей облачности. Тенденция увеличения пасмурных дней по общей облачности выявлена зимой на западе и севере ЕЧР, севере Западной Сибири, весной - на большей части Западной Сибири и Южном Урале, осенью – в центральных областях ЕЧР, на юге Сибири, на побережье морей Карского и Лаптевых, а также на Камчатке (рисунок 20.6). Максимальный положительный коэффициент линейного тренда 62,5 дня/10 лет получен в Змеиногорске Алтайского края.

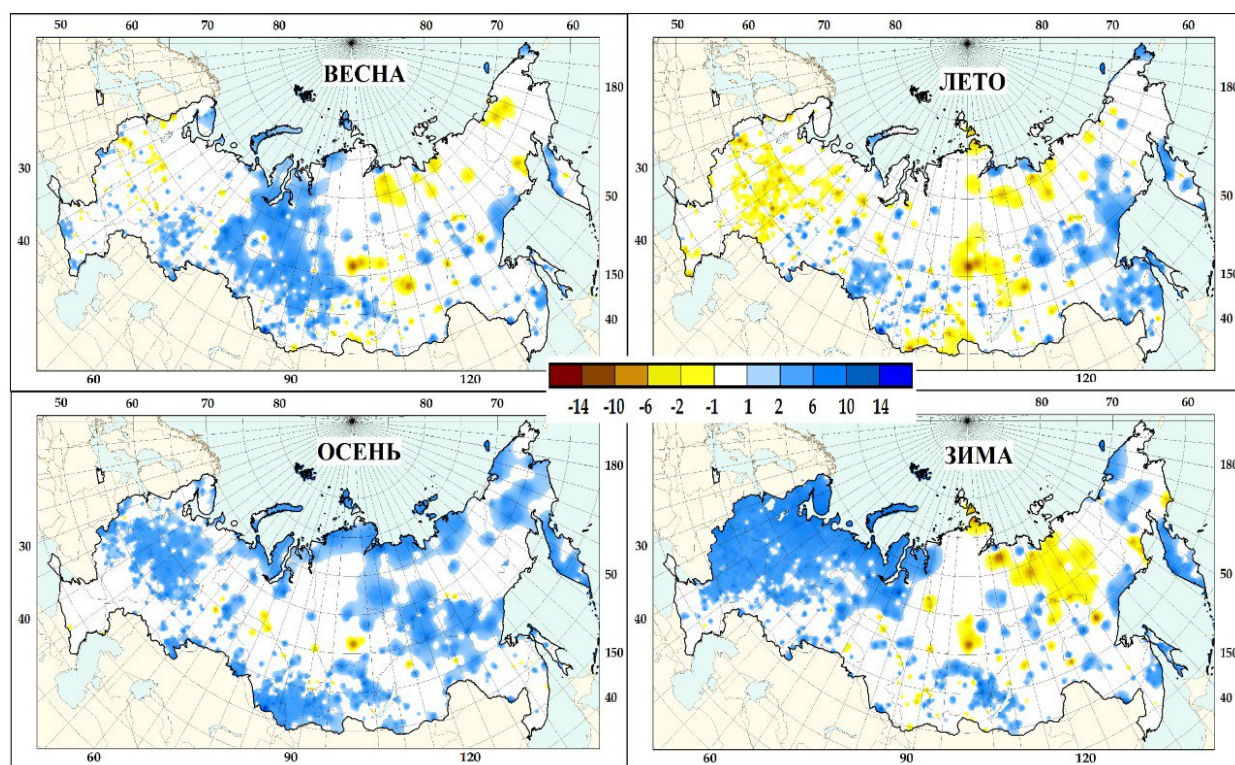


Рисунок 20.6 - Коэффициенты линейного тренда (дни/10 лет) числа пасмурных дней (8-10 баллов) по общей облачности (значимые на 5% уровне)

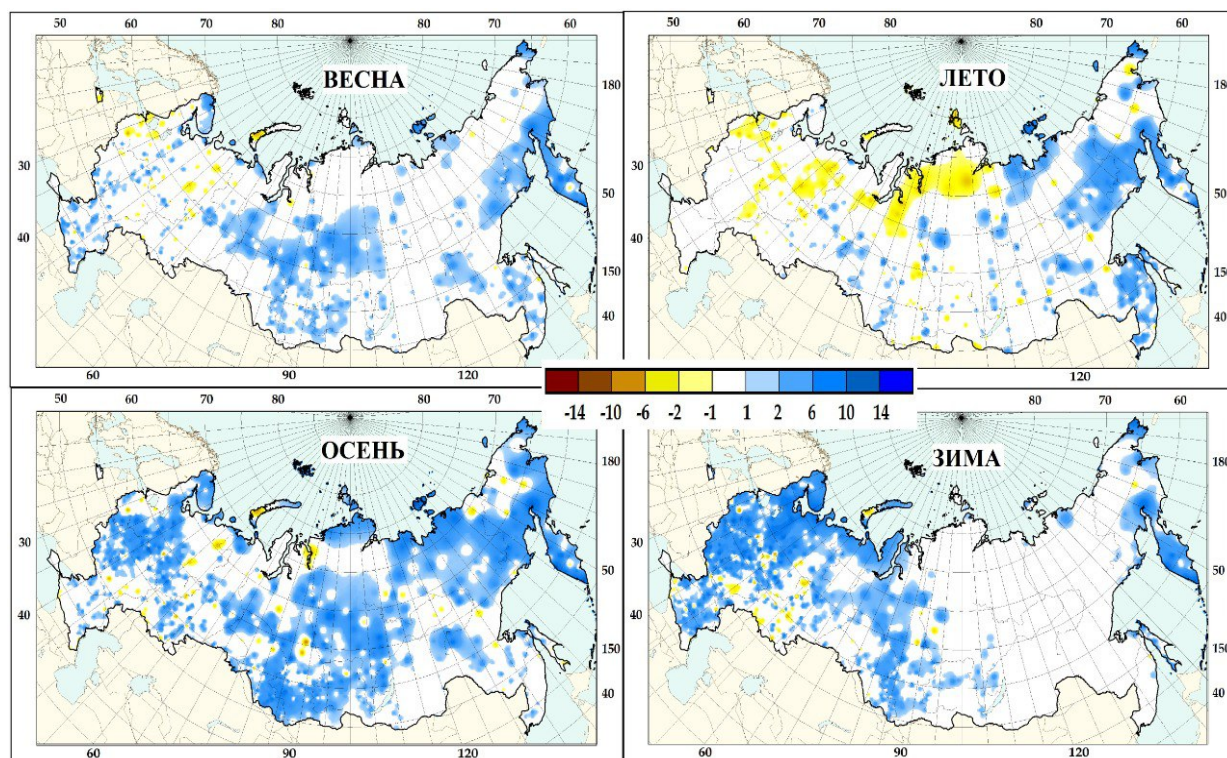


Рисунок 20.7 - Коэффициенты линейного тренда (дни/10 лет) числа пасмурных дней (8-10 баллов) по нижней облачности (значимые на 5% уровне)

Наиболее существенное уменьшение пасмурных дней по общей облачности наблюдается зимой и весной в северо-западных и центральных районах Якутии, отдельных районах Красноярского края и Иркутской области, летом – в центральных районах ЕЧР, Красноярского края, Саянах и Верхнеленских районах Иркутской области. Наибольший по абсолютной величине отрицательный коэффициент линейного тренда за год $-36,5$ дня/10 лет получен на метеорологической станции Муторай в Эвенкии. При этом во все сезоны на территории страны преобладают «белые области», т.е. территории, где число пасмурных дней по общей облачности практически не меняется. Тем не менее, при региональном осреднении за год получены значимые отрицательные тренды как по России в целом, так в пяти квази-однородных районах (таблица 20.5). Это в значительной степени обусловлено уменьшением облаков среднего яруса. Отрицательные коэффициенты линейного тренда зимой и летом получены в большинстве квази-однородных районах (таблица 20.6).

Таблица 20.5 – Оценки линейного тренда (статистически значимые на 5%-уровне значимости) годовых и сезонных значений числа ясных и пасмурных дней общей и нижней облачности. Nd_{0-2} , дни/10лет- число ясных дней; Nd_{8-10} , дни/10лет- число пасмурных дней

Регион	Nd_{0-2} , дни/10лет					Nd_{8-10} , дни/10лет				
	год	зима	весна	лето	осень	год	зима	весна	лето	осень
Общая облачность										
Россия	-1,4	-0,8	-0,6			3	1,5	0,5		1.0
Север ЕЧР и Западной Сибири	-1,3		-0,5			4,8	3,8			1,5
Сев. часть Восточной Сибири и Якутии					-0,5	1,6				1,8
Чукотка и север Камчатки	-1,5						2,6			

Центр ЕЧР						3,4			-1,1	
Центр и юг Западной Сибири	-2,4		-1,2	-0,4		4,4		1,8		
Центр и юг Восточной Сибири	-1,3		-0,6		-0,6	1,8	1,4			1,2
Дальний Восток	-2	-0,8		-0,5	-0,6	4,3		0,9	1,4	1,0
Алтай и Саяны			-1,0							1,5
Юг ЕЧР									-0,7	
Нижняя облачность										
Россия	-6,7	-2,0	-2,6	-0,8	-1,2	3	1,4	0,6		1,1
Север ЕЧР и Западной Сибири	-6,6	-3,9	-1,9		-1,1	3,5	3,1			1,2
Сев. часть Восточной Сибири и Якутии	-9,2	-2,5	-2,7	-1,0	-3,2	3,2	0,3	0,6	0,9	1,7
Чукотка и север Камчатки	-10,4	-4,4	-2,6		-2,8	8,0	1,9	1,6	2	2,8
Центр ЕЧР	-3,4		-1,9			2,4	1,9		-0,5	1,1
Центр и юг Западной Сибири	-8,0		-3,8	-1,9	-1,2	3,1	1,2	0,9	0,5	1,1
Центр и юг Восточной Сибири	-9,0	-2	-3,5	-1,2	-2,8	2,6	0,3	0,7	0,5	1,2
Дальний Восток	-7,5	-2,3	-2,1	-1,6	-1,8	4,8	1,2	1,3	1,4	1,2
Алтай и Саяны	-8,4	-1,9	-3,4		-2,5	2,6	0,7	0,7		1,5
Юг ЕЧР	-2,5		-1,7			1,8	1,2			

Число пасмурных дней по нижней облачности, в отличие от среднего балла, изменяется гораздо меньше, поскольку средний балл хоть и растет, но не всегда превышает 8 баллов. Тенденция увеличения пасмурных дней по нижней облачности выявлена зимой на большей части ЕЧР и севере Западной Сибири, осенью – на северо-западе и в центре ЕЧР, на юге Западной Сибири и севере Дальневосточного ФО (рисунок 20.7). Тенденцию уменьшения пасмурных дней по нижней облачности можно отметить летом на Таймыре и Гыданском полуострове, а также весной и летом в отдельных районах ЕЧР. При региональном осреднении значимые положительные тренды получены зимой и за год для всех квази-однородных районов и России в целом (таблица 20.5). Слабая тенденция уменьшения числа пасмурных дней по нижней облачности выявлена только летом в центре ЕЧР (IV район).

Таблица 20.6 – Оценки линейного тренда (статистически значимые на 5%-уровне значимости) сезонных значений повторяемости основных форм облачности

№ района	зима									лето								
	Ci	Cc	Cs	Ac	As	Cu	Cb	St	Sc	Ci	Cc	Cs	Ac	As	Cu	Cb	St	Sc
I	-1.0		-0,3	0,4	-0,8	-0,1	0,6		3.0		0,2	0,2		-0,3	-0,6	0,5	-0,4	0,9
II	-1,8		-1.0	0,8	1,1		0,3	0,1	1,3		0,1	0,2	-1.0		-0,5	1.0	-0,5	1,3

III	-0,9		-0,9	-1.0	-0,9	0,1	1,3		2,6				-1,2	-0,7	-1.0	3,2	-0,9	1,2
IV				0,7			0,4	-0,7	3.0	0,5	0,2	0,3		-0,2	-0,6		-0,2	1,2
V		0,1	-0,2	0,5	-1.0		1,2		1,7		0,2	0,2	-0,4	-0,2	-1.0	0,8	-0,1	1,3
VI	-0,8	0,1		0,3	0,6		0,6		0,7		0,1	0,3	-0,7	-0,1	-0,6	1,1	-0,2	0,6
VII	-0,3	0,2				-0,1			1,8		0,2		-0,5	-0,4	-0,7	1,1	-0,5	1,7
VIII			-0,2		-1,1	-0,1	1,1		1,2	0,6	0,1		-0,2	-0,2	-1,3	0,6	-0,2	1,3
IX			-0,1		-0,5		1,1	-1,3	3.0	0,6	0,1	0,1	-0,5	-0,2	-0,8		-0,1	1,1

ВЫВОДЫ

- В 2025 г. средняя годовая температуры, осредненная по территории России, ЕЧР, АЧР и федеральных округов (кроме ДФО) была среди пяти самых крупных в соответствующих временных рядах с 1936 года., причем на территории ЕЧР, ЦФО и ПФО – рекордная. В целом по РФ в 2025 году аномалия температуры составила $+1,24^{\circ}\text{C}$ – вторая величина в ряду после 2020 г. ($+2,03^{\circ}\text{C}$).

Зимой 2024/25 гг. осредненные по территории РФ, ЕЧР, АЧР сезонные аномалии: $+3,28^{\circ}\text{C}$, $+3,21^{\circ}\text{C}$, $+3,31^{\circ}\text{C}$ (ранги 2, 2, 1). Температура, превышающая 95-й процентиль наблюдалась всюду, кроме юга ЕЧР и северо-востока страны.

Весной 2025 года осредненные аномалии температуры по РФ, ЕЧР и АЧР составили $+1,43^{\circ}\text{C}$ (ранг 5), $+1,95^{\circ}\text{C}$ (ранг 3), $+1,23^{\circ}\text{C}$ (ранг 8). Температура, превышающая 95-й процентиль, наблюдалась в центре и на юге ЕЧР, на юге АЧР, на востоке Якутии. Температура ниже климатической нормы наблюдалась на Чукотке.

Летом осредненная по РФ аномалия температура составила $+0,56^{\circ}\text{C}$ (ранг 8), по ЕЧР: $+0,31^{\circ}\text{C}$ (ранг 24), АЧР: $+0,66^{\circ}\text{C}$ (ранг 5). Температура, превышающая 95-й процентиль, отмечалась всюду в СФО ($+0,94^{\circ}\text{C}$, ранг 4), в Приамурье и Приморье ($+1,26^{\circ}\text{C}$, ранг 2), на Камчатке, в предгорьях Кавказа. Температура ниже нормы (аномалии температуры до $-0,1^{\circ}\text{C}$) наблюдалась в ЦФО и в ряде районов ДФО (на юге и востоке Якутии, в Чукотском АО).

Осенью осредненная по РФ аномалия температуры составила $+0,85^{\circ}\text{C}$ (ранг 11), по ЕЧР: $+2,40^{\circ}\text{C}$ (ранг 2), по АЧР: $+0,27^{\circ}\text{C}$ (ранг 22). На севере АЧР (восточнее нижнего и среднего течения Енисея) температура была ниже климатической нормы.

Особо выделяется январь: осредненные аномалии температуры по территориям РФ, ЕЧР и АЧР составили $+3,67^{\circ}\text{C}$, $+5,24^{\circ}\text{C}$, $+3,08^{\circ}\text{C}$ – третьи самые крупные величины в соответствующих рядах.

Кроме того, в ЕЧР было очень тепло в марте и ноябре (вторые самые теплые).

В АЧР очень теплыми месяцами были: декабрь 2024 г. ($+4,71^{\circ}\text{C}$, ранг 2), июнь), август сентябрь ($+0,92^{\circ}\text{C}$, $+0,81^{\circ}\text{C}$ $+1,09^{\circ}\text{C}$, ранг 3).

На всех станциях Северного Кавказа, во все сезоны и в году в целом, наблюдались положительные аномалии **средних температур** (за исключением метеорологической станции Терскол в летний и зимний сезоны, Теберды в зимний сезон). В зимний сезон на всех станциях отмечались отрицательные аномалии **максимальных температур**. Что касается **минимальных температур**, то отрицательная аномалия с превышением межгодовой изменчивости от 1σ до $1,69\sigma$ наблюдалась только в весенний сезон на метеорологической станции Прохладная.

- Современное потепление, начавшееся в середине 70-х годов прошлого столетия, продолжается на всей территории России в целом за год и во все сезоны. Средняя скорость потепления за период 1976-2025, в среднем по России и за год составила $0,51^{\circ}\text{C} / 10 \text{ лет}$ (вклад в общую изменчивость 62%). Наиболее активно потепление протекает весной ($0,64^{\circ}\text{C} / 10 \text{ лет}$), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделяется летом ($0,41^{\circ}\text{C} / 10 \text{ лет}$: описывает 71% суммарной дисперсии). Максимум летнего потепления отмечается на юге ЕЧР: ($0,71^{\circ}\text{C} / 10 \text{ лет}$ для ЮФО).

Минимум потепления в среднем за год отмечен на юге Сибири и на востоке Якутии, где зимой все еще наблюдается небольшая область убывания температуры. Летом и осенью рост температуры на юге Сибири (осенью также в центре) очень слаб.

На всех станциях Кавказского региона наблюдался положительный тренд средних годовых и сезонных температур; значимый на 1%-ном уровне, кроме зимнего, весеннего и осеннего трендов в Терсколе. Наиболее высокие темпы роста средних температур наблюдаются летом и осенью.

- В Арктике зима, весна и осень 2025 года – экстремально теплые сезоны: первая, третья и первая величины в рядах, начиная с 1951 года.

В области Северного морского пути в 2025 году также наметилось повышение температуры, которая оказалась несколько выше во все сезоны, чем в 2024 году.

В области морской Арктики температура с 1990-х годов повысилась к 2018-2020 гг. зимой более чем на 4°C , а летом — на 2°C . На акватории Сибирских арктических морей (Карское–Чукотское моря), по которым проходит Северный морской путь, особенно заметно потеплело в 2010-е годы. Данные метеорологических станций на побережье и островах показывают здесь повышение зимней температуры воздуха с 1970-х годов по 2018 год на 6°C , а летней к 2020 году почти на 3°C . В 2021-2023 гг. температура понизилась, но в 2025 году повышение возобновилось.

Площадь, занятая морским льдом в Северном Ледовитом океане в сентябре 2025 года на сезонном минимуме, показывает, что сентябрьский лёд занимал площадь более 4500 тыс. км², что значительно выше сентябрьских минимумов 2012 и 2020 годов. Сентябрьская площадь льда в арктических морях, по которым проходит Северный морской путь (СМП) была в 2025 году также выше минимальных значений 2012 и 2020 годов.

Совместное влияние зимней суммы градусодней мороза (СГДМ) и летней (июнь-август) температуры воздуха объясняет 90% изменчивости площади морского льда (ПМЛ) в сентябре в Северном Ледовитом океане (СЛО), в октябре эта часть изменчивости возрастает до 92% в СЛО и 88% в арктических морях.

- В тропосфере Северного полушария 2025 год стал вторым в ряду самых теплых лет после 2024 года с аномалией температуры $0,89^{\circ}\text{C}$. Рекордно высокая температура наблюдалась зимой в низких (аномалия $1,14^{\circ}\text{C}$) и высоких (аномалия $1,27^{\circ}\text{C}$) широтах. В целом по Северному полушарию 2025 год вошел в четверку самых теплых лет во всех сезонах. 2015-2025 гг. являются самым теплым периодом с начала инструментальных наблюдений в тропосфере Северного полушария.

В нижней стратосфере в 2025 году температурные рекорды наблюдались зимой в высоких широтах с аномалией температуры $-4,22^{\circ}\text{C}$ и летом и осенью в умеренных широтах с аномалиями $-1,48$ и $-1,80^{\circ}\text{C}$ соответственно. Стратосфера высоких широт в 2025 году характеризовалась ранним наступлением (в первой половине марта) финального стратосферного потепления, что проявилось в большой положительной весенней аномалии температуры, равной $1,21^{\circ}\text{C}$. В целом по Северному полушарию 2025 год стал вторым в ряду самых теплых лет летом и осенью и четвертым за год в целом с аномалией температуры $-1,05^{\circ}\text{C}$.

Структура климатических трендов температуры, исследованных за период с 1981 года по 2025 год, подтверждает тенденции потепления в тропосфере и тенденции значительного похолодания в нижней стратосфере.

В тропосфере добавление оценок аномалий за 2025 год к соответствующим рядам, ранее исследованным за период до 2024 года включительно, привело к увеличению преимущественно зимних и весенних оценок трендов во всех широтных поясах, за исключением зимы умеренных широт. Летние и осенние оценки трендов, за исключением осени низких широт, не изменились, точно также как и годовые оценки. Среднегодовой тренд температуры всего Северного полушария, также как и в 2024 году, составил $0,24^{\circ}\text{C}/10$ лет.

В нижней стратосфере 2025 года наибольшее изменение оценок трендов по сравнению с 2024 годом произошло зимой и весной в высоких широтах. Зимний тренд изменился от $-0,13$ до $-0,24^{\circ}\text{C}/10$ лет, а весенний от $-0,31$ до $-0,25^{\circ}\text{C}/10$ лет. При этом обе оценки являются статистически незначимыми в 2025 году. Рост оценок трендов по абсолютному значению наблюдался летом и осенью в умеренных широтах. В целом по Северному полушарию уменьшились по абсолютному значению оценки зимнего, весеннего и осеннего трендов. Среднегодовой тренд температуры всего Северного полушария, также как и в 2024 году, составил $-0,41^{\circ}\text{C}/10$ лет.

В **2025 г.** годовые суммы осадков в целом по РФ, ЕЧР и АЧР составили 110, 106 и 112% нормы (на АЧР (за счет УФО и СФО) и в целом по России рекордно высокие значения). Дефицит осадков наблюдался на севере АЧР и в ЮФО.

Из сезонов следует выделить «влажные» весну и лето, как в целом по РФ (121 и 113% - максимальные величины в соответствующих рядах), так и в АЧР (126 и 114% - вторая и четвертая величины в рядах). Зима была особенно снежной в СЗФО (122%, ранг 4) и в УФО (130%, ранг 2).

Зимой 2024/25 гг. осадки в целом по РФ составили 104% нормы. Избыток осадков (с 95%-е экстремумами осадков) наблюдался в обширной полосе в центре страны (120-130% нормы). Дефицит осадков отмечен, в основном, на юге страны и на севере АЧР.

Весной в целом по РФ, ЕЧР и АЧР выпало 121, 114 и 126% нормы осадков (ранги 1, 9, 2). Из месяцев весны выделяется апрель - в целом по России и по АЧР количество выпавших осадков составило 142% и 149% нормы – максимальные величины в соответствующих рядах.

Летом осадки по территории РФ, ЕЧР и по АЧР составили: 113, 109 и 114% нормы (ранги 1, 16, 4). Из летних месяцев выделяются июнь (осредненные осадки по РФ, по ЕЧР и по АЧР – 118, 125, 115% нормы (ранги 1, 6, 6) и июль (осредненные осадки по территории АЧР составили 121% нормы - ранг 4).

Осенью преобладал дефицит осадков: 96% нормы в целом РФ, 81% - в октябре.

Количество выпавших в декабре 2025 г. осадков, в целом по России, ЕЧР, АЧР составило 133, 125 и 138% нормы (ранг 2, 7, 2).

На Северном Кавказе в 2025 году в среднем за год имел место дефицит осадков на станциях Нальчик (аномалии менее -1σ) и Теберда и превышение климатической нормы сумм осадков на станциях Ахты и Прохладная. В зимний и летний сезоны имел место дефицит осадков менее от 1σ на всех станциях, кроме Прохладной (здесь дефицит осадков был не столь значительным). Весной на метеорологических станциях Ахты и Терскол наблюдался избыток осадков более от 1σ .

Отклонений суточных максимумов осадков и числа дней с осадками не менее 5 мм более, чем на 1σ ни на одной из станций не наблюдалось.

- На территории России в целом преобладает тенденция к **увеличению годовых сумм осадков**: тренд за 1976-2025 гг. составляет 1,9% / 10 лет, вклад в дисперсию 41%. В ряд областей Сибири и Дальнего Востока тренд превышает 5%/10 лет.

Тенденция к увеличению осадков наблюдается во все сезоны, наиболее значительная - **весной** (практически повсеместно, 5,4% / 10 лет, вклад в дисперсию 44%). Однако **летом в центральных и южных регионах ЕЧР осадки убывают**: в ПФО тренд -5,1% нормы в десятилетие, в ЦФО -4,5% нормы в десятилетие.

Тренд годовых и сезонных осадков за период 1976-2024 гг. на всех станциях Кавказского региона статистически незначим. Значимый на 5%-м уровне тренд просматривается для числа дней с осадками не менее 5 мм – на станции Теберда весной ($D=8\%$) и на станции Нальчик летом ($D=12\%$), а также для максимумов суточных осадков на станции Прохладная летом ($D=9\%$). Следует заметить, что во всех климатических зонах имеет место отрицательная тенденция летних сумм осадков.

- **Продолжительность залегания снежного покрова** в среднем по России зимой 2024-2025гг. оказалась значительно меньше климатической нормы, отрицательная аномалия стала рекордной в ранжированном ряду с 1967 года. Зима 2024-2025 гг. выдалась малоснежной на большей части страны. Наибольшие по абсолютной величине отрицательные аномалии максимальной высоты снежного покрова отмечены на большей части ЕЧР, юге Западной Сибири, Красноярского края, в Иркутской области, Камчатском и Приморском краях, прибрежных районах Магаданской области. Отрицательная аномалия максимальной высоты снежного покрова в центре ЕЧР (IV квази-однородный район) попала в десятку наименьших значений.

Максимальный за прошедшую зиму **запас воды в снеге** по данным маршрутных снегосъемок в среднем по России оказался значительно ниже климатической нормы **как в поле**, так и **в лесу**, оба значения попали в десятку наименьших значений в ранжированном ряду с 1967 года. Во всех квази-однородных климатических районах, кроме I (север ЕЧР и Западной Сибири), отмечены отрицательные аномалии запаса воды в снеге в поле, при этом отрицательная аномалия в III районе (Чукотка и север Камчатки) стала рекордной, а в IV районе (Центр ЕЧР) – третьей наименьшей в ранжированном ряду с 1967 года. На лесном маршруте аномально низкие запасы воды в снеге, которые попали в тройку наименьших, отмечены в IV и VIII квази-однородных районах (Центр ЕЧР, Алтай и Саяны).

- По состоянию на 10 марта 2025 г. **запасы воды в снежном покрове** в бассейнах рек ЕЧР из-за частых оттепелей и дождей оказались в основном ниже среднееголетних значений. В среднем на территории бассейна Волги запасы воды в снеге составили около 65% нормы. В **бассейнах рек и водохранилищ Сибири** запасы воды в снеге составляли в основном около и больше нормы.

- Сроки начала ледообразования на большинстве рек страны были преимущественно позже нормы на 2-27 дней (из-за очень теплой осени 2024 года). Появление льда началось на северо-востоке страны в первой декаде октября 2024 года (на реках Яна, Индигирка и Колыма), и лишь в первой декаде декабря ледообразование началось на реках и водохранилищах центра и юга ЕЧР.

Вскрытие ото льда большинства рек России преимущественно произошло на 3-22 дня раньше или около средних многолетних сроков. Раньше всех (в конце третьей декады марта) вскрылись реки центра и юга ЕЧР, очистились ото льда Рыбинское, Горьковское, Куйбышевское, Саратовское и Волгоградское водохранилища. Позже всего разрушение ледяного покрова произошло в конце мая - в первой декаде июня на реке Енисей.

- Суммарные за холодный период аномалии **числа случаев с гололедом** были положительными на северо-востоке ЕЧР, юге ЦФО, севере ЮФО, в УФО, Камчатском и Приморском краях, а отрицательные аномалии наблюдались на северо-западе ЦФО, северо-западе ПФО и юге ЮФО.

Отрицательные аномалии числа случаев с **кристаллической изморозью** преобладали, положительные аномалии отмечались отдельными очагами в Амурской и Магаданской областях, на западе Иркутской области.

Увеличение числа дней с отложением **мокрого снега** наблюдалось на юге и в центре УФО, отдельными небольшими очагами в Западной Сибири, на востоке ПФО, востоке и западе ЦФО, западе СЗФО, севере ЮФО, реже, чем обычно, **отложение мокрого снега** наблюдалось в Крыму, Псковской области, на юге Карелии, востоке Приморского края.

Преобладали отрицательные аномалии **веса гололеда**, рост отмечался только на большей части ЮФО, юго-западе ЦФО, юге Коми (1,2-1,6 г/см).

В распределении среднего веса **кристаллической изморози** преобладали отрицательные аномалии.

Преобладали отрицательные аномалии отложения **мокрого снега**, рост веса наблюдался только на западе ЮФО, в Карелии, Мурманской области, центральных районах ЦФО, на юге полуострова Канин, северо-востоке ХМАО, юго-востоке ЯНАО, западе Оренбургской области.

В аспекте изменений, по-прежнему преобладают положительные тенденции числа случаев с **гололедом** на ЕЧР и УФО, наибольшие коэффициенты линейного тренда получены на северо-востоке ПФО, юго-западе Коми, юго-востоке ЯНАО и в Астраханской области (0,8-1,6 случаев за 10 лет).

По данным на метеорологических станциях получены ярко выраженные значимые на 5% уровне как отрицательные, так и положительные значения коэффициентов трендов **числа случаев с кристаллической изморозью**. При региональном осреднении значимые отрицательные тренды выявлены в регионах Атлантическая Арктика, на северо-западе, юго-западе и в степной части Восточно-Европейской равнины (1, 4, 6 и 8 регионы), а

значимые положительные тенденции получены в центральной части Восточной Сибири, бассейне Ангары и на Дальнем Востоке (14, 15, 17 и 18 регионы).

Почти на всей ЕЧР и Западной Сибири получен значимый положительный тренд *числа случаев с отложением мокрого снега*. Статистически значимые положительные тенденции отмечены в всех регионах ЕЧР и Западной Сибири, а также в целом для страны и для ЕЧР.

Рост веса **гололеда** отмечался на большей территории ЕЧР и юге Приморского края, однако при региональном осреднении значимых коэффициентов линейного тренда веса гололеда не получено.

- Осреднение по федеральным округам выполнено в пределах условной земледельческой зоны южнее 66,5° с. ш. (до 90° в. д.), 60° с. ш. (до 130° в. д.) и 55° с. ш. восточнее.

На территории возделывания озимых зерновых культур даты возобновления вегетации (переход через 5°C весной) наблюдались значительно раньше среднемноголетней даты, и аномалии составляли от -18 до -2 суток.

Продолжительность периода вегетации ($T > 5^{\circ}\text{C}$) и периода активной вегетации ($T > 10^{\circ}\text{C}$) превышала среднемноголетние значения на всей исследуемой территории, и в среднем аномалия составила +13 суток. Вегетационный период в ЦФО и ПФО длился на месяц дольше (аномалия +34 и +30 суток), а период активной вегетации – практически на две недели (+11 и +13 суток).

В ЮФО и СКФО положительные аномалии суммы температур воздуха за период вегетации ($T > 5^{\circ}\text{C}$) достигли высоких значений – до +378°C, ЦФО и ПФО - от +289 до +305°C, а в УФО и СФО - ~130°C и ~190°C.

Благоприятные агроклиматические условия сложились в вегетационный период зерновых культур в 2025 году практически на всей территории земледельческой зоны за исключением территории ЮФО, где в весенне-летний период осадков выпало на 17% меньше среднемноголетних значений.

Аномалии увлажнённости по показателю ГТК в 2025 году были преимущественно положительными на ЕЧР и в Сибири. Отрицательные аномалии ИС (за период с температурой выше 5°C) свидетельствуют об отсутствии дефицита увлажнённости на территории СКФО, УФО и СФО в течение всего тёплого периода года.

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в 2025 году весной на дату возобновления вегетации и до фазы колошения зерновых культур были достаточными во всех сельскохозяйственных районах и колебались в диапазоне от 76 мм (СКФО) до 196 мм (СЗФО). Отмечался высокий уровень увлажнённости почвы за период с мая по сентябрь в основных зернопроизводящих регионах на ЕЧР – в ЦФО и ПФО, а на АЧР – в СФО и ДФО. Локальная почвенная засуха могла наблюдаться в ЮФО и СКФО в период с июня по август, то есть практически весь вегетационный период зерновых культур.

Сохраняется положительная тенденция к росту продолжительности вегетационного периода ($T > 5^{\circ}\text{C}$) и периода активной вегетации ($T > 10^{\circ}\text{C}$), тенденция к росту весенних осадков повсеместно в земледельческой зоне. Оценки коэффициента линейного тренда для суммы активных температур воздуха и суммы температур выше 5°C показывают, что скорость роста этих показателей на ЕЧР выше, чем на АЧР. Средняя скорость роста по земледельческой зоне составляет ~90°C/10 лет.

Сохраняется положительная тенденция к росту продолжительности вегетационного периода ($T > 5^{\circ}\text{C}$) и периода активной вегетации ($T > 10^{\circ}\text{C}$). Максимальная скорость роста продолжительности вегетационного периода наблюдается в ЮФО и СКФО и составляет 6-7 суток/10 лет.

По оценкам степень засушливости в земледельческой зоне растёт: за период 1976-2025 гг. оценки линейного тренда ГТК за период с мая по август и индекса сухости Будыко (ИС) за весь тёплый период года ($T > 5^{\circ}\text{C}$) составляют -0,03 и 0,02 ед./10 лет, соответственно.

В основных зернопроизводящих областях ЦФО и ПФО климатически обусловленная урожайность яровой пшеницы в среднем выше уровня предшествующего пятилетия на 3 и 19% соответственно. На АЧР при сложившихся благоприятных агроклиматических условиях на территории УФО климатически обусловленная урожайность превысила уровень 2020-2024 гг. на 30%. В Сибири и на Дальнем Востоке уровень КОУ близкий к среднему за предшествующее пятилетие (средняя аномалия –3,5%).

- В 2025 г. на территории России получены данные наблюдений мощности сезонно-талого слоя вечной мерзлоты (СТС) с 21 площадки CALM.

На Европейской части криолитозоны доступных данных нет. По данным девяти площадок Западной Сибири, сохраняется высокий положительный тренд мощности СТС (тренд для двух площадок района Надыма составляет 44 и 62 см/10 лет). Для Центральной Сибири были доступны данные 5 площадок, на самой северной из них – Игарка, тренд СТС составил 31 см/10 лет. Для Восточной Сибири криолитозоны РФ доступны данные 2 площадок в верховьях Колымы (мощность СТС по сравнению с 2024 г. не изменилась). Северо-восток криолитозоны РФ представлен данными 5 площадок - на 3-х из 5-ти площадок наблюдалось небольшое увеличение мощности СТС.

Анализ данных с 21 площадок CALM показал сохранение положительных трендов СТС практически на всей территории криолитозоны России в 2025 году, близких по значению к трендам 2024 года, что свидетельствует о сохранении устойчивой тенденции увеличения мощности СТС. Наиболее значительное увеличение мощности СТС за последние 20 лет отмечается на Европейской части криолитозоны на острове Кашин (39 см/10 лет) и в западной части Западной Сибири (северная часть полуострова Ямал, район Надыма (44 и 62 см/10 лет), Уренгоя (36 см/10 лет), где расположены основные нефтегазовые районы Западной Сибири.

Сохранение устойчивой тенденции увеличения мощности СТС на территории криолитозоны России обусловлено, прежде всего, продолжающимся ростом температур воздуха в высоких широтах Арктики, увеличением температуры поверхности почвы и сокращением площади морских льдов в летнее время.

- С увеличением глубины уменьшаются как положительные, так и отрицательные аномалии минимальной температуры почвы. На большей части территории России во всем слое до 320 см преобладают положительные аномалии менее 2°C. Наибольшие аномалии потепления почвы, проникающие до нижней анализируемой глубины 320 см, наблюдаются в Восточной Сибири.

В период 1976-2025 гг. тенденция повышения минимальной температуры почвы ослабевала с глубиной. На большей части территории России преобладают тренды $<0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет на всех глубинах до 320 см.

- По данным материалов аэрофотосъёмки ГУ МЧС России по КБР проводилась оценка динамики отдельных крупных ледников Центрального Кавказа и Западного Кавказа. Выявленные изменения границ ледников Центрального Кавказа (в основном, характеризующие деградацию ледников) подтверждают тенденции, сложившиеся с 90-х годов прошлого века в связи с наблюдающимся как глобальным, так и региональным потеплением. Такие климатические изменения являются одним из основных факторов влияния на ледники (уменьшение их площади) и, как следствие, роль таяния ледников в формировании ресурсов воды в реках и водоемах, становится все более значительной.

- В XXI веке оледенение Центрального Алтая сократилось на 93,8 км² или 18,8% от 2001 г. Ледники Катунского хребта потеряли 16,2% площади, Северо-Чуйского хребта – 19,1%, а Южно-Чуйского хребта – 22,9% своей площади. Последние 7 лет ледники Центрального Алтая сокращаются со средней скоростью 0,9% в год.

- 2025 год в России был аномальным по количеству опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ). Количество ОЯ составило 1131 в целом по территории России и 364 нанесших значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения. В 2025 году было зарегистрировано только опасных

метеорологических явлений (ОЯ) на 6% меньше, чем в 2024 году (639 случаев – 3-е место за весь 29 летний период их учета).

Самой высокой была повторяемость очень сильного ветра, сильных осадков, КМЯ и заморозков. Суммарное количество этих четырех явлений составляет 79% от всех опасных метеорологических явлений в 2025 г.

Наибольший ущерб был нанесен в первую очередь очень сильными дождями, заморозками, порывистым ветром и чрезвычайной пожарной опасностью, которая сохранялась в ряде регионов с апреля по октябрь. Заморозки на ЕЧР были столь частыми и сильными, что вновь, как и в предшествующие 2024 и 2023 г., погибли завязи плодовых кустарников и деревьев. Из наиболее резонансных метеорологических явлений можно отметить очень сильный ветер 5-6 апреля в Иркутской области (порывы достигали 26-31 м/с, местами до 34 м/с, которые привели к техногенным пожарам, повреждению опор ЛЭП, кровлям на объектах).

На территории СФО, ДФО и ЮФО зарегистрировано 61% всех ОЯ и КМЯ.

Наибольшая повторяемость ОЯ происходила в теплый период года (с мая по август) – 54%, что связано с активной конвекцией атмосферы. Наибольшее количество очень сильных осадков наблюдалось в июне-июле-августе, сильных заморозков – в мае и сентябре, сильной жары и сильного ветра – в июле.

- В целом радиационный режим 2025г. на территории России был близок к норме в зимний сезон и отличался преобладанием отрицательных аномалий прямой радиации весной и летом. При этом летний сезон характеризовался контрастными условиями в отдельные месяцы. Наиболее ярко это проявилось в августе, когда обширная положительная аномалия прямой радиации охватила северо-восток ЕЧР, а также Западную и Восточную Сибирь к северу от 60-й параллели. Месячные аномалии прямой радиации достигали в этих районах рекордно-высоких значений. В поле рассеянной радиации, как и в предыдущие годы, доминировали отрицательные аномалии.

Анализ многолетних изменений пространственно-осредненных аномалий годовых сумм радиации показывает, что на территории ЕЧР с начала 90-х годов XX в. наблюдается положительная тенденция в изменении прямой радиации. В Средней Сибири сохраняется тенденция к снижению приходящей радиации, наметившаяся в начале XXI в., которая реализуется на фоне сильной межгодовой изменчивости.

- В 2025 году средняя годовая аномалия продолжительности солнечного сияния (ПСС) в целом для территории РФ - RS=99% с вероятностью P = 39%.

Зимой 2024-2025 гг. на территории РФ наблюдалась небольшая отрицательная аномалия ПСС (RS), которая составляла 96-98% с вероятностью (P) 30-42%. Положительные аномалии ПСС наблюдались на юге ЕЧР, особенно в ЮФО (RS до 124% при P=95% - среди пяти самых крупных), на севере Восточной Сибири и Якутии (особенно в январе: RS=173, % P = 94%), на Чукотке и севере Камчатки.

Весной на территории РФ ПСС наблюдалась немного ниже нормы (RS=97%, P = 28%). В ЮФО и СКФО наблюдались положительные аномалии ПСС (RS=104% и 107% соответственно), в остальных федеральных округах продолжительность солнечного сияния была ниже нормы и менялась от 90% до 99%. Низкие значения ПСС наблюдались в УФО (RS=83%) - среди пяти минимальных.

Летом на территории РФ ПСС соответствовала климатической норме (RS=100%). Средняя аномалия для ЕЧР составила 100%, а для АЧР - 101%, наибольшее значение ПСС наблюдалось в СКФО (RS=108, % P = 97%). Из месяцев выделяются июнь в СЗФО (RS=78% - среди пяти самых низких значений), июль на юге ЕЧР (RS=112% - среди пяти самых высоких значений), август на севере ЕЧР и Западной Сибири (RS=149% - среди пяти самых высоких).

Осенью на территории РФ продолжительность солнечного сияния превышала норму (RS=103%, P=67%). Из месяцев выделяется **сентябрь** на территории ЕЧР - наблюдалось наибольшее количество солнечных часов (RS=113%).

Изменения ПСС почти на всей территории РФ характеризуются положительным трендом, наблюдается на 74% станций. Средняя скорость роста ПСС для территории России в целом составляет 1,2%/10 лет, а вклад тренда в суммарную дисперсию – 33%. Положительный тренд для России в целом наблюдается во все сезоны и является статистически значимым (за исключением осени). Статистически значимым является положительный тренд годовых сумм ПСС также отдельно для ЕЧР и АЧР, при этом его скорость в ЕЧР в 3 раза больше (1,9%/10 лет), чем в АЧР (0,6%/10 лет).

- На ЕЧР (за исключением южных районов) и на АЧР (кроме южных и восточных районов) преобладали отрицательные аномалии среднегодовой скорости ветра, по абсолютной величине не превышающие 1 м/с. Средние скорости ветра выше 25 м/с отмечены в 26 пунктах (на арктическом побережье, Чукотке, юге Камчатки). Наибольшее число дней со средней скоростью ветра ≥ 15 м/с отмечалось на арктическом и тихоокеанском побережье страны.

Аномалии числа дней со скоростью ветра ≥ 15 м/с на большей части территории России близки к 0. Самые высокие положительные аномалии числа дней со скоростью ветра ≥ 15 м/с, наблюдались на метеорологической станции остров Сосновец (Мурманская область) – 3,43 дня и метеорологической станции Териберка (Мурманская область) – 1,48 дня.

Во все сезоны преобладают отрицательные аномалии средней скорости ветра на ЕЧР. Положительные аномалии зимой преобладали на арктическом побережье Сибири, Урале, в Забайкалье, на Сахалине (не превышали по модулю 2 м/с).

Наибольшее количество дней с экстремальным ветром (скорость ветра выше значения, соответствующего 95-ому процентилу) наблюдалось на метеорологической станции Средняя Олёкма (Забайкальский край) – 41 день, Лосиноборское, Тяня, Лопча в Восточной Сибири зимой (13 дней), а летом в Воейково (Ленинградская область) – 11 дней.

Максимальный рост скорости ветра отмечается в Республике Башкортостан (Мраково) весной и летом – 0,51 м/с и 0,41 м/с за 10 лет соответственно. Наибольшая тенденция уменьшения скорости ветра отмечается в Невельске (Сахалинская обл., единственный пункт, где скорость ветра уменьшалась близко к 1 м/с за 10 лет или больше, чем на 1 м/с за 10 лет 10 лет, во все сезоны).

Коэффициент линейного тренда в рядах числа дней со скоростью ветра ≥ 15 м/с статистически незначим на большей территории РФ.

Во все сезоны года средняя по территории России **скорость ветра** уменьшается. Скорости ветра уменьшаются для России в целом и во всех квази-однородных регионах, за исключением зимнего сезона в центре и на юге Восточной Сибири (район VI), весны и лета на Чукотке и севере Камчатки (район III). Изменения числа дней с ветром более 15 м/с на значительной части квазиоднородных регионов незначимы, а значимые коэффициенты линейного тренда имеют отрицательные значения. Наиболее заметна тенденция уменьшения количества таких дней зимой - на юге Европейской части России (–1,42 дней/10 лет) и зимой и осенью - в центре и на юге Западной Сибири (–0,93 и –0,86 дней/10 лет).

- В 2025 году в тропосфере в среднем за год больших аномалий скорости ветра не наблюдалось. При этом в отдельные сезоны в некоторых регионах аномалии скорости ветра превышали 3 м/с по абсолютному значению: весной – положительные аномалии над Уральскими горами; осенью – отрицательные аномалии на юго-западе ЕЧР. Направление ветра в целом за год и по отдельным сезонам было близко к климатическому. Значительные аномалии направления ветра наблюдались в отдельные месяцы: июнь, август, сентябрь и октябрь.

В нижней стратосфере в среднем за год положительные аномалии скорости ветра в южных регионах России превышали 2 м/с. Большими положительными аномалиями скорости ветра характеризовалась зима 2025 года, на северо-востоке Дальнего Востока они превышали 8 м/с, а отдельные месяцы (в январе и феврале) – 10,5 и 14 м/с. Летом и осенью

над большей частью территории России наблюдались небольшие, не превышающие 2 м/с по абсолютному значению, аномалии скорости. Летом – преимущественно положительные, осенью – отрицательные. В среднем за год и в отдельные сезоны направление ветра в целом соответствовало климатическому.

- В 2025 году продолжается увеличение концентрации CO_2 и CH_4 в атмосфере в фоновых условиях.

Среднегодовое значение концентрации CO_2 на станции Териберка достигло значения $430,0 \text{ млн}^{-1}$. Снизившийся в период 2022-2023 гг. прирост за год концентрации CO_2 стал вновь выше среднеглобального значения, составив 3,0 и 3,6 $\text{млн}^{-1}/\text{год}$ для 2024 и 2025 гг. Концентрация CH_4 также возрастает, при этом прирост уменьшается - снизился с 9,8 $\text{млрд}^{-1}/\text{год}$ в 2024 г. до 3,7 $\text{млрд}^{-1}/\text{год}$ в 2025 г. Изменения концентрации CO_2 и CH_4 на станции Териберка согласуются с общими глобальными тенденциями и количественно близки оценкам, полученным по результатам измерений на станциях, расположенных в том же широтном поясе.

На станции Обнинск в последние годы отмечается тенденция к замедлению прироста приземных концентраций парниковых газов. В 2025 г. приземные концентрации CO_2 , CH_4 , и N_2O сохранились на уровне 2023 - 2024 гг. Средние по высоте концентрации CH_4 выросли в 2025 г. в сравнении с 2024 г. на 9 млрд^{-1} , CO_2 - на 2 млн^{-1} , N_2O - на 2 млрд^{-1} .

Несмотря на отличие характера изменений концентрации парниковых газов в условиях влияния региональных источников от характера глобальных изменений, проявляются и общие закономерности. Концентрация CO_2 в атмосфере неуклонно растет. В 2025 гг. увеличение составило 2,6 - 3,8 $\text{млн}^{-1}/\text{год}$ на станциях ГГО и несколько меньше на станции Обнинск - 1 и 2 $\text{млн}^{-1}/\text{год}$ в приземном слое и в среднем во всей толще атмосферы, соответственно. Концентрация метана имеет периоды стабилизации в глобальном масштабе и может периодически уменьшаться от года к году для отдельных станций, особенно если ее изменения подвержены региональному влиянию. Такое снижение наблюдается периодически на станциях Новый порт, Обнинск и ПТБЗ.

Тренды концентрации парниковых газов для разных станций, в том числе и подверженных региональному влиянию, не сильно отличаются от среднеглобальных значений. Для станции Обнинск тренды парниковых газов в приземном слое в пределах погрешности совпадают с трендами общих содержаний в столбе атмосферы. Они составляют 10,2 млрд^{-1} , 2,6 млн^{-1} и 1,3 млрд^{-1} в год для CH_4 , CO_2 , и N_2O соответственно.

В 2025 году работы по программе мониторинга ЧУ выполнялись на 5 из запланированных к 2030 году станциях. Данные наблюдений показали, что в арктической зоне концентрации ЧУ в атмосфере в 2025 году были выше, чем в 2024.

- Над территорией Российской Федерации в 2025 г. преобладали пониженные среднегодовые значения общего содержания озона. В первом и втором кварталах практически над всей территорией РФ среднемесячные значения ОСО были ниже средних многолетних значений. В первом квартале дефицит средних за квартал значений ОСО на северных станциях достигал 20 %. В феврале и марте над территорией России наблюдались отрицательные аномалии ОСО, но из-за низкого Солнца в это время года опасности повышенной облученности земной поверхности ультрафиолетовой радиацией не было. Отклонения среднегодовых значений ОСО от нормы в 2025 г. для всех анализируемых станций лежали в интервале от -8 до +5 %.

По спутниковым данным (<http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov>) в 2025 г. полярный арктический озон в январе и феврале 17 дней обновлял ранее зарегистрированные за время наблюдений с 1979 г. минимумы озона, а в ноябре 6 дней обновлялись ранее зарегистрированные максимумы, из них 5 дней полярный арктический озон был аномально высоким. Полярный антарктический озон в период весенней антарктической озоновой аномалии в 2025 г. достиг минимального значения, которое было близко по величине к среднему многолетнему минимуму, примерно на две недели раньше среднего срока. В

период среднего многолетнего минимума полярный антарктический озон в 2025 г. существенно его превышал.

- Данные лидарных измерений стратосферного аэрозоля демонстрируют изменчивость его параметров, обусловленную, в первую очередь, нерегулярной последовательностью вулканических извержений взрывного характера. В последние несколько лет наблюдается увеличение оптической толщины сернокислотного аэрозоля в стратосфере. В то же время средняя оптическая толщина перистых облаков демонстрирует тенденцию к снижению. При этом вероятность их появления носит вариативный характер. Отмеченные особенности изменений параметров перистых облаков относятся к отдельно взятому пункту измерений (г. Обнинск). Происходящие изменения требуют дополнительного анализа и изучения, а также указывают на необходимость продолжения мониторинга стратосферного аэрозоля с увеличением числа функционирующих лидарных станций.

- Зимой повторяемость всех форм облаков, за исключением Cc, As, Cb и Sc, была ниже климатической нормы. Летом отмечены положительные аномалии повторяемости всех облаков верхнего яруса, кучево-дождевых и слоисто-кучевых, причем аномалия повторяемости слоисто-кучевых облаков стала второй в ранжированном ряду; а отрицательные аномалии облаков среднего яруса (высококучевые As, высокослоистые As, кучевые Cu) летом стали рекордными за период с 1985 года.

- **2025 год** для России в целом стал 1-м в ряду **среднего балла общей и нижней облачности** с 1985 года. Годовые аномалии среднего балла **нижней облачности** в III, V, VI, VII, VIII, IX квази-однородных районах (это Чукотка и север Камчатки, центр и юг Западной Сибири, центр и юг Восточной Сибири, Дальний Восток, Алтай и Саяны, юг ЕЧР) стали наибольшими в ранжированном ряду, по **общей облачности** – в V, VII районах (это центр и юг Западной Сибири, Дальний Восток). Наиболее облачными выдались **зима** и **весна** как по нижней, так и по общей облачности. Стоит отметить очень малооблачные **лето** и **осень** на территории Сибири, где в течение длительного периода преобладал антициклональный характер погоды.

Во все сезоны и за год **число пасмурных дней по общей и нижней облачности** превышало климатическую норму. Наиболее пасмурными выдались **зима** и **весна**, сезонные аномалии для России в целом и IV, VI, VII, VIII (это центр ЕЧР, центр и юг Восточной Сибири, Дальний Восток, Алтай и Саяны) квази-однородных районах стали рекордными по **общей облачности**. Отрицательные аномалии числа пасмурных дней по общей облачности стали наименьшими в II и III квази-однородных районах. По **нижней облачности зимние и весенние** аномалии во всех районах, кроме I, III и IX (это север ЕЧР и Западной Сибири, Чукотка и север Камчатки, юг ЕЧР) вошли в тройку наибольших значений в ранжированном ряду по убыванию с 1985 года, а в V и VII районах стали рекордными.

Во все сезоны значительные площади занимают области, где **средний балл общей облачности** не меняется. Коэффициенты линейного тренда, как положительные, так и отрицательные, во все сезоны невелики и составляют 0,1 -0,4 балла/10 лет. Тенденция увеличения среднего балла **общей облачности** особенно ярко выражена **зимой** в северных и западных районах Европейской территории, на севере Западной Сибири, **весной** на Урале и в Западной Сибири. На большей части страны **весной** и **осенью** выявлена тенденция увеличения **среднего бала нижней облачности**.

Тенденции изменения **числа пасмурных дней по общей облачности** во многом согласуются с изменением среднего балла общей облачности. Тенденция увеличения пасмурных дней по общей облачности выявлена **зимой** на западе и севере ЕЧР, севере Западной Сибири, **весной** - на большей части Западной Сибири и Южном Урале, **осенью** – в центральных областях ЕЧР, на юге Сибири, на побережье морей Карского и Лаптевых, а также на Камчатке. Наиболее существенное уменьшение **пасмурных дней по общей облачности** наблюдается **зимой** и **весной** в северо-западных и центральных районах

Якутии, отдельных районах Красноярского края и Иркутской области, *летом* – в центральных районах ЕЧР, Красноярского края, Саянах и Верхнеленских районах Иркутской области. При этом во все сезоны на территории страны преобладают «белые области», т.е. территории, где *число пасмурных дней по общей облачности* практически не меняется.

Тенденция увеличения *пасмурных дней по нижней облачности* выявлена *зимой* на большей части ЕЧР и севере Западной Сибири, *осенью* – на северо-западе и в центре ЕЧР, на юге Западной Сибири и севере Дальневосточного ФО. Тенденцию уменьшения *пасмурных дней по нижней облачности* можно отметить *летом* на Таймыре и Гыданском полуострове, а также весной и летом в отдельных районах ЕЧР.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

Сокращение	Полное название
АЧР	Азиатская часть России
БКП	биоклиматический потенциал
ВМО	Всемирная метеорологическая организация
г.	город (в разделе 4)
ГИО	гололедно-изморозевые отложения
ГСА	Глобальная службы атмосферы
ГТК	гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова
Доклад	Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации
ДФО	Дальневосточный федеральный округ
ед. Д.	единица Добсона — единица измерения содержания озона в атмосфере Земли (одна единица Добсона равна слою озона 10 мкм при стандартных давлении и температуре)
ЕЧР	Европейская часть России
ЗФИ	Земля Франца-Иосифа
ИС	индекс сухости М.И. Будыко
КАВ	климатически активные вещества
КМЯ	комплекс метеорологических явлений
ОС	общее содержание
ОСО	общее содержание озона
ОЯ	опасные гидрометеорологические явления
п.	поселок
ПГ	парниковые газы
пгт.	поселок городского типа
ПМЛ	площадь морского льда
пол. ст.	полевой стан
ПСС	продолжительность солнечного сияния
ПТБЗ	Приокско-Тerrasный биосферный заповедник
ПФО	Приволжский федеральный округ
р.	река
рп.	рабочий поселок
с.	село
СТДМ	сумма градусодней мороза
СЗФО	Северо-Западный федеральный округ
СКФО	Северо-Кавказский федеральный округ
СЛО	Северный Ледовитый океан
СМП	Северный морской путь
СТС	сезонно-талый слой
ст-ца	станция
СФО	Сибирский федеральный округ
УФО	Уральский федеральный округ
ч	час (в разделе 12)
ЧУ	черный углерод
ЦФО	Центральный федеральный округ
ЮФО	Южный федеральный округ