

1. Современные изменения климата Среднесибирского региона

1.1 Изменение температуры воздуха на территории Среднесибирского региона.

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 1961-90гг.

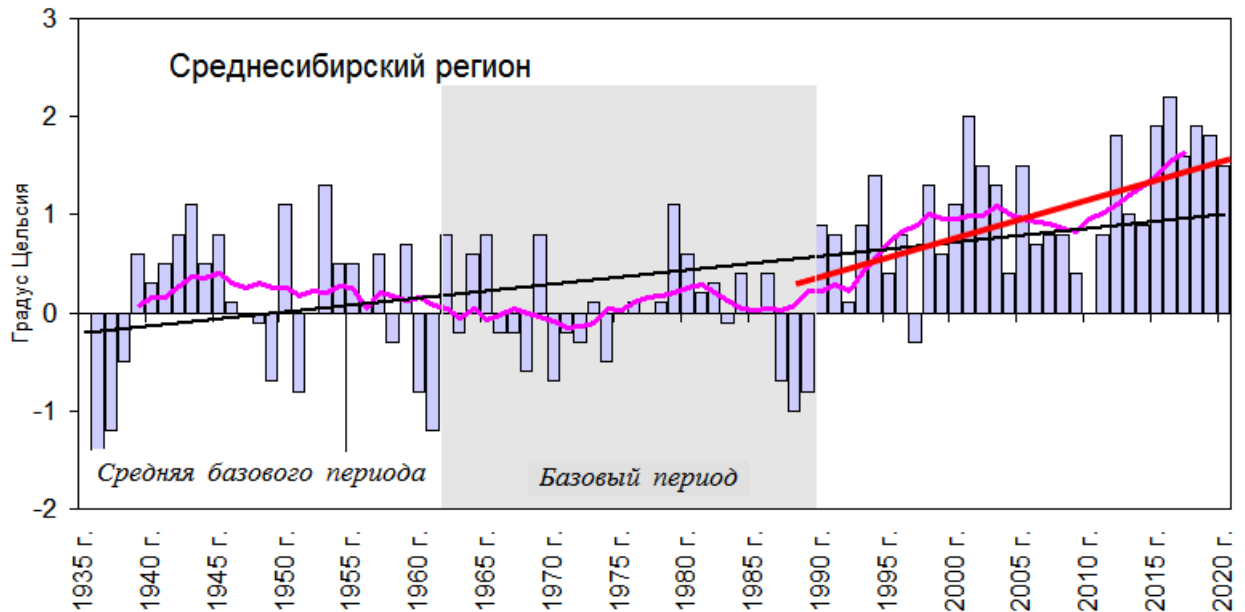


Рис. 1. Средние отклонения температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) осредненные по территории всего Среднесибирского региона за летний сезон 1936-2021гг.
(кривая — 11-летние скользящее осреднение;
красная прямая — линия тренда за период 1992-2021гг.;
черная прямая — линия тренда за период 1936-2021гг.)

Из диаграммы рис. 1 видно, что лето 2021 года было теплее нормы, что характерно 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. Расчёты указывают на увеличение коэффициента линейного тренда за период 1992-2021 гг. (красная прямая линия) по сравнению с периодом 1936-2021 гг. (чёрная прямая линия). Интересно заметить, что за последние 30 лет аномалия сезонной температуры преимущественно носила положительный знак и значительно превышала норму.

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 $0,38^{\circ}\text{C}/10$ лет (красная линия тренда).

Но для различных районов Среднесибирского региона коэффициент линейного тренда различается. Наибольший рост за последние 30 лет наблюдается в Тыве $0,48^{\circ}\text{C}/10$ и на Таймыре $0,61^{\circ}\text{C}/10$ лет. Наименьший рост наблюдается на юге края $0,20^{\circ}\text{C}/10$.

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

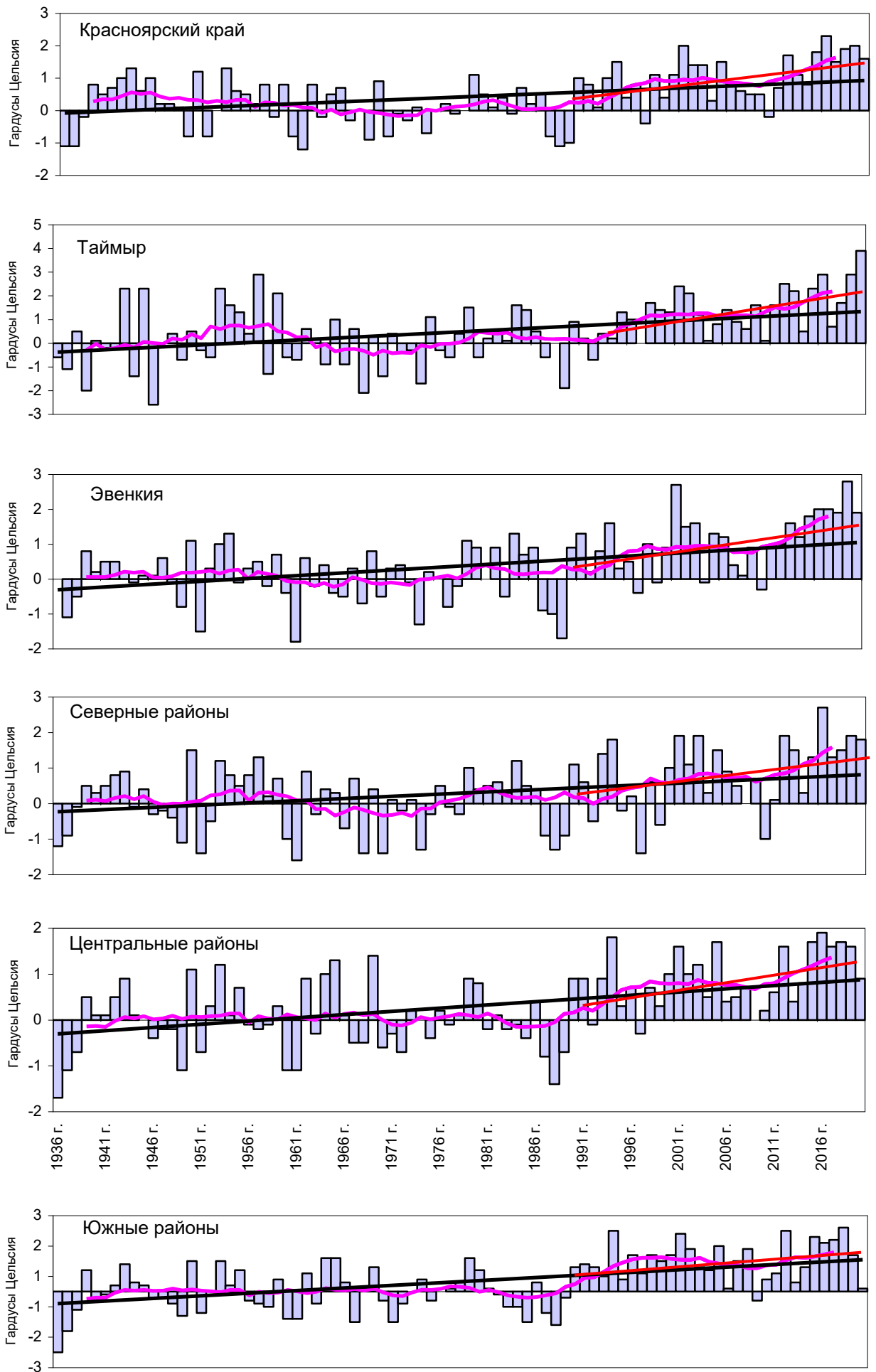


Рис. 2 (продолжение рис. 2)

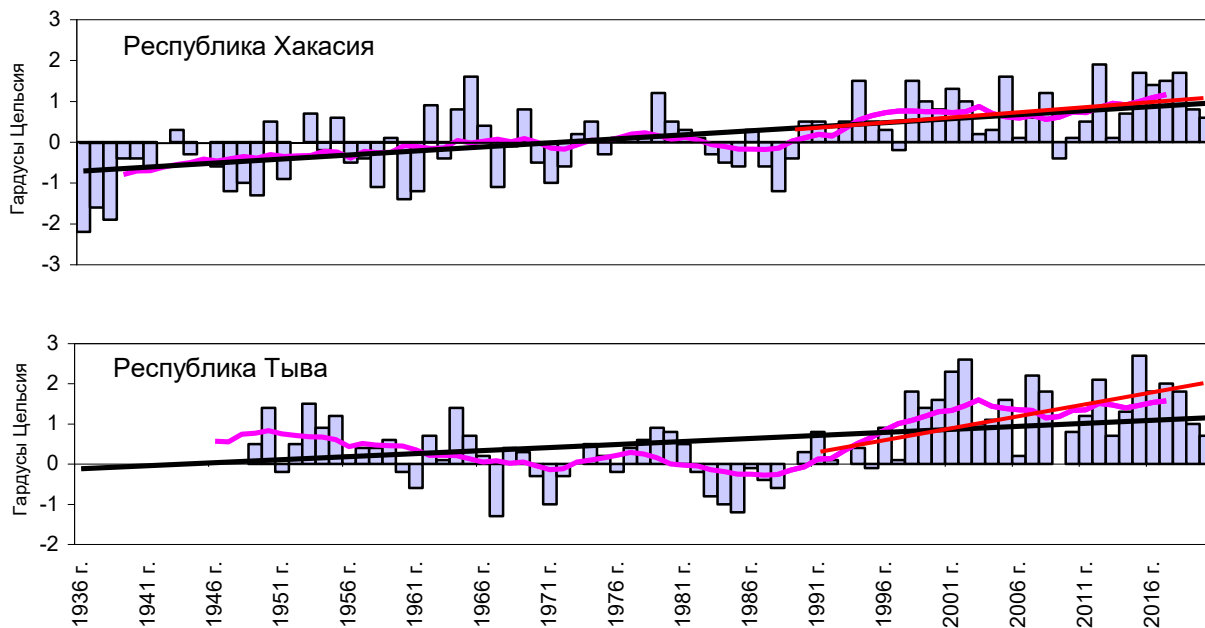


Рис. 2. Средние отклонения температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) осредненные по отдельным территориям Красноярского края за летний сезон 1936-2021 гг.
 (кривая — 11-летнее скользящее осреднение;
 красная прямая — линия тренда за период 1992-2021гг.;
 черная прямая — линия тренда за период 1936-2021гг.)

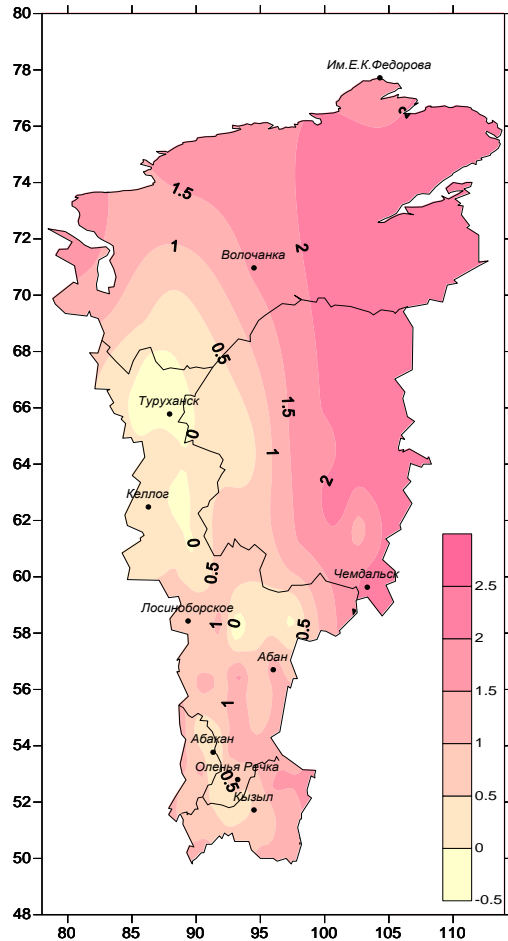
Таблица 1
 Аномалия регионально-осредненной температуры воздуха за летний сезон 2021г.,
 оценка коэффициента линейного тренда температуры воздуха.

Регионы	Td, $^{\circ}\text{C}$ от нормы 1961-90гг	Оценка тренда, $^{\circ}\text{C}/10$ лет	
		1936-2021 гг.	1992-2021 гг.
Среднесибирский регион	1,0	0,38	0,15
Красноярский край	1,0	0,37	0,12
Таймырский м.р.	1,4	0,61	0,21
Эвенкийский м.р.	1,6	0,44	0,17
Север Края	0,2	0,39	0,13
Центр Края	0,9	0,32	0,14
Юг Края	0,7	0,20	0,17
Республика Хакасия	0,7	0,25	0,20
Республика Тыва	0,8	0,48	0,15

2.1 Аномалии температуры воздуха на территории Среднесибирского региона за летний сезон 2021 года.

В целом по Среднесибирскому региону средняя сезонная температура лета 2021 года составила $15,1^{\circ}\text{C}$, что выше нормы на 1°C и занимает в ранжированном ряду осредненных летних отклонений 20 место.

На карте рис.3 показано распределение тепла и холода по территории Среднесибирского региона за летний период. Как видно из карты летних сезонных отклонений, на территории региона преобладает положительное отклонение, которое достигает максимальных значений на востоке Эвенкии и на северо-востоке Таймыра.



Осредненная температура летнего сезона в Эвенкии составила $+15^{\circ}\text{C}$, что на $1,6^{\circ}\text{C}$ выше нормы.

Начало лета в целом по региону было в пределах нормы, но в Центральных, Южных районах края, Хакасии и Тыве отмечалось отрицательное отклонение и достигало $-1,7^{\circ}\text{C}$ в Минусинской котловине.

В июле температура была ниже нормы только на Нижне-Енисейской возвышенности, Туруханской низменности и Енисейской равнине, что хорошо видно на карте рис. 2. На остальной части региона отклонения от нормы среднемесячной температуры варьировали в пределах $0,1-3,4^{\circ}\text{C}$. Жаркая сухая погода наблюдалась на территории Тувинской котловины где среднемесячные температуры превысили норму в июле на $1,4-3,4^{\circ}\text{C}$.

Самым теплым, повсеместно на всей территории Среднесибирского региона, был август на $1,8^{\circ}\text{C}$ выше нормы. Теплое по отношению к норме лето стояло на Таймыре, территориально осредненная температура воздуха составила $+9,4^{\circ}\text{C}$. На северном побережье Карского моря средняя месячная температура воздуха превысила норму на $+4,5^{\circ}\text{C}$.

Рис. 3. Отклонение средней температуры воздуха за летний сезон 2021 года от нормы. ($^{\circ}\text{C}$).

Таблица 2

Средняя температура воздуха и их место в ранжированном ряду за летний сезон 2021г. по Среднесибирскому региону.

Регионы	Средняя температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$)	Норма ($^{\circ}\text{C}$)	Место в ранжированном ряду
Среднесибирский регион	15,1	14,1	20
Красноярский край	14,8	13,8	24
Таймырский м.р.	7,3	5,9	24
Эвенкийский м.р.	15,0	13,4	11
Север Края	14,8	14,6	53
Центр Края	16,7	15,8	25
Юг Края	16,5	15,8	33
Республика Хакасия	16,2	15,5	22
Республика Тыва	16,2	15,4	32

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 86-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.

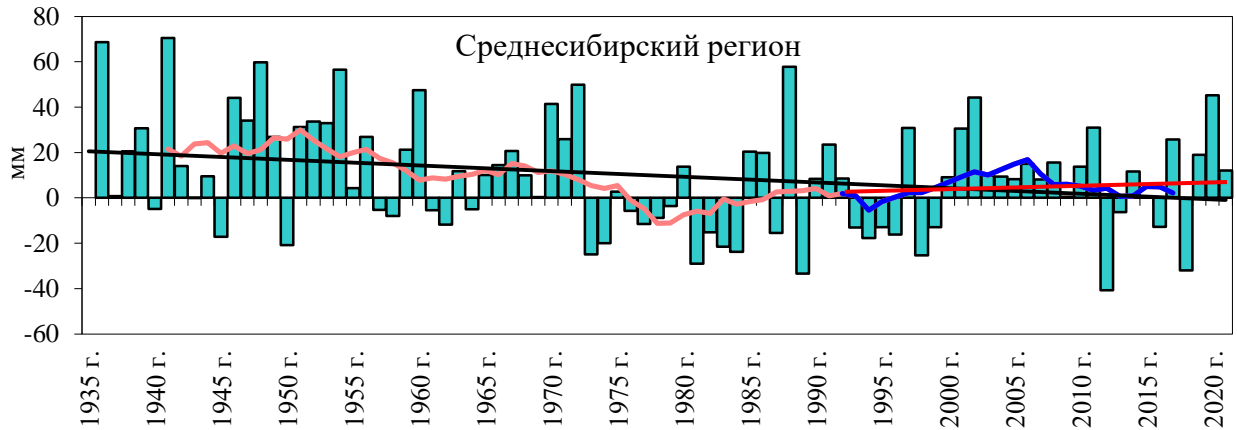


Рис. 1. Аномалия сезонного количества осадков (мм) по территории Среднесибирского региона. Столбцы представляют аномалии – отклонения от средней суммы осадков базового периода 1961 – 1990. Показаны: 11-летняя скользящая средняя и линейный тренд количества осадков за период 1992– 2021 гг. (красная линия) и линейный тренд количества осадков за период 1936– 2021 гг. (черная 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 (1,3 мм/10 лет) по сравнению с периодом 1936-2021 гг. (-2,7мм/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 7,8 мм, и в Центральных районах края 5,3 мм на каждые 10 лет (табл. 1).

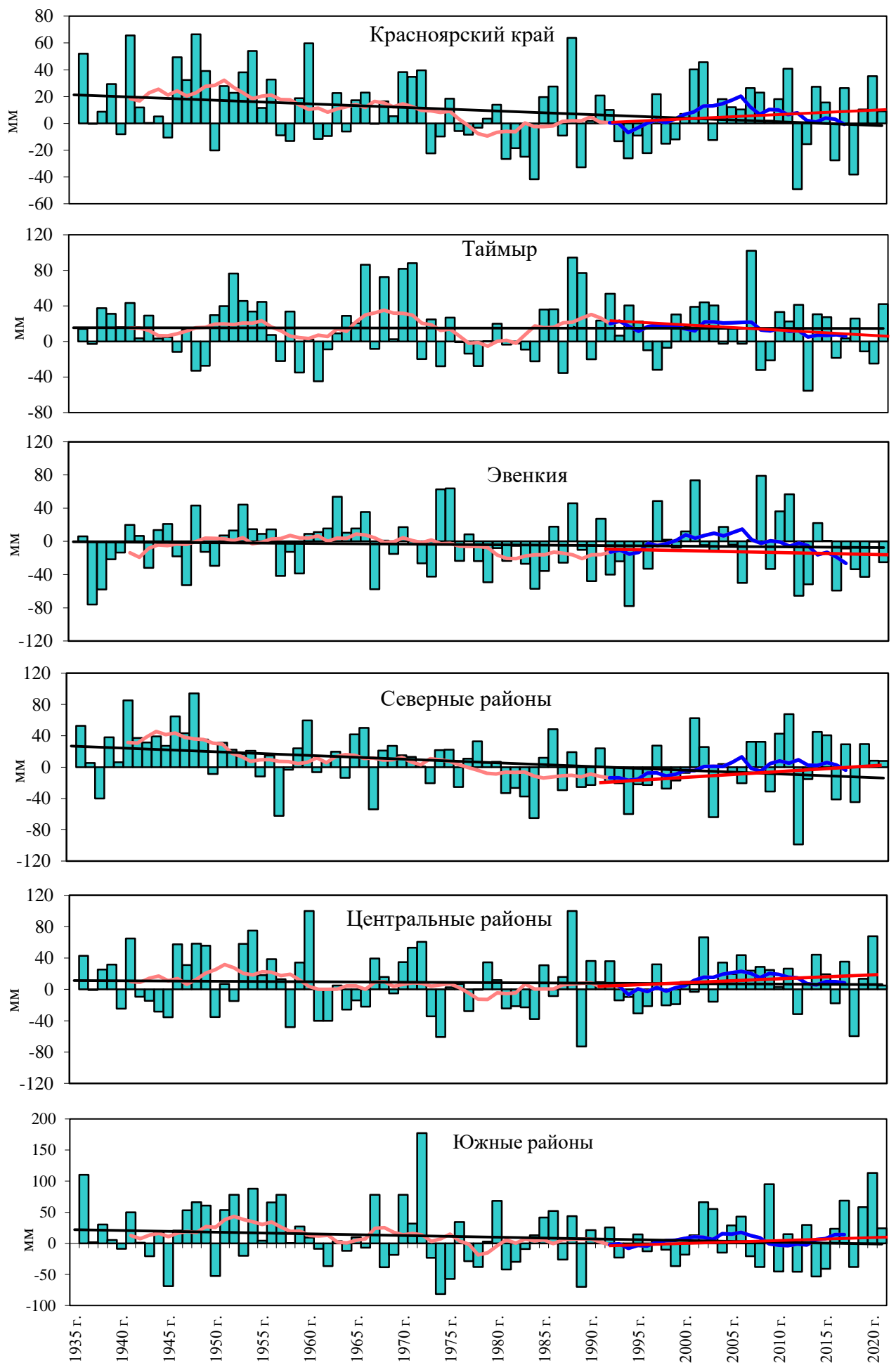


Рис. 2 (продолжение рис. 2)

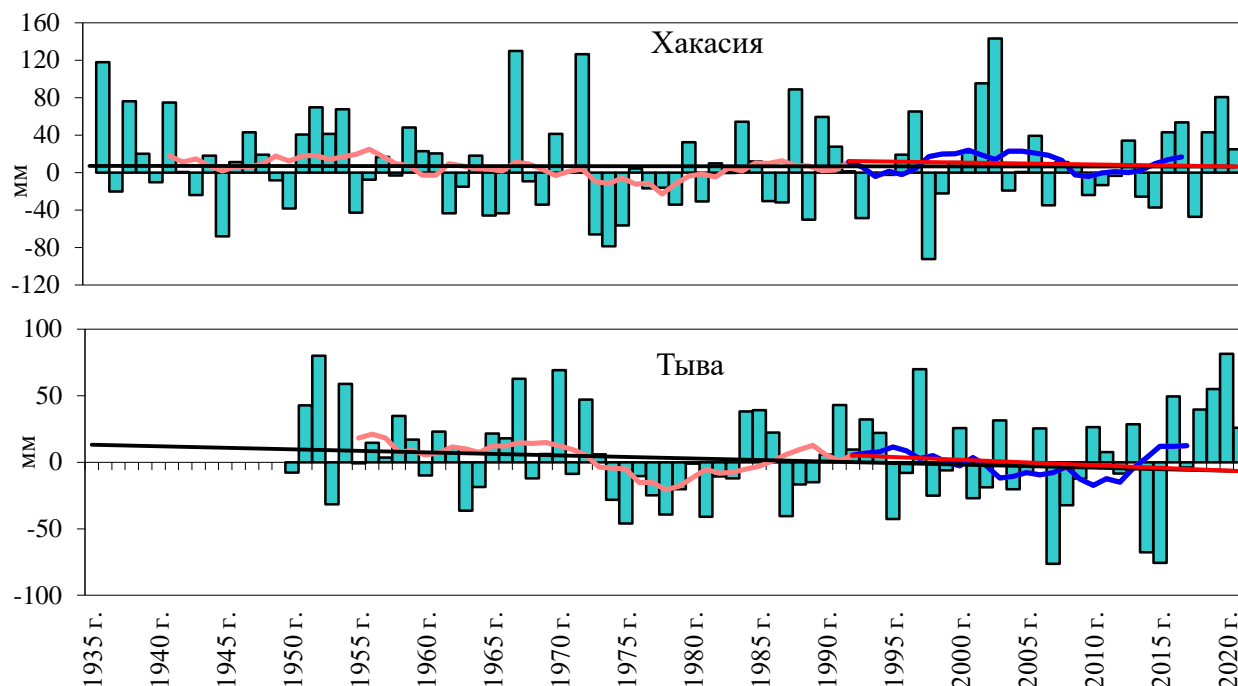


Рис. 2. Аномалии количества осадков (мм) осреднённые по территории районов Среднесибирского региона. Столбцы представляют аномалии – отклонения от средней суммы осадков базового периода 1961 – 1990. Показаны 11-летняя скользящая средняя и линейный тренд количества осадков за период 1992– 2021 гг. (красная линия) и линейный тренд количества осадков за период 1936– 2021 гг. (черная линия).

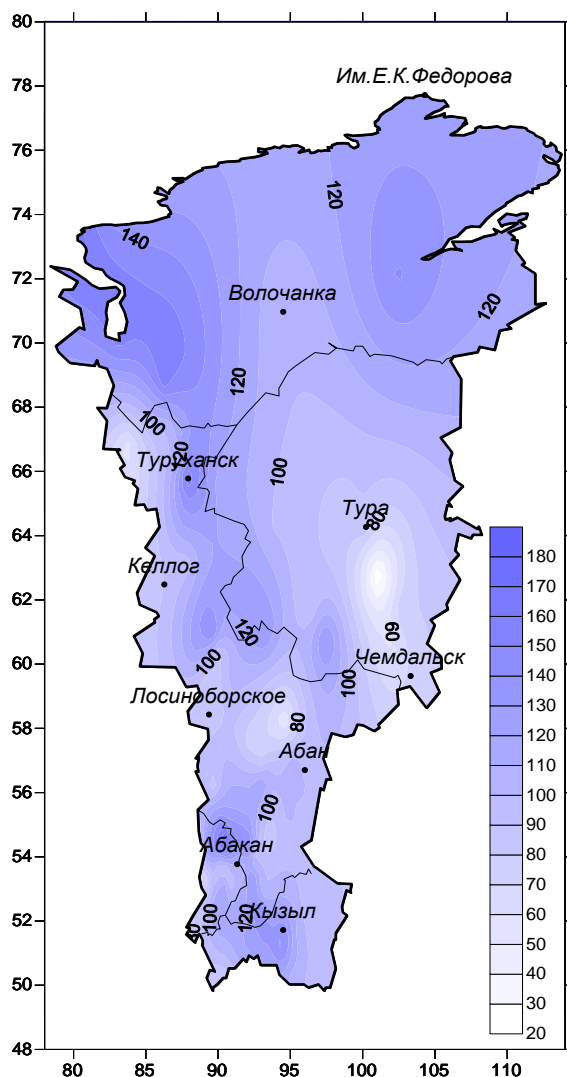
Таблица 1

Коэффициент линейного тренда (b), норма количества осадков и место в ранжированном ряду за летний сезон 2021 г. по Среднесибирскому региону.

Регионы	Летний сезон 2021 г.			
	b, мм/10 лет (1936-2021 гг.)	b, мм/10 лет (1992-2021 гг.)	Аномалии количества осадков (% от нормы)	Место в ранжированном ряду
Среднесибирский регион	-2,7	1,3	107	37
Красноярский край	-2,7	2,2	104	47
Таймырский м.р.	-0,1	-4,6	138	14
Эвенкийский м.р.	-0,8	-2,4	86	60
Северные районы	-4,9	7,8	104	45
Центральные районы	-0,6	5,3	103	48
Южные районы	-2,8	3,3	110	30
Республика Хакасия	-0,1	-0,1	111	27
Республика Тыва	-2,3	-2,7	116	20

Климатические особенности режима увлажнения.

Территориально осредненное количество осадков по региону оказалось выше нормы на 11 % и составило 199 мм.



Дефицит осадков отмечался в Эвенкии, по отношению к норме сезонное количество осадков варьировало в пределах 86 %. Особенно сухо наблюдалось в Тунгусско-Чунском районе Эвенкийского Автономного округа, за летний сезон редкие дожди накопили в среднем 36 мм осадков, что составило 20 % от нормы, как следствие это привело к засухе, и возгоранию лесных пожаров на территории Эвенкии.

В северных районах края территориально осредненные суммы осадков варьировали в пределах нормы 104 %. На рис. 3 четко прослеживается территория Туруханского района, где благодаря большому количеству дождей прошедших за летний сезон, сформировался очаг с наибольшим увлажнением и составил 158 % нормы. Недостаточное количество осадков за сезон 56 % нормы накопилось на северо-западе от Туруханска.

Территориально осреднённое количество осадков по центральным районам Красноярского края составило 103 % нормы. При этом недостаток увлажнения ощущался в Казачинском, Пировском, Боготольском и Больше Муртинском районах (71 – 83 % нормы). Противоположная картина наблюдалась в Новоселовском районе где летние дожди принесли в среднем 231 мм осадков, что соответствует 128 % нормы.

Рис. 3. Аномалии количества осадков за летний сезон 2021 года, %.

В южные районы Красноярского края летние дожди принесли в среднем 272 мм осадков, превысив сезонную норму на 10%. Особенно много зарегистрировано осадков на территории Байтайского хребта, и в межгорье котловины Западного Саяна, количество осадков превысило сезонную норму в 1,4 раза. Особенно сухо было на юго-западном склоне Восточного-Саяна, где территориально осреднённая сумма осадков составила 84 % нормы.

Превышение средних многолетних значений зарегистрировано повсеместно в республике Хакасия и Тыва в 1,1-1,6 раза. Благодаря большому количеству дождей прошедших за летний сезон, на восточных отрогах Кузнецкого Ала-Тау выпало осадков на 19 % больше нормы, к северу от Батеневского кряжа летние дожди принесли осадков на 15% больше нормы.

Активная циклоническая деятельность способствовала интенсивному накоплению осадков на территории Тувинской котловины вдоль хребта Танну-Ола, где сезонная норма была превышена в 1,4 раза.

Зона с недостаточным количеством осадков расположилась на западе Абаканского хребта и протянулась вглубь по мере продвижения к хребту Цыган-Шибэту.