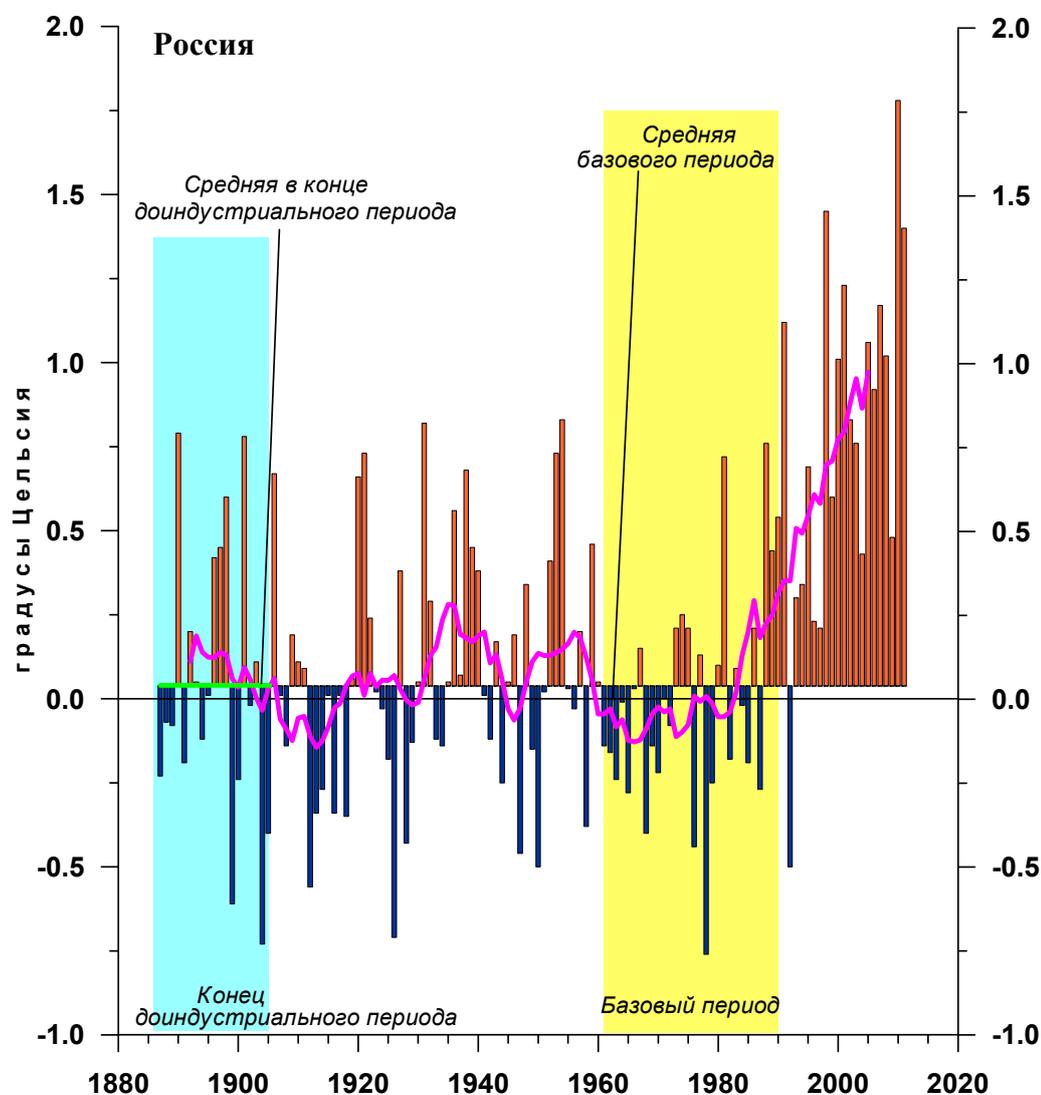


ФГБУ «Институт Глобального Климата и Экологии»



ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2011

ЛЕТО: июнь - август

Обзор состояния и тенденций изменения
климата России

★
Москва 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ¹

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА, СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ	5
2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕТА 2011 г. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	7
3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ (лето: июнь – август)	13
4. ИЗМЕНЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР И ОСАДКОВ ЛЕТНЕГО СЕЗОНА В 1936-2011 гг.	16
4.1 Российская Федерация	17
4.2 Физико-географические регионы России	18
4.3 Федеральные округа Российской Федерации	21
5. ИНДЕКСЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЛЕТНЕМУ СЕЗОНУ, 1936-2011 ГГ.	25
ВЫВОДЫ	28
ПРИЛОЖЕНИЕ. Климатические особенности лета 2011г. на территории Республики Беларусь	30

¹ На обложке приведен ход средней сезонной аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2011 гг. (лето: июнь - август) *Аномалия температуры рассчитана как отклонение от средней температуры за базовый период 1961-1990 гг. Столбцы диаграммы представлены относительно средней за 1887 – 1905 гг. (конец «доиндустриального» периода)*

ВВЕДЕНИЕ

Все приведенные в Бюллетене оценки для территории России получены по данным о средних месячных значениях температуры приземного воздуха и месячных суммах атмосферных осадков в базовом архиве ИГКЭ. Архив включает данные инструментальных наблюдений на 1383 станциях земного шара, в том числе 455 станций стран СНГ и Балтии (из них 310 станций России). В настоящем выпуске использованы данные 261 российских станций, по которым своевременно поступили сводки КЛИМАТ в оперативном потоке.

Под «нормой» в бюллетене понимается среднее многолетнее значение рассматриваемой климатической переменной за 1961-1990 гг. (базовый период). Аномалии температуры определяются как отклонения наблюденного значения от нормы. Аномалии осадков рассматриваются как в отклонениях от нормы (аналогично температуре), так и в процентах от нормы, то есть как процентное отношение количества выпавших осадков к соответствующему значению нормы. Вероятность непревышения текущего значения климатической переменной (или ее аномалии) рассчитывается как доля наблюдений в прошлом, в которых значение этой переменной (или ее аномалии) было не больше текущего.

Регионально осредненные оценки приводятся в Бюллетене для физико-географических регионов России (рис. 1) и Федеральных округов РФ (рис. 2) по данным с 1936 г., так как до этого срока в архиве имеются массовые пропуски данных.



Рисунок 1 – Физико-географические регионы РФ, рассматриваемые в Бюллетене.

Пространственное осреднение выполняется по станционным данным об аномалиях климатических переменных с использованием двухступенчатой процедуры. На первом этапе территория региона покрывается регулярной сеткой (разрешением 2.5 градуса широты на 5 градусов долготы), и в каждой ячейке сетки рассчитывается «ячеечное» среднее (среднее арифметическое из значений аномалий на попавших в эту

ячейку станциях). На втором этапе выполняется взвешенное осреднение «ячеечных» средних с весами, пропорциональными площади пересечения ячейки с территорией региона. Все расчеты, включая определение принадлежности ячейки к региону, площади их пересечения и ячейечных весовых множителей, выполняются автоматически, на основании заданной замкнутой ломаной, ограничивающей территорию региона.



Рисунок 2. Федеральные округа Российской Федерации

Аналогичным образом, по данным о стационарных «нормах» (средних многолетних за базовый период) для каждого региона рассчитываются регионально осредненные «нормы». Регионально осредненные значения самих климатических переменных рассчитываются суммированием регионально осредненных «норм» и регионально осредненных аномалий (этот алгоритм уменьшает смещение средних, вызываемое пропусками в рядах наблюдений). Регионально осредненные значения климатических переменных используются при вычислении нормированной аномалии температуры и аномалии осадков в процентах от нормы.

В Приложении приводятся данные мониторинга климата на территории Республики Беларусь, подготовленные в рамках проекта 3.1 «Оценка наблюдаемых тенденций изменения климата на региональном уровне и выпуск информационных бюллетеней о его состоянии и изменениях на территории Союзного государства».

Бюллетень подготовлен в ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»* с использованием материалов НИУ Росгидромета: ФГБУ «Гидрометцентр РФ» и ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». Дополнительная информация по проблеме изменений климата и бюллетени мониторинга климата регулярно размещаются на Интернет-сайтах ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» <http://climatechange.igce.ru>, <http://climatechange.su>.

* В выпуске принимали участие сотрудники Отдела мониторинга и вероятностного прогноза климата ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»: Г.В. Груза (руководитель), Э.Я. Ранькова, Э.В. Рочева, М.Ю. Бардин, Т.В. Платова, О.Ф. Самохина, Ю.Ю. Соколов.

1. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА, СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ

На рисунке 1.1 представлены временные ряды сезонных аномалий температуры у поверхности Земли (лето: июнь-август), осредненных по территории Земного шара (континенты и океаны), континентов Северного полушария (СП) и России. Ряды для Земного шара и СП построены по глобально осредненным ежемесячным данным Университета Восточной Англии о приповерхностной температуре (соответственно, массивы hadcrut3gl.txt и crutem3nh.txt на сайте www.cru.uea.ac.uk). Под приповерхностной температурой здесь понимается температура приземного воздуха над континентами (на высоте 2м) и температура поверхностного слоя воды над океанами. Временной ряд для России рассчитан и построен по стационарным данным о температуре приземного воздуха ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН».

В среднем по Земному шару и по СП аномалия приповерхностной температуры летом 2011 г. составила, соответственно, +0.45°C и +0.93°C (9-е и 3-е место в ранжированных по убыванию рядах наблюдений). Самый теплый для Земного шара год - 1998 (аномалия +0.64°C). Для суши Северного полушария самым теплым был 2010 год (аномалия +1.14°C), а 1998 год для СП был вторым в ранжированном ряду наблюдений.

В целом по России температура приземного воздуха летом 2011 г. оказалась намного выше нормы 1961-1990 гг. (аномалия +1.40°C) – это, также как для СП, третья величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений после рекордного 2010 г. (аномалия +1.78°C) и 1998 г. (аномалия +1.45°C).

Оценки линейных трендов, характеризующие среднюю тенденцию изменений летних температур за периоды 1901–2011 и 1976-2011 гг. в среднем для Земного шара, СП и России, приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Сезонные (лето 2011 года) аномалии и оценки линейного тренда пространственно осредненной приповерхностной температуры Земного шара и температуры приземного воздуха СП и России за периоды 1901-2011 и 1976-2011

Регионы мира	$\nu T_{\text{лето 2011}},$ °C	1901-2011		1976-2011	
		$b, \text{°C}/10 \text{ лет}$	$D \%$	$b, \text{°C}/10 \text{ лет}$	$D \%$
Земной шар	0.45	0.07	74	0.18	77
СП	0.93	0.08	52	0.31	77
Россия	1.40	0.07	19	0.42	56

Примечание: νT – аномалия температуры, b – коэффициент линейного тренда, D - вклад тренда в дисперсию

Оценки для всех трех рядов указывают на потепление летних сезонов в течение всего периода, существенно усилившееся после 1976 года.

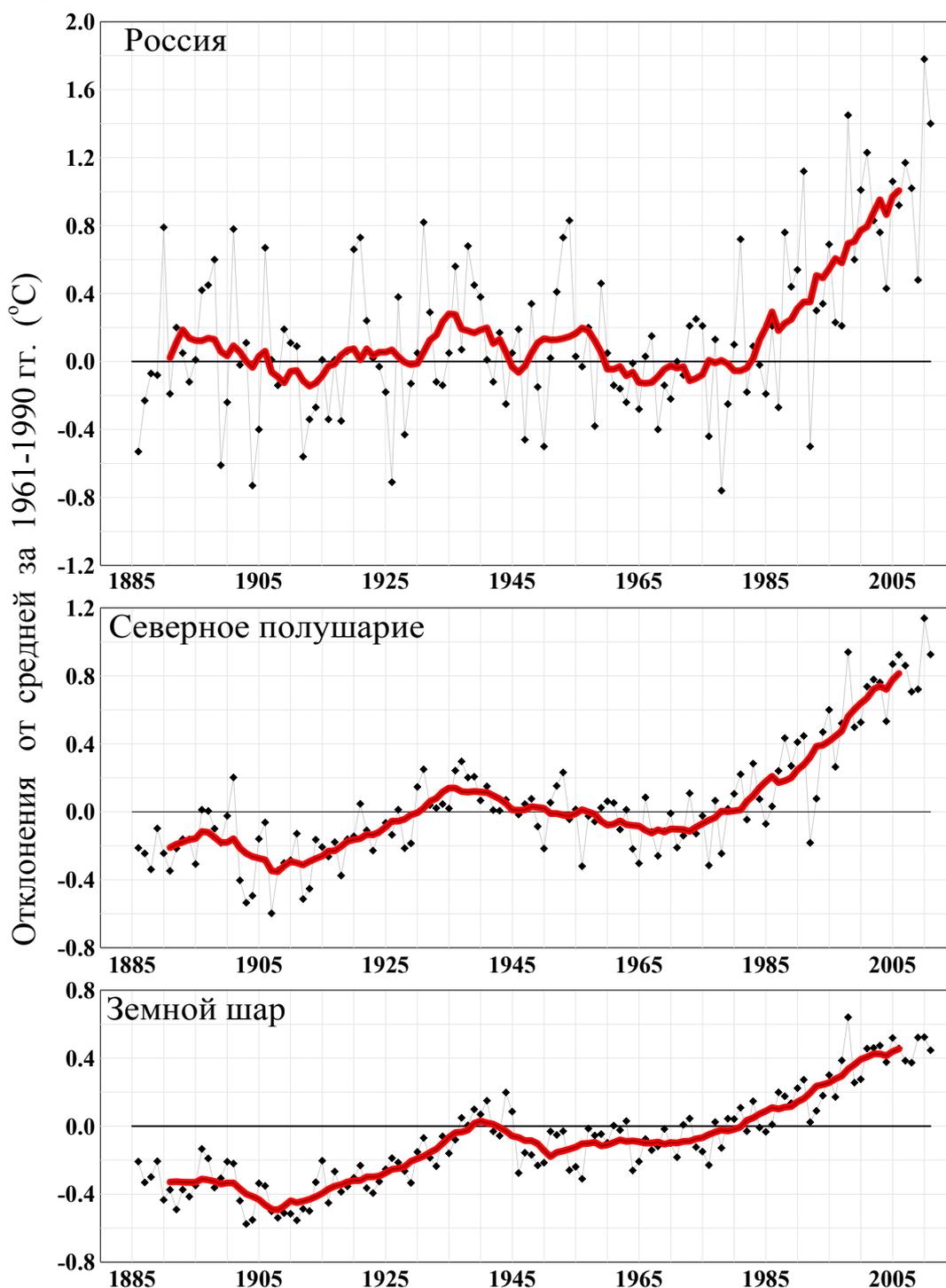


Рисунок 1.1 – Сезонная аномалия (лето: июнь–август) приповерхностной температуры Земного шара, Северного полушария (суша) и России за 1886-2011 гг.

Данные об аномалиях ЗШ получены из массива hadcrut3gl.txt (получен по данным над континентами и океанами), данные об аномалиях СП получены из массива scutem3nh.txt (получен по данным над континентами), данные об аномалиях России получены в ИГКЭ осреднением данных, поступивших со станций России.

Аномалии рассчитаны как отклонения от средней за базовый период 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Использованы данные Университета Восточной Англии (Земной шар, СП) и данные ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» (Россия).

2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕТА 2011 г. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

На рис. 2.1 представлены пространственные распределения сезонных аномалий температуры и осадков летом 2011 г. на территории России

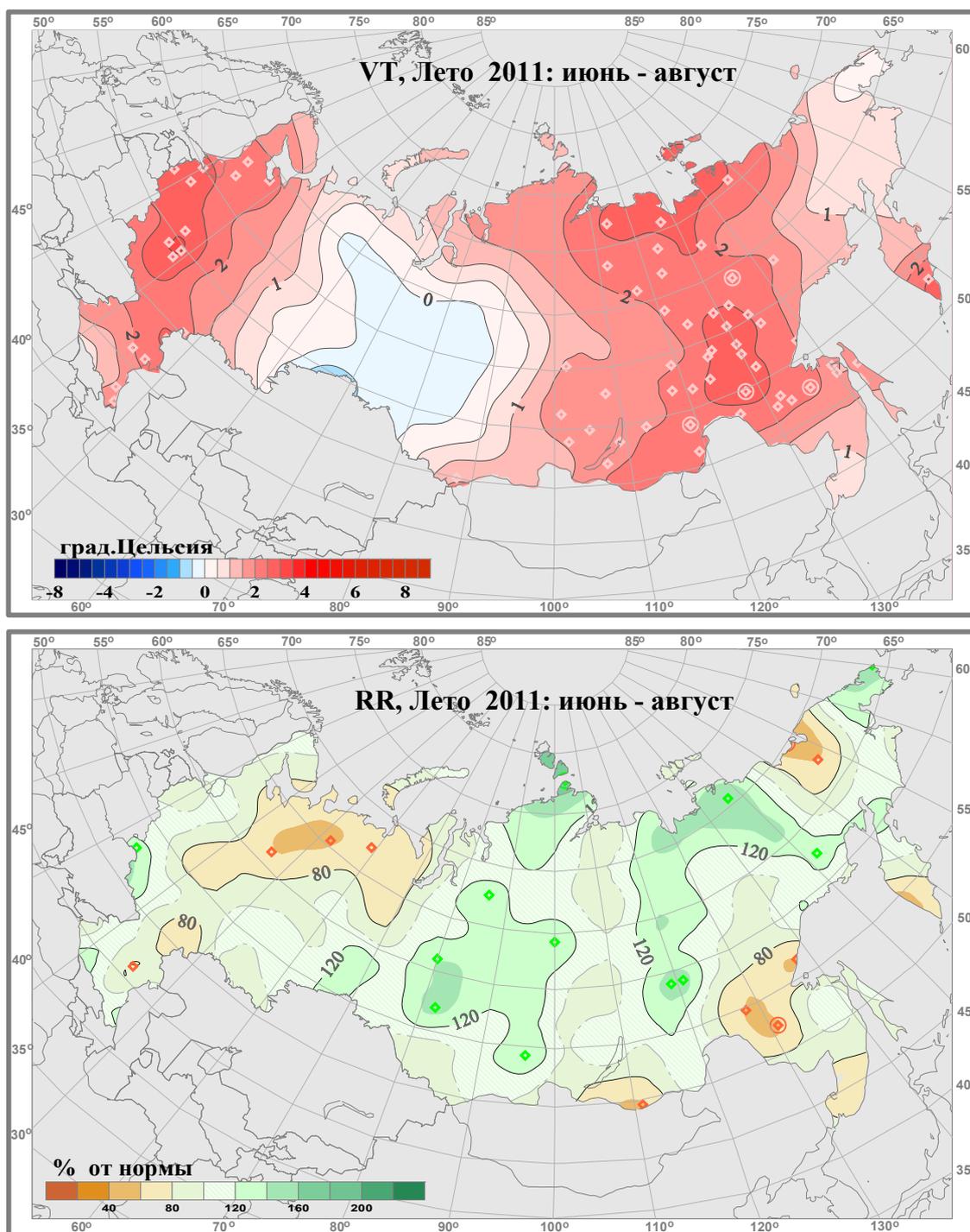


Рисунок 2.1 – Поля аномалий средней сезонной температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$, сверху) и сезонных сумм осадков (% от нормы, внизу) на территории России летом 2011 года с указанием локализации экстремальных аномалий.

Нормы рассчитаны за 1961-1990 гг. Значения 5-го- и 95-го-перцентилей получены по данным за 1936-2010 гг. Разъяснения к рисунку см. в тексте

На этих же картах показано местоположение станций, где значения метеорологической величины попали в 5%-ые хвосты соответствующих эмпирических распределений. Экстремумы на рисунке показаны значками того же цвета, что и аномалии Станции, для которых значение 2011 г. оказалось «рекордным» за период наблюдений с 1936 г., выделены на рисунке дополнительным кружком.

В поле температуры две обширные области положительных аномалий занимали практически всю территорию европейской части страны и азиатскую часть страны восточнее течения Енисея. На ряде станций Европейской России и на многих станциях на востоке страны зафиксированы 95%-е экстремумы). В Центральном ФО сезонные аномалии температуры достигали $+3.9^{\circ}\text{C}$, а в Дальневосточном ФО - $+2.9^{\circ}\text{C}$. На территории Западно-Сибирской низменности летние аномалии температуры были слабо отрицательные - до -0.5°C .

На большей части азиатской территории страны наблюдался избыток осадков, в том числе несколько областей значительного избытка осадков (более 120% нормы) охватывали обширные бассейны рек Енисея, Лены, Индигирки. Однако на Дальнем Востоке (Чукотский АО и Амурская область) имелись обширные области дефицита осадков, где за лето выпало 80%-60% сезонной нормы осадков. На большей части Европейской России также наблюдался дефицит осадков, в северной части – значительный.

На рис.2.2 аналогичные данные об аномалиях температуры и осадков приведены для каждого месяца сезона, а в табл. 2.1 и 2.2 перечислены станции, на которых значения 2011 года оказались рекордными (с 1936 года).

Распределение сезонной аномалии температуры связано с подобными условиями в июле – августе, в то время, как в июне в центре России наблюдалась положительная аномалия температуры.

Избыток осадков на большей части азиатской части страны связан с избытком осадков в июле и в августе. Дефицит осадков на севере ЕТР сформировался за счет июня-июля; в Амурской области – за счет июня и, особенно, августа; в Чукотском АО – в основном, за счет июня.

Июнь. Большую часть страны занимала область с положительными аномалиями температуры. Максимальные аномалии температуры наблюдались в Западной Сибири; в центре этого очага аномалии достигали $+8.4^{\circ}\text{C}$ (станция Тазовский) наблюдались в Ямало-Ненецком АО в районе Обской губы . На 55-ти станциях в этой области зафиксированы 95%-е экстремумы, из них на десяти станциях – значения температуры июня 2011 года оказались рекордными.

Небольшие области со слабо отрицательными аномалиями температуры располагались на Южном Урале, в Приморье, на востоке Якутии.

Большая область избытка осадков наблюдалась в Приволжском ФО и на юге Уральского ФО (выпало около двух норм осадков, на одиннадцати станциях из 33-х, на которых наблюдался избыток осадков, количество выпавших осадков превысило 95-й процентиль). Еще одна большая область избытка осадков располагалась в центральной части Якутии и в Магаданской области (около двух норм осадков). Области избытка

осадков наблюдались также на юго-западе ЕЧР (с центром на Украине), на Алтае (с центром в Монголии).

Обширная область дефицита осадков располагалась, начинаясь в северных областях ЕЧР, продолжаясь на Северном Урале, и далее охватывая Западно-Сибирскую низменность и Средне-Сибирское плоскогорье (выпало 80%-60% нормы). Менее протяженные области дефицита осадков располагались в Центральном ФО, в Забайкалье, в Чукотском АО, в Хабаровском крае и Амурской области.

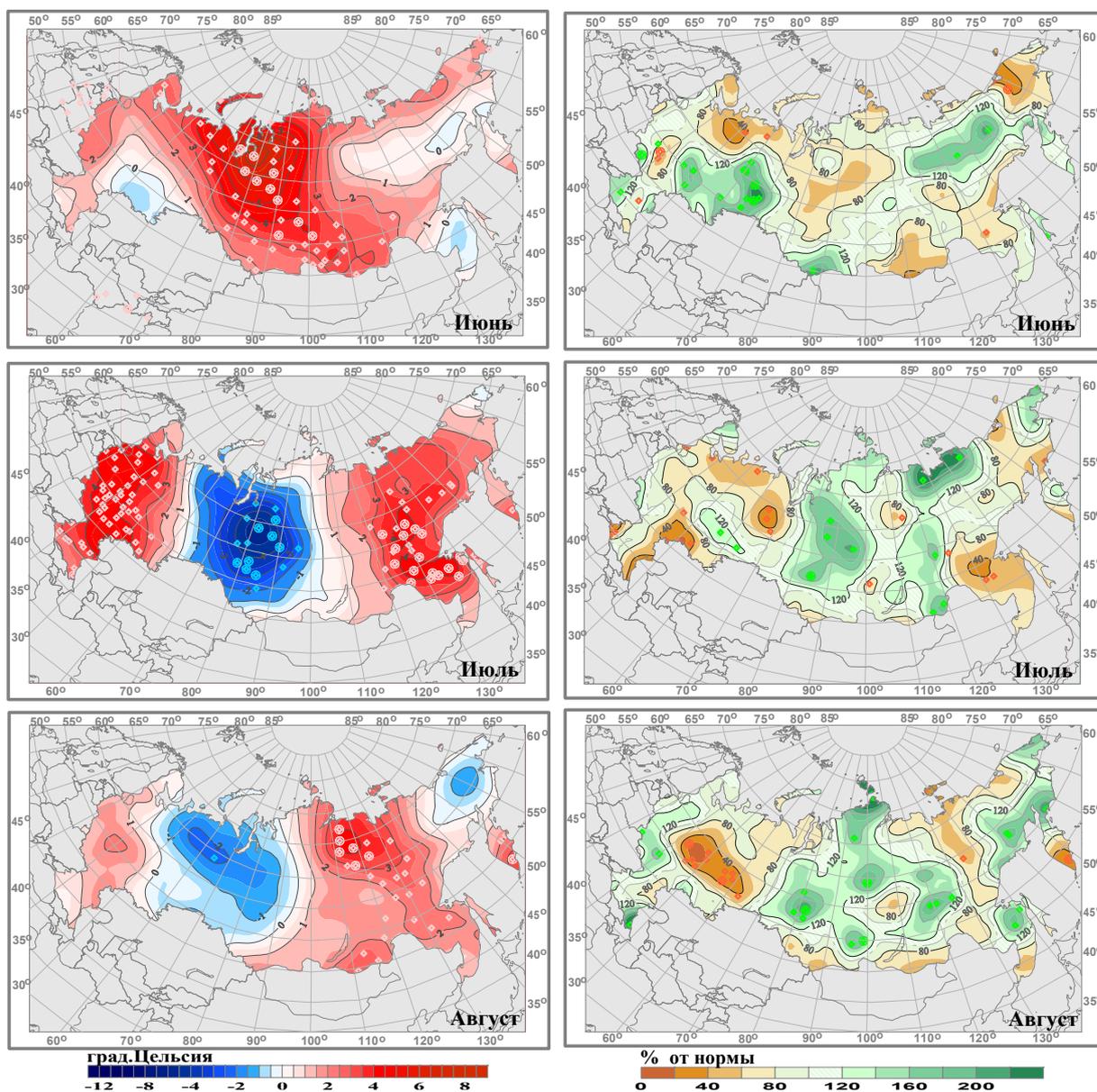


Рисунок 2.2 – То же, что на рис. 2.1, но для отдельных месяцев летнего сезона.

Июль. Две области крупной положительной аномалии температуры (одна - ЕЧР, исключая Северный Урал, с аномалиями до $+5.6^{\circ}\text{C}$, на 53-х станциях зафиксированы 95%-е экстремумы; другая – восточнее 110 град. в.д., на 42-х станциях зафиксированы 95%-е экстремумы; из них на половине значения температуры июля 2011 года оказались рекордными) разделялись обширной областью с отрицательными аномалиями температуры (аномалии до -5.1°C , на восьми из станциях значения

температуры июля 2011 года оказались рекордными минимумами, а еще на 8 станциях зафиксированы экстремумы ниже 5 перцентиля).

В области с отрицательными значениями аномалии температуры в бассейне Енисея наблюдался избыток осадков (на станциях наблюдались месячные суммы осадков от 120% до 232% месячной нормы).

Другая обширная область избытка осадков охватывала течение Лены с севера на юг страны, на севере захватывая побережье моря Лаптевах и Восточно-Сибирского моря (на отдельных станциях выпало до 290% нормы осадков).

Крупная область дефицита осадков охватывала Прикаспий и Поволжье (до 20% нормы). Вторая обширная область дефицита осадков располагалась, начинаясь на побережье Белого и Баренцева морей, и продолжаясь до бассейнов рек Оби и Иртыша (на ряде станций зафиксированы экстремумы ниже 5 перцентиля, выпало 80%-20% нормы). В Хабаровском крае, на Сахалине, в Амурской области находилась область дефицита осадков 80%-40% нормы. В Корякском АО, на западе Чукотского АО наблюдался дефицит осадков (на отдельных станциях до 20% нормы).

Август. Области с положительными аномалиями температуры чередовались с областями с отрицательными аномалиями. Область с небольшими положительными аномалиями до +3.1°C располагалась на западе, в центре и на юге ЕЧР. Далее к востоку примерно до 95 град. в.д. находилась обширная область с небольшими отрицательными аномалиями температуры до -2.5°C. Далее восточнее (не включая восток Якутии и Чукотку) располагалась большая область с крупными положительными аномалиями температуры до +4.6°C. На 43-х станциях в этой области зафиксированы 95%-е экстремумы, а на шести из них значения температуры августа 2011 года оказались рекордными. На востоке Якутии и на Чукотке была область со слабыми отрицательными аномалиями температуры до -1.6°C.

В Центральном и Приволжском ФО располагалась область значительного дефицита осадков, местами выпало лишь 20% нормы, на одиннадцати станциях зафиксированы экстремумы ниже 5 перцентиля (на двух из них зафиксированы минимумы осадков за период наблюдений с 1936 года). Большая область дефицита осадков располагалась в Якутии восточнее течения Лены, охватывая на севере и побережье Восточно-Сибирского моря, выпало 80%-40% нормы. Небольшие по площади области дефицита осадков располагались на Алтае, в Забайкалье, в Приморском крае, на Камчатке.

Обширная многоочаговая область избытка осадков располагалась в междуречье Оби и Лены. На 12-ти станциях области количество выпавших осадков превысило 95-й перцентиль, на трех из них отмечались рекорды выпадения осадков. Большая область избытка осадков (120%-200% нормы) располагалась на западе ЕЧР. В Северо-Кавказском ФО на станции Дербент выпало четыре месячные нормы осадков. Много осадков выпало на юге Хабаровского края, в Магаданской области, в Корякском АО, на Чукотском полуострове (140%-200% нормы).

Таблица 2.1

Станции, на которых отмечались рекорды температуры летом 2011 г.

	Федеральный округ	Станция	Индекс ВМО	Норма (°C)	Текущее значение (°C)	Предыдущий экстремум	
						Значение (°C)	Год
Июнь							
Max	Сибирский	Туруханск	23472	10.0	15.8	15.7	2001
		Верхнеимбатск	23678	12.2	17.7	17.0	2001
		Бор	23884	13.4	18.5	18.2	2003
		Богугары	29282	15.3	19.3	18.8	2001
		Красноярск	29570	15.8	19.6	19.1	2006
		Братск	30309	13.6	18.0	17.9	1939
	Уральский	Новый порт	23242	3.2	9.0	7.8	2001
		Тазовск	23256	5.4	13.8	12.6	2003
		Тарко-Сале	23552	9.7	16.2	15.1	2003
		Толька	23662	11.2	17.0	16.4	2003
Июль							
Min	Сибирский	Туруханск	23472	16.6	12.4	12.7	1997
		Верхнеимбатск	23678	17.6	13.2	14.0	1997
		Бор	23884	18.1	14.0	15.3	1954
		Колпашево	29231	18.4	14.6	15.3	1997
		Пудино	29313	18.2	14.5	14.9	1941
		Бакчар	29328	18.3	14.7	15.1	1941
		Томск	29430	18.7	15.5	15.7	1972
	Уральский	Толька	23662	16.9	11.8	12.0	1997
Max	Дальневосточный	о.Врангеля	21982	2.5	5.0	4.4	2005
		Чурапча	24768	18.1	22.5	22.1	1998
		Тонгулах	24843	15.9	19.8	19.7	2001
		Усть-Мая	24966	17.8	21.8	21.4	1998
		Тегюльта	24967	16.6	21.2	20.8	1998
		Чульман	30393	15.6	19.8	19.2	1970
		Томмот	31005	16.6	20.8	20.6	1954
		Усть-Юдома	31054	17.3	21.2	21.0	1954
		Токо	31137	14.3	18.0	16.9	1988
		Бомнак	31253	17.7	22.7	20.9	1980
		Тыгда	31299	19.2	22.8	22.0	1948
		Экинчан	31329	16.9	20.9	20.2	1988
		Николаевск-на-Амуре	31369	16.6	20.4	19.3	1980
		Бысса	31397	18.6	22.4	21.8	1999
		Им.Полины Осипенко	31416	17.9	22.9	21.6	1980
		Богородское	31439	17.5	21.4	20.3	1998
		Софийский Прииск	31478	15.2	18.8	18.0	2003
		Комсомольск-на-Амуре	31561	20.1	24.0	23.3	1988
		Екатерино-Никольское	31707	21.2	23.6	23.2	1999
		Тымовское	32071	15.8	18.8	18.5	1978
Онор	32077	15.0	18.3	18.2	1943		

Август							
Max	Дальневосточный	Саскылах	21802	8.1	12.1	11.7	1971
		Джалинда	21908	9.3	13.7	12.9	1980
		Оленек	24125	10.6	14.8	14.5	1980
		Сухана	24136	10.2	14.8	13.8	1983
		Эйк	24338	11.0	14.4	14.2	1980
		Жиганск	24343	11.9	15.6	15.2	1998

Таблица 2.2

Станции, на которых отмечались рекорды месячных сумм осадков летом 2011 г.

	Федеральный округ	Станция	Индекс ВМО	Норма (мм)	Текущее значение (мм)	Предыдущий экстремум	
						Значение (мм)	Год
Июнь							
Min	Дальневосточный	о.Айон	25042	13.7	0	1	2005
		Илирней	25248	25.5	0	3	1994
	Центральный	Павелец	27823	64.5	7	8	1979
Max	Уральский	Ивдель	23921	60.4	164	147	1994
		Леуши	28064	62.5	166	119	2005
	Центральный	Богородицкое-Фенино	34110	62.7	156	139	1990
Июль							
Min	Северо-Западный	Сортавала	22802	56.7	11	12	1973
Max	Северо-Западный	Калининград	26702	80.0	214	182	1960
	Сибирский	Томск	29430	73.2	170	149	1973
Август							
Min	Центральный	Юрьевец	27355	60.1	0	5	1937
	Приволжский	Красноуфимск	28434	63.1	13	18	1940
	Дальневосточный	Петропавловск-Камчатский	32583	97.6	19	23	1963
Max	Сибирский	ГМО им.Федорова	20292	30.2	97	95	1958
		Колпашево	29231	70.6	179	155	1940
		Нижнеудинск	29698	84.7	170	164	1987

В таблице 2.3 представлены регионально осредненные аномалии температуры и осадков, рассчитанные по наблюдаемым значениям станционных аномалий летнего сезона 2011 г. Оценки приведены для физико-географических регионов (рис.1) и Федеральных округов (рис.2) Российской Федерации. В таблице приведены также значения функции распределения (вероятности превышения) наблюдаемых значений по данным за 1936-2011 годы. Для осадков дополнительно к отклонениям от нормы приведены относительные аномалии, т.е. процентное отношение осредненной по территории региона сезонной суммы осадков к средней по региону сезонной норме (о процедуре регионального осреднения см. во введении). В Разделе 4 будут представлены временные ряды регионально осредненных аномалий температуры и осадков для каждого из рассматриваемых физико-географических регионов и Федеральных округов РФ.

Летом 2011 года было экстремально тепло в регионах: Россия в целом (3-я величина в ряду наблюдений с 1936 года), Приамурье и Приморье (1-я - рекорд) - тепло в июле и в августе; Восточная Сибирь (3-я) – тепло в июле. Экстремальных условий выпадения осадков летом в целом в регионах не отмечалось.

Таблица 2.3

Наблюденные регионально осредненные аномалии температуры и осадков летом 2011г. (июнь – август) и соответствующие им вероятности превышения

Регионы	Температура		Осадки		
	νT_{2011}	$P(t \leq T_{2011})$	νR_{2011}	RR_{2011}	$P(r \leq R_{2011})$
Российская Федерация	1.40	97	0.5	101.8	52
Физико-географические регионы России					
Европейская часть России	1.73	92	-3.4	94.6	32
Западная Сибирь	-0.02	44	6.4	110.3	72
Средняя Сибирь	1.62	96	9.0	116.8	75
Прибайкалье и Забайкалье	1.78	96	3.3	104.2	63
Приамурье и Приморье	1.84	100	-15.8	84.8	19
Восточная Сибирь	1.63	97	-3.3	93.6	32
Федеральные Округа РФ					
Северо-Западный	1.66	91	-10.1	84.7	20
Центральный	2.58	95	-2.0	97.2	55
Приволжский	1.32	84	-3.6	93.8	44
Южный	1.96	93	1.2	102.4	57
Северо-Кавказский	1.36	88	15.5	125.2	91
Уральский	0.01	41	3.2	105.0	67
Сибирский	1.03	92	8.1	112.5	81
Дальневосточный	1.84	98	-3.3	94.9	36

Примечание: Аномалии νT_{2011} (°C), νR_{2011} (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за период 1961-1990 гг.), а RR_{2011} - как отношение R_{2011} к норме 1961-1990 гг., выраженное в %. Вероятности превышения $P(t \leq T_{2011})$, $P(r \leq R_{2011})$ – рассчитаны по данным за 1936-2010 гг. и выражены в %.

3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ (ЛЕТО 2011)

На рис. 3.1 представлено пространственное распределение коэффициентов линейных трендов температуры приземного воздуха и атмосферных осадков на территории России для летнего сезона в целом. Оценки получены по стационарным временным рядам сезонных аномалий за 1976-2011 гг. в точках расположения станций и затем картированы.

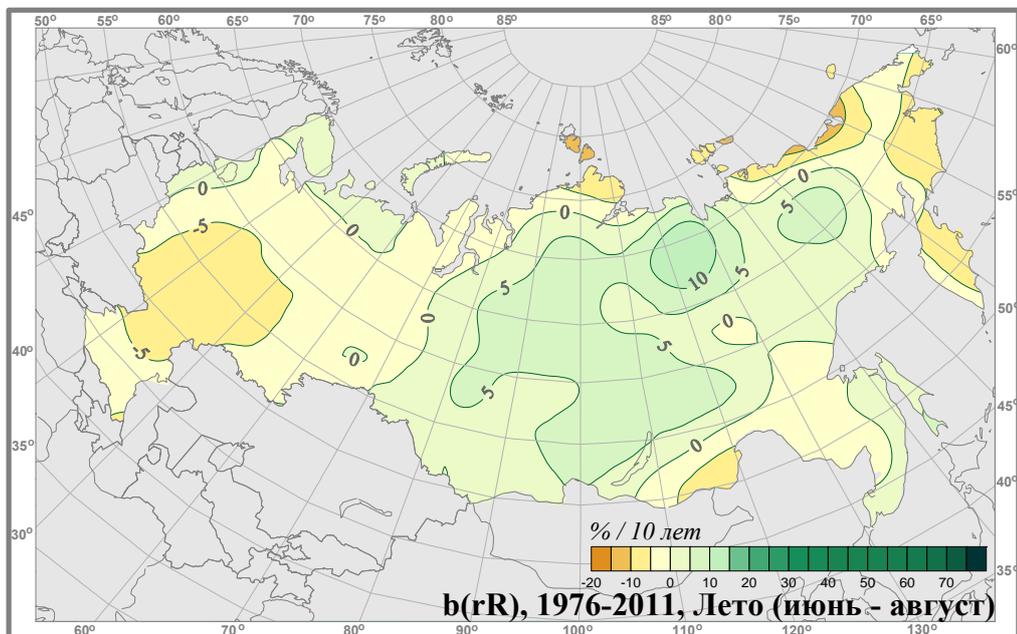
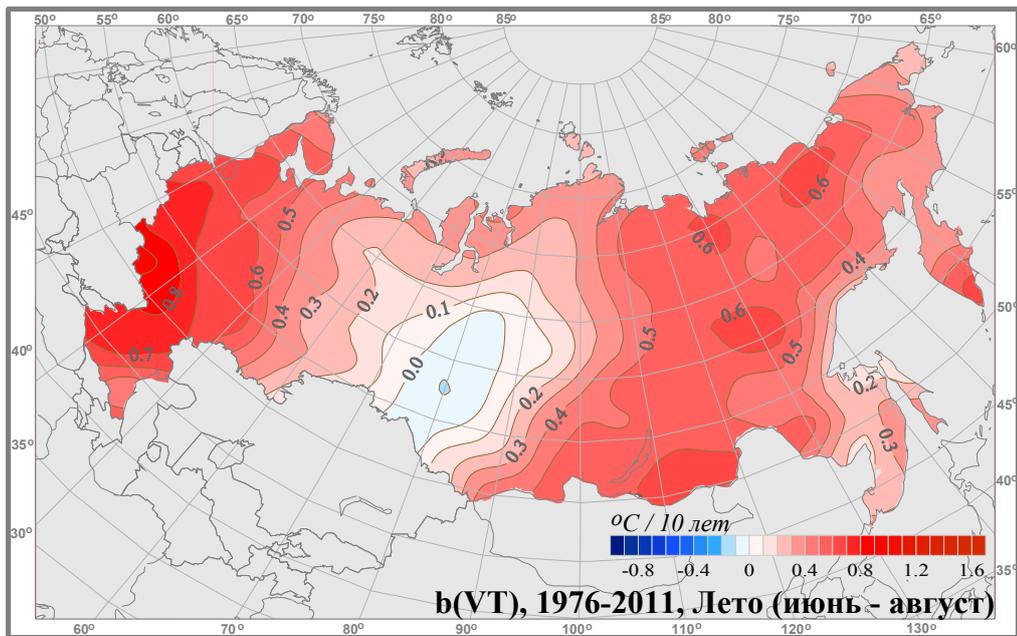


Рисунок 3.1 – Пространственное распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных аномалий температуры ($^{\circ}\text{C}/10$ лет, сверху) и осадков ($\% / 10$ лет) на территории России по данным за 1976-2011 (лето: июнь-август).

Представленные поля характеризуют направление и среднюю скорость изменений температуры и осадков летнего сезона на территории России за последние 36 лет. На рис. 3.2 распределения трендов приведены для каждого летнего месяца в отдельности.

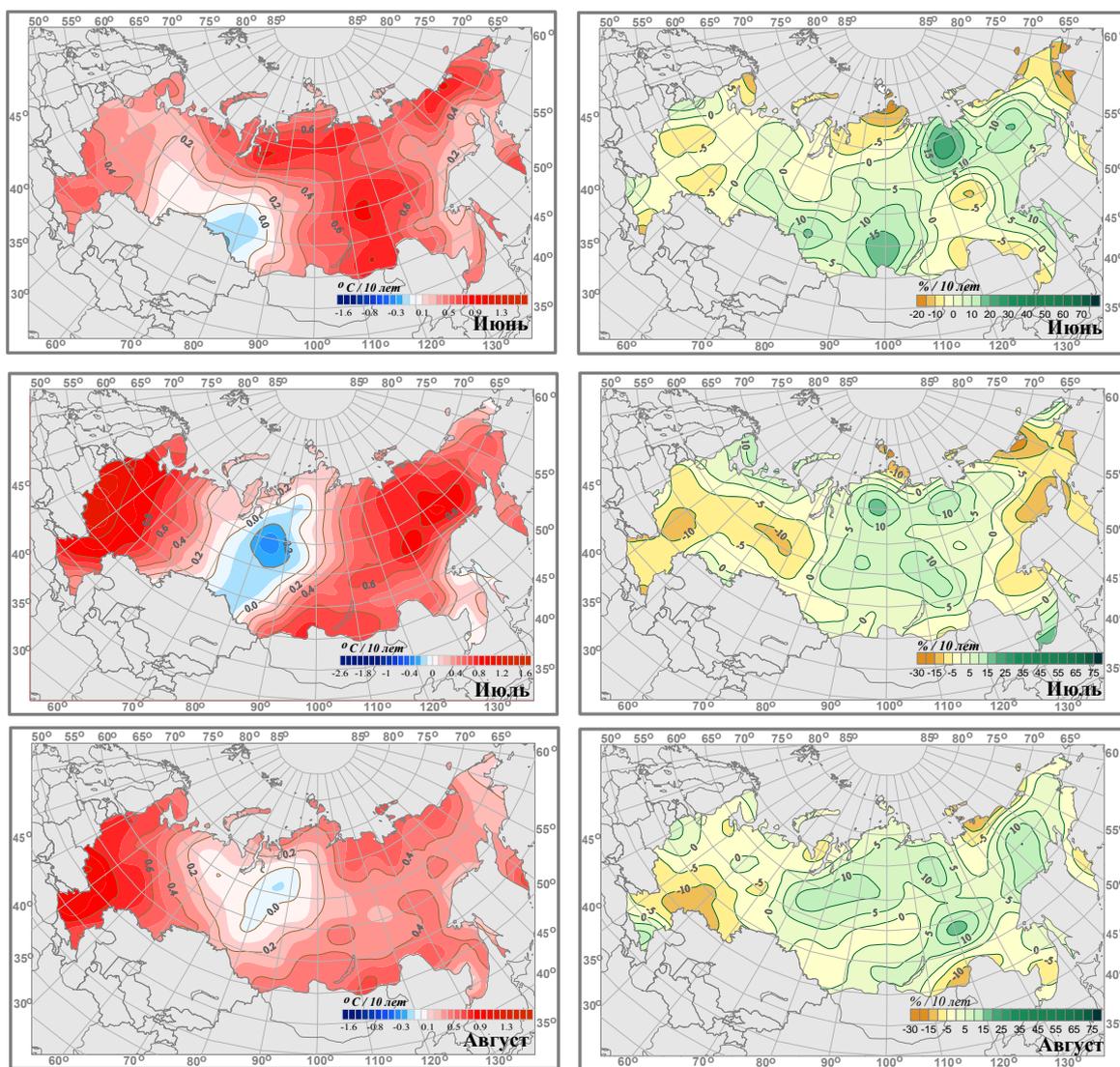


Рисунок 3.2 – То же, что на рис. 3.1, но для отдельных месяцев летнего сезона

Скорость потепления на европейской территории до $+0.9^{\circ}\text{C}/10$ лет, скорость потепления на азиатской территории страны восточнее течения Енисея до $+0.6^{\circ}\text{C}/10$ лет. В центре и на юге Западно-Сибирской низменности сохраняется тенденция к слабому похолоданию до $-0.1^{\circ}\text{C}/10$ лет. Наиболее сильно тенденция к потеплению на ЕЧР прослеживается в июле-августе (до $+0.8 \div +1.0^{\circ}\text{C}/10$ лет). Потепление в азиатской части страны наиболее сильно в июне-июле (до $+0.6 \div +0.8^{\circ}\text{C}/10$ лет). Область с тенденцией к похолоданию в Западной Сибири проявляется в течение всех месяцев сезона, особенно в июле (до $-0.3^{\circ}\text{C}/10$ лет).

На фоне тенденции к потеплению на территории ЕЧР в летний период в изменении сезонных сумм осадков просматривается тенденция к некоторому уменьшению осадков (во все месяцы сезона, особенно в июле и в августе – скорость убывания до $10\%/10$ лет и более).

На азиатской территории восточнее течения Енисея на фоне тенденции к потеплению в изменении сезонных сумм осадков преобладает тенденция к некоторому увеличению осадков (за исключением Чукотки и Камчатки). Тенденция к увеличению осадков на значительной части азиатской территории страны просматривается во все

месяцы сезона, особенно в июне (до 30%/10 лет в районе нижнего течения Лены, до 20%/10 лет - в Саянах).

Тенденция к уменьшению осадков на Чукотке и Камчатке прослеживается в июне и в июле (-10% - -15%/10 лет).

В табл. 3.1 приведены оценки линейных трендов регионально осредненных значений температуры и осадков за 1976-2011 гг. для регионов РФ и федеральных округов РФ.

Таблица 3.1

Оценки линейного тренда регионально осредненных температуры приземного воздуха и месячных сумм осадков за 1976-2011 гг. (лето: июнь – август),
b – коэффициенты линейного тренда, *D* - вклад тренда в дисперсию ряда

Регионы	Температура		Осадки	
	<i>b</i> , °C/10 лет	<i>D</i> , %	<i>b</i> , мм/мес/10 лет	<i>D</i> , %
Россия	0.43	56	0.2	1
Физико-географические регионы России				
Европейская часть России	0.58	32	-2.0	7
Западная Сибирь	0.09	1	0.9	1
Средняя Сибирь	0.43	31	3.0	21
Прибайкалье и Забайкалье	0.56	44	1.5	3
Приамурье и Приморье	0.34	26	-0.7	0
Восточная Сибирь	0.50	46	-0.3	0
Федеральные Округа РФ				
Северо-Западный	0.50	32	-0.4	0
Центральный	0.77	33	-3.9	8
Приволжский	0.51	16	-3.3	8
Южный	0.75	37	-1.9	2
Северно-Кавказский	0.53	30	-0.5	0
Уральский	0.16	2	-0.3	0
Сибирский	0.32	28	2.3	21
Дальневосточный	0.47	54	0.3	0

4. ИЗМЕНЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР И ОСАДКОВ ЛЕТНЕГО СЕЗОНА В 1936-2011 гг.

В разделе приведены временные ряды пространственно осредненных аномалий средней месячной температуры приземного воздуха (°C) и месячных сумм осадков (мм/месяц) летнего сезона за 1936 – 2011 гг. На всех рисунках показаны линейные тренды за 1976-2011 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов. Временные ряды приведены для всех рассматриваемых в бюллетене регионов (Россия, физико-географические регионы и федеральные округа). Для России дополнительно приведены аналогичные ряды для каждого месяца сезона (рис. 4.1.1)

4.1. Российская Федерация

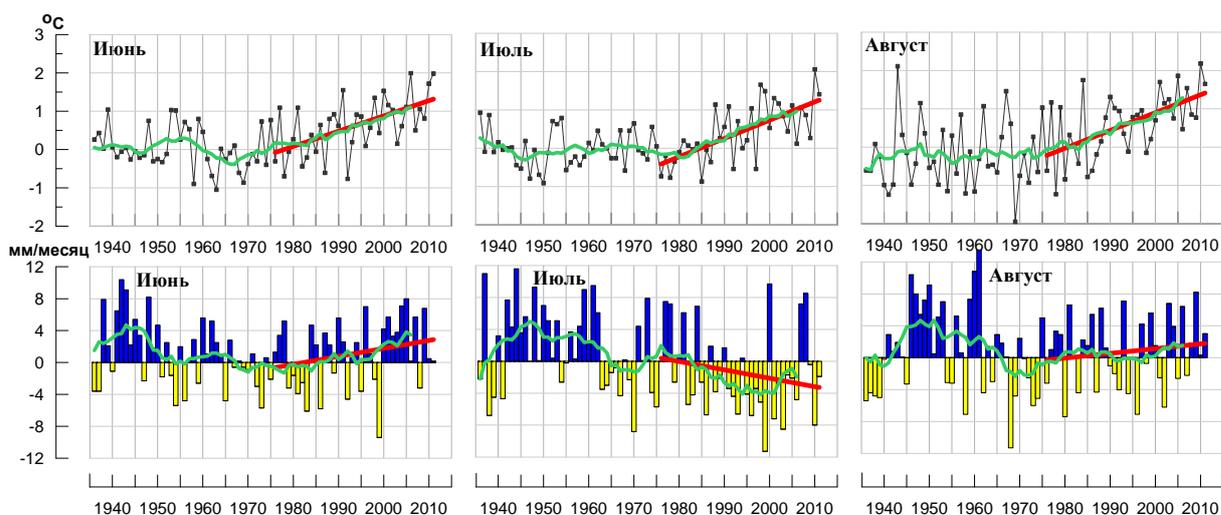


Рисунок 4.1.1 – Аномалии средней месячной температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) и месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории РФ.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976-2011 гг.

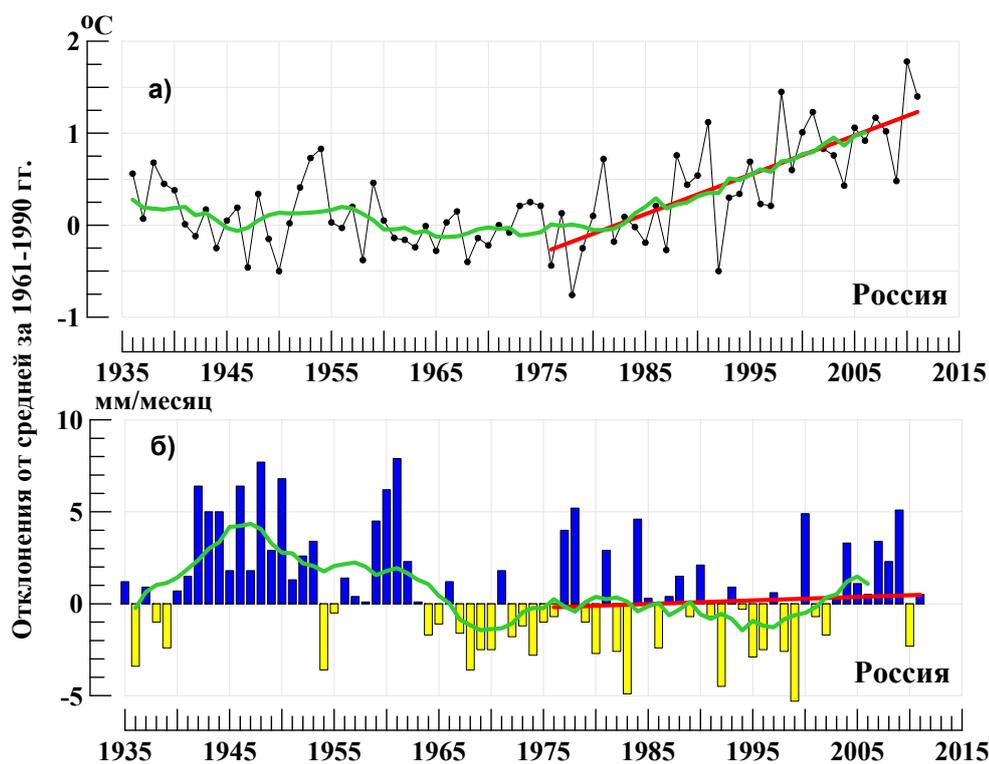


Рисунок 4.1.2 - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) и месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории РФ (лето 2011). Условные обозначения см. на рис. 4.1.1

4.2. Физико-географические регионы России

4.2.1. Европейская часть России

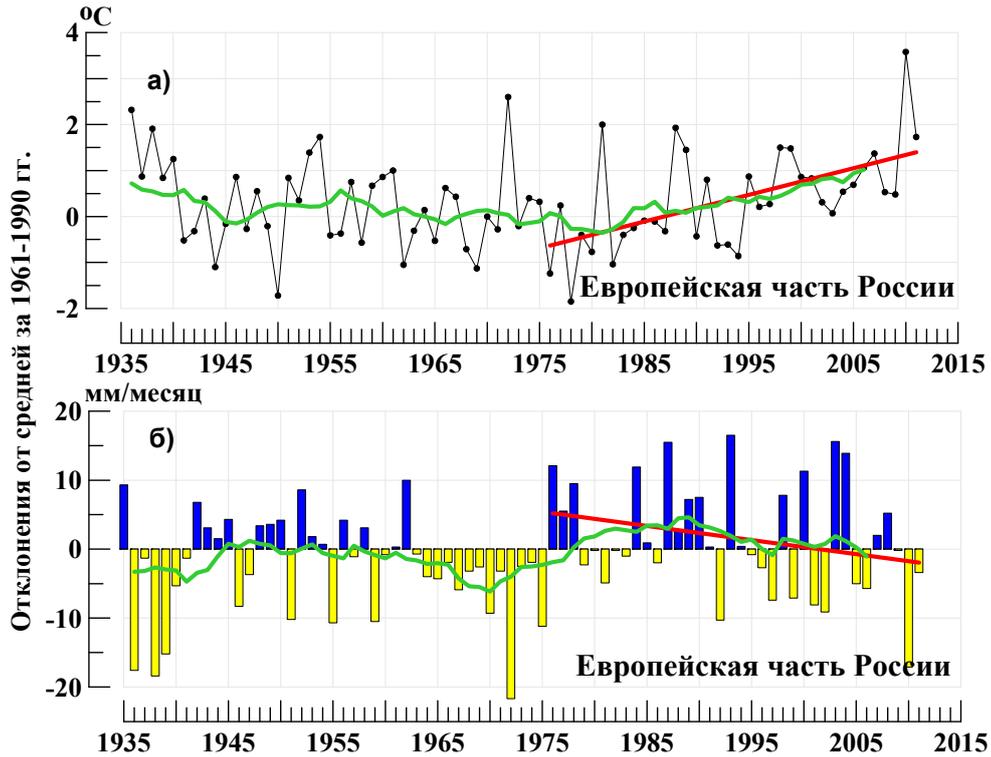


Рисунок 4.2.1 – То же, что на рис. 4.1.2, но для региона Европейская часть России

4.2.2. Западная Сибирь

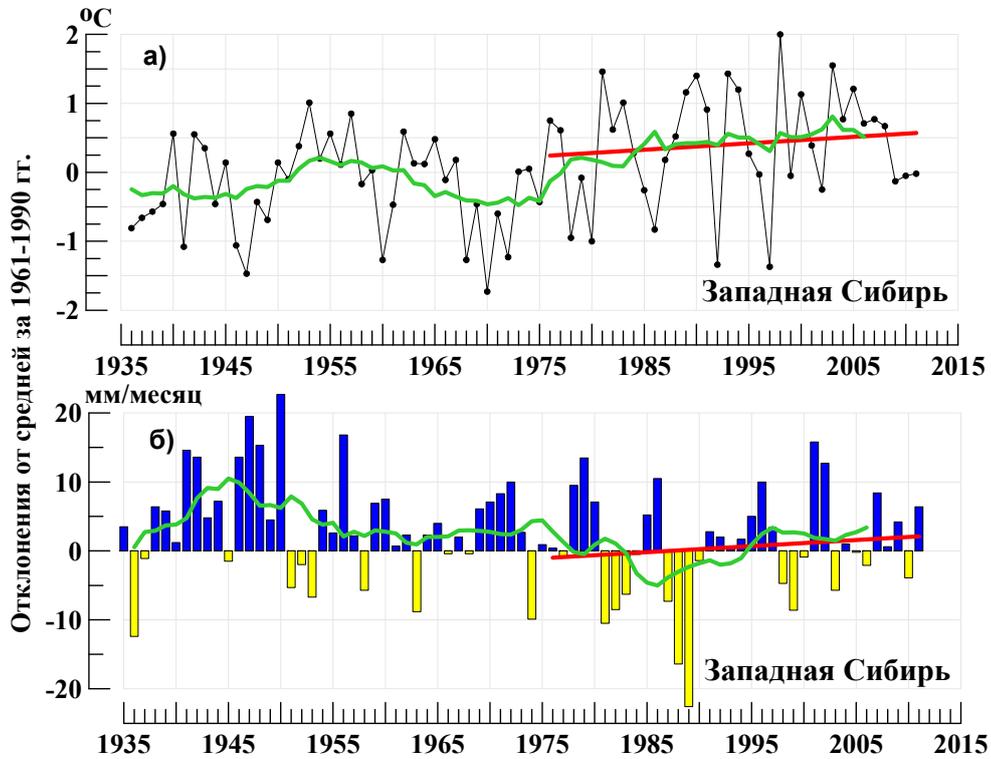


Рисунок 4.2.2 – То же, что на рис. 4.1.2, но для региона Западная Сибирь

4.2.3. Средняя Сибирь

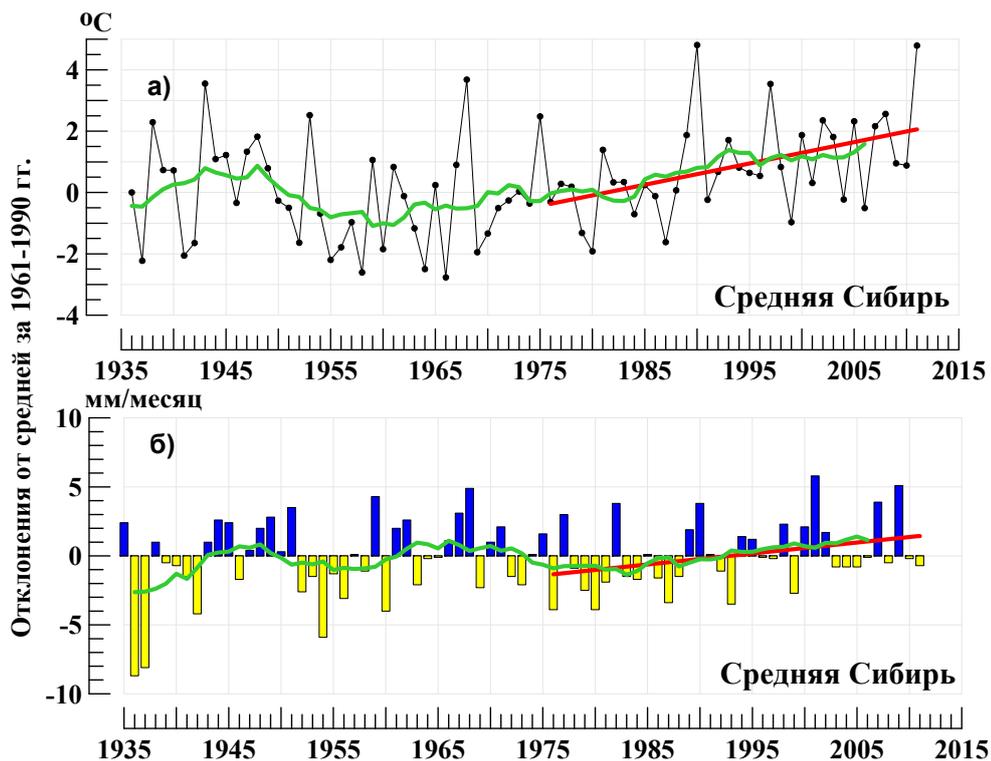


Рисунок 4.2.3 – То же, что на рис. 4.1.2, но для региона Средняя Сибирь

4.2.4. Прибайкалье и Забайкалье

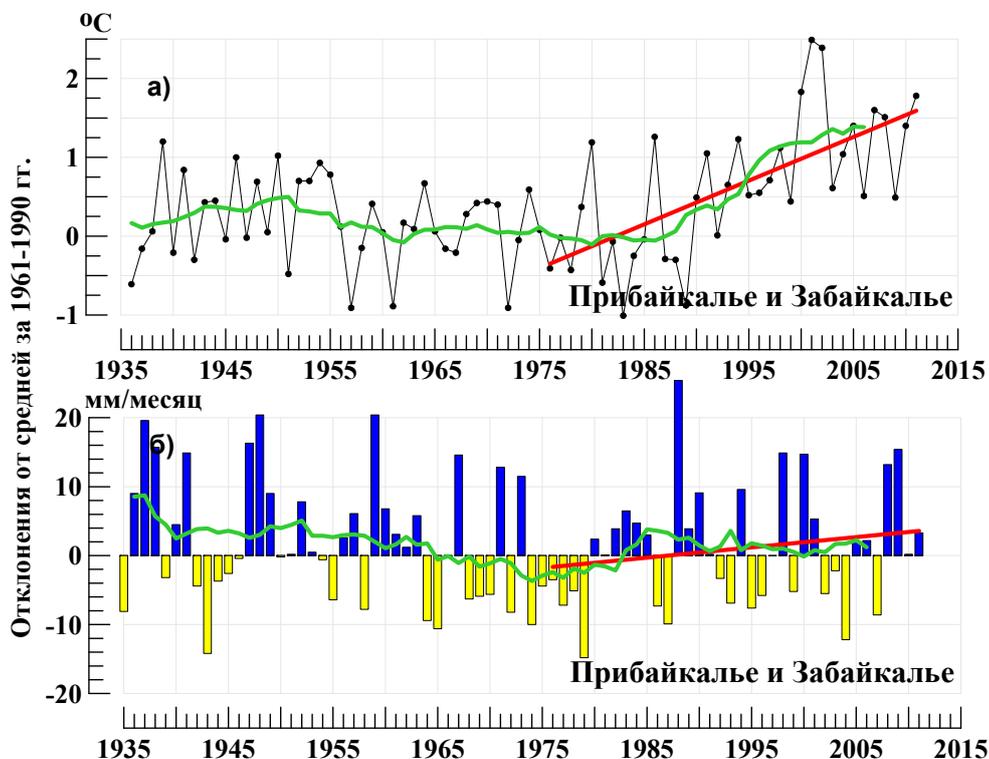


Рисунок 4.2.4 - То же, что на рис. 4.1.2, но для региона: Прибайкалье и Забайкалье

4.2.5. Приамурье и Приморье

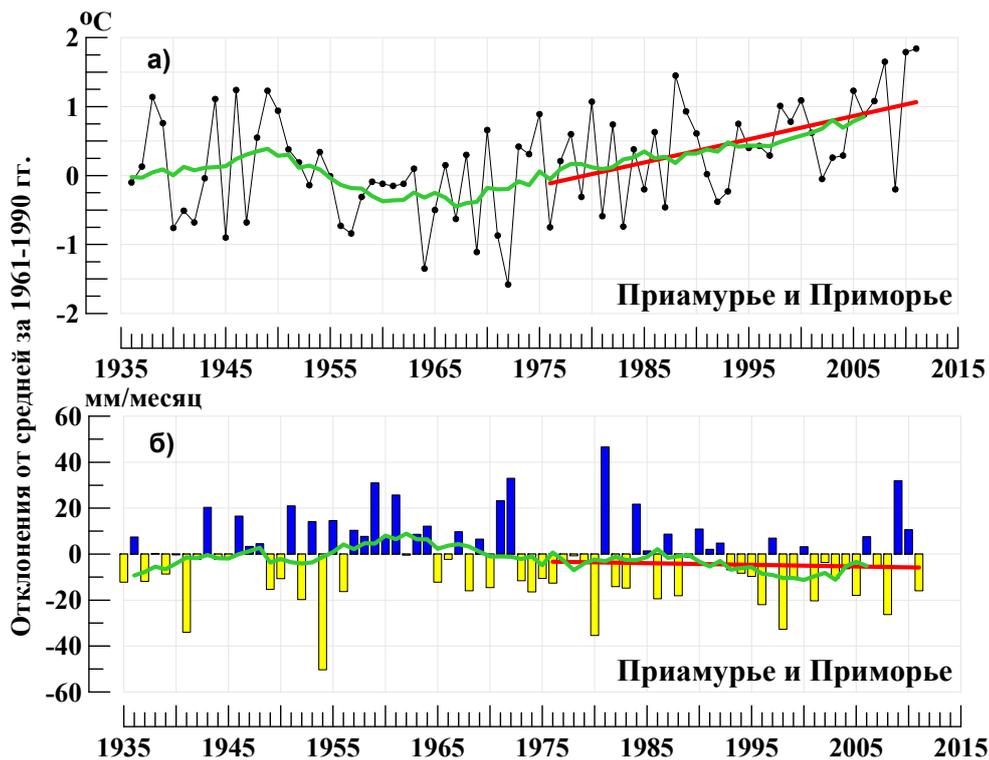


Рисунок 4.2.5 – То же, что на рис. 4.1.2, но для региона: Приамурье и Приморье

4.2.6. Восточная Сибирь

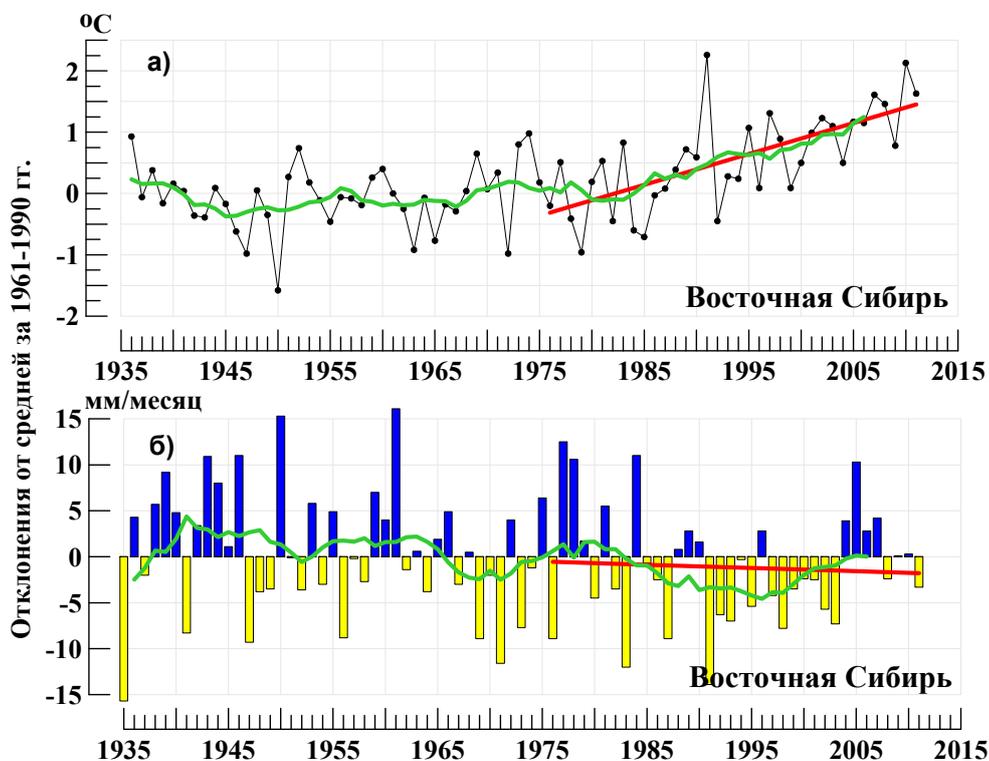


Рисунок 4.2.6 – То же, что на рис. 4.1.2, но для региона: Восточная Сибирь

4.3. Федеральные Округа Российской Федерации

4.3.1. Северо-Западный ФО

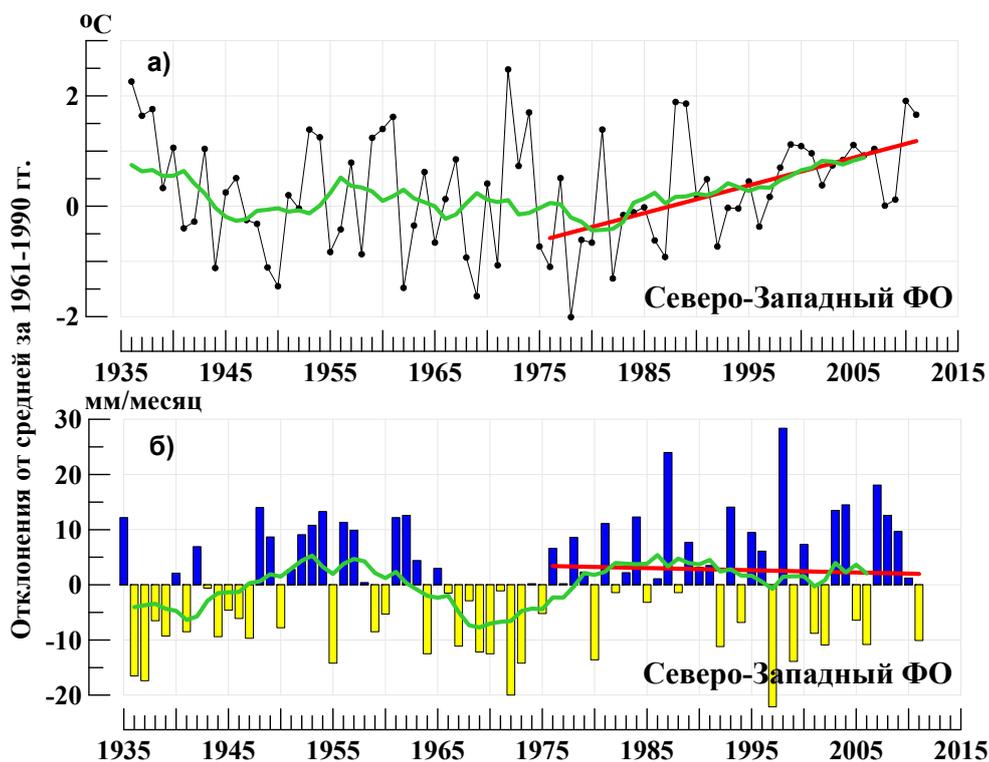


Рисунок 4.3.1 – То же, что на рис. 4.1.2, но для Северо-Западного ФО

4.3.2. Центральный ФО

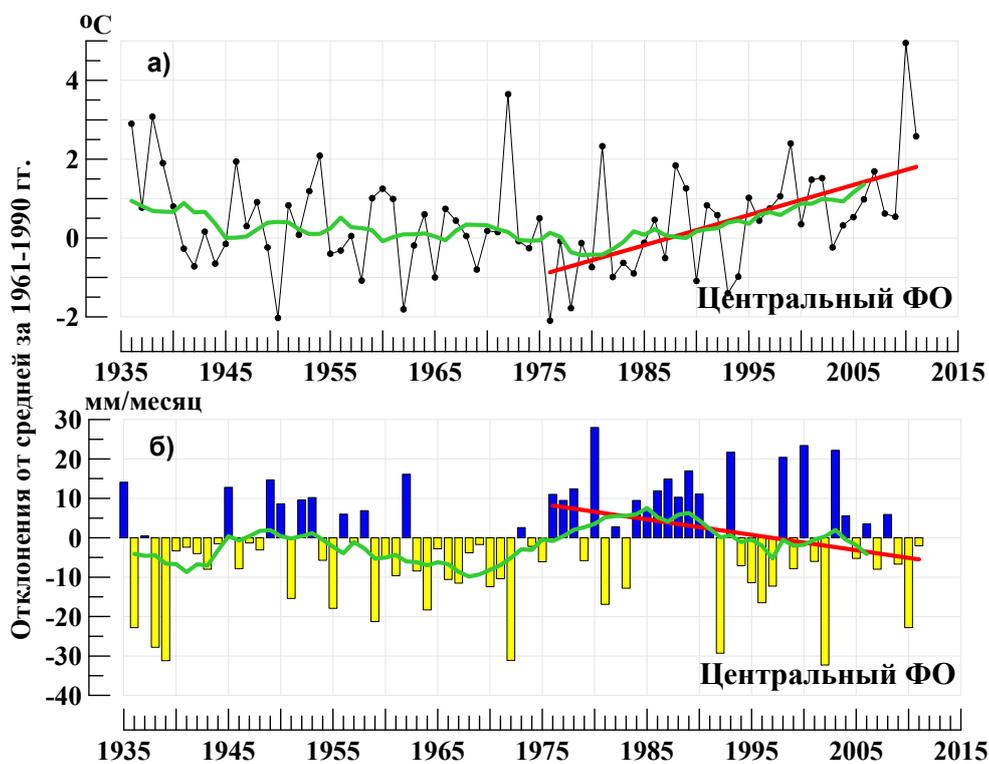


Рисунок 4.3.2 – То же, что на рис. 4.1.2, но для Центрального ФО

4.3.3. Приволжский ФО

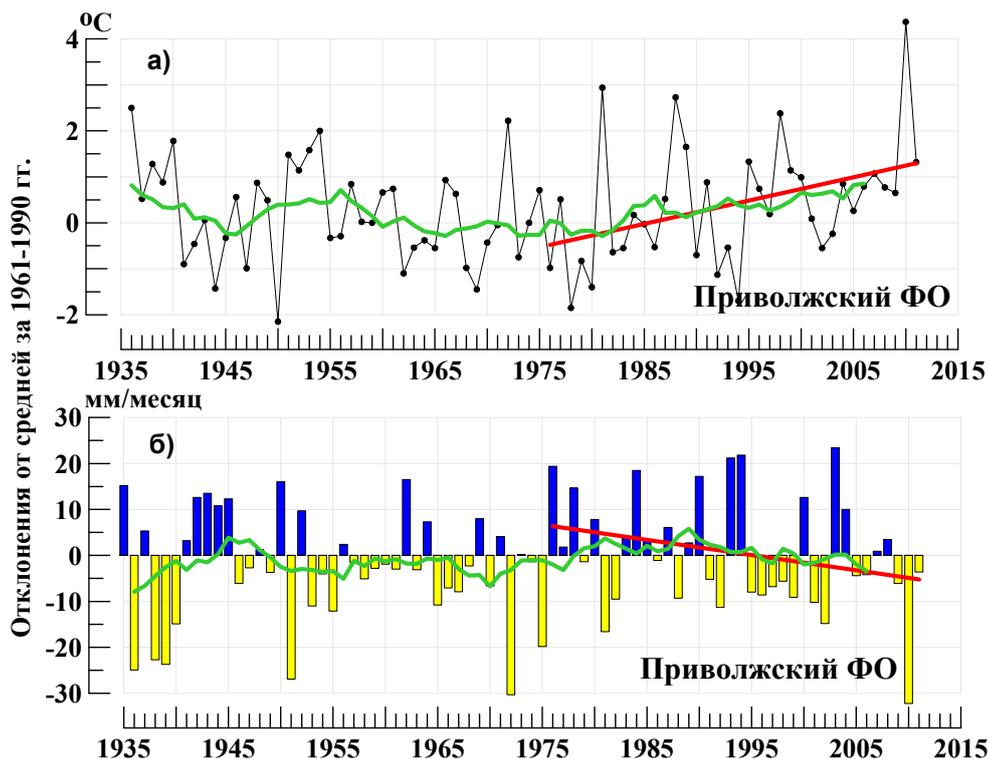


Рисунок 4.3.3 – То же, что на рис. 4.1.2, но для Приволжского ФО

4.3.4. Южный ФО

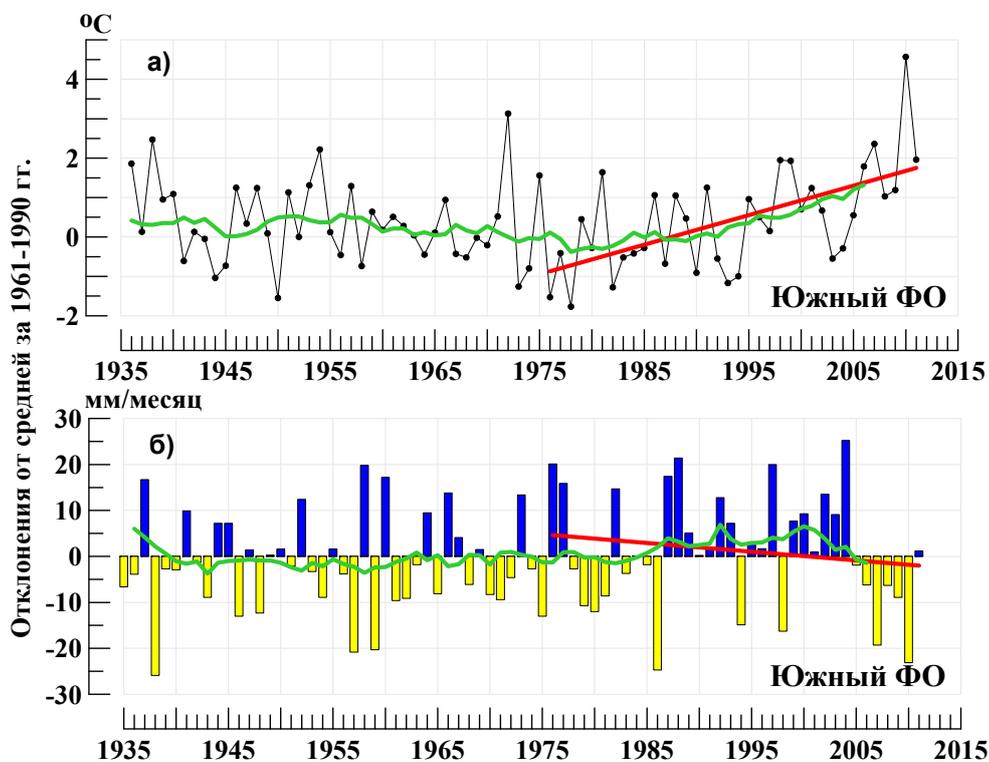


Рисунок 4.3.4 – То же, что на рис. 4.1.2, но для Южного ФО

4.3.5. Северо-Кавказский ФО

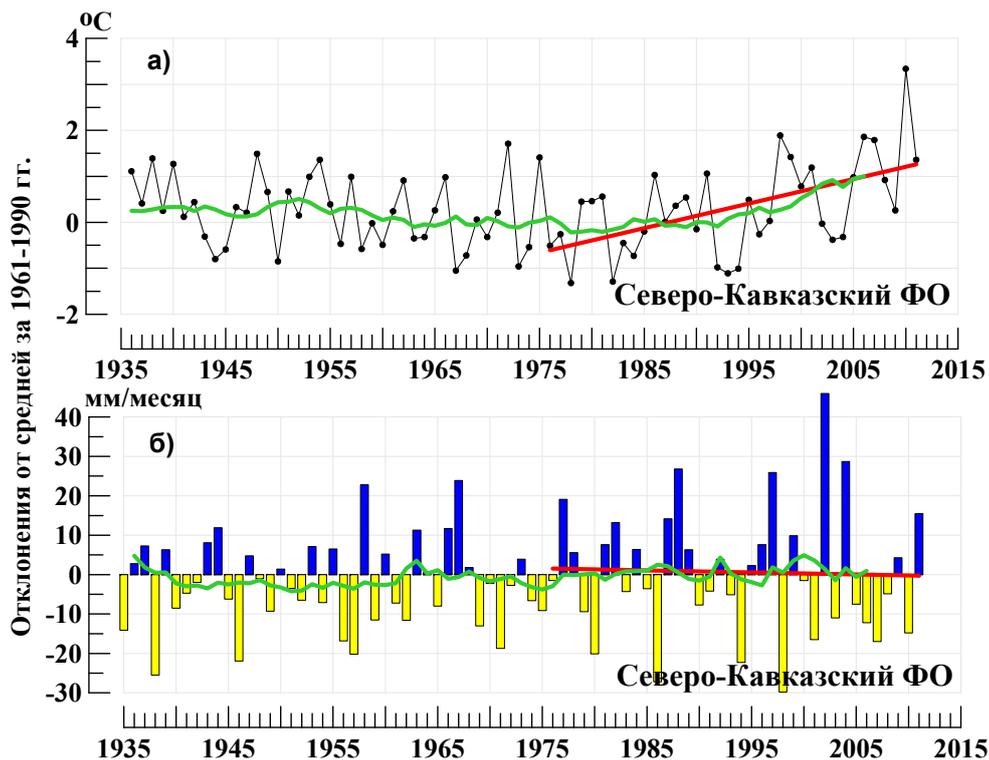


Рисунок 4.3.5 - То же, что на рис. 4.1.2, но для Северо-Кавказского ФО

4.3.6. Уральский ФО

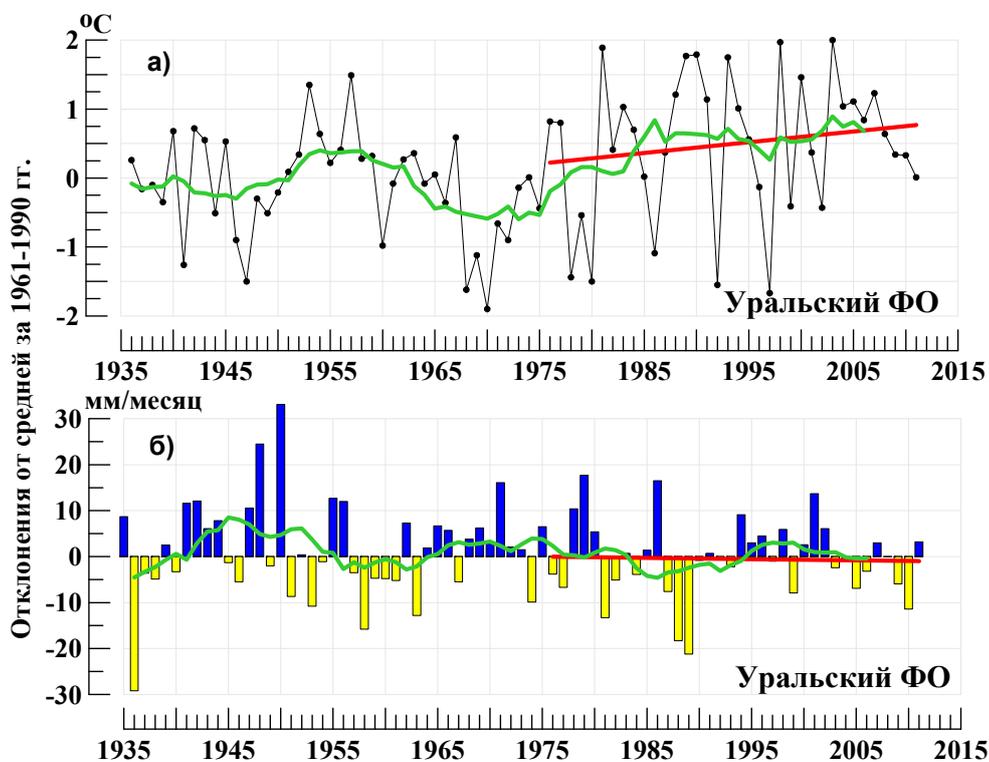


Рисунок 4.3.6 – То же, что на рис. 4.1.2, но для Уральского ФО

4.3.7. Сибирский ФО

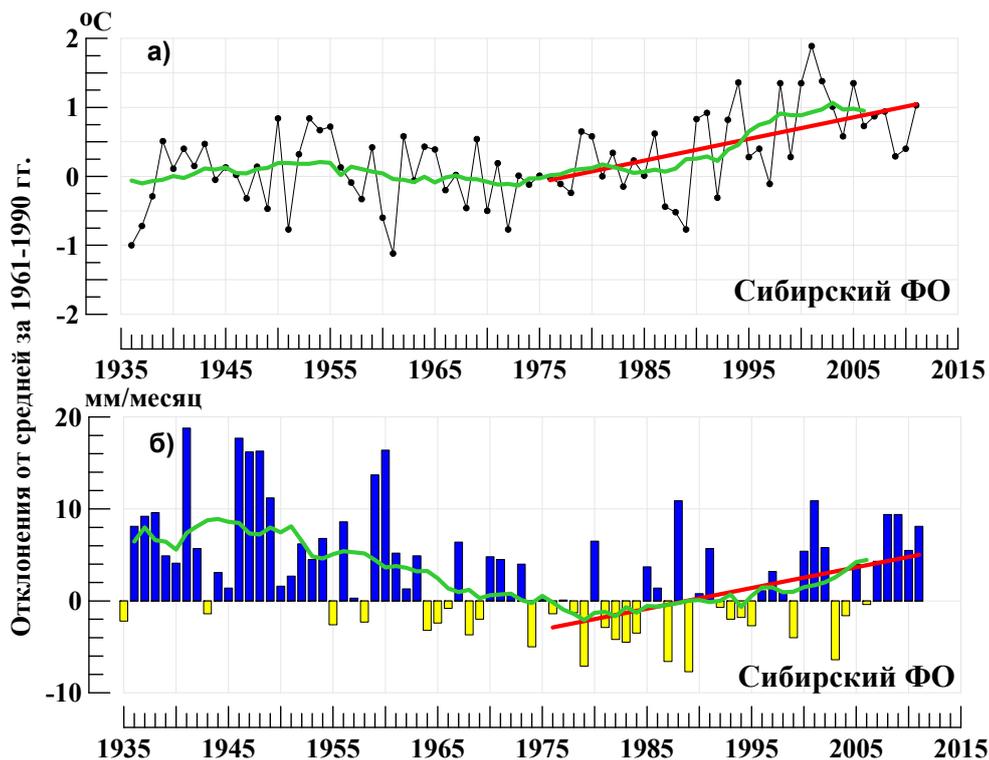


Рисунок 4.3.7 – То же, что на рис. 4.1.2, но для Сибирского ФО

4.3.8. Дальневосточный ФО

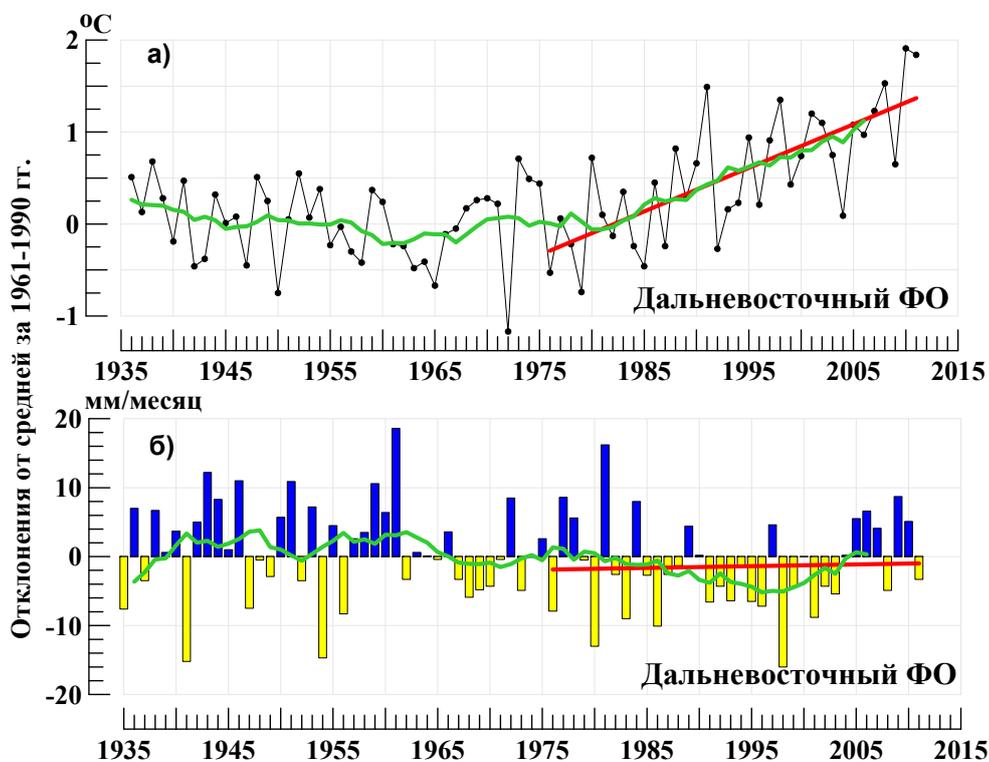


Рисунок 4.3.8 – То же, что на рис. 4.1.2, но для Дальневосточного ФО

5. ИНДЕКСЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЛЕТНЕМУ СЕЗОНУ, 1936-2011 гг.

Индексы экстремальности климата (ИЭК). Это вероятностные индексы, в основе которых - значения функции распределения $F(X_0)$, соответствующие наблюдаемым значениям рассматриваемой величины X_0 в точках поля или на станциях: $F(X_0)=P(x \leq X_0)$. Значение $F(X_0)$ часто называют вероятностью непревышения (иногда – обеспеченностью) наблюдаемого значения. Как правило, используются эмпирические вероятности (частоты), оцененные по доступным данным за базовый период или по всему доступному ряду наблюдений (при отсутствии в нем длительных пропусков наблюдений на отдельных территориях исследуемых регионов). Для метеорологических величин с известным распределением (например, близким к нормальному) вероятности могут быть оценены по таблицам и функциям распределения для наблюдаемого значения нормированной аномалии. Чаще используется не усредненное по площади значение вероятностного индекса, а (как легче интерпретируемое) доля площади, занятая его экстремальными значениями. Эти индексы соответствуют областям экстремальных аномалий заданной обеспеченности и относятся к индексам экстремальности климата (ИЭК).

Индекс аномальности климата (ИАК). Для характеристики степени аномальности полей температуры воздуха используется "коэффициент аномальности" (КА) (предложенный Н.А.Багровом), равный среднеквадратическому значению (по площади) нормированной аномалии температуры. Представляется, что показатель КА, как индекс аномальности климата, имеет смысл также и в применении к полям других климатических параметров (включая осадки) и к любым комплексам полей. В этом случае переменные, выбранные для описания текущего состояния климатической системы (или некоторой ее части) рассматриваются как координаты вектора состояния климата в некотором фазовом пространстве, а показатель КА превращается в эвклидово расстояние между точками, характеризующими текущее состояние климата и его среднее состояние (норму). Очевидно, что чем больше индекс аномальности климата, тем больше отличается от нормы состояние климатической системы и тем дальше оно удалено от среднего положения в фазовом пространстве.

На рисунках 5.1. – 5.4. приведены некоторые индексы экстремальности и аномальности для летнего сезона за период 1936 -2011 гг.

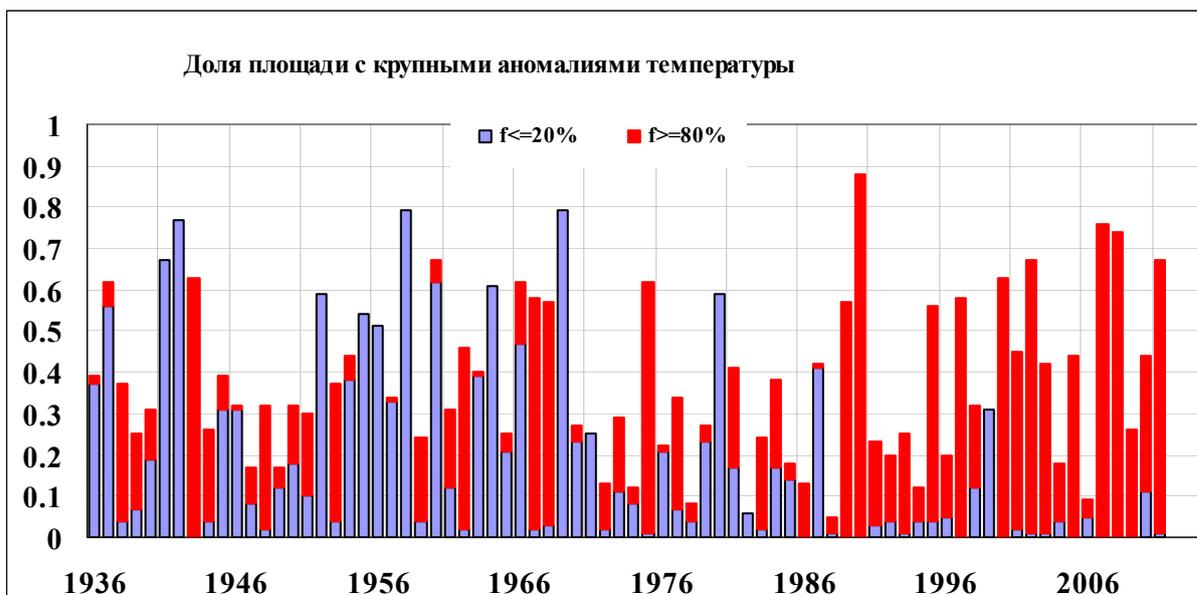


Рисунок 5.1. Доля площади с крупными аномалиями (ниже 20 процентиля, выше 80 процентиля) температуры летом, 1936-2011 гг.

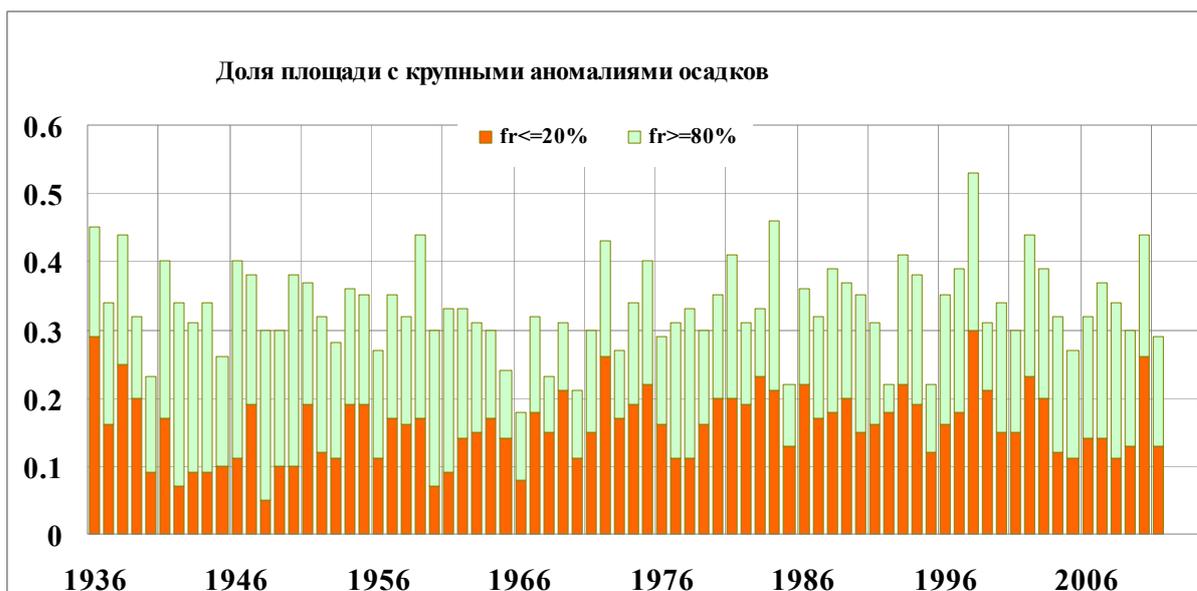


Рисунок 5.2. Доля площади с крупными аномалиями осадков (меньше 20 процентиля, больше 80 процентиля) летом, 1936-2011 гг.

Для температуры очевидны значительные изменения долей площади, покрытой значительными сезонными аномалиями, после середины 1970-х гг.: рост площади, покрытой положительными аномалиями, и убывание площади отрицательных аномалий. После середины 1980-х гг. в большинстве случаев площадь положительных аномалий в разы превосходит площадь отрицательных. В ряде лет вообще не наблюдается крупных отрицательных аномалий (ниже 20-го процентиля).

С другой стороны, для осадков площади, занятые аномалиями меньше 20 процентиля и больше 80 процентиля летом за период наблюдений с 1936 года мало изменились.

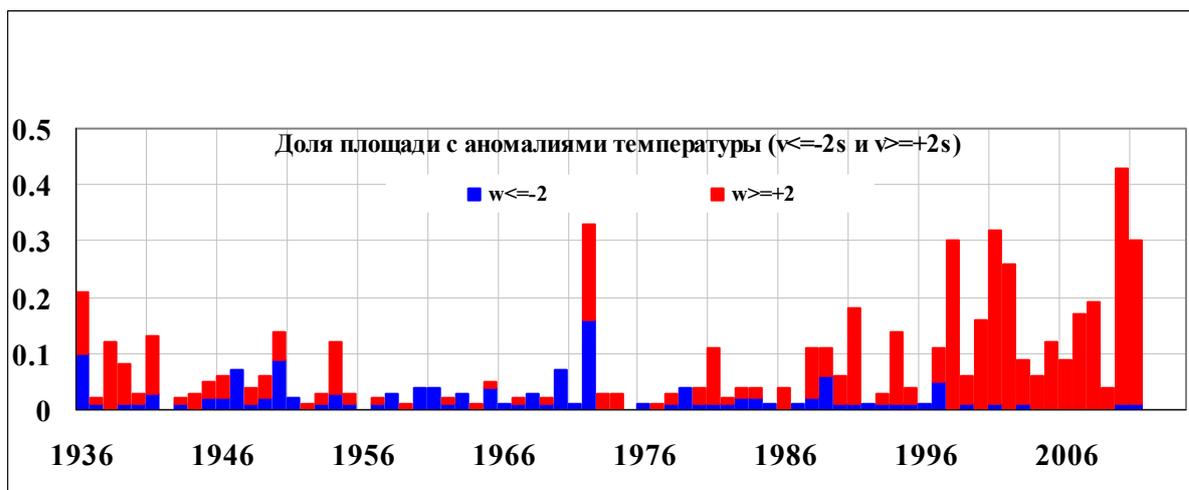


Рисунок 5.3. Доля площади с экстремальными (сезонная нормированная аномалия меньше -2 или больше $+2$) аномалиями температуры летом, 1936-2011 гг. Базовый период для расчета статистик: 1961-1990 гг.

На рис.5.3 представлены ряды доли площади под экстремальными (выше 2σ и ниже -2σ) аномалиями сезонной температуры (в предположении гауссовости распределения это соответствует примерно 2.3% процента для каждого хвоста распределения). Рост доли площади под положительными экстремумами после середины 1970-х гг. очень значителен: после 1996 г. в ряде лет эта доля превосходит среднее значение базового периода более, чем в 10 раз и достигает 40% общей площади (2010 г.).

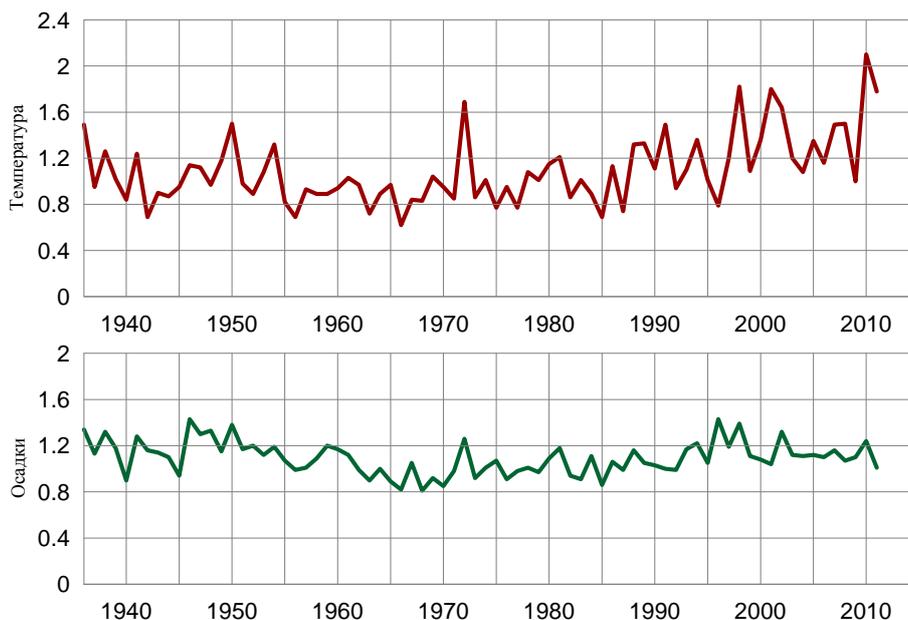


Рисунок 5.4. Индекс аномальности Багрова (КА) для летнего сезона применительно к температуре и к осадкам, 1936-2011 гг.

Анализ изменений индекса аномальности Багрова (рисунок 5.4) показывает, что после середины 1970-х гг. аномальность температурного режима в летний сезон увеличивается. Аномальность режима осадков также слабо возрастает с середины 1960-х гг.

ВЫВОДЫ

1. Лето 2011 года для Земного шара в целом оказалось теплым, а для суши Северного полушария экстремально теплым; средняя за сезон и по пространству температура была выше нормы на 0.45°C и 0.93°C , соответственно (9-е и 3-е место в ранжированных по убыванию рядах наблюдений).

Средняя скорость потепления для Земного шара и суши Северного полушария за 1976-2011 гг. составляет, соответственно, $0.18^{\circ}\text{C}/10$ лет и $0.31^{\circ}\text{C}/10$ лет; тренд в обоих случаях объясняет 77% дисперсии.

2. В среднем по территории России аномалия температуры приземного воздуха летом 2011 г. составила $+1.40^{\circ}\text{C}$ – третье по величине значение за весь период наблюдений после рекордного 2010 года (аномалия $+1.78^{\circ}\text{C}$) и 1998 года (аномалия $+1.45^{\circ}\text{C}$).

Две обширные область тепла с аномалиями до $+3.9^{\circ}\text{C}$ в центре ЕЧР и до $+2.9^{\circ}\text{C}$ в Якутии занимали большую часть территории страны. На 65 станциях (16 и 49) этих областей из 261 станций, с которых поступили данные по России средняя летняя температура превысила 95-й процентиль. На территории Западно-Сибирской низменности между двумя областями тепла располагалась область со слабыми отрицательными аномалиями температуры (до -0.5°C). В июне огромный очаг тепла занимал почти всю территорию страны (на 55 станциях зафиксированы 95%-е экстремумы). В июле распределение очагов тепла и холода соответствовало сезонному в целом, но было более ярко выражено (на 53 станциях ЕЧР и 42 станциях на востоке страны зафиксированы 95%-е экстремумы, а на 16 станциях в области холода зафиксированы экстремумы ниже 5 процентиля). В августе распределение областей аномалии температура разных знаков напоминало сезонное, но при этом просматривался очаг холода на Чукотке.

3. Количество выпавших осадков в целом по России было около нормы (сезонная аномалия 0.5 мм).

Несколько областей избытка осадков (более 120% нормы) располагались в азиатской части страны, охватывая обширные бассейны рек Енисея, Лены, Индигирки.

Области с дефицитом осадков (80%-60% нормы) располагались на побережье Баренцева и Карского морей, а также в Амурской области.

4. Тенденции изменений средней температуры летнего сезона за период 1976-2011 гг. в сравнении с тенденциями 1976-2010 гг., практически не изменились.

В целом по России линейный тренд летней температуры воздуха за период 1976-2011 гг. составил $0.42^{\circ}\text{C}/10$ лет.

Сохраняется тенденция к потеплению на ЕЧР (до $+0.9^{\circ}\text{C}/10$ лет) и на азиатской территории страны восточнее течения Енисея (до $+0.6^{\circ}\text{C}/10$ лет). В центре и на юге

Западно-Сибирской низменности сохраняется тенденция к слабому похолоданию (до -0.1°C/10 лет), тенденция к похолоданию особенно заметна в июле.

5. В изменении сезонных сумм осадков прослеживается слабая тенденция к увеличению осадков в Средней Сибири (около 5%/10лет), на остальной территории устойчивые однонаправленные изменения практически отсутствуют. Можно отметить некоторую тенденцию (около -5%/10лет) к уменьшению осадков в центре ЕЧР.

6. Увеличивается аномальность и экстремальность температурных условий летом.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Федеральная служба
по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды

Российская
Академия Наук

ФГБУ «Институт Глобального климата и экологии»

Обзор состояния и тенденций изменения климата на территории Республики Беларусь

ЛЕТО 2011



ВВЕДЕНИЕ

В настоящем Приложении* приводится информация о состоянии приземного климата (температура приземного воздуха и атмосферные осадки) летом 2011 года и о наиболее значительных климатических аномалиях этого периода на территории Республики Беларусь. Работа выполняется по программе Союзного государства "Совершенствование системы обеспечения населения и отраслей экономики Российской Федерации и Республики Беларусь информацией о сложившихся и прогнозируемых погодно-климатических условиях, состоянии и загрязнении природной среды" на 2007 – 2011 годы (проект 3.1 «Оценка наблюдаемых тенденций изменения климата на региональном уровне и выпуск информационных бюллетеней о его состоянии и изменениях на территории Союзного государства»).

Все оценки получены по данным о средних месячных значениях температуры приземного воздуха и месячных суммах атмосферных осадков в базовом архиве ИГКЭ, содержащем данные гидрометеорологических наблюдений на 455 станциях стран СНГ и Балтии (из них 7 станций Республики Беларусь, табл. 1).

Таблица 1.

Список используемых станций Республики Беларусь.

	Название	№ ВМО	широта	Долгота	высота
1	Витебск	26666	55.20	30.20	169
2	Минск	26850	53.90	27.50	234
3	Могилев	26863	53.90	30.30	180
4	Брест	33008	52.10	23.70	144
5	Пинск	33019	52.10	26.10	144
6	Василевичи	33038	52.30	29.80	140
7	Гомель	33041	52.40	31.00	138

Под аномалиями температуры в бюллетене понимаются отклонения наблюдаемого значения от нормы, то есть от средней за базовый период 1961-1990 гг. Аномалии осадков рассматриваются как в отклонениях от нормы (аналогично температуре), так и в процентах от нормы (процентное отношение количества выпавших осадков к соответствующему значению нормы). Дополнительно приводится «вероятность непревышения» текущего значения во временном ряду рассматриваемой переменной за некоторый период с 1936 по 2010 гг. (доля значений временного ряда, меньших либо равных текущему значению).

* Материалы подготовлены в ФГБУ ИГКЭ Росгидромета и РАН с использованием данных НИУ Росгидромета: ФГБУ «Гидрометцентр РФ» и ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»

Пространственное осреднение выполняется по стационарным данным об аномалиях климатических переменных с использованием двухступенчатой процедуры. На первом этапе территория региона покрывается регулярной сеткой (разрешением 2.5 градуса широты на 5 градусов долготы), и в каждой ячейке сетки рассчитывается «ячеечное» среднее (среднее арифметическое из значений аномалий на попавших в эту ячейку станциях). На втором этапе выполняется взвешенное осреднение «ячеечных» средних с весами, пропорциональными площади пересечения ячейки с территорией региона. Все расчеты, включая определение принадлежности ячейки к региону, площади их пересечения и ячейчных весовых множителей, выполняются автоматически, на основании заданной замкнутой ломаной, ограничивающей территорию региона.

Аналогичным образом, по данным о стационарных «нормах» (средних многолетних за базовый период) рассчитываются регионально осредненные «нормы». Регионально осредненные значения самих климатических переменных рассчитываются суммированием регионально осредненных «норм» и регионально осредненных аномалий (этот алгоритм уменьшает смещение средних, вызываемое пропусками в рядах наблюдений).

СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ЛЕТОМ 2011 г.

Летом 2011 гг. сезонная аномалия температуры воздуха, осредненная по территории Беларуси, составила +2.19°C (седьмая величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений), аномалия осадков 12.0 мм/месяц.

В таблицах 2 и 3 приведены стационарные данные о наблюдаемой температуре и осадках для каждого месяца рассматриваемого летнего сезона и для сезона в целом, а на рисунках 1 и 2 – соответствующие этим данным пространственные распределения аномалий (поля изолиний), также для сезона и для каждого из месяцев.

Таблица 2

Характеристики температурного режима на станциях Беларуси летом 2011 года

	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Могилев</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	26666	26850	26863	33008	33019	33038	33041
а) температура (град. Цельсия)							
<i>Лето 2011</i>	19.4	19.0	18.6	19.2	19.6	19.3	20.3
Июнь	18.9	18.8	18.2	19.2	19.8	19.3	20.2
Июль	21.3	20.2	20.4	19.4	20.3	20.8	21.9
Август	18.0	17.9	17.3	18.9	18.8	17.9	18.8
б) аномалия температуры (град. Цельсия)							
<i>Лето 2011</i>	3.11	2.31	2.03	1.79	2.62	1.88	2.54
Июнь	2.95	2.64	2.00	2.45	3.27	2.16	2.86
Июль	4.25	2.89	3.08	1.38	2.69	2.74	3.47
Август	2.12	1.40	1.00	1.54	1.91	0.75	1.28

Таблица 3

Характеристики режима осадков на станциях Беларуси летом 2011 года

	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Могилев</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	26666	26850	26863	33008	33019	33038	33041
а) Сумма осадков (мм/месяц)							
<i>Лето 2011</i>	115.0	100.0	66.7	85.3	88.0	92.3	83.0
Июнь	65	69	87	81	60	94	86
Июль	165	152	68	146	159	148	99
Август	115	79	45	29	45	35	64
б) Аномалия сумм осадков / (мм/месяц)							
<i>Лето 2011</i>	33.3	18.9	-9.8	9.4	15.5	11.8	7.8
Июнь	-13.4	-13.7	6.4	9.5	-19.2	14.6	1.6
Июль	71.5	63.9	-16.8	65.8	84.7	59.3	16.9
Август	41.9	6.6	-19.0	-47.2	-19.1	-38.6	4.8
в) Относительная аномалия сумм осадков (% от нормы)							
<i>Лето 2011</i>	140.8	123.3	87.2	112.4	121.4	114.7	110.4
Июнь	82.9	83.4	108.0	113.2	75.8	118.4	101.9
Июль	176.5	172.6	80.2	182.0	214.0	166.9	120.6
Август	157.4	109.1	70.3	38.1	70.2	47.6	108.2

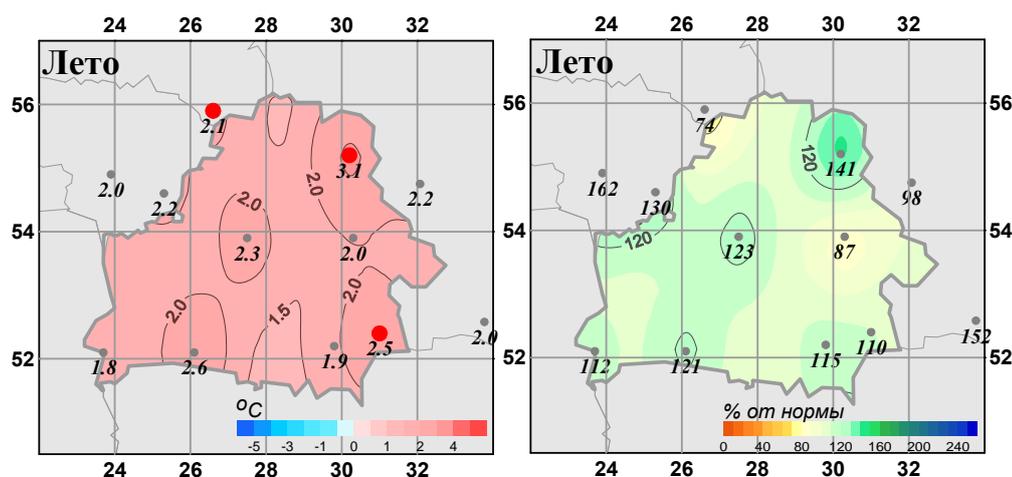


Рисунок 1. Средние сезонные аномалии температуры ($^{\circ}\text{C}$) приземного воздуха (верхний фрагмент) и атмосферных осадков (% от нормы, нижний фрагмент) на территории республики Беларусь летом 2011 гг.

Аномалии рассчитаны относительно периода 1961-1990 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) и осадков (в % от нормы) на станциях.

Лето была теплее средней многолетней на всей территории Республики Беларусь, аномалии температуры на станциях от $+1.79^{\circ}\text{C}$ (Брест) до $+3.11^{\circ}\text{C}$ (Витебск), В Витебске и в Гомеле средние сезонные температуры были выше 95 перцентиля. Тепло было во все месяцы сезона, особенно в июне и июле. В июне аномалии на станциях от $+2.00^{\circ}\text{C}$ (Могилев) до $+3.27^{\circ}\text{C}$ (Пинск), на трех станциях: в Витебске, Бресте и Пинске, зафиксированы 95%-е экстремумы. В июле аномалии температуры от $+1.38^{\circ}\text{C}$ (Брест) до $+4.25^{\circ}\text{C}$ (Витебск). В августе аномалии температуры от $+0.75^{\circ}\text{C}$ (Гомель) до $+2.12^{\circ}\text{C}$ (Витебск).

Летом на большей части республики осадков выпало около нормы (исключение составляет северо-восток республики – в Витебске выпало 141% сезонной нормы). Наиболее влажным месяцем был июль – на всех станциях, кроме Могилева, осадков выпало больше нормы. Дефицит осадков наблюдался в июне на западе республики, в августе – на четырех станциях: в Бресте, Пинске, Василевичах и Могилеве.

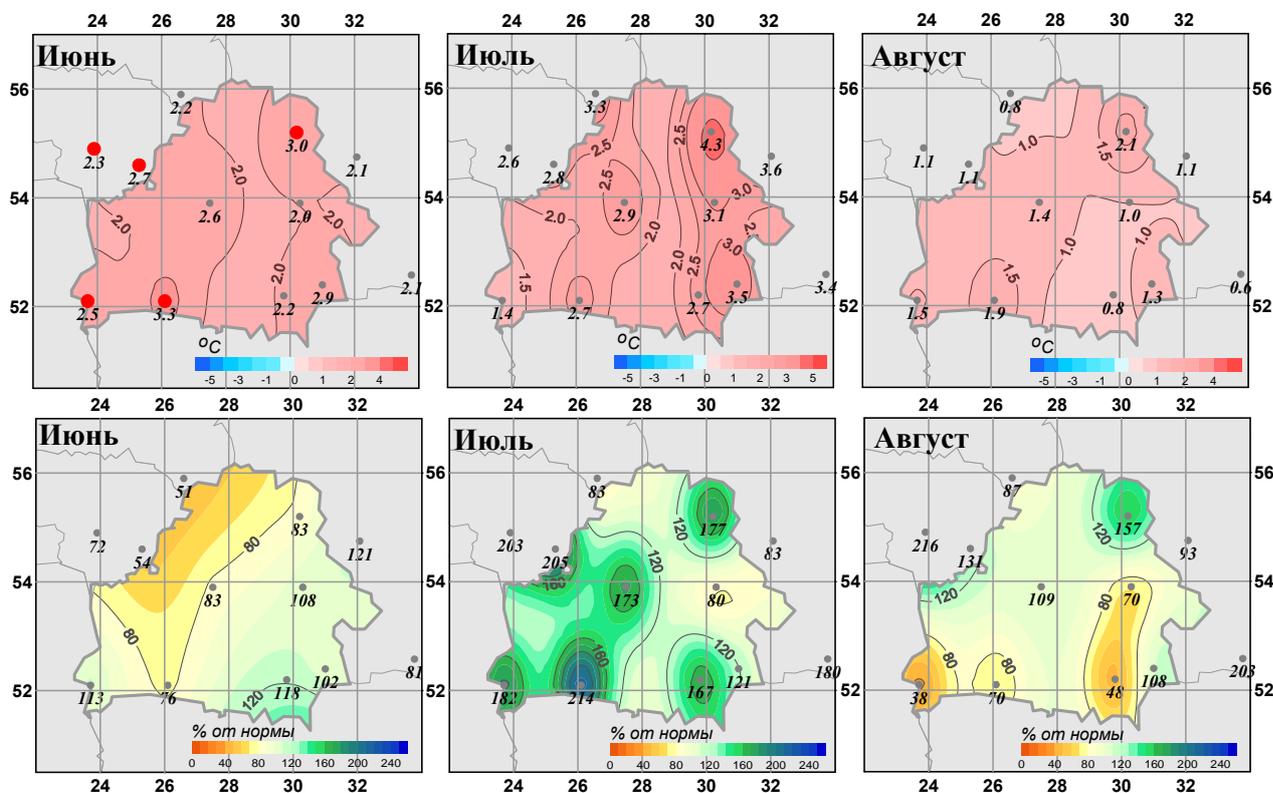


Рисунок 2. Средние месячные аномалии температуры приземного воздуха (вверху) и атмосферных осадков (внизу) для месяцев летнего сезона 2011 г. на территории республики Беларусь.

Аномалии рассчитаны относительно периода 1961-1990 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) и осадков (в % от нормы) на станциях. Красными кружками показаны станции, на которых количество выпавших осадков было меньше 5% процентиля.

Количественные данные о климатических условиях лета 2011 г. в целом для территории Беларуси приведены в табл. 4. В этой же таблице приведены региональные оценки трендов за 1976-2011 гг., в том числе – коэффициенты тренда b (ед./10 лет) и доля объясненной трендом дисперсии D (%).

Таблица 4

Аномалии температуры и осадков летом 2011 года и оценки линейного тренда 1976-2011 гг., в среднем по Республике Беларусь

Сезон	Температура			Осадки		
	νT_{2011} °C	$b_{1976-2011}$ °C/10 лет	$D_{1976-2011}$ %	νR_{2011} мм/месяц	$b_{1976-2011}$ мм/мес/10лет	$D_{1976-2011}$ %
Лето	2.19	0.80	45	12.0	2.0	1
Июнь	2.47	0.46	10	-2.1	-0.8	0
Июль	2.86	1.15	41	47.1	5.7	3
Август	1.24	0.80	33	-9.0	1.6	0

На рисунках 3, 4 показаны временные ряды осредненных по территории Республики сезонных и месячных аномалий температуры воздуха и осадков с 1936 по 2011 гг.

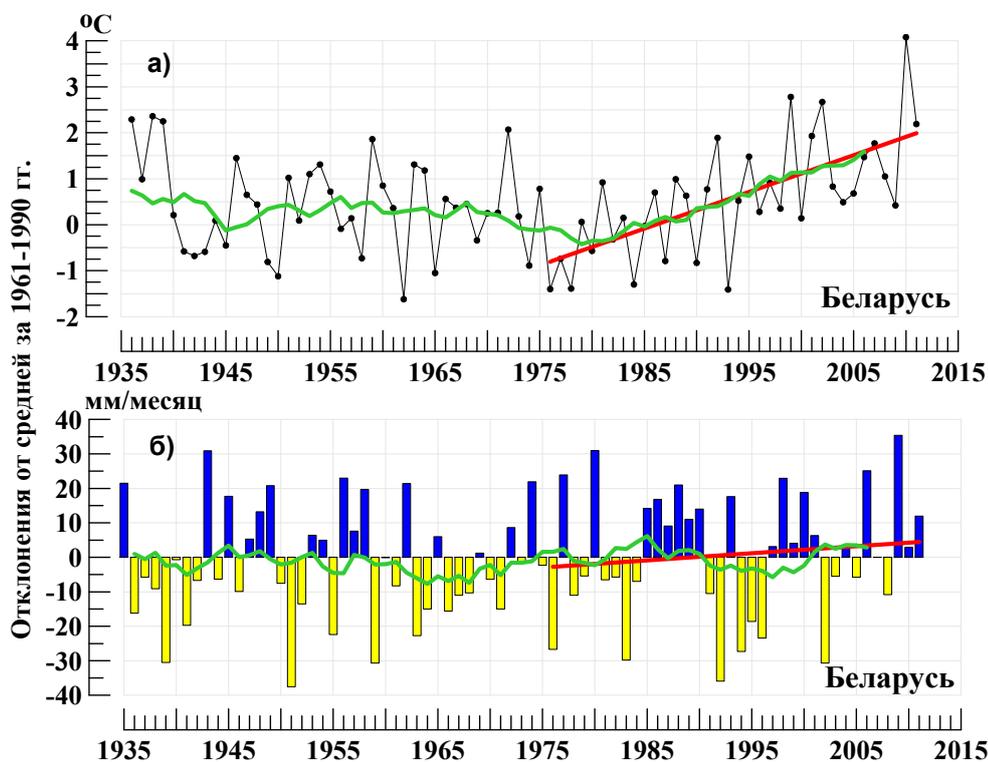


Рисунок 3. Сезонные (июнь – август) аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) и месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976-2011 гг.

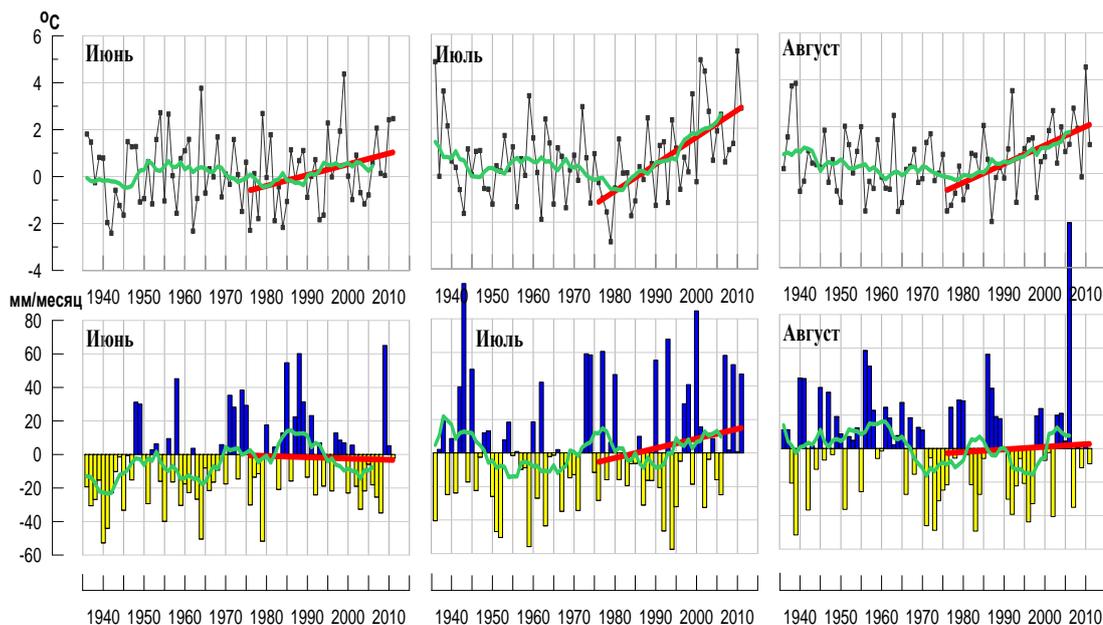


Рисунок 4. Средние месячные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) и атмосферных осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь. Условные обозначения см. на рисунке 3.

Данные табл.4 хорошо согласуются с отмеченными особенностями режима температуры и осадков на территории Беларуси. В среднем по Республике июнь (ранг 6) и июль (ранг 9) попали в десять самых теплых месяцев в ряду наблюдений с 1936 года. Как отмечалось выше, сезонная аномалия температуры воздуха (+2.19°C, ранг 7), а аномалия осадков (+12.0 мм/месяц) – на 20 месте среди влажных сезонов. Наиболее влажным представляет июль, который оказался 11-м наиболее влажным месяцем в ряду наблюдений с 1936 года.

Тренд летних температур, в среднем по территории Беларуси, составил 0.80°C/10 лет (ответствен за 45% дисперсии). Во все месяцы сезона тренд положителен. В изменении регионально осредненных осадков сезонный тренд составил 2.0 мм/месяц/10 лет.

ВЫВОДЫ

1. В среднем по Республике сезонная аномалия температуры воздуха составила +2.19°C (ранг 7), Самыми теплыми были июнь (ранг 6) и июль (ранг 9). Положительные аномалии температуры приземного воздуха отмечались на всех станциях Республики Беларусь во все месяцы сезона.

2. В среднем по Республике сезонная аномалия осадков составила +12.0 мм/месяц. Наиболее влажным был июль - одиннадцатый наиболее влажный месяц в ряду наблюдений с 1936 года.

3. В среднем по территории Беларуси отмечается тенденция к потеплению, как в среднем за сезон, так и в отдельные летние месяцы, Наиболее существенное потепление – в июле (1.15 °C/10 лет, 41% дисперсии).

4. В целом для Беларуси линейные тренды в изменении осадков обнаруживаются слабее. Можно отметить тенденцию к слабому увеличению осадков в июле.