

Современные изменения климата Среднесибирского региона. Зима 2021-2022 г.

1. Наблюдаемые изменения температуры воздуха

На рис.1 представлены временные ряды, осредненных за зимний сезон, аномалий температуры воздуха, по территории Среднесибирского региона (Красноярский край, республики Хакасия и Тыва). За норму принимается базовый период 1961 – 1990 гг.

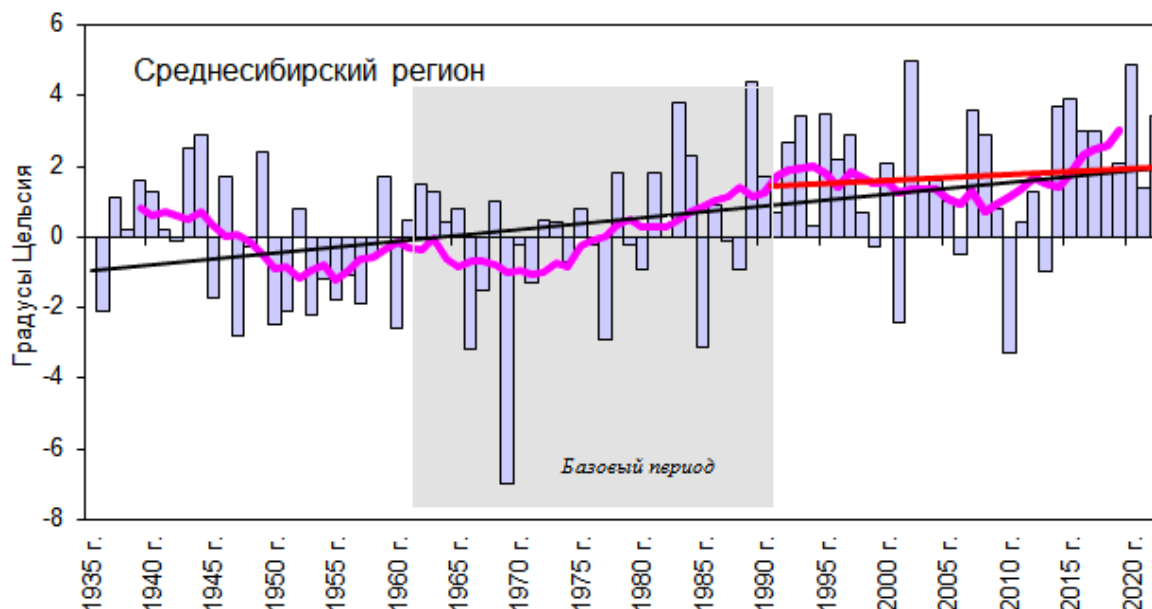


Рис. 1. Средние сезонные (зима: ноябрь-март) аномалии (1936-2022 гг.) температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) для территории Среднесибирского региона. Столбцы представляют аномалии – отклонения от средней температуры базового периода 1961 – 1990. Показана 11-летняя скользящая средняя, и линейный тренд температуры воздуха за период 1992 – 2022 гг. (красная) и линейный тренд температуры воздуха за период 1936 – 2022 гг. (черная).

Аномалия температуры воздуха за зимний сезон, составила $3,1^{\circ}\text{C}$ относительно нормы. Анализ многолетних наблюдений за температурой воздуха на территории Среднесибирского региона (рис.1), указывает на потепление климата. Согласно данным наблюдений линейный тренд в Регионе, оцененный за период 1936-2022 гг. имеет положительный знак и равен $0,30^{\circ}\text{C}/10$ лет. Таким образом, за период 1936-2022 гг. потепление выражено достаточно заметно. Однако в последнее тридцатилетие на общем фоне положительных аномалий сезонной температуры воздуха прослеживается её понижение. Коэффициент линейного тренда, рассчитанный за период 1992-2022 гг. составил $-0,09^{\circ}\text{C}/10$ лет.

И это понижение наблюдается уже три зимы на всех территориях Среднесибирского региона кроме Таймыра, где продолжается интенсивное потепление, и коэффициент линейного тренда за последнее тридцатилетие достиг $1,06^{\circ}\text{C}/10$ лет.

Аномалии температуры воздуха за зимний сезон по отдельным регионам представлены на графиках рис. 2а и 2б и в таблице 1.

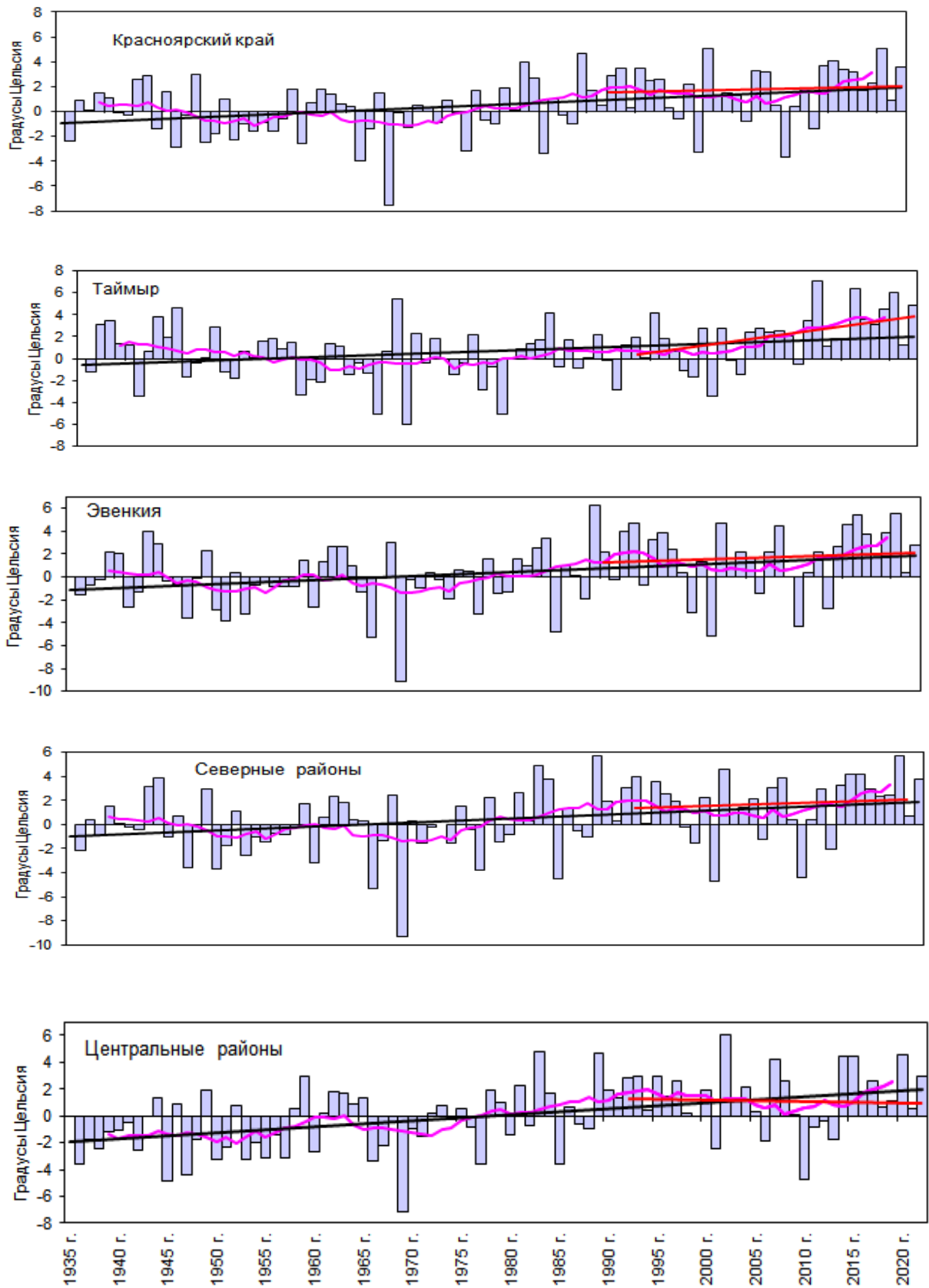


Рис. 2а. (продолжение рис. 2б)

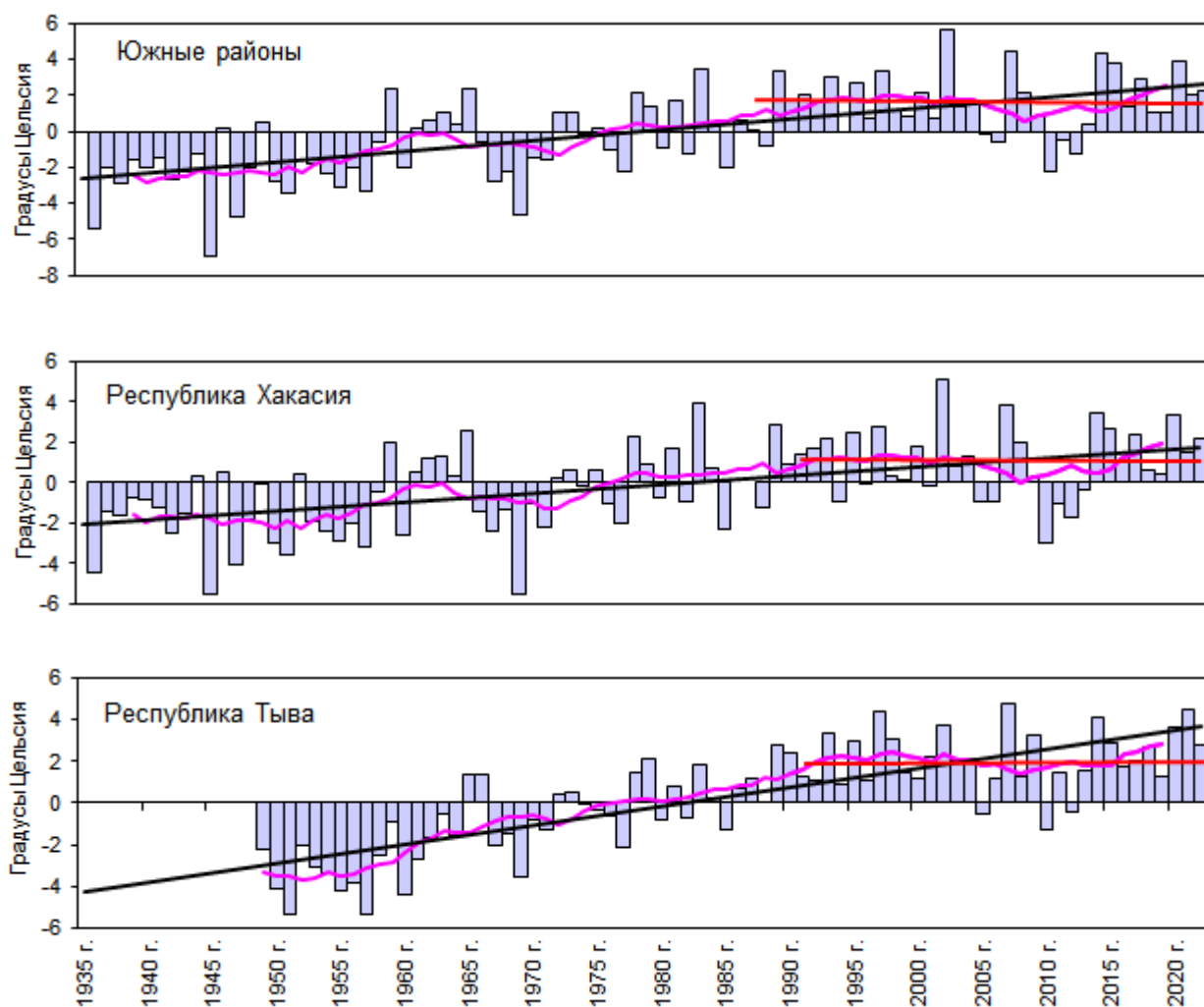


Рис. 2б. Средние сезонные (зима: ноябрь-март) аномалии (1936-2022 гг.) температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) для территории Среднесибирского региона. Столбцы представляют аномалии – отклонения от средней температуры базового периода 1961 – 1990. Показаны 11-летняя скользящая средняя температура воздуха, и ее линейный тренд температуры за последнее тридцатилетие 1992– 2022 гг. (красная) и линейный тренд температуры воздуха период 1936 – 2022 гг. (черная).

Формирование климатического режима отдельных районов Среднесибирского региона зависит от общей циркуляции атмосферы.

Анализ многолетних данных зимней температуры позволяет выделить зоны с идентичным режимом сезонной температуры. Так, на Таймыре хорошо просматриваются периоды потепления: первый с середины 30-х до середины 50-х годов и второй с середины 80-х годов прошлого столетия до настоящего времени и между ними продолжительный холодный период. В Эвенкии и северных районах холодный период наиболее чётко выражен между 1963 и 1980 годами. На графиках центрального и южного районов Красноярского края, республик Хакасия и Тыва хорошо обозначен переход от холодного к тёплому периоду в 90-е годы прошлого столетия.

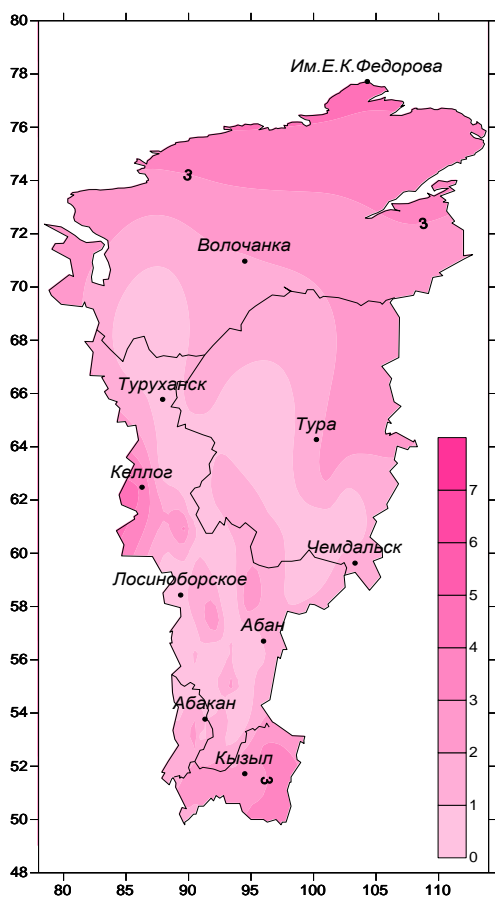
Анализ графиков на рис. 2а и 2б дает основание считать, что на всей остальной территории региона, кроме Таймыра, за последние 30 лет зимние температуры имеют тенденцию к понижению. Причём, интенсивнее всего это происходит в центральных районах края, где величина тренда $-0,31^{\circ}\text{C}/10$ лет. А также в других районах Красноярского края в Хакасии и Тыве см. табл. 1.

Таблица 1.

Аномалии регионально осредненной температуры воздуха за зимний сезон 2021-2022 гг.,
оценка линейного тренда и дисперсия температуры воздуха

Регионы	Td, °C от нормы (1961-1990 гг.)	Оценка тренда °C/10 лет		Место в ранжированном ряду
		1936-2022 гг.	1991-2022 гг.	
Среднесибирский регион	3,4	0,34	0,15	10
Красноярский край	3,6	0,32	0,19	7
Таймырский м.р.	5,0	0,28	1,27	5
Эвенкийский м.р.	2,7	0,34	0,25	17
Северные районы	3,7	0,34	0,29	11
Центральные районы	3,0	0,45	-0,08	10
Южные районы	2,2	0,60	-0,01	14
Республика Хакасия	2,2	0,44	-0,02	14
Республика Тува	2,8	0,91	0,07	13

1.1 Аномалии температуры воздуха на территории Среднесибирского региона за зимний сезон 2021-2022 года



Осредненная по территории Среднесибирского региона средняя сезонная температура составила – 15,2⁰С, что на 3,1⁰С выше нормы. В ранжированном ряду данных за период с 1936-2022 гг., она заняла 10 место.

Протяженность Среднесибирского региона с севера на юг и сложный рельефа объясняют, что климатические тенденции не везде одинаковы, и это хорошо видно на карте региона (рис. 3). Анализ карты «Аномалии средней температуры воздуха за зимний сезон», подтверждает, что зима 2021-2022 года, на всей территории региона, была теплее нормы.

Наиболее высокие показатели, аномалий сезонной температуры, зарегистрированы на крайнем севере, на побережье Таймыра превышение нормальных значений в этой зоне составило 7,7 ⁰С выше нормы, и в Туруханской низменности превышение составило 6,7 ⁰С выше нормы.

Рис.3. Аномалии средней температуры воздуха за зимний сезон, ⁰С.

Температурный режим зимних месяцев имел свои особенности. В продолжение сезона самым холодным был декабрь на территории плато Сыверма, где средняя месячная температура воздуха опускалась до -38,8 ⁰С. Повсеместно господство обширных антициклонов способствовало устойчивому понижению средних месячных температур от -22,3 до -29,0 ⁰С на западе Среднесибирского плоскогорья. Непрерывная продолжительность суровых морозов достигала 3-х недель. При этом интересно заметить, что абсолютные минимальные температуры воздуха перекрыты не были.

Температура воздуха осредненная на территории Хакасии, а так же в центральных, южных районах края варьировала в пределах от -10,2 до -12,0 ⁰С, что выше нормы на 2,2-3,0 ⁰С. В Тыве составила -18,0 ⁰С, что на 2,8 ⁰С выше нормы, минимального отклонения средняя сезонная температура воздуха достигла в феврале в предгорьях хребта Цыган Шибэту 0,8 ⁰С.

2. Атмосферные осадки.

2.1 Наблюдаемые изменения количества атмосферных осадков.

Степень неравномерности накопления сезонных осадков на всём пространстве Среднесибирского региона велика. Большая нестабильность выпадения осадков обусловлена сложной орографией территории.

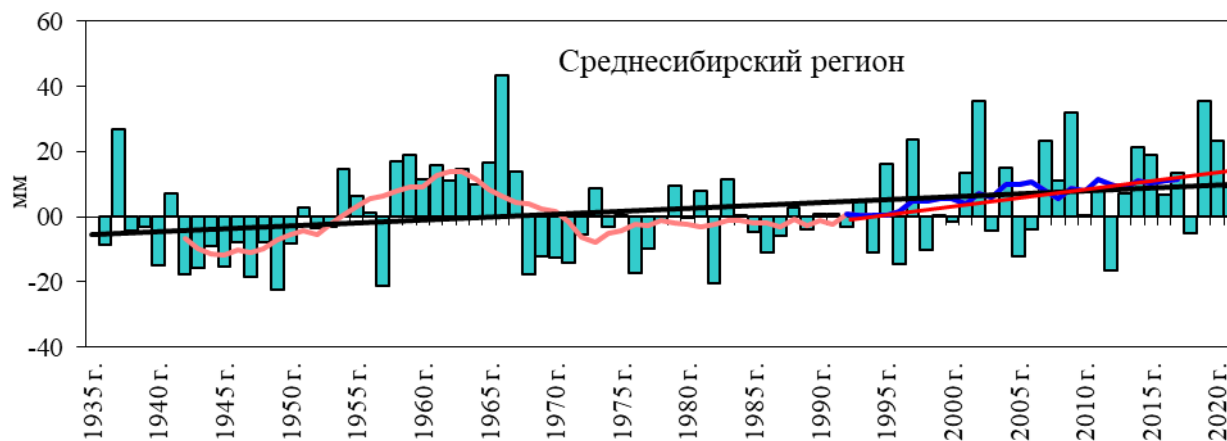


Рис. 3. Средняя сезонная (зима: ноябрь-март) аномалия (1936-2022 гг.) количества осадков (мм) для территории Среднесибирского региона. Столбцы представляют аномалии – отклонения от средней суммы осадков базового периода 1961 – 1990 гг. Показаны 11-летняя скользящая средняя, и линейный тренд количества осадков за период 1992 – 2022 гг. (красная) и линейный тренд количества осадков за период 1936 – 2022 гг. (черная).

На рисунке 3 представлен вековой ход пространственно осреднённого количества осадков Среднесибирского региона. Графическое изображение позволяет наглядно выявить периоды дефицита влажности, когда сезонные осадки были ниже нормы: 1936-1954 гг., 1965-1991 гг. и годы, когда отмечался переизбыток влаги: 1955-1967 гг.

Общая картина временного распределения количества осадков указывает на тенденцию к их повышению. За 86-летний период наблюдений количество выпавших осадков увеличивалось в среднем на 1,7 мм на каждые 10 лет. При этом скорость увеличения количества осадков за 30-летний период (1991-2021 гг.) 4,2 мм/10 лет, заметно выше по сравнению с общим периодом.

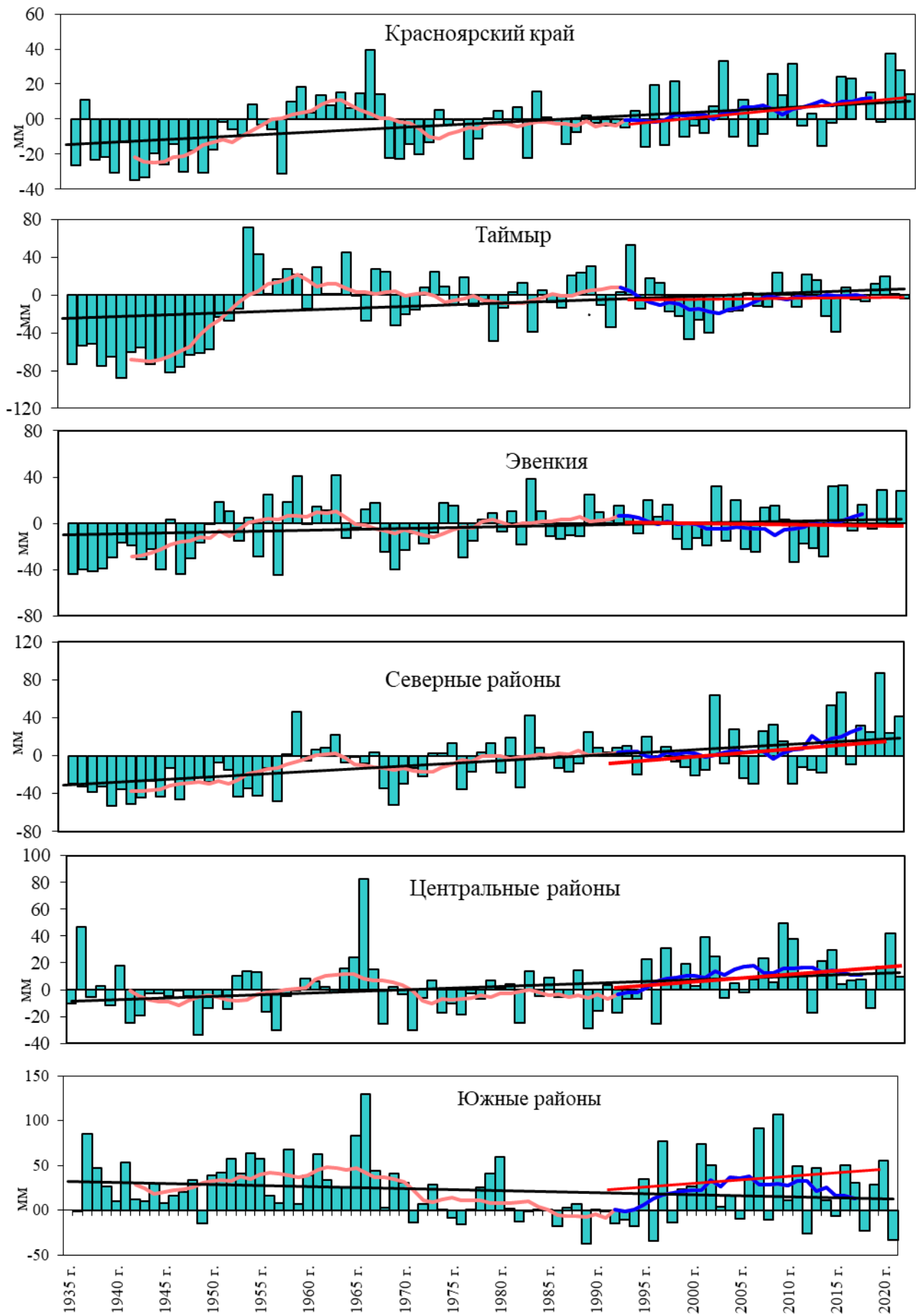


Рис. 4а. (продолжение рис. 4)

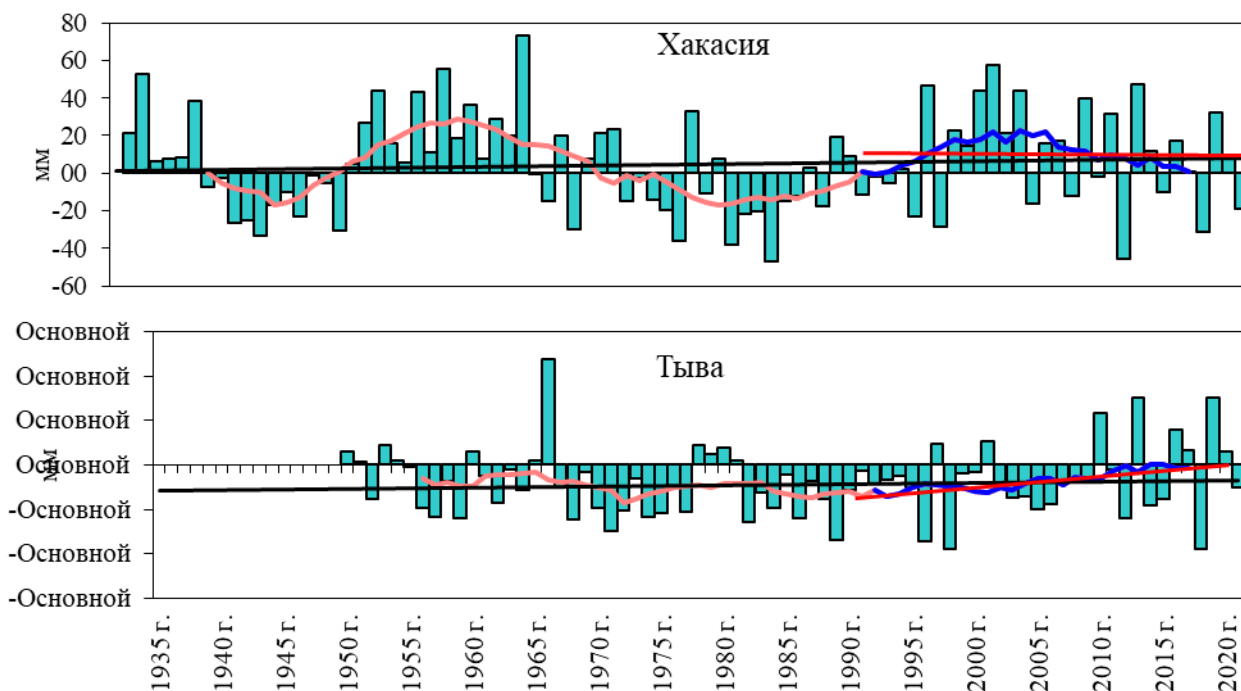


Рис. 4. Средние сезонные (зима: ноябрь-март) аномалии (1936-2022 гг.) количества осадков (мм) для районов Среднесибирского региона. Столбцы представляют аномалии – отклонения от среднего количества осадков базового периода 1961 – 1990 гг. Показаны 11-летняя скользящая средняя, и линейный тренд количества осадков за период 1992 – 2022 гг. (красная) и линейный тренд количества осадков за период 1936 – 2022 гг. (черная).

Временные ряды количества осадков, осредненные по отдельным территориям региона являются показателем ландшафтной зональности и континентальности климата. Картина погодичного хода сезонных осадков (рис. 4) наглядно указывает на периоды дефицита влажности и годы, когда отмечался переизбыток влаги. Так, на Таймыре, в Эвенкии и северных районах период 1936-1955 гг. стоял засушливым. За двадцать лет зимнее количество осадков стабильно было ниже нормы. Для центральных районов Красноярского края характерны колебания количества осадков около нормы с отдельными всплесками, значительно перекрывающими среднее многолетнее значение (1966 год - 182 % нормы). Достаточно четкая волнообразная картина изменения сумм осадков от года к году отмечается в южных районах Красноярского края и в Хакасии. На Тувинском нагорье за редким исключением сезонные суммы осадков отклоняются от нормы в пределах 10 мм.

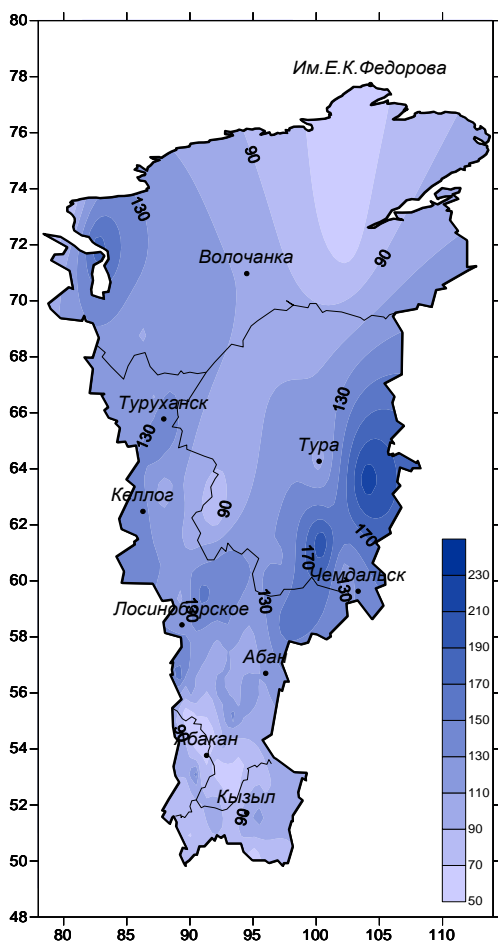
В последнее тридцатилетие изменение климата на рассматриваемой территории достаточно ощутимо проявляется в увеличении количества осадков, на огромном пространстве от Туруханского района до южной государственной границы. Наиболее ощутимое увеличение количества осадков наблюдается в северных районах Красноярского края (8,0 мм/10 лет). С меньшей интенсивностью накопление осадков происходит в южных и центральных районах края (соответственно 7,0 мм и 5,6 мм на каждые 10 лет). Обратная картина складывается в Эвенкии и Хакасии. В период времени 1991-2021 гг. в этих районах происходит уменьшение зимних осадков, причём наиболее резкое изменение регистрируется в Эвенкии -0,8 мм/10 лет (табл. 2).

Таблица 2

Аномалия регионально-осредненного количества осадков за зимний сезон, оценка коэффициента линейного тренда и место в ранжированном ряду.

Регионы	Зимний сезон 2021-2022 г.			
	b, мм/10 лет (1936-2022 гг.)	b, мм/10 лет (1992-2022 гг.)	Количество осадков (% от нормы)	Место в ранжиро- ванном ряду
Среднесибирский регион	1,7	4,2	108	28
Красноярский край	2,9	5,0	113	17
Таймырский м.р.	3,8	2,2	103	38
Эвенкийский м.р.	1,6	-0,8	125	8
Северные районы	5,9	8,0	125	7
Центральные районы	2,6	5,6	110	25
Южные районы	-2,3	7,0	74	84
Республика Хакасия	0,8	-0,3	87	70
Республика Тыва	0,3	2,5	88	38

2.2 Аномалии количества осадков на территории Среднесибирского региона за зимний сезон 2021–2022 г.



Территориально осредненное количество осадков Среднесибирского региона составило 129 мм, что выше нормы на 10 мм. Эта зима заняла 28 место в ряду наблюдений за 86 – летний период. Распределение и накопление зимних осадков в регионе происходило неравномерно, при этом снегопадов, достигающих опасных критериев не наблюдалось.

Интенсивные снегопады накопили за сезон в Северных районах края количество осадков, превосходящее норму на 41 %, на территории Эвенкии на 28 %. В Северных районах края на протяжении всей зимы количество осадков значительно превышало норму, что привело к паводкам в Енисейском районе в весенний период и повышению уровня воды в р. Енисей. Особым изобилием отличались осадки, в восточной части Эвенкийского района, на правом берегу реки Нижняя Тунгуска, а так же на территории Центрально Тунгусского плато. За зиму сумма осадков варьировалась в пределах 145-172 мм, что оказалось выше нормы в 2,2 раза.

Рис. 6. Аномалии количества осадков за зимний сезон, %.

На Таймыре и в Центральных районах края количество осадков составило 103-110 % от нормы соответственно. Больше нормы осадков выпало на Таймырском полуострове, на правом берегу у входа в Енисейский залив на мысе Сопочная Карга 236 мм (184 % от нормы). Особенно сухо было на территории полуострова Таймыр в горах Бырранга снега выпало всего 59-65 % от нормы. В Центральных районах края изобилие осадков наблюдалось на юге Чулымской равнины сумма осадков за зимний период составила 216 мм (159 % от нормы). Дефицит осадков составил 53 % нормы, на юге лесостепной Назаровской котловине в так называемых «Ужурских воротах» расположенной между Солгонским кряжем и отрогами Кузнецкого Алатау.

Особого внимания заслуживает режим осадков в Южных районах края, Хакасии и Тыве, где немногочисленные снегопады на протяжении зимнего сезона принесли в эти районы осадков 74-88% нормы. Критически мало осадков наблюдалось на территории западного Саяна на склонах хребта Ергаки сумма осадков за зиму составила 209 мм, ниже нормы в 1,4 раза. И лишь отдельные очаги с превосходящей норму осадками сглаживали общую картину дефицита увлажнения в юго-восточной части Хакасско-Минусинской котловины, где сумма осадков превысила норму в 1,5 раза.