

# 1. Современные изменения климата Среднесибирского региона. Лето 2022 г.

## 1.1 Изменение температуры воздуха на территории Среднесибирского региона

За летний сезон на территории Среднесибирского региона принимается в среднем 3 календарных месяца, т.е. с июня по август. На рис.1 представлены временные ряды, осредненных за летний сезон, отклонений температуры воздуха от нормы, по территории Среднесибирского региона, в состав которого входят: Красноярский край, республики Хакасия и Тыва. За норму принимается базовый период 1991-2020гг.

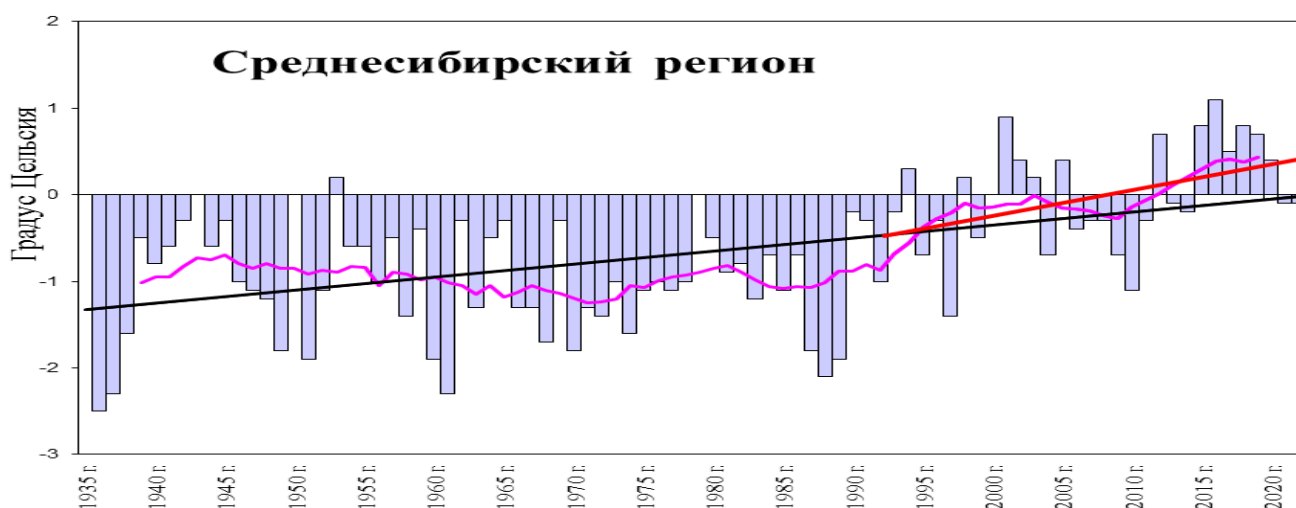


Рис. 1. Средние отклонения температуры воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) осредненные по территории всего Среднесибирского региона за летний сезон 1936-2022гг.  
(кривая — 11-летние скользящее осреднение;  
красная прямая — линия тренда за период 1993-2022гг.;  
черная прямая — линия тренда за период 1936-2022гг.)

Из диаграммы рис. 1 видно, что лето 2022 года было ниже нормы, что характерно не для всех территорий Среднесибирского региона (см. табл. 1). Данные наблюдений позволяют увидеть колебания температуры и выявить периоды потеплений и похолоданий. На общем фоне заметно выделяется последнее тридцатилетие, особенностью которого является наиболее интенсивное повышение температуры воздуха, которое привело в последние 30 лет к превышению на  $0,3^{\circ}\text{C}$  (красная прямая линия) по сравнению с периодом 1936-2022 гг. (чёрная прямая линия).

Скорость роста температуры показывает коэффициент линейного тренда, который за летний сезон является положительным, и составил за весь период наблюдений с 1936г.  $0,15^{\circ}\text{C}/10$  лет (черная линия тренда), а за последние 30 лет увеличился до  $0,30^{\circ}\text{C}/10$  лет (красная линия тренда).

Но для различных районов Среднесибирского региона коэффициент линейного тренда за весь период наблюдений (черная линия) различается. Наибольший рост за последние 30 лет наблюдается на Таймыре  $0,61^{\circ}\text{C}/10$  и в Эвенкии  $0,42^{\circ}\text{C}/10$  лет. Наименьший рост наблюдается на Хакасии  $0,15^{\circ}\text{C}/10$ .

Особенности температурных аномалий и их многолетний ход по отдельным территориям Среднесибирского региона хорошо видны на графиках рис. 2а и 2б.

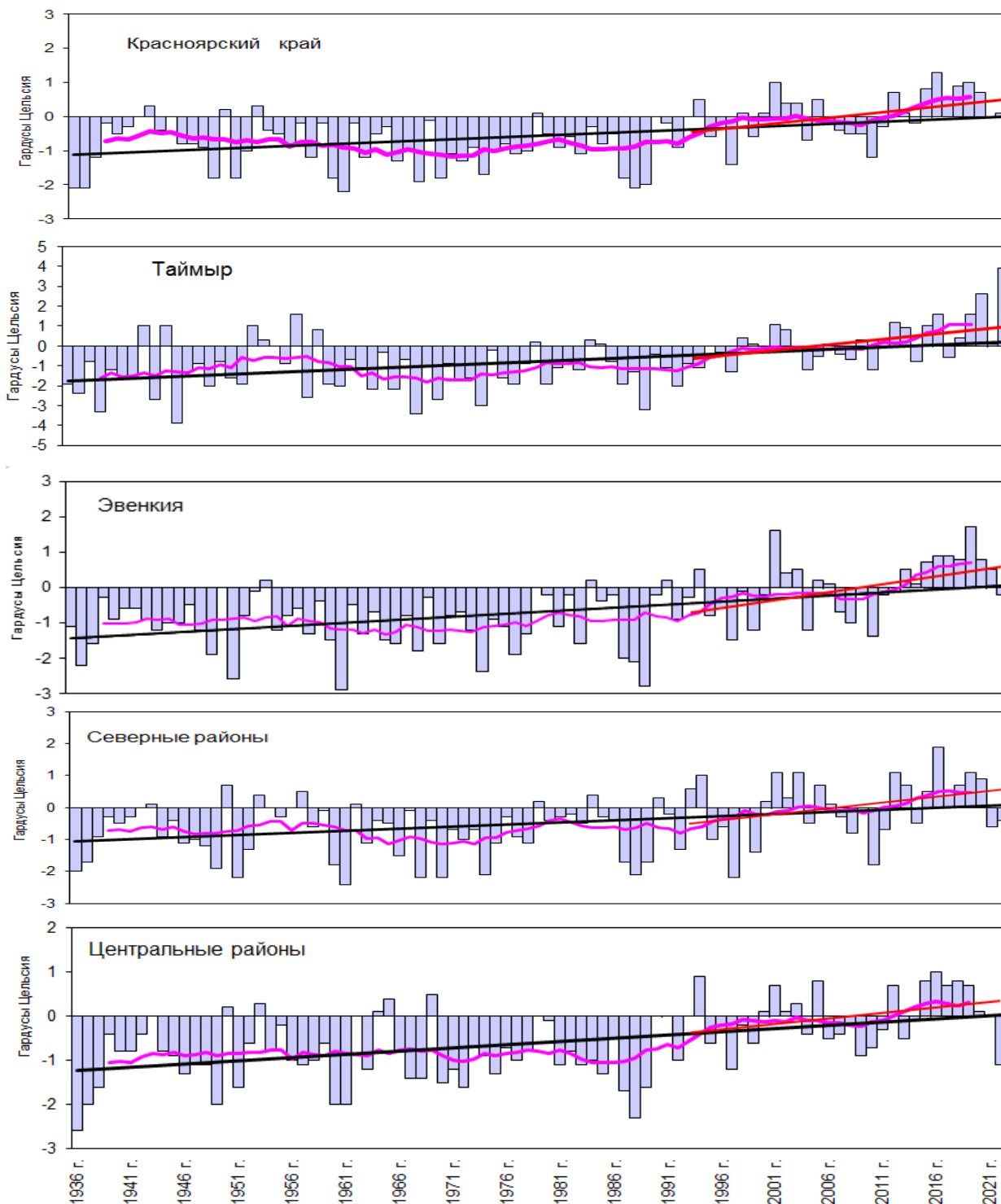


Рис. 2а. Средние отклонения температуры воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) осредненные по отдельным территориям Среднесибирского региона за летний сезон 1936-2022 гг.

(кривая — 11-летнее скользящее осреднение;  
 красная прямая — линия тренда за период 1993-2022гг.;  
 черная прямая — линия тренда за период 1936-2022гг.)

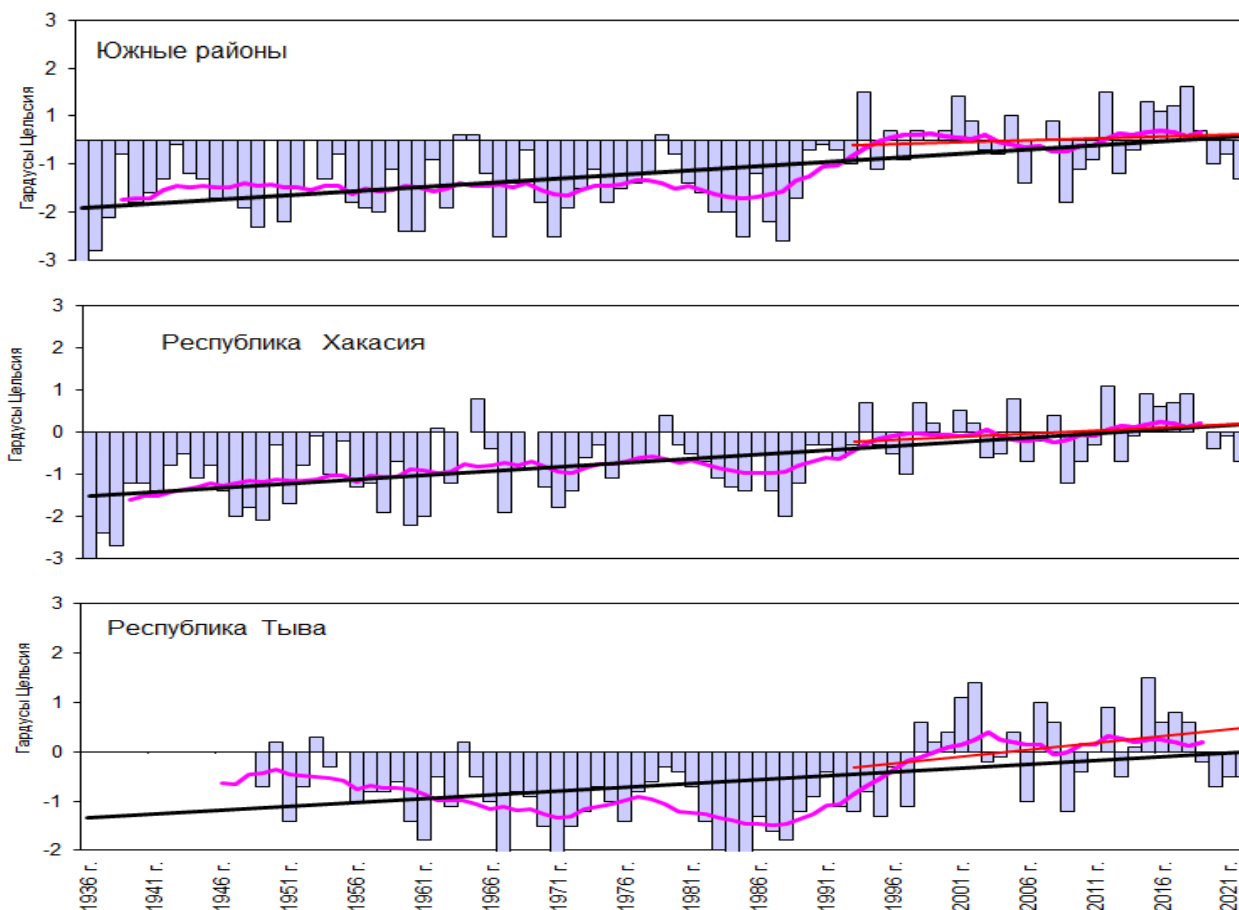


Рис. 2б. Средние отклонения температуры воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) осредненные по отдельным территориям Красноярского края за летний сезон 1936-2022 гг.  
 (кривая — 11-летние скользящее осреднение;  
 красная прямая — линия тренда за период 1993-2022гг.;  
 черная прямая — линия тренда за период 1936-2022гг.)

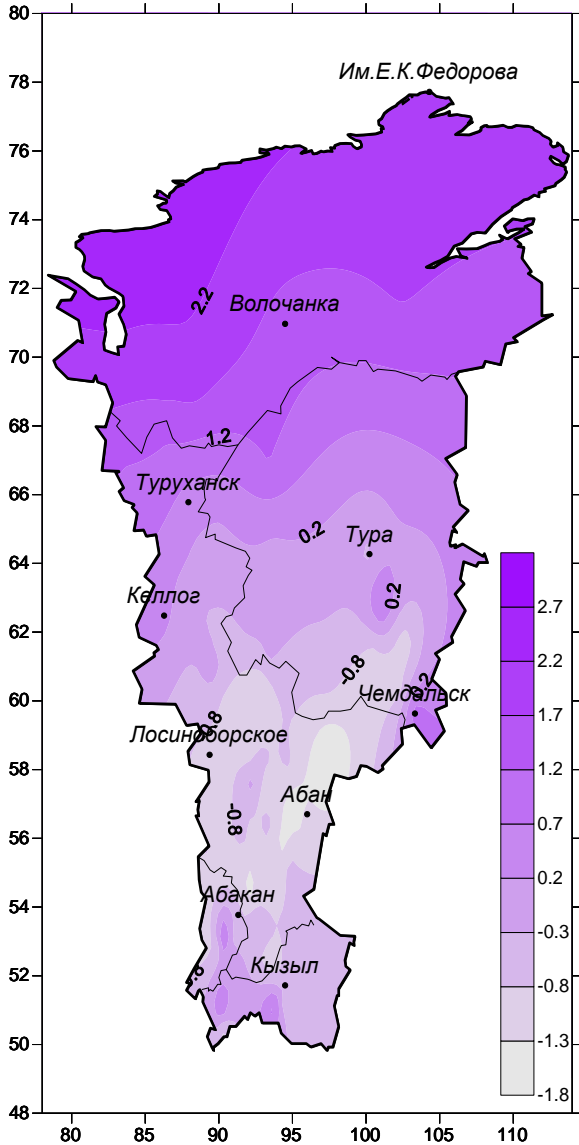
Таблица 1

Аномалия регионально-осредненной температуры воздуха за летний сезон 2022г.  
 и оценка коэффициента линейного тренда температуры воздуха.

Регионы	Td $^{\circ}\text{C}$ от нормы 1991-2020 гг.	Оценка тренда, $^{\circ}\text{C}/10$ лет	
		1936-2022 гг.	1993-2022 гг.
Среднесибирский регион	0,2	0,15	0,30
Красноярский край	0,3	0,13	0,32
Таймырский м.р.	4,8	0,22	0,61
Эвенкийский м.р.	0,0	0,17	0,42
Север Края	-0,3	0,13	0,37
Центр Края	-1,0	0,15	0,23
Юг Края	-0,8	0,17	0,07
Республика Хакасия	-0,5	0,20	0,15
Республика Тыва	-0,3	0,15	0,27

## 1.2 Аномалии температуры воздуха на территории Среднесибирского региона за летний сезон 2022 года.

В целом по Среднесибирскому региону средняя сезонная температура лета 2022 года составила  $15,1^{\circ}\text{C}$ , что выше нормы на  $0,2^{\circ}\text{C}$  и занимает в ранжированном ряду осредненных летних отклонений 21 место.



На карте рис.3 показано распределение тепла и холода по территории Среднесибирского региона за летний период. Как видно из карты, на территории региона преобладает положительное отклонение. Очень жарким был июнь, осредненная температура по Среднесибирскому региону превысила норму на  $1,6^{\circ}\text{C}$ . В остальные летние месяцы июле и августе средняя температура летнего сезона была ниже нормы и варьировала в пределах от  $-0,5^{\circ}\text{C}$  до  $-0,6^{\circ}\text{C}$ .

Очаг тепла расположился на Таймыре. Положительная аномалия сезонной температуры в эпицентре составила  $2,6^{\circ}\text{C}$ . На северной периферии очага, преимущественно по побережью Карского моря и моря Лаптевых, отклонения летней температуры варьировались в пределах от  $1,8-2,6^{\circ}\text{C}$ . В итоге территориально осреднённая температура за сезон на Таймырском полуострове составила  $11,1^{\circ}\text{C}$ , заняв в ранжированном ряду данных 1 место.

Интересно отметить, что на северных территориях Среднесибирского региона прослеживалось уменьшение месячных аномалий температуры воздуха от июня к августу.

В то время как в северных, центральных, южных районах Красноярского края, а так же на территории Хакасии и Тывы, повсеместно сформировались отрицательные аномалии в пределах от  $-0,3^{\circ}\text{C}$  до  $-1,0^{\circ}\text{C}$ . Наибольшие отрицательные отклонения сформировались на территории Минусинской котловины и достигали  $-1,7^{\circ}\text{C}$ .

Рис. 3. Отклонение средней температуры воздуха за летний сезон 2022 года от нормы. ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Средняя температура воздуха и их место в ранжированном ряду  
за летний сезон 2022г. по Среднесибирскому региону.

Регионы	Средняя температура воздуха (°C)	Норма температуры воздуха, °C	Место в ранжированном ряду
Среднесибирский регион	15,1	14,9	21
Красноярский край	14,9	14,6	20
Таймырский м.р.	11,1	6,3	1
Эвенкийский м.р.	14,3	14,3	31
Север Края	15,0	15,3	46
Центр Края	15,6	16,6	67
Юг Края	16,0	16,8	51
Республика Хакасия	15,6	16,1	51
Республика Тыва	16,2	16,5	33

## 2. Атмосферные осадки

### 2.1 Наблюдаемые изменения количества атмосферных осадков территории Среднесибирского региона.

Временные ряды количества осадков позволяют проследить изменение увлажнения за длительный период. На территории Среднесибирского региона (рис. 1), за 87-летний период наблюдений отчетливо выделяется фаза с большим количеством осадков по отношению к норме (1936–1975 гг.). Затем последовал 25-летний период с недостаточным увлажнением.

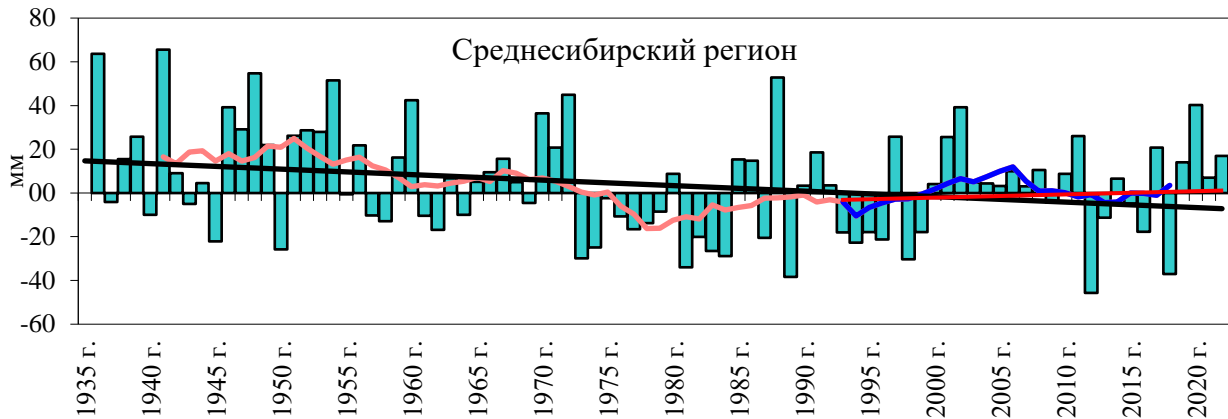


Рис. 1. Средняя сезонная (весна: апрель-май) аномалия (1936-2022 гг.) количества осадков (мм) территории Среднесибирского региона. Столбцы представляют аномалии – отклонения от средней суммы осадков базового периода 1991 – 2020 гг. Показаны 11-летняя скользящая средняя, а так же линейные тренды количества осадков за период 1936-2022 гг. – чёрная линия и за период 1993– 2022 гг.- красная линия.

Режим осадков складывается под влиянием циркуляции атмосферы и орографии местности. Значительный вклад в поле осадков вносит рельеф. Количество осадков зависит от высоты склонов, их ориентации и открытости по отношению к влагонесущему потоку. По этим причинам в вековом ходе довольно сложно определить общие закономерности распределения осадков на огромной по протяжённости территории Среднесибирского региона и не позволяет определённо говорить о наличии значимых однонаправленных тенденций. Между тем временное распределение осадков Среднесибирского региона обозначило общую направленность, указывающую на увеличение количества летних осадков в последнее тридцатилетие (1,4 мм/10 лет) по сравнению с периодом 1936-2022 гг. (-2,6 мм/10 лет).

Из рисунков 2 видно, что на значительной части Среднесибирского региона в последнее тридцатилетие происходит увеличение летних сумм осадков. Наибольший коэффициент линейного тренда определен в Северных районах края, здесь количество осадков на каждые 10 лет возрастает на 8,2 мм, и в Центральных районах края 5,7 мм на каждые 10 лет (табл. 1).

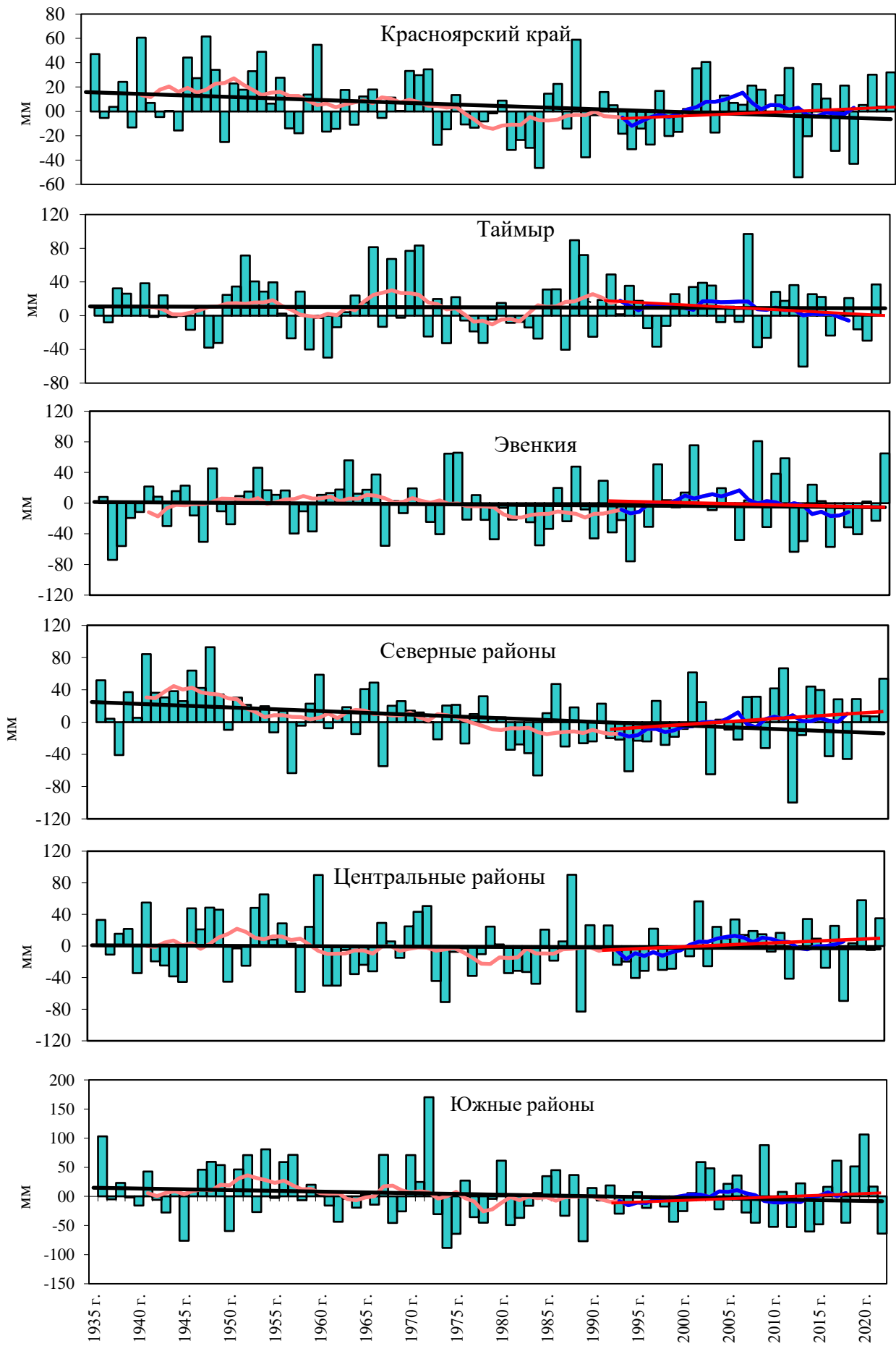


Рис. 2 (продолжение рис. 2)

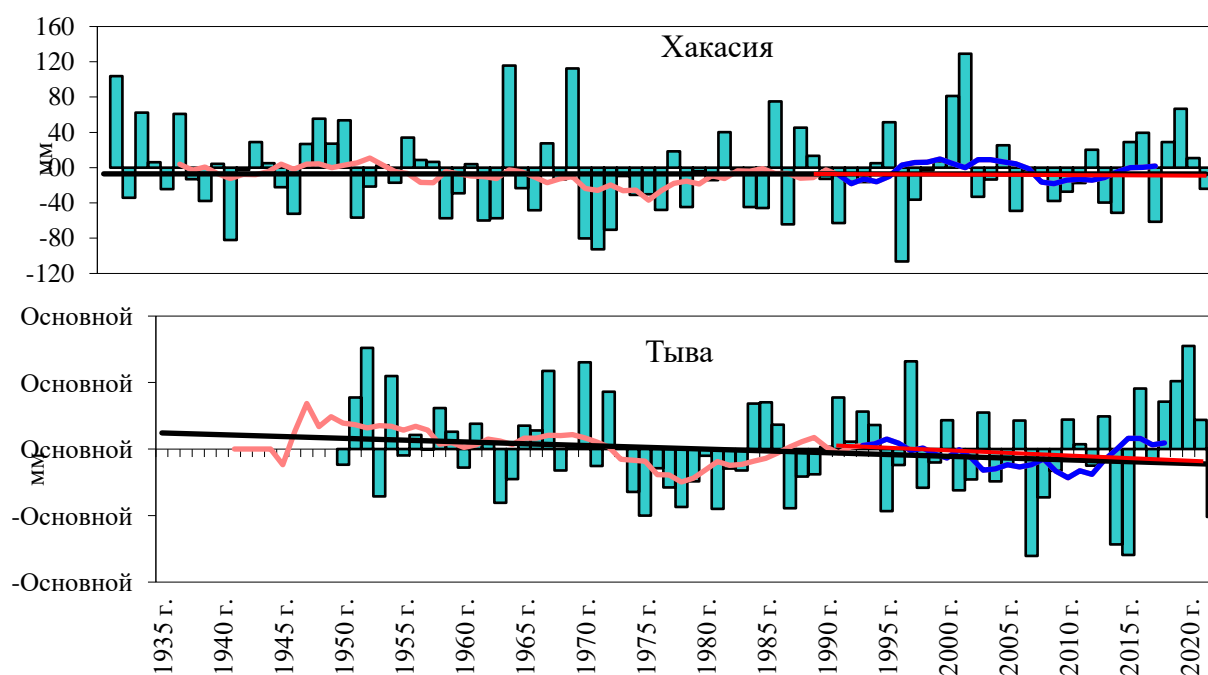


Рис. 2. Средние по территории (весна: апрель-май) аномалии (1936-2022 гг.) количества осадков (мм) Среднесибирского Региона. Столбцы представляют аномалии – отклонения от средней суммы осадков базового периода 1991 – 2020гг. Показаны 11-летняя скользящая средняя, а так же линейные тренды за период 1936-2022 гг. – чёрная линия и за период 1993– 2022 гг.- красная линия.

Таблица 1

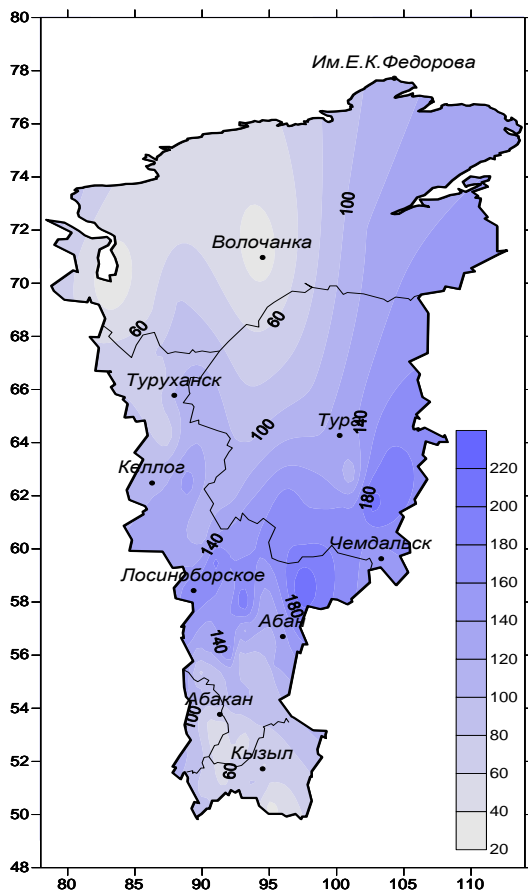
Коэффициент линейного тренда (b), норма количества осадков и место в ранжированном ряду за летний сезон 2022 г. по Среднесибирскому региону.

Регионы	Летний сезон 2022 г.			
	b, мм/10 лет (1936-2022 гг.)	b, мм/10 лет (1993-2022 гг.)	Аномалии количества осадков (% от нормы)	Место в ранжированном ряду
Среднесибирский регион	-2,6	1,4	109	28
Красноярский край	-2,6	2,1	116	15
Таймырский м.р.	-0,3	-5,7	72	79
Эвенкийский м.р.	-0,8	-3,5	137	4
Северные районы	-4,6	8,2	129	7
Центральные районы	-0,5	5,7	117	13
Южные районы	-2,8	2,9	75	82
Республика Хакасия	0,0	-0,1	90	56
Республика Тыва	-2,8	-1,8	68	74



### Климатические особенности режима увлажнения.

В целом за сезон на территории Красноярского края выпало осадков больше нормы на 9%. Значительный дефицит летних осадков (9-64% нормы) сложился на северной прибрежной территории п-ва Таймыр. По мере продвижения на юго-восток сезонное количество увеличивалось, достигая максимального отклонения от нормы у восточной границы Красноярского края (Кислокан -140%, Стрелка Чуня -180%, нормы).



Не баловало лето дождями и южные районы, где недостаток увлажнения варьировал в пределах 10-26% нормы. Острый дефицит увлажнения отмечался в горах Западного Саяна, в небольшой долине реки Оленья Речка (225% нормы).

В противовес этому в Северных, Центральных районах края, и Эвенкии сезонные дожди накопили осадков в 1,1-2,6 раза больше средних значений.

В течение лета сухая погода стояла в Тыве и Южных районах края. За сезон редкие дожди накопили в среднем 112-191 мм осадков, что составило 52 - 64 % от нормы. Острый дефицит осадков отмечался в южной и северо-восточной части Западного Саяна, где количество осадков выпало в 1,5-2,2 раза ниже нормы.

На территории Хакасии недостаток увлажнения ощущался за счет преобладания солнечной погоды. По отношению к норме сезонное количество осадков варьировало в пределах 42-97 %. Избыток увлажнения отмечался лишь в западной части Кузнецкого Алатау, где за летний сезон количество осадков превысило норму в 1,3 раза.

Рис. 3. Аномалии количества осадков за летний сезон 2022 года, %.