

Современные изменения климата Среднесибирского региона. Весна 2022 г.

1.1 Изменение температуры воздуха на территории Среднесибирского региона

На рис. 1 представлены временные ряды, осредненных за весенний сезон, отклонений температуры воздуха от нормы, по территории Среднесибирского региона. За норму принимается базовый период 1961-1990 гг.

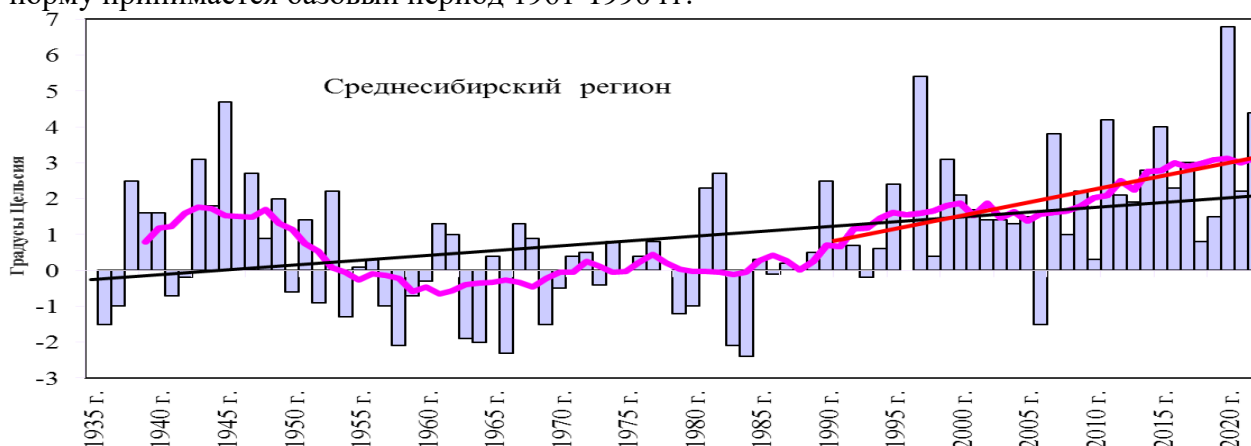
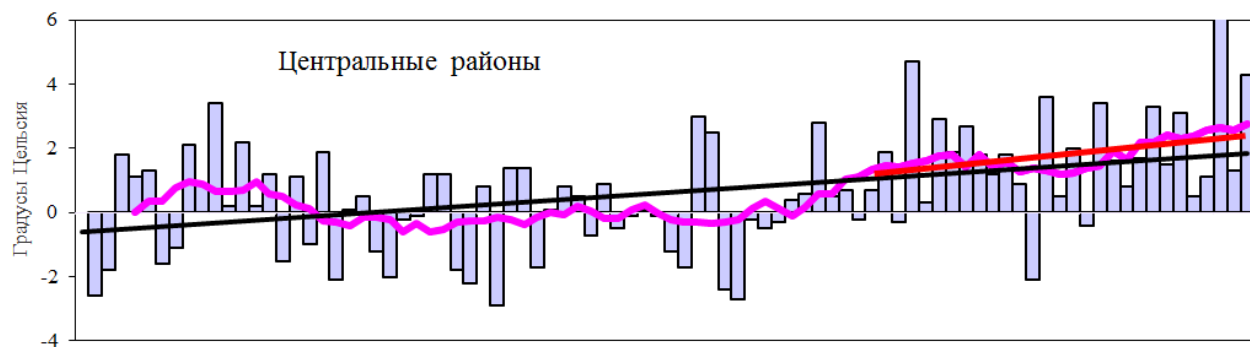
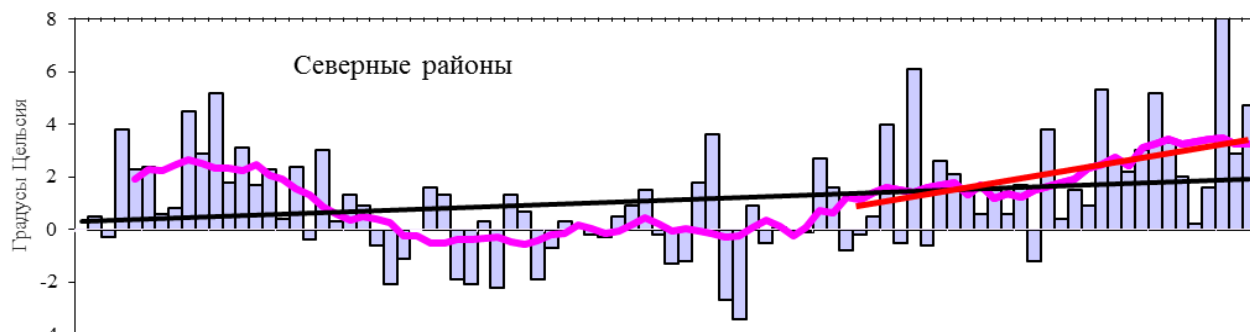
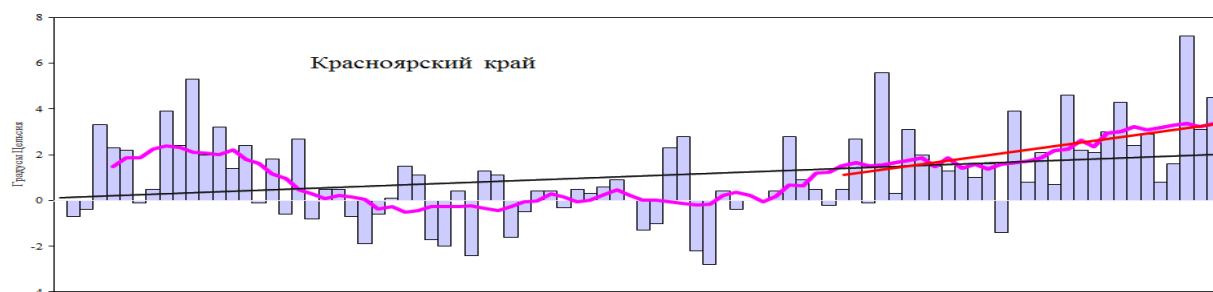
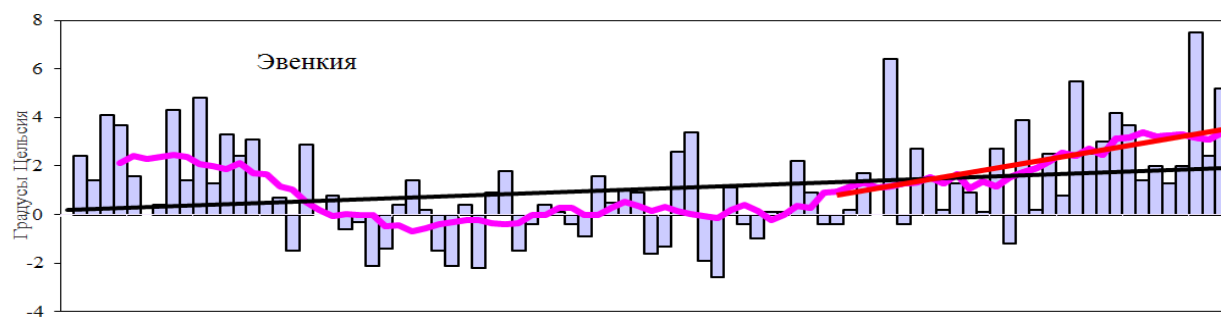
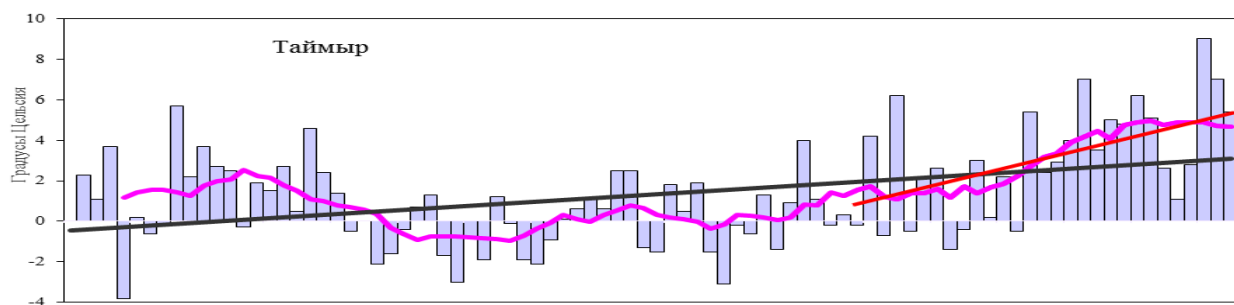


Рис. 1. Средние отклонения температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) осредненные по территории всего Среднесибирского региона за летний сезон 1936-2022гг.
(кривая — 11-летнее скользящее осреднение;
красная прямая — линия тренда за период 1993-2022гг.;
черная прямая — линия тренда за период 1936-2022гг.)

Анализ временных рядов дает общее представление о характере изменений температуры воздуха за весенний период. На графике достаточно четко выделяются теплые периоды: 1936-1954 и 1991-2022 гг. Между ними расположился временной отрезок (1955-1970 гг.) с холодными относительно нормы годами и около двух десятилетий разнонаправленных незначительных флуктуаций (1971-1991 гг.). Линейные тренды, представленные на рисунке 1, имеют положительную динамику, сохраняя тенденцию к потеплению в весенний период.

За весь 87-летний анализируемый период для Среднесибирского региона, количественное повышение температуры воздуха равно $0,66^{\circ}\text{C}/10$ лет. При этом в последнее тридцатилетие интенсивность увеличения температуры значительно больше и равна $0,27^{\circ}\text{C}/10$ лет и особенно сильный рост температуры воздуха отмечается на Таймыре $1,2^{\circ}\text{C}/10$ лет (таблица 1).

Более подробная картина изменения сезонной температуры по отдельным регионам представлена на графиках рис. 2. Анализ графиков указывает на рост температуры воздуха на всей территории Красноярского края, республик Хакасия и Тыва.



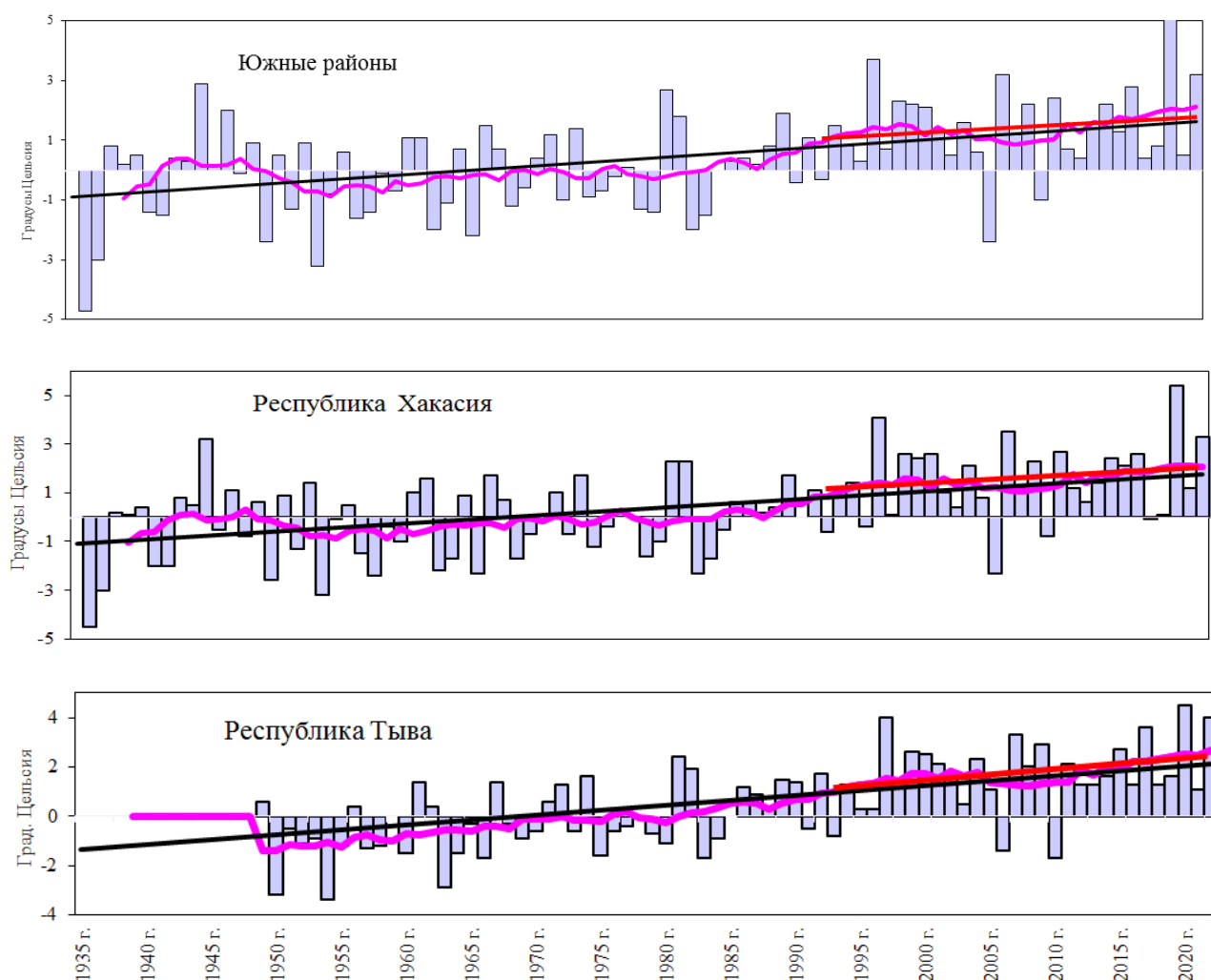


Рис. 2. Средние отклонения температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) осредненные по отдельным территориям Среднесибирского региона за летний сезон 1936-2022 гг.

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

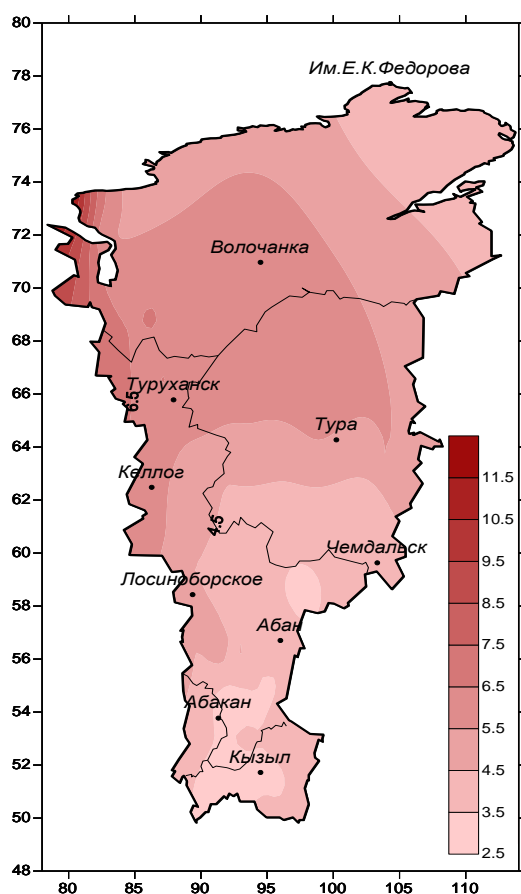
Особого внимания заслуживает количественная оценка линейного тренда районных временных рядов за последнее 30-летие 1993-2022 гг. В общем понимании коэффициент линейного тренда интерпретируется, как скорость изменения (увеличения или уменьшения) исследуемой переменной. На территории Среднесибирского региона повсеместно отмечается положительный тренд. Причем максимальное потепление, как видно из данных табл.1, происходит на Таймыре на $1,6^{\circ}\text{C}/10$ лет, в Эвенкии $0,94^{\circ}\text{C}/10$ лет и на севере Красноярского края $0,86^{\circ}\text{C}/10$. В последние годы появилась тенденция к выравниванию трендов изменения температуры за последние 30 лет и за все 87 лет в Южных районах Красноярского края, Хакасии и Тыве (табл. 1).

Таблица 1.

Аномалия регионально-осредненной температуры воздуха за весенний сезон, оценка коэффициента линейного тренда и дисперсия температуры воздуха.

| Регионы | Td, °C от нормы (1961-1990 гг.) | Оценка тренда °C /10 лет | |
|------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---------------|
| | | 1936-2022 гг. | 1993-2022 гг. |
| Среднесибирский регион | 4,3 | 0,66 | 0,27 |
| Красноярский край | 4,6 | 0,75 | 0,21 |
| Таймырский м.р. | 6,1 | 1,63 | 0,40 |
| Эвенкийский м.р. | 4,7 | 0,94 | 0,20 |
| Северные районы | 4,7 | 0,86 | 0,18 |
| Центральные районы | 4,3 | 0,43 | 0,28 |
| Южные районы | 3,2 | 0,26 | 0,28 |
| Республика Хакасия | 3,5 | 0,31 | 0,32 |
| Республика Тыва | 3,5 | 0,41 | 0,39 |

1.2 Режим температуры воздуха на территории Среднесибирского региона за весенний сезон 2022 года.



Весна 2022 года была выше нормы на всей территории Среднесибирского региона. Осредненная за сезон температура воздуха по Среднесибирскому региону составила $+5,2^{\circ}\text{C}$, что выше нормы на $4,3^{\circ}\text{C}$.

Необычайно теплой стояла весна на Таймыре. Очаг максимальных положительных отклонений, величина которых достигала $+6,6^{\circ}\text{C}$, занял обширную территорию в восточной части Нижнеенисейской возвышенности.

Примечательно, что среднесезонные температуры воздуха во всех районах были достаточно велики и вошли в десятку самых теплых.

Необычно теплыми стояли апрель и май в западной части Северо-Сиринской низменности, где средняя за сезон аномалия температуры воздуха превысила норму на $6,0-6,7^{\circ}\text{C}$. На остальной территории полуострова отклонения несколько уступали по величине, но были достаточно высокими ($3,8-5,9^{\circ}\text{C}$).

Рис. 3. Аномалия температуры воздуха за весенний сезон 2022 года от нормы.

По мере продвижения на юг, разность с нормой сглаживалась, достигнув минимальных значений. Менее всего тепло было заметно в горах Западного Саяна. В глубоких межгорных котловинах воздух прогревался медленно. В итоге среднесезонная температура приземного воздуха в этом районе превысила норму на $2,7-3,6^{\circ}\text{C}$.

За счет теплой погоды в весенние месяцы, среднесезонная температура в республике Тыва оказалась эквивалентной среднесезонной температуре в Хакасии и Южных районах Красноярского края ($3,2-4,1^{\circ}\text{C}$). Максимальный прогрев отмечен в Тувинской и Тоджинской котловинах, где средняя температура воздуха была выше нормы на $+4,1^{\circ}\text{C}$.

Таблица 2

Средняя температура воздуха, ее норма и место в ранжированном ряду
за весенний сезон 2022г. по Среднесибирскому региону.

| Регионы | Средняя температура воздуха, °С | Норма температуры воздуха, °С | Место в ранжированном ряду отклонений |
|------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Среднесибирский регион | 5,2 | 0,9 | 5 |
| Красноярский край | 4,5 | -0,1 | 5 |
| Таймырский м.р. | -7,0 | -13,1 | 8 |
| Эвенкийский м.р. | 2,7 | -2,0 | 4 |
| Северные районы | 4,2 | -0,5 | 6 |
| Центральные районы | 8,7 | 4,4 | 3 |
| Южные районы | 8,7 | 5,5 | 4 |
| Республика Хакасия | 8,5 | 5,0 | 4 |
| Республика Тыва | 8,9 | 5,4 | 3 |

Атмосферные осадки

2.1 Наблюдаемые изменения количества атмосферных осадков территории Среднесибирского региона.

Временное распределение количества осадков на территории Среднесибирского региона представлено на рис. 1. Для выявления периодов дефицита увлажнения и его переизбытка в череде существенных отклонений сезонных сумм осадков рассчитана «11-летняя скользящая». Она позволяет наглядно определить периоды, когда сезонное количество осадков превысило норму (1941-1949 гг. и 1962-1974 гг.) и периоды когда сезонные суммы не достигли нормы: 1955-1961 гг., 1988-2004 гг.

Осреднённое количество осадков на данной территории за весенний сезон 2022 года составило 54 мм. В ранжированном ряду данных, начиная с 1936 года, эта весна заняла 77 место, а за последние 30 лет - 26 место.

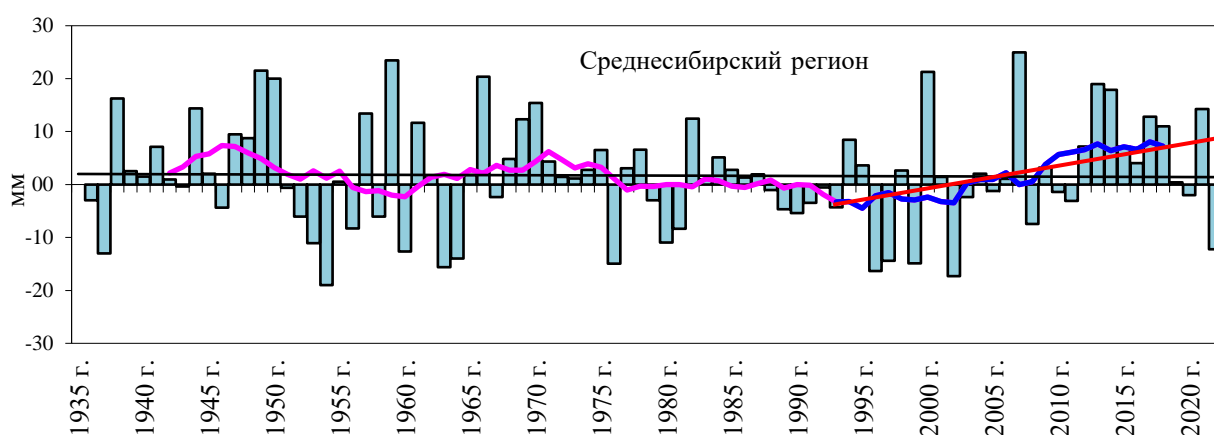


Рис.1. Средняя сезонная (весна: апрель-май) аномалия (1936-2022 гг.) количества осадков (мм) территории Среднесибирского региона. Столбцы представляют аномалии – отклонения от средней суммы осадков базового периода 1961 – 1990 гг. Показаны 11-летняя скользящая средняя, а так же линейные тренды количества осадков за период 1936-2022 гг. – чёрная линия и за период 1993– 2022 гг.- красная линия.

Временное распределение осадков Среднесибирского региона выявила интересную картину: расчёт коэффициента линейного тренда за 87-летний период ($-0,1$ мм/10 лет) указывает на общее уменьшение осадков в Регионе, при этом в последнее тридцатилетие отмечается тенденция к их возрастанию ($5,2$ мм/10 лет).

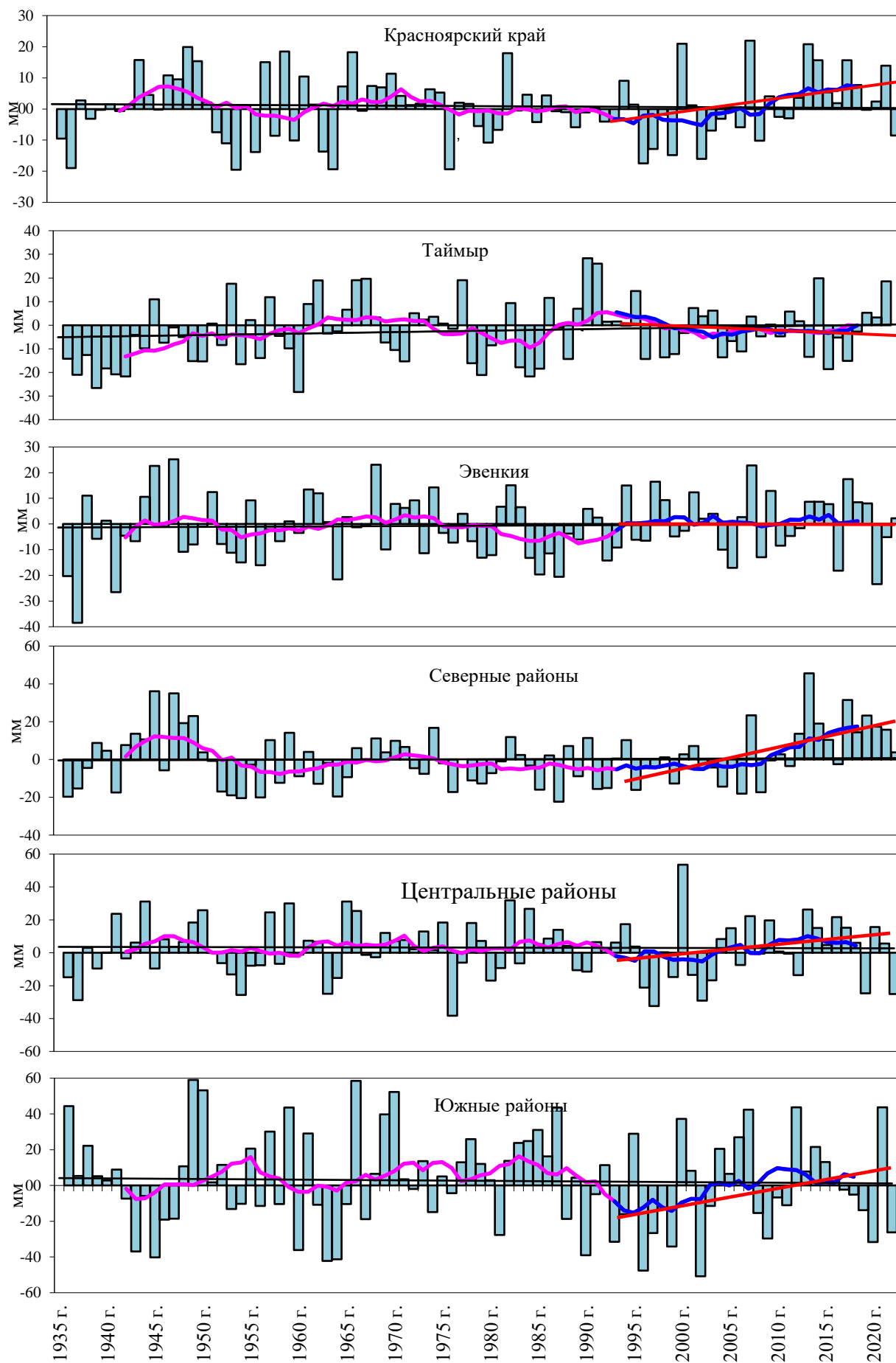


Рис. 2 а (продолжение рис.2)

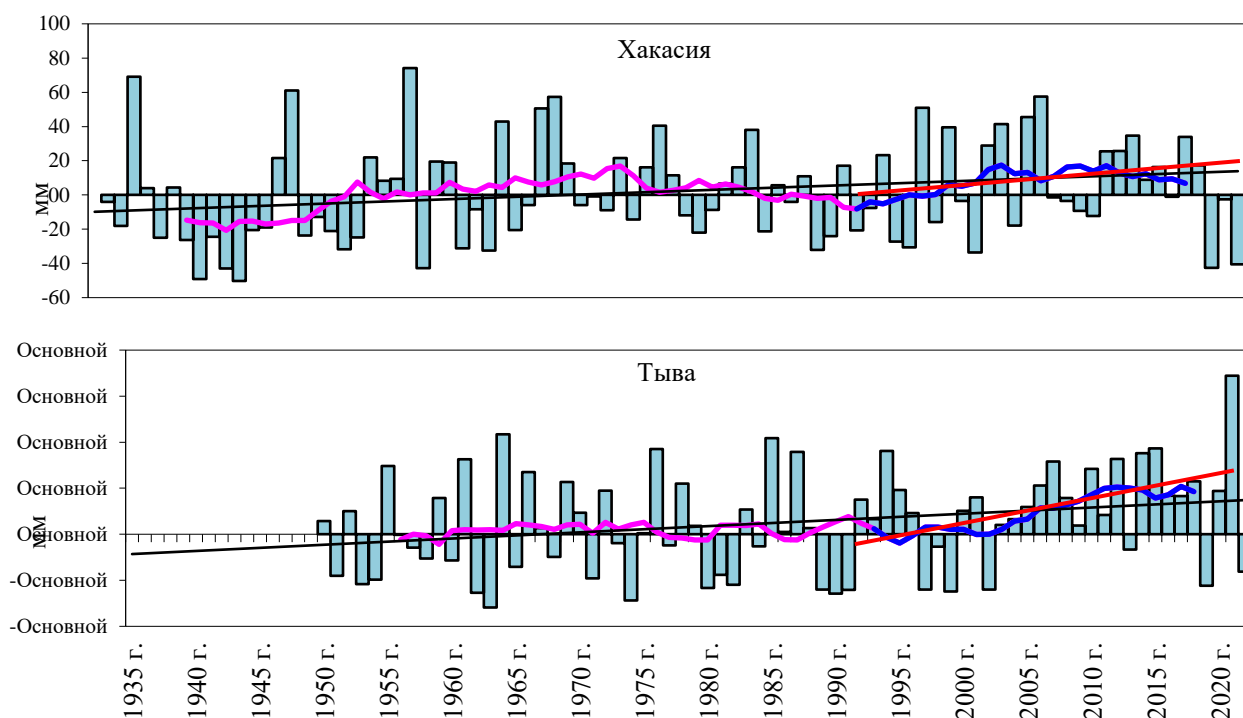


Рис. 2. Средние по территории (весна: апрель-май) аномалии (1936-2022 гг.) количества осадков (мм) Среднесибирского Региона. Столбцы представляют аномалии – отклонения от средней суммы осадков базового периода 1961 – 1990 гг. Показаны 11-летняя скользящая средняя, а так же линейные тренды за период 1936-2022 гг. – чёрная линия и за период 1993– 2022 гг.- красная линия.

Как следует из рисунков, временное распределение осадков в каждом из представленных регионов имеет свои особенности. Основными причинами этого являются большая протяженность территории с севера на юг, и как следствие, довольно отличные характеристики прохождения барических образований и сложная орография. На Таймыре недостаточное количество осадков по отношению к норме наблюдалось в период 1936-1965 гг. Примерно такая же картина сложилась в Хакасии. Однако в северных районах Красноярского края - это годы с максимально повышенными и даже экстремальными, сезонными осадками. Второй четко выраженный период с дефицитом увлажнения на Таймыре пришелся на десятилетие 1974-1985 гг. В это время ощущался незначительный недостаток увлажнения в Эвенки и северных районах Красноярского края. В остальных районах – это период с количеством осадков близким к норме. (Рис. 2).

Анализ режима осадков последнего 30-летия указывает на уменьшение количества весенних осадков на Таймыре (-2,3 мм/10 лет). И противоположность этому, значительное его увеличение зарегистрировано в Северных и Южных районах края (8,7 мм/10 лет). Меньшими темпами наблюдается повышение сезонных сумм осадков в Эвенкии (0,5 мм/10 лет), Красноярском крае (4,9 мм/10 лет), Центральных районах края (5,0 мм/10лет). Уровень осадков по центральным районам держится в пределах нормы, т.е. в течение 30 лет сохраняется баланс между засушливыми и переувлажнёнными весенними сезонами (табл. 1).

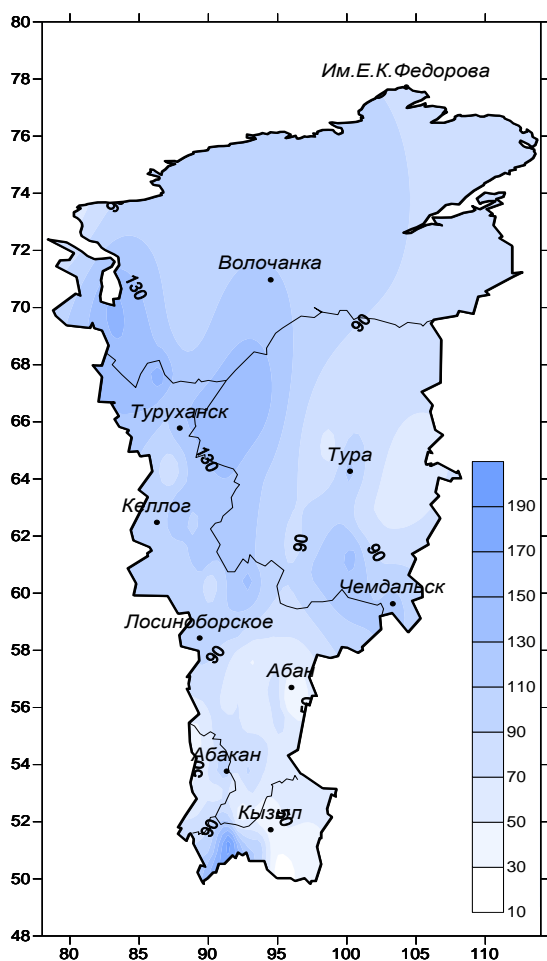
Таблица 1

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

| Регионы | Весенний 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 | -0,1 | 5,2 | 82 | 77 |
| Красноярский край | -0,2 | 4,9 | 88 | 71 |
| Таймыр | 0,6 | -2,3 | 109 | 23 |
| Эвенкия | 0,2 | 0,5 | 104 | 35 |
| Северные районы | 0,1 | 8,7 | 106 | 35 |
| Центральные районы | -0,1 | 5,0 | 63 | 82 |
| Южные районы | -0,1 | 8,7 | 71 | 73 |
| Хакасия | 2,8 | 6,9 | 58 | 82 |
| Тыва | 1,3 | 4,9 | 71 | 59 |

Климатические особенности режима увлажнения

В целом за сезон на территории Красноярского края выпало осадков меньше нормы на 18%. Обширная территория, протянувшаяся широкой полосой от Карского моря до Восточного Саяна, получила 58 – 109 % нормы.



На Таймыре, Эвенкии и Северных районах края осредненное по территориям сезонное количество осадков близко к норме – 104 - 109 % соответственно. Наиболее сухой была северо-восточная часть полуострова, где местами дефицит осадков достигал 54-56 %. На Таймыре наименьшее количество осадков пришлось на побережье Пясинского залива. В Эвенкии и Северных районах края наименьшее количество осадков пришлось на Сыверма плато, где сезонная сумма осадков составила 59 % от нормы, и местами на территории Среднесибирского плоскогорья, сумма осадков составила 65 % от нормы. Противоположность этому лишь в северо-восточной части Западно-Сибирской равнины выпало наибольшее количество осадков, за весенний сезон сумма осадков составила 158-162 % нормы.

Рис. 3. Аномалии количества осадков (% от нормы) за весенний сезон 2022 г.

Сезонный дефицит влажности сформировался, в основном, за счет очень сухого мая. За этот месяц редкие и необильные дожди принесли до 70% осадков в сравнении со средними многолетними значениями. Крайне мало осадков, зарегистрировано на обширной территории, включающей в себя Канско-Рыбинскую, Усинскую, Турано-Уюкскую, Тувинскую, и Убсунурскую котловины, а так же Минусинскую степь, за сезон сумма осадков составила (12-41 % нормы).

Особенно сухой стояла весна на территории Хакасии, где количество весенних осадков оказалось в 4,2 раза меньше средних многолетних значений. Изобилие осадков пришлось лишь на Западную часть Тувинской котловины, где выпало осадков в 2 раза больше по сравнению с сезонной нормой.