

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Л.А. Воронина¹, А.М. Лапчик², Е.А. Брусенко²

¹ФГБУ «Сибирский региональный научно-исследовательский
гидрометеорологический институт», Новосибирск

²ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС», Новосибирск

В докладе Росгидромета об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2021 г. отмечено: «Скорость роста среднегодовой температуры на территории Российской Федерации почти втрое превышает среднюю по земному шару, а весеннее потепление в Западной Сибири втрое быстрее, чем зимнее» [1]. Климатическим центром Росгидромета была выпущена публикация «Глобальное изменение климата и Сибирский Федеральный округ» (Санкт-Петербург, 2021), в которой представлен анализ изменения температуры воздуха и количества осадков за период 1961–2020 гг. по ряду районов Сибирского федерального округа, рассмотрены результаты роста среднегодовой температуры воздуха в округе по десятилетиям. Отмечено, что после 1976 г. рост среднегодовой температуры воздуха в Сибирском федеральном округе составляет 0,44 °C/10 лет [2]. В предлагаемой статье рассмотрены результаты исследования за период 1961–2020 гг. рядов среднегодовой температуры воздуха, среднемесячной температуры воздуха, а также годовых и месячных сумм осадков. Приведен анализ изменений температурного режима и режима осадков по отдельным территориям региона и влияние их на жизнедеятельность этих районов. Рассмотрены связи изменения температурного режима и режима осадков над юго-востоком Западной Сибири с формами атмосферной циркуляции.

Ключевые слова: изменение климата, средние многолетние значения, среднегодовая температура воздуха, суммы осадков, засушливость, формы циркуляции.

CLIMATIC FEATURES OF THE SOUTH-EAST OF WESTERN SIBERIA

L.A. Voronina¹, A.M. Lapchik², E.A. Brusenko²

¹Siberian Regional Research Hydrometeorological Institute, Novosibirsk

²West-Siberian Administration for Hydrometeorology and Environmental
Monitoring, Novosibirsk

The Roshydromet report on climate features in the Russian Federation for 2021 notes: “The rate of increase in the average annual temperature in the Russian Federation is almost three times higher than the global average, and spring warming in Western Siberia is three times faster than winter warming” [1]. The Climate Center of Roshydromet issued a publication “Global Climate Change and the Siberian Federal District” (Saint Petersburg, 2021) [2], which presents an analysis of changes in air temperature and precipitation over the period 1961–2020 for a number of regions of the Siberian Federal District and results of the growth of the average annual air temperature in the district over decades. It is noted that after 1976 the increase in the average annual air temperature in the Siberian Federal District is 0.44 °C/10 years [2]. The proposed article reviews the results of the study of series of average annual air temperature, average monthly air temperature, as well as annual and monthly total precipitation for the period of 1961–2020. An analysis of changes in the temperature and precipitation regimes for individual territories of the region and their impact on the vital activity of these areas is given. Relationships between changes in the temperature and precipitation regimes over the southeast of Western Siberia and the forms of atmospheric circulation are considered.

Key words: *climate change, long-term averages, average annual air temperature, total precipitation, aridity, circulation patterns.*

Введение

Более чем полвека прошло под знаком глобального потепления, связанного с изменением концентрации парниковых газов в атмосфере при сжигании ископаемого топлива. Важной особенностью глобального потепления является его пространственная и сезонная неоднородность. Наиболее негативные последствия изменения климата не только характеризуются повышением температуры воздуха и изменением режима осадков, но и проявляются частотой и интенсивностью опасных гидрометеорологических явлений, связанных со штормовым ветром, нередко достигающим ураганной силы, повторяемостью периодов с экстремальными температурами, высокими половодьями разрушающей силы в одних местах и ростом засухливости в других. То есть происходят климатические изменения, влияющие на социально-экономическое развитие того или иного региона страны. Урожайность сельскохозяйственных культур напрямую влияет на продовольственную программу страны; от стабильной работы гидроэлектростанций зависит энергетическая безопасность, что обуславливает качество и безопасность жизни населения страны [3].

Температурный режим и режим осадков относятся к основным метеорологическим параметрам, которые влияют на жизнедеятельность населения. Поэтому представлялось актуальным и интересным рассмотреть изменение температурного режима и режима осадков по данным станций

Западно-Сибирского УГМС за ряд 1961–2020 гг. и сравнить два тридцатилетних периода норм WMO – 1961–1990 и 1991–2020 гг.

В целях анализа изменения температуры воздуха и количества выпавших осадков за период 1961–2020 гг. были построены графики среднегодовой температуры воздуха и годового количества осадков, дополнительно были рассчитаны линейные тренды, по которым можно отследить динамику роста (положительную, отрицательную), также тенденцию изменения исследуемых метеорологических параметров.

Основными факторами, определяющими климат территории юго-востока Западной Сибири, являются ее географические особенности. Территория Западной Сибири находится внутри материка Евразия. Открытость территории Западной Сибири с севера обуславливает беспрепятственное вторжение холодного арктического воздуха, а с юга – вынос жаркого сухого воздуха из районов Средней Азии и Казахстана. Вследствие удаленности территории от морей и океанов большое влияние на формирование климата оказывают физические свойства суши, которая летом быстро и сильно нагревается, а зимой так же интенсивно охлаждается. Значительные температурные перепады между сезонами года говорят о том, что почти вся территория юго-востока Западной Сибири относится к зоне континентального климата.

К территории исследования относятся Томская, Новосибирская, Кемеровская области, Алтайский край, Республика Алтай. Для анализа режима осадков и температуры воздуха использованы данные наблюдений 124 метеорологических станций ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» (рис. 1) [4].

Регион исследования находится в трех природно-климатических зонах: Томская – лесная, таежная, Новосибирская – в основном лесостепная, Алтайский край – преимущественно зона степей. В самом юго-восточном субъекте региона – Республике Алтай (высота 2600 м над уровнем моря, вершина горы Кара-Тюрек им. Гесса) – представлены особенности горного климата [4]. Для Кемеровской области характерно разнообразие мезоклиматических условий; по природно-ландшафтным признакам область подразделяется на четыре зоны: большая часть территории представляет собой предгорную и горную зоны, почти сплошь покрытые черневой тайгой, на севере и в центре области значительные площади заняты лесостепью и степью, часть территории занята равнинной тайгой.

Так как регион исследования находится в разных природно-климатических зонах, для исследования целесообразно было выбрать станции, которые бы отражали особенности температурного режима и режим осадков своей зоны.

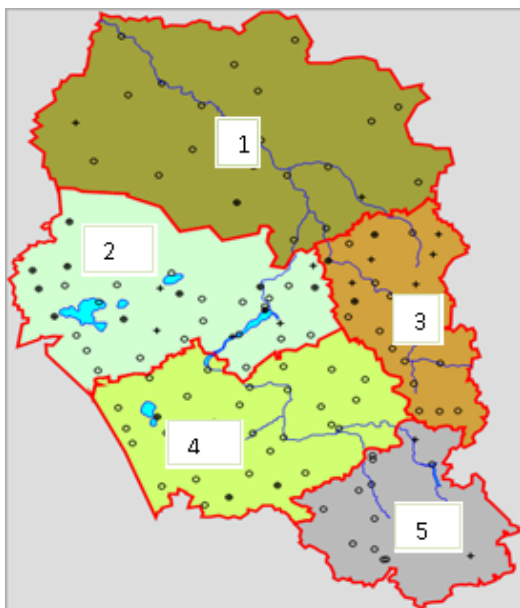


Рис. 1. Сеть метеорологических станций:

1 – Томская область (23 ст.); 2 – Новосибирская область (35 ст.); 3 – Кемеровская область (21 ст.); 4 – Алтайский край (32 ст.); 5 – Республика Алтай (10 ст.)

Температурный режим и его изменения

На рис. 2, *а–е* представлены графики хода среднегодовой температуры воздуха за период 1961–2020 гг. по данным станций, характерным для природно-климатических зон: Александровское (север), Кемерово (восток), Татарск (запад), Барнаул, Маслянино (центр), Ак-Кем (Горный Алтай).

По данным этих станций рассчитаны и линейные тренды изменения среднегодовой температуры воздуха. Визуально по распределению графика, а также по статистическим параметрам линейного тренда, хотя они и малозначимы, наблюдается положительная динамика роста среднегодовой температуры воздуха. Учитывая значительную разницу в климатических и географических условиях разных районов юго-востока Западной Сибири, в данных станций отмечаются и различия в статистических параметрах повышения среднегодовой температуры воздуха.

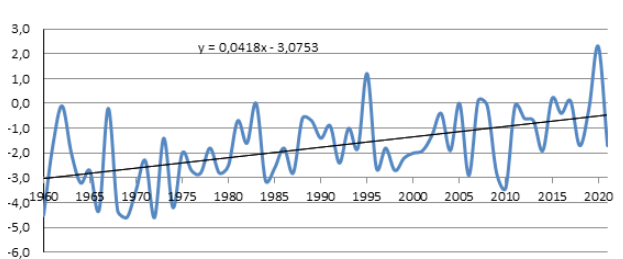
Кроме изменения среднегодовой температуры воздуха, представляет интерес рассмотреть и проанализировать изменение температуры за 60 лет в теплый (апрель–октябрь) и холодный (ноябрь–март) периоды года, а также максимальной и минимальной температуры воздуха [2]. На рис. 3

приведены примеры хода температуры воздуха и рассчитанные тренды температуры в теплый (рис. 3 – А1, А2, А3) и в холодный (рис. 3 – Б1, Б2 и Б3) периоды года по станциям Александровское, Барнаул и Кемерово. Во всех случаях и в теплый, и в холодный периоды года визуально можно наблюдать положительную динамику роста температуры воздуха. Рассчитанные уравнения линейного тренда малозначимы, но они также указывают на положительную динамику роста температуры воздуха. Если сравнивать в линейных уравнениях коэффициенты прироста во временном ряду, то следует отметить, что в холодный период наблюдается более значимый прирост температуры воздуха, чем в теплый период. Таким образом, можно предположить, что тенденция большего прироста температуры на юго-востоке Западной Сибири в течение исследуемых периодов года приходится на холодный период.

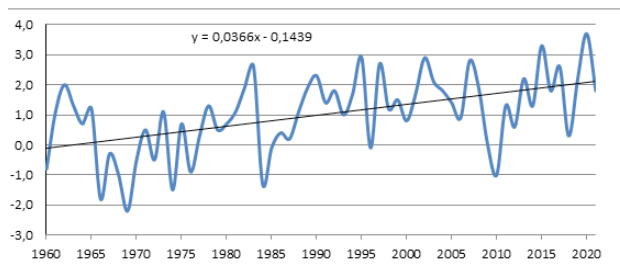
Представляло интерес рассмотреть изменение максимальной и минимальной температуры воздуха [2] за период с 1961 по 2020 г. На рис. 4, а–е приведены примеры хода максимальной и минимальной температуры воздуха. На станциях Александровское (Томская область) и Татарск (Новосибирская область) прослеживается повышение минимальной температуры воздуха (линейный тренд малозначимый, но положительный). Некоторое снижение минимальной температуры воздуха (тренд статистически малозначимый, но отрицательный) наблюдается на станциях Барнаул, Горняк (Алтайский край), Кемерово, т. е. наблюдается, хотя и небольшая, тенденция к понижению минимальной температуры воздуха. Максимальная температура воздуха по этим станциям остается почти без изменения. Однако на горных станциях Алтая (пример – станция Ак-Кем) отмечаются положительные тренды (хотя статистически малозначимые) как максимальной, так и минимальной температуры воздуха.

Тренды максимальной температуры воздуха по приведенным станциям юго-востока Западной Сибири малозначимы, хотя имеют положительный знак, т. е. отмечается небольшой прирост температуры воздуха в дневные часы. Дополнительно были проанализированы максимальные температуры воздуха летних месяцев за весь исследуемый ряд. Максимальная температура этого периода по большинству станций была близка к норме (около $+25^{\circ}\text{C}$) и лишь в отдельные годы (1982, 1983, 1989, 1998, 1999, 2012 и 2014) максимальная температура воздуха превышала $+30^{\circ}\text{C}$.

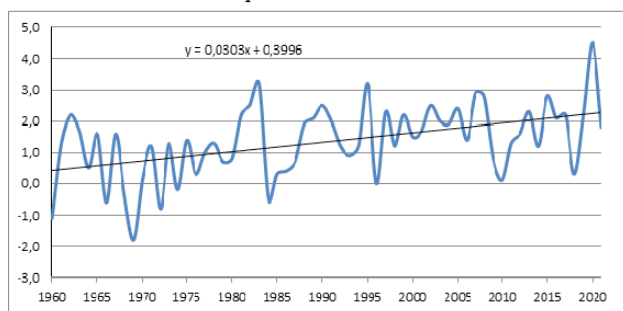
Изменение минимальной температуры носит неоднородный характер. По показаниям большинства метеостанций отмечается положительный тренд, но по ряду станций Алтайского края, Кемеровской области и востока Новосибирской области тренд минимальной температуры воздуха оказался статистически малозначимым, но отрицательным, т. е. в этих районах наблюдается тенденция к увеличению холодных зим с температурой воздуха ниже $-30\dots-35^{\circ}\text{C}$. Наиболее холодные зимы с аномальны-



а - Александровское



в - Кемерово



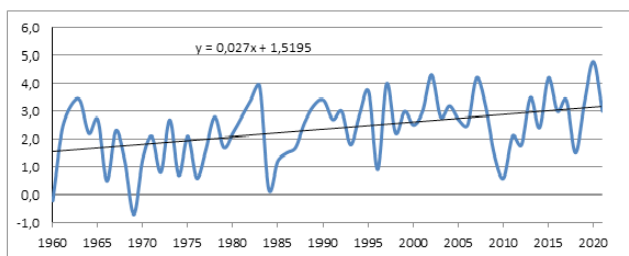
д - Татарск

Рис. 2 (начало). Среднегодовая температура воздуха (°C) по станциям Александровское (а), Барнаул (б), Кемерово (в), Ак-Кем (г), Татарск (д), Маслянино (е)

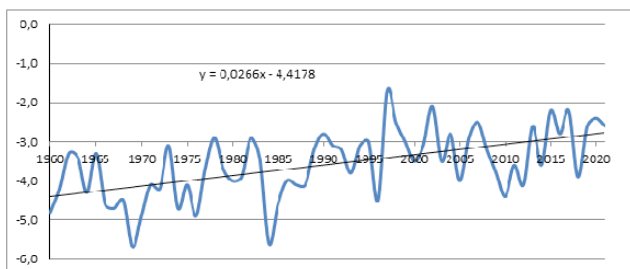
ми и продолжительными морозами наблюдались в 1984–1985, 1987–1988, 1997–1998, 2004–2005, 2005–2006, 2008–2009, 2009–2010 и 2010–2011 гг.

На основании приведенных данных можно предположить, что наиболее визуально заметная и статистически более значимая тенденция повышения годовой температуры воздуха наблюдается в северной части юго-востока Западной Сибири.

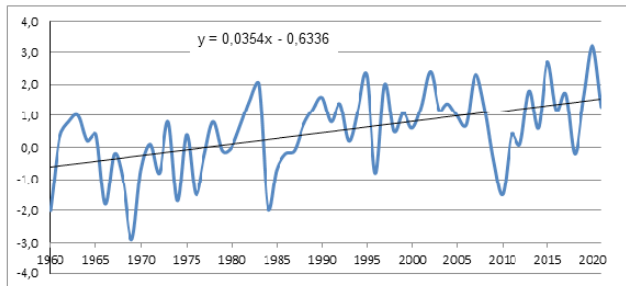
На диаграмме (рис. 5) в годовом разрезе можно сравнить интенсивность изменений за 30 лет по месяцам и по территориям. Видно, что при-



б - Барнаул



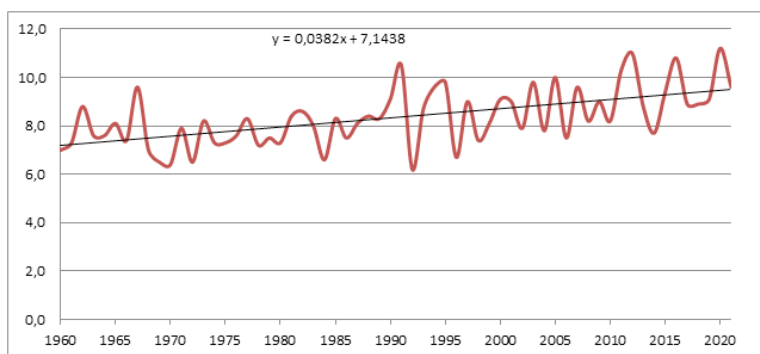
г - Ак-Кем



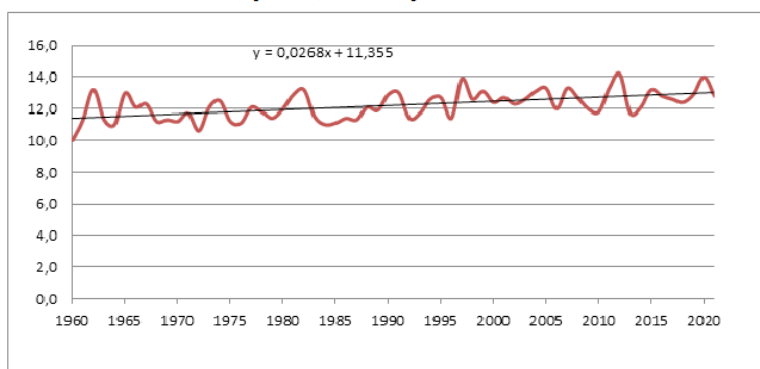
е - Маслянино

Рис. 2 (окончание)

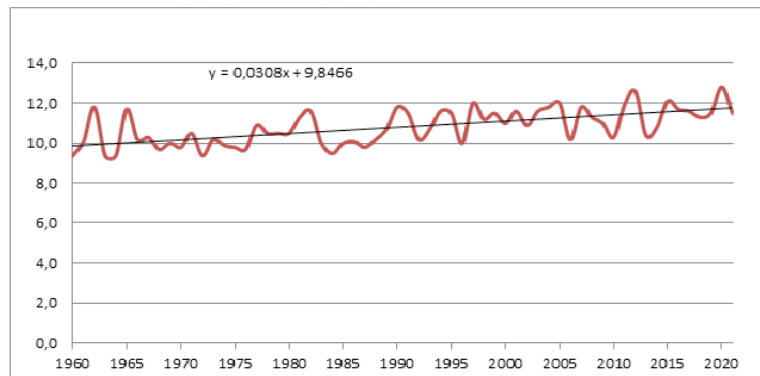
рост средней многолетней температуры воздуха по всей территории наблюдается в холодные (зимние) месяцы: ноябрь, январь, февраль, декабрь, март, а также в апреле и октябре; причем максимальный прирост нормы среднемесячной температуры воздуха в среднем отмечается по Новосибирской области в феврале, марте, апреле, мае и октябре от 1,25 до 2,5 °С. В марте по Томской, Кемеровской областям, Республике Алтай отмечается незначительный прирост температуры; в Алтайском крае в среднем по территории среднемесячная температура воздуха в марте стала ниже



А1 - Александровское, теплый период года

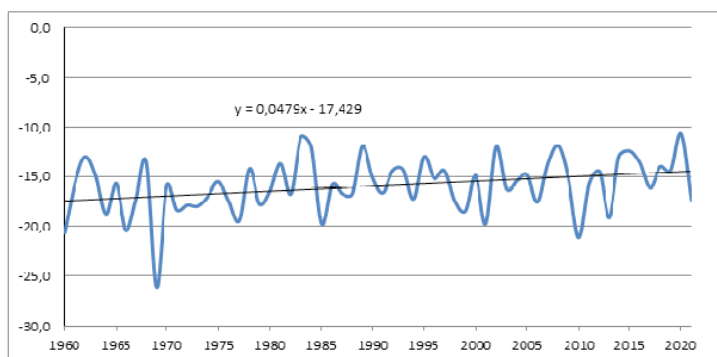


А2 - Барнаул, теплый период года

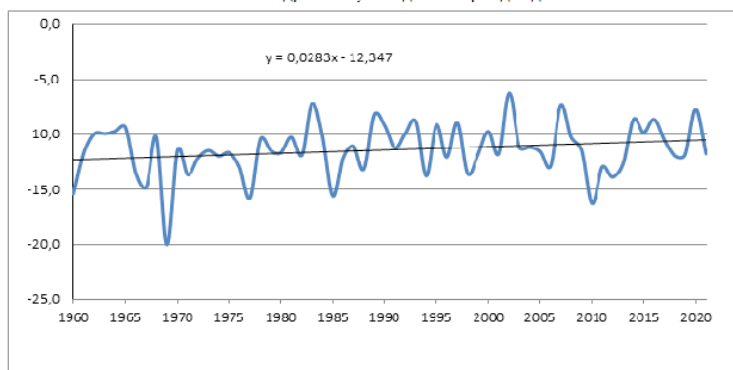


А3 - Кемерово, теплый период года

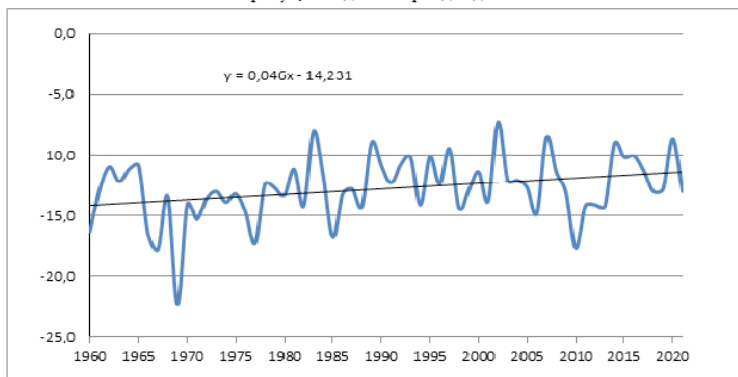
Рис. 3 (начало). Среднегодовая температура воздуха (°C) по станциям Александровское, Барнаул, Кемерово: А – в теплый период года, Б – в холодный период года



Б1 - Александровское, холодный период года



Б2 - Барнаул, холодный период года



Б3 - Кемерово, холодный период года

Рис. 3 (начало)

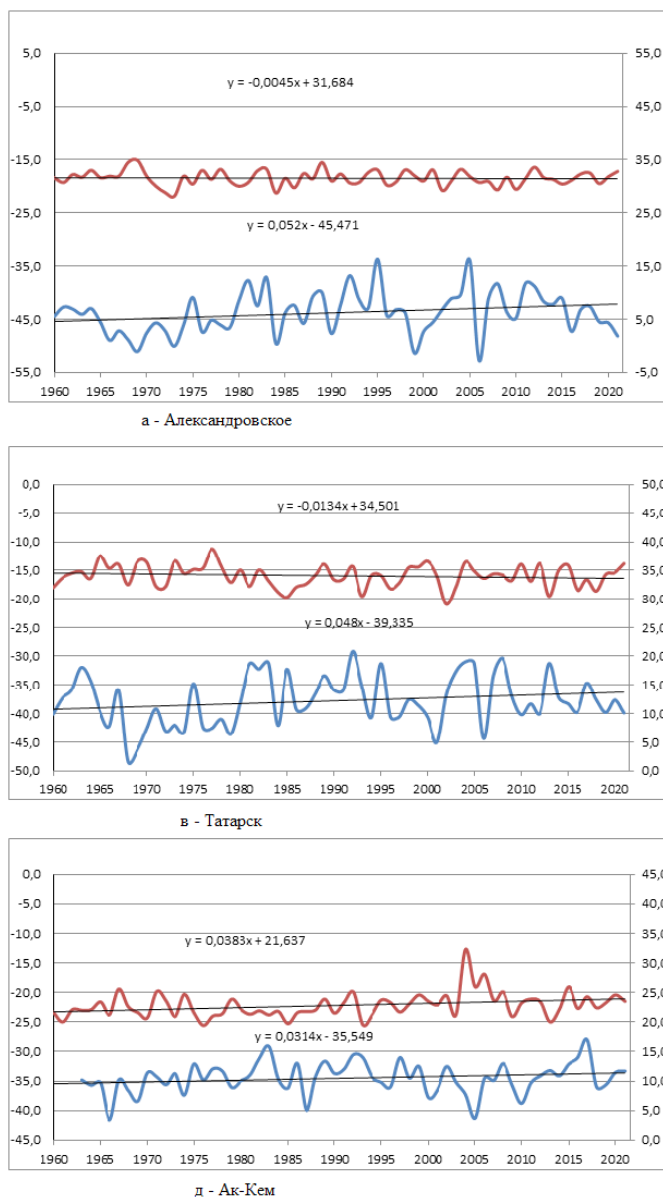


Рис. 4 (начало). Максимальная и минимальная температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$) по станциям Александровское (а), Барнаул (б), Татарск (в), Горняк (г), Ак-Кем (д), Кемерово (е)

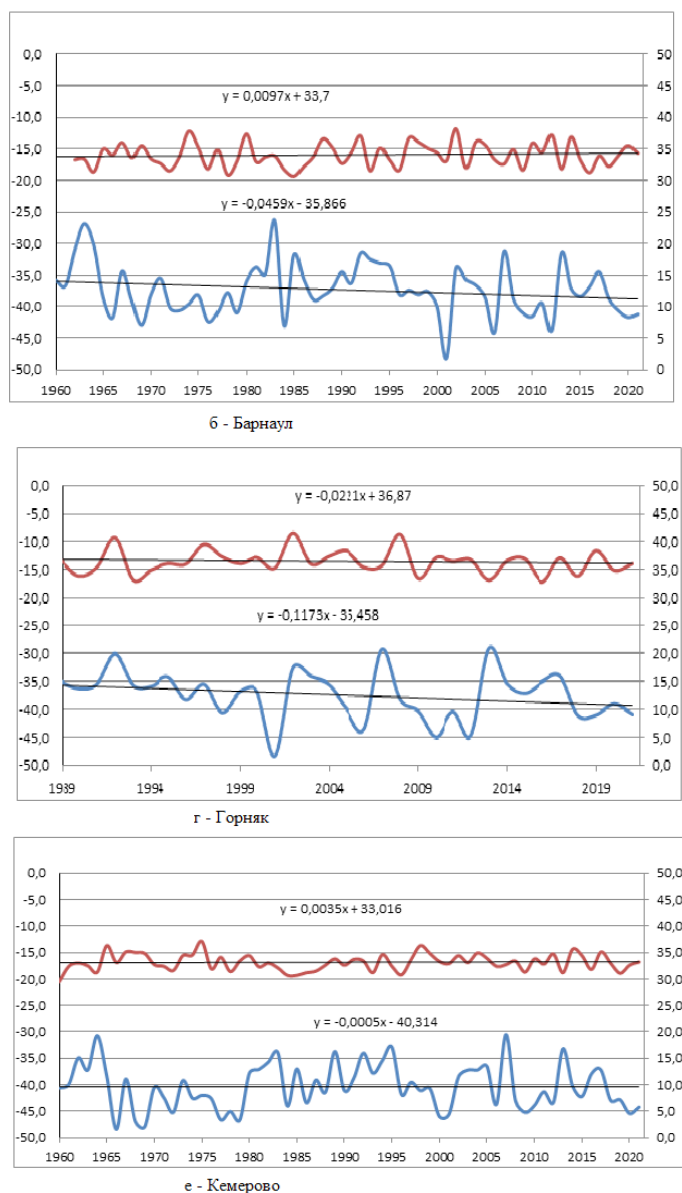


Рис. 4 (окончание)

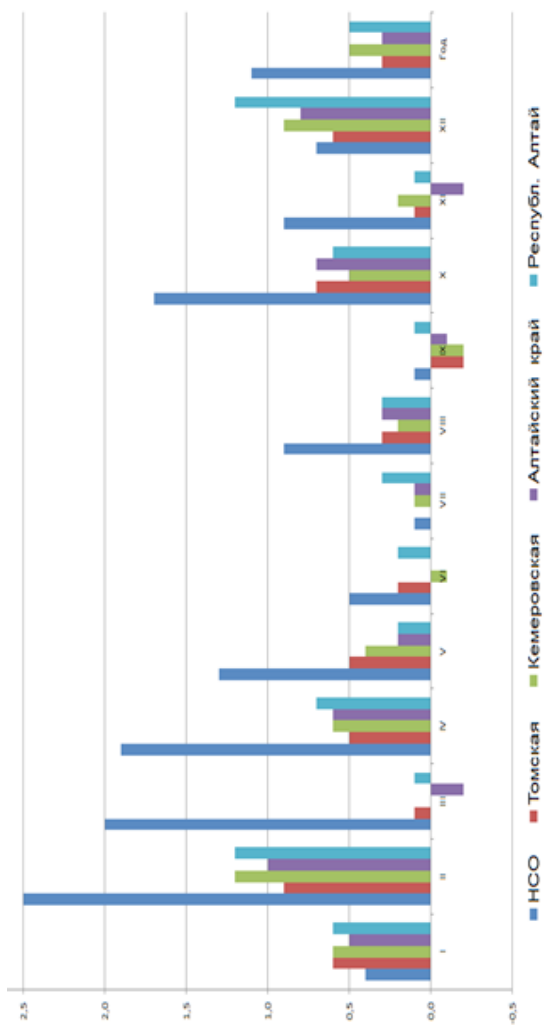


Рис. 5. Разница среднемесячной температуры воздуха в нормах 1961–1990 и 1991–2020 гг. по субъектам юго-востока Западной Сибири

на $0,2^{\circ}\text{C}$, что, видимо, может говорить о частом возврате холодов, так как март здесь считается уже весенним месяцем, в отличие от Томской, Кемеровской и Новосибирской областей, где еще продолжается зима.

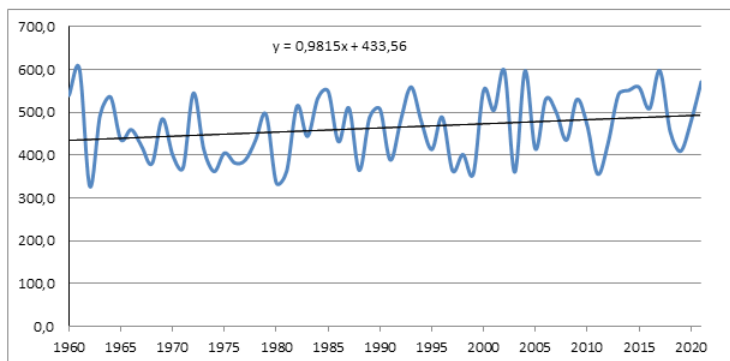
В летние месяцы средние многолетние значения температуры за период 1991–2020 гг. повысились незначительно, всего на $0,1\text{--}0,3^{\circ}\text{C}$, в сентябре и ноябре изменения в нормах почти не наблюдаются. Среднегодовая температура воздуха за 30 лет, с 1991 по 2020 г., повысилась в среднем по Новосибирской области на 1°C , на остальной территории юго-востока Западной Сибири – менее чем на 1°C .

Режим осадков и его изменение

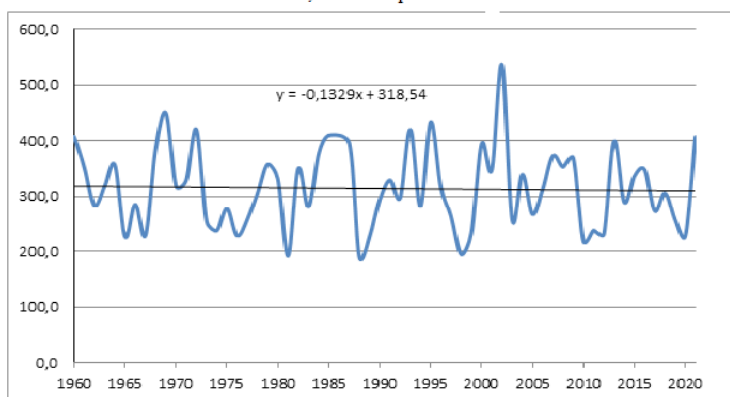
Одной из важнейших климатических характеристик являются атмосферные осадки. Распределение осадков зависит как от физико-географических особенностей региона (высоты места, формы рельефа, наличия лесных массивов, водоемов и речных долин), так и от циркуляционных факторов атмосферы.

Рассмотрим графики годовых сумм осадков и их тренды за период 1961–2020 гг. на территориях с разными физико-географическими особенностями: таежная, лесостепная, степная и горная. В таежной зоне, примером которой является станция Томск (рис. 6, б), видно, что наблюдается положительный статистически значимый тренд, количество осадков за 60 прошедших лет имеет тенденцию к увеличению. В лесостепной зоне Новосибирской и Кемеровской областей и в горной зоне Республики Алтай (см. рис. 6, а, е) в годовом распределении осадков также отмечается положительный тренд, хотя статистически малозначимый. В отдельных степных районах территорий Новосибирской, Кемеровской областей и Алтайского края увеличение годового количества осадков совсем незначительно или не претерпело изменения (статистически малозначимые линейные тренды), это видно на примере станций Красное, Барнаул (см. рис. 6, г, д), а по станции Карасук (см. рис. 6, в, юго-запад Новосибирской области) тренд отрицательный, хотя статистически малозначимый.

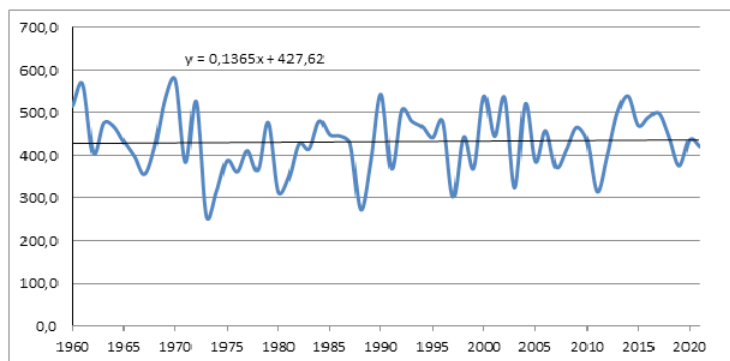
Интересным представилось рассмотреть на примере этих же станций осадки теплого (апрель–октябрь) и холодного (ноябрь–март) периодов года. Какой из этих периодов вносит более ощутимый вклад в изменение количества годовых осадков за период с 1961 по 2020 г.? На примере станций таежной и лесостепной зоны (Томск, Маслянино) на рис. 7 (1а, 2а и 1б, 2б) видно, что наиболее статистически значимый положительный тренд осадков отмечается в холодный период года, что говорит об увеличении тенденции выпадения твердых осадков. На примере станций степной зоны юго-востока Западной Сибири (Красное, Барнаул, Карасук) видно, что количество осадков в теплом и холодном периодах мало чем отличается от годового распределения.



а - Маслянино, Новосибирская область

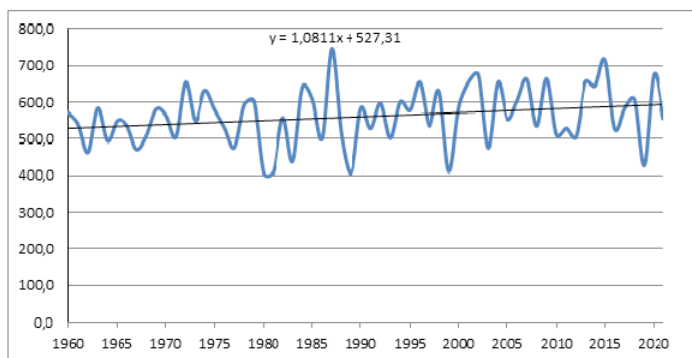


в - Карасук, Новосибирская область

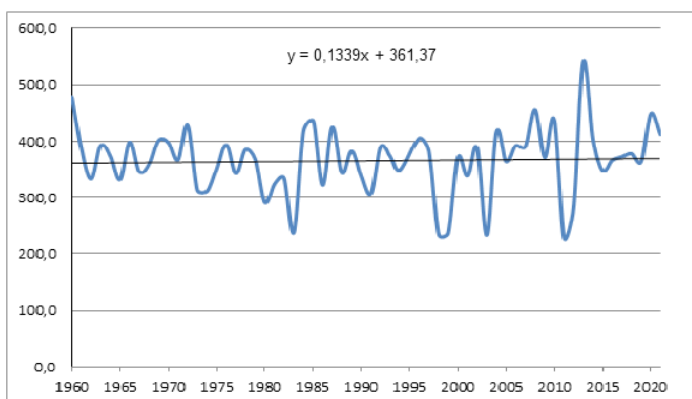


д - Барнаул, Алтайский край

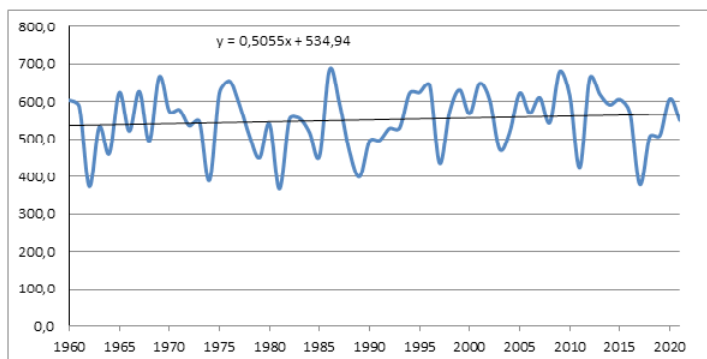
Рис. 6 (начало). Годовое количество осадков за период 1960–2020 гг. по станциям Маслянино (а), Томск (б), Карасук (в), Красное (г), Барнаул (д), Ак-Кем (е)



б - Томск

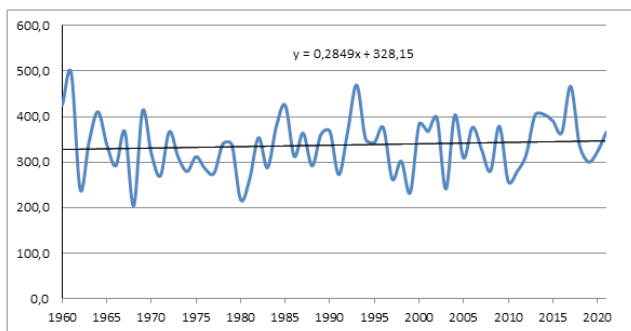


г - Красное, Кемеровская область

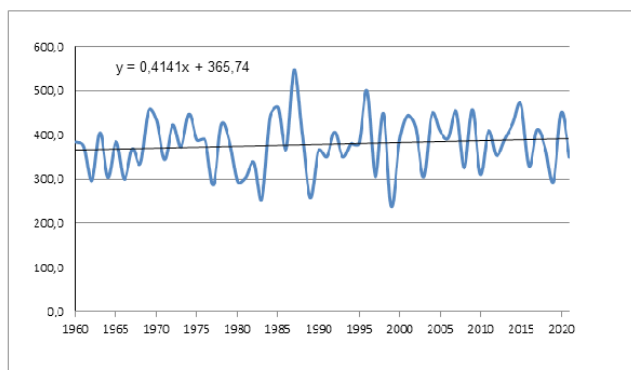


е - Ак-Кем, Республика Алтай

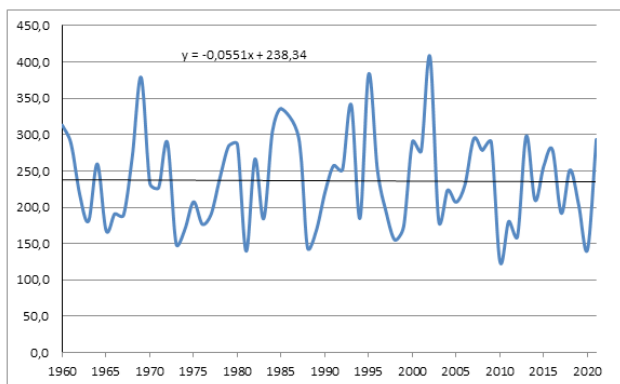
Рис. 6 (окончание)



1а - Маслянино, теплый период

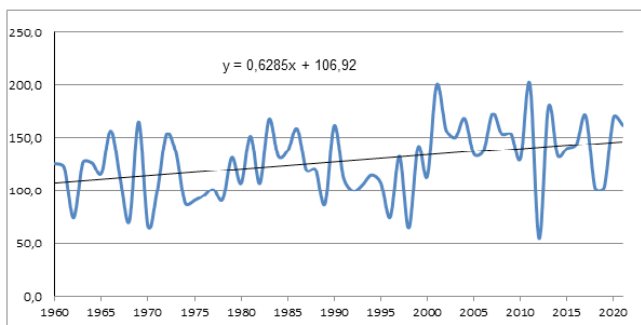


16 - Томск, теплый период

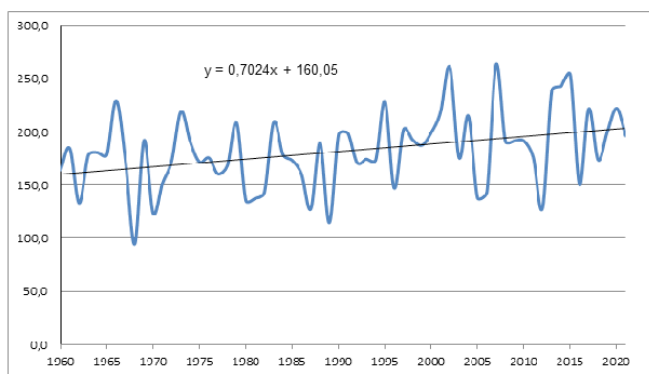


1в - Карасук, теплый период

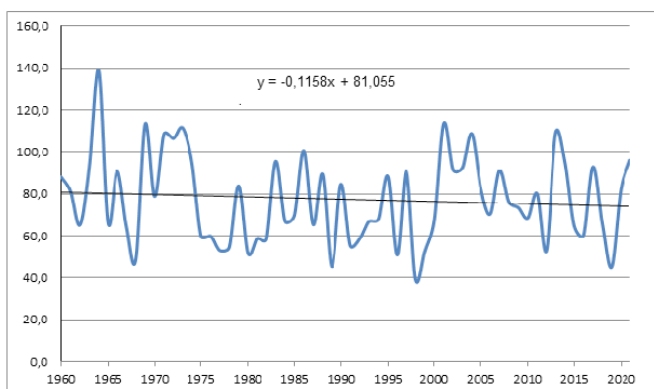
Рис. 7 (начало). Количество осадков по станциям в теплый период года (1а, 1б, 1в, 1г, 1д, 1е), в холодный период года (2а, 2б, 2в, 2г, 2д, 2е)



2а - Маслянино, холодный период

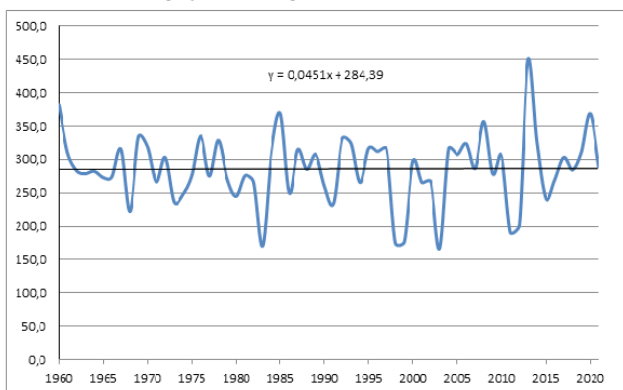


2б - Томск, теплый период

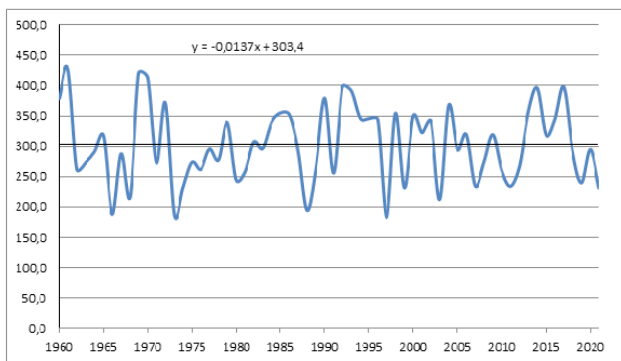


2в - Карасук, холодный период

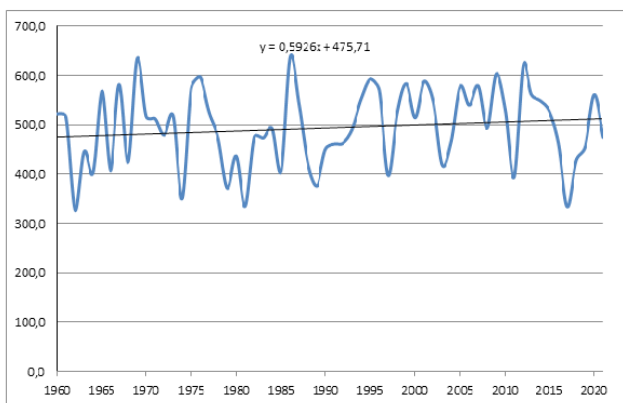
Рис. 7 (продолжение)



1 г - Красное, теплый период

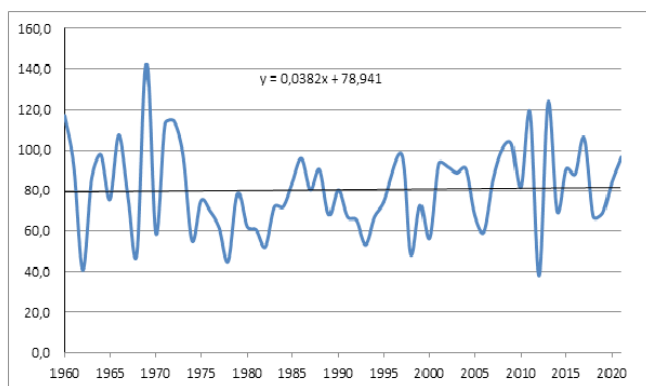


1д - Барнаул, теплый период

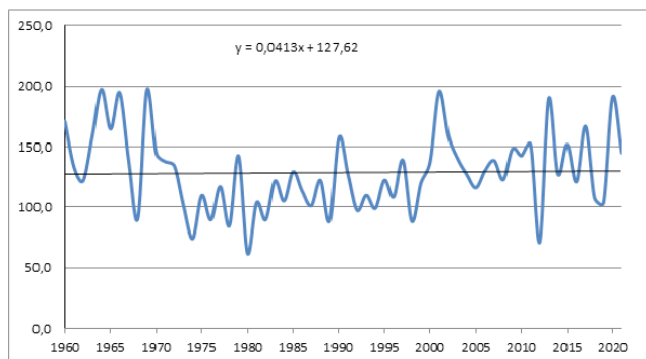


1е - Ак-Кем, теплый период

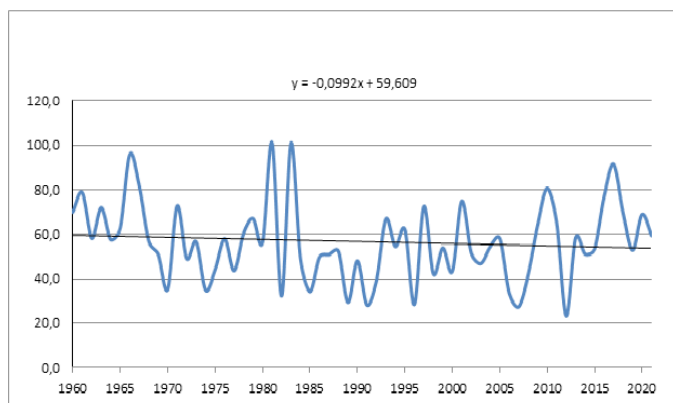
Рис. 7 (продолжение)



2г - Красное, холодный период



2д - Барнаул, холодный период



2е - Ак-Кем, холодный период

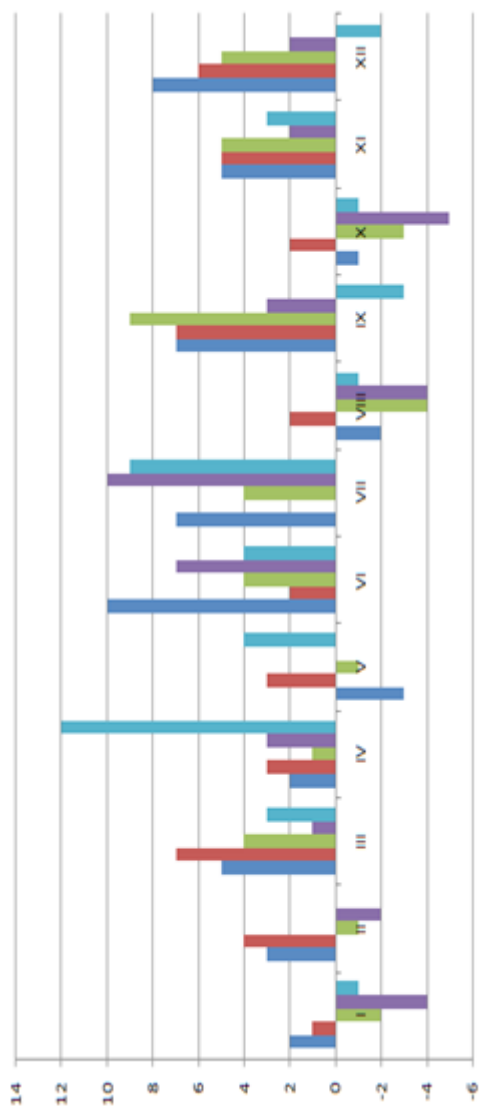


Рис. 8. Диаграмма распределения в течение года разницы в осадках норм 1961–1990 и 1991–2020 гг.

На горной метеостанции Ак-Кем замечен статистически значимый положительный тренд выпадения осадков в теплый период года (1е); в холодный период года (2е) отмечается отрицательный тренд, хотя он статистически малозначимый, т. е. наблюдается тенденция к уменьшению снегонакопления в горной зоне выше 2 км.

По всем метеостанциям проанализировано сравнение норм осадков за периоды 1961–1990 и 1991–2020 гг. На диаграмме (рис. 8) показано распределение разницы в нормах осадков по месяцам. В течение всего года во все месяцы прирост осадков в нормах 1991–2020 гг. отмечается по Томской области, хотя в летние месяцы (май–август) по отдельным станциям на северо-востоке и в центре области, напротив, наблюдается уменьшение среднегодовых осадков. На остальной территории в отдельные месяцы (май, август, октябрь в Новосибирской области; январь, февраль, май, август, октябрь в Кемеровской области; январь, февраль, август, октябрь в Алтайском крае; январь, август, октябрь, декабрь в Республике Алтай) количество осадков в новых нормах уменьшается.

Количество осадков в норме 1991–2020 гг. (рис. 9) в среднем за год по территории Новосибирской области увеличилось на 43 мм, в Томской области – на 41 мм, в Кемеровской – на 22 мм, в Алтайском крае – на 14 мм и в Республике Алтай – на 11 мм. В отдельных районах юго-запада Новосибирской области (Карасук, Краснозерка), запада Алтайского края (Славгород, Рубцовск) и северо-востока Алтайского края (Бийск-Зональная), центра и востока Кемеровской области (Белово, Междуреченск), северо-востока Республики Алтай (Турочак, Яйлю) и ее юго-востока (Кош-Агач) в новых нормах количество осадков уменьшилось от 0,5 мм (ст. Кош-Агач) до 34 мм (ст. Турочак), причем снижение норм приходится в основном на холодный период, что также может говорить о тенденции к уменьшению снегозапасов в этих районах.

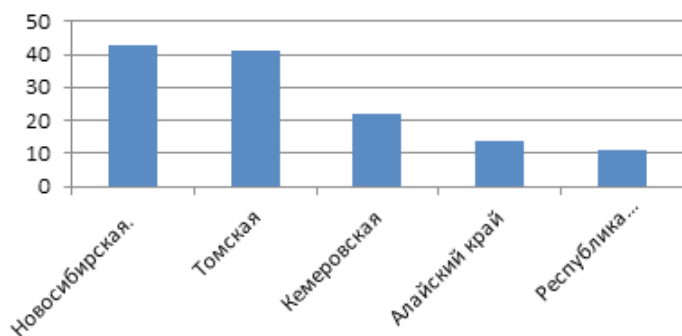


Рис. 9. Диаграмма распределения по территориям юго-востока Западной Сибири разницы в осадках норм 1961–1990 и 1991–2020 гг.

Формы атмосферной циркуляции

Наблюдаемые изменения в климате, начавшиеся в последние десятилетия XX в. и продолжающиеся в XXI в., связаны не только с антропогенным влиянием на окружающую среду. Свой вклад в наблюдающееся потепление вносит и общая циркуляция атмосферы. Еще в прошлом веке для описания процессов в атмосфере известными учеными-метеорологами была проведена типизация атмосферных макропроцессов. Наиболее часто для описания синоптических процессов используют формы циркуляции Вангенгейма–Гирса: западная (W), восточная (E) и меридиональная (C), которые описывают не только приземное поле давления, но и вертикальную структуру приземного слоя атмосферы [5]. Для анализа и выявления возможной связи повторяемости форм циркуляции с изменением температурного режима и режима осадков на территории юго-востока Западной Сибири в периоды 1961–1990 и 1991–2020 гг. был использован каталог аномалий форм циркуляции с 1961 по 2020 г., подготовленный в ААНИИ Росгидромета.

По аномалиям форм циркуляции рассчитаны средние величины аномалий каждой из форм циркуляции за периоды 1961–1990 и 1991–2020 гг. и построены графики изменения форм циркуляции (W, C, E) в течение года.

На рис. 10–12 представлены графики повторяемости по месяцам форм циркуляции. При параллельном анализе диаграмм распределения норм температуры воздуха и количества осадков и графиков изменения форм циркуляции в течение года можно предположить, что на изменение распределения погодных параметров, помимо прочих факторов, влияет и циркуляция атмосферы. Сравнение средних данных за 1961–1990 и 1991–2020 гг. подтверждает наличие изменений в атмосферных процессах, исследованию которых посвящен ряд работ еще прошлого века, описывающих эпохи атмосферной циркуляции и их преобразования [5].

Повышение температуры и увеличение количества осадков в холодный период года в северной части территории юго-востока Западной Сибири в некоторой степени можно объяснить увеличением повторяемости процессов западной формы циркуляции (W) в этот период года (см. рис. 10). Для западной формы циркуляции характерно широтное распределение потоков воздуха с запада на восток при наличии небольших быстро перемещающихся барических волн в атмосфере. В последнее тридцатилетие почти в два раза возросла повторяемость западных (зональных) форм циркуляции, причем наибольшее увеличение повторяемости отмечается в холодный период года и в весенние месяцы. Под высотной фронтальной зоной атлантические циклоны чаще проникают вглубь Евразии, принося тепло и осадки на территорию Западной Сибири преимущественно в районы севернее 50° с.ш.

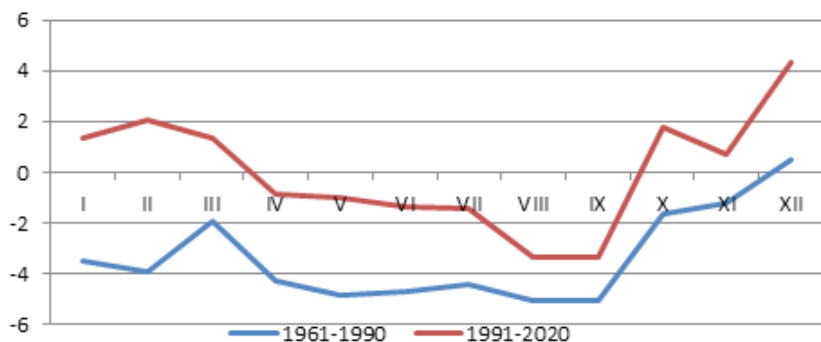


Рис. 10. Графики хода аномалий формы циркуляции W

На рис. 11 видно, что при этом уменьшается повторяемость восточной формы циркуляции *E*. При ее классической форме расположения барического гребня от 20 до 60° в.д. происходит вторжение холодных арктических масс в Западную Сибирь. На рисунке видно значительное уменьшение повторяемости этой формы циркуляции в холодный период года, что также в некоторой степени объясняет более значимое повышение температуры воздуха в средних многолетних значениях 1991–2020 гг. в холодный период года и в ранние весенние месяцы.

На рис. 12 представлен график распределения формы циркуляции *C* в периоды 1961–1990 и 1991–2020 гг. По графику можно проследить, что зимой и весной увеличилась повторяемость этой формы циркуляции. При меридиональной форме циркуляции *C* происходит вынос теплого и сухого воздуха на юго-восток Западной Сибири, что также может обуславливать повышение температуры в этот период года.

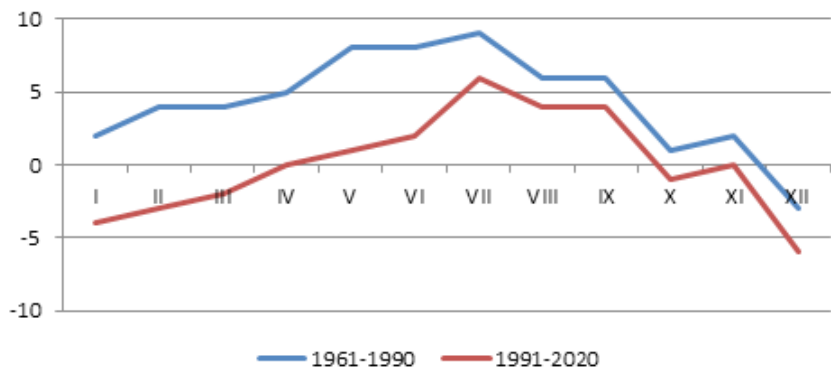


Рис. 11. Графики хода аномалий формы циркуляции E

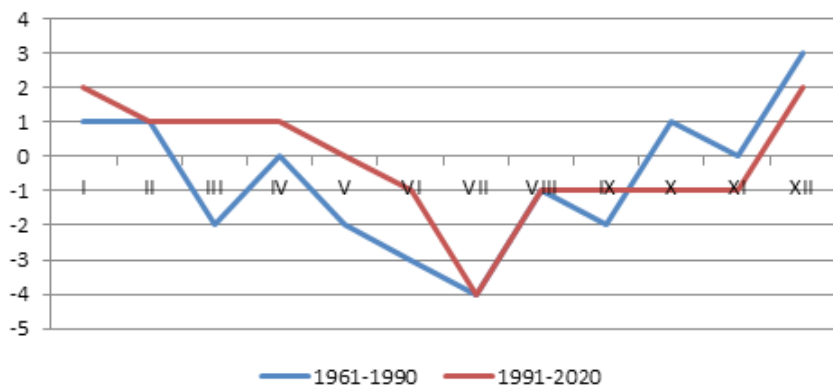


Рис. 12. Графики хода аномалий формы циркуляции C

Анализируя ход аномалий форм циркуляции за периоды 1961–1990 и 1991–2020 гг., можно предположить, что произошла смена эпох в формах циркуляции W, C, E и что атмосферная циркуляция, так же как и антропогенное воздействие, могла внести свой вклад в изменение климата на территории юго-востока Западной Сибири.

Заключение

Объединив вышесказанное, можно отметить:

- основными факторами, определяющими климат территории юго-востока Западной Сибири, являются ее географические особенности, которые влияют на распределение температуры воздуха и количества осадков;
- среднегодовая температура воздуха в период 1991–2020 гг. повысилась на всей территории юго-востока Западной Сибири в среднем на 1,0 °С, причем повышение более чем на 1,0 °С отмечается в холодный период года, а в теплый период – менее чем на 1,0 °С;
- более интенсивно «теплеют» зимние месяцы: январь, февраль и декабрь, а также апрель и октябрь;
- прирост осадков отмечается на большей части исследуемой территории, в северной части юго-востока Западной Сибири отмечается положительный статистически значимый тренд увеличения осадков за 60 лет;
- прирост осадков в нормах 1991–2020 гг. отмечается во все месяцы года по Томской области, на остальной территории увеличение осадков отмечается преимущественно весной (март–апрель), летом (июнь, июль) и в предзимье (ноябрь–декабрь);
- количество осадков в новых нормах в среднем за год увеличилось по Новосибирской области на 43 мм, по Томской области – на 41 мм, по

Кемеровской – на 22 мм, по Алтайскому краю – на 14 мм и в Республике Алтай – на 11 мм;

– в отдельных районах юго-запада Новосибирской области, Алтайского края, Кемеровской области, Республики Алтай в новых нормах количество осадков уменьшилось от 0,5 мм (ст. Кош-Агач) до 34 мм (ст. Турочак).

Выводы, полученные в результате исследования температурного режима и режима осадков за период 1961–2020 гг. по станциям юго-востока Западной Сибири, подтверждают выводы Климатического центра Росгидромета по Сибирскому федеральному округу о повышении температуры воздуха преимущественно в зимние и весенние месяцы и об увеличении количества осадков в большинстве районов округа [2].

Литература

1. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2021 год. М., 2022. 104 с.
2. Глобальное изменение климата и Сибирский Федеральный округ. На пути адаптации. ФГБУ «ГГО», 2021. 12 с.
3. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. СПб., 2017. 113 с.
4. Предложения по адаптации и смягчению последствий воздействия волн жары для жизни и здоровья населения Сибирского региона, проработанные с заинтересованными органами власти и РАН. Оценка целесообразности адаптационных мер к изменению и изменчивости климата в условиях создаваемых рисков ущерба: Отчет о НИР (закл.) / ФГБУ «СибНИГМИ»; шифр темы 1.3.4.2; рук. И.О. Лучицкая. Новосибирск, 2016. 44 с. Рег. № НИОКТР АААА-А16-116040810026-5. Рег. № ИКРБС АААА-Б17-217020750226-8.
5. Гирс А.А., Кондратович К.В. Методы долгосрочных прогнозов погоды. Л.: Гидрометеиздат, 1978, 337 с.