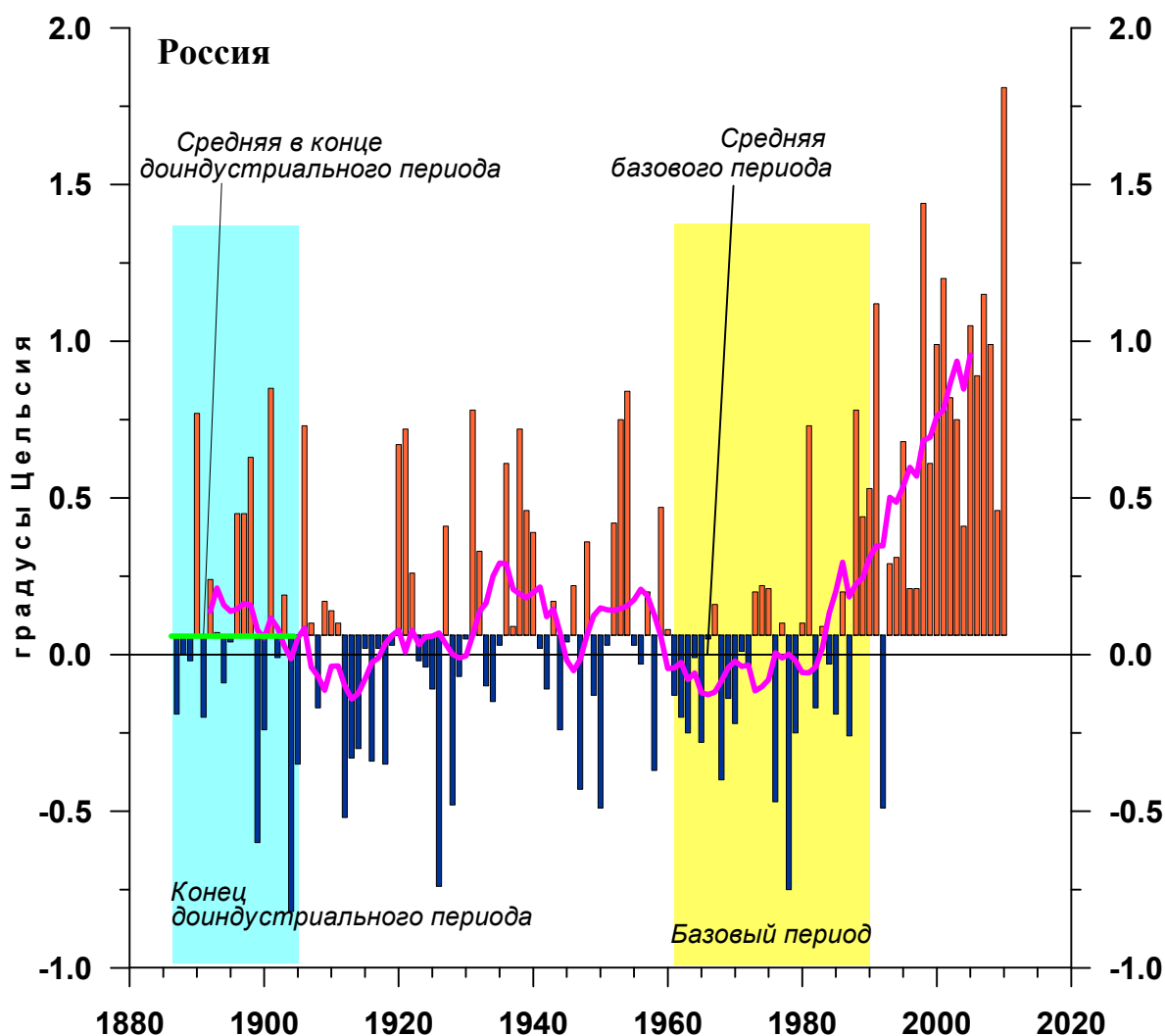


Институт Глобального Климата и Экологии



ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2010 ЛЕТО (ИЮНЬ - АВГУСТ)

Обзор состояния и тенденций изменения
климата России

★
Москва 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ¹

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА	5
1.1. Наблюдаемые изменения температуры воздуха у поверхности суши Северного полушария	5
1.2. Изменения температуры воздуха на территории России	6
1.3. Аномалии температуры воздуха на территории России летом 2010 г.	8
2. АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ	12
2.1. Изменения осадков на территории России	12
2.2. Аномалии осадков на территории России летом 2010 г.	14
3. КРУПНЫЕ АНОМАЛИИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РФ ЛЕТОМ 2010 г.	20
4 СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ЛЕТОМ 2010 г.	25
ВЫВОДЫ	30

¹ На обложке приведен ход средней сезонной аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2010гг. (летом: июнь – август)
Аномалия температуры рассчитана как отклонение от средней температуры за базовый период 1961-1990 гг. Столбцы диаграммы представлены относительно средней за 1886 – 1905 гг. (конец «доиндустриального» периода).

ВВЕДЕНИЕ

Все выводы сделаны 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 бюллетене использованы данные 263 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 рассчитываются как отклонения наблюдаемого значения от нормы. Аномалии осадков принято рассматривать 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 лишь с 1936 г., так как до этого срока в архиве имеются массовые пропуски данных. Регионы РФ, для которых в Бюллетене представлены результаты пространственного осреднения, приведены на рисунке 1. На рисунке 2 показано расположение Федеральных округов (ФО), для которых ниже приведены данные о крупных аномалиях температуры и осадков.



Рисунок 1. Физико-географические регионы РФ

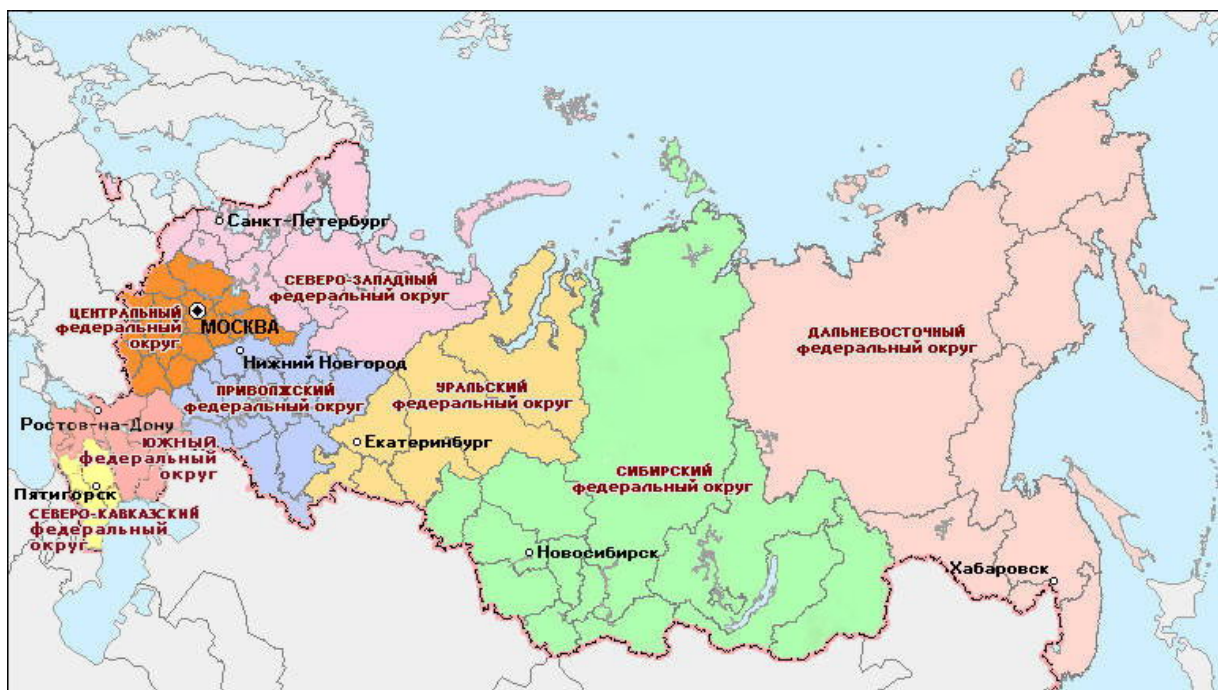


Рисунок 2. Федеральные округа РФ.

Региональные средние значения аномалий метеорологических переменных рассчитываются с использованием алгоритма двухступенчатого пространственного осреднения. 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 шаге 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 на входе в программу замкнутой ломаной, ограничивающей территорию региона.

Аналогичным образом, по данным о станционных «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. Такой алгоритм использован из-за с наличия пропусков в рядах наблюдений.

Бюллетень подготовлен в Государственном учреждении «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» (ИГКЭ) с использованием материалов, представленных ГУ «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации» (Гидрометцентр РФ) и ГУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных» (ВНИИГМИ-МЦД).

Дополнительная информация о состоянии климата Российской Федерации и бюллетени мониторинга климата размещаются на Интернет-сайтах ГУ ИГКЭ: <http://climatechange.igce.ru>, <http://climatechange.su>.

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

1. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА

1.1. Наблюдаемые изменения температуры воздуха у поверхности суши

Северного полушария

На рисунке 3 представлены временные ряды средней сезонной (летней) температуры для Северного полушария, построенные по данным группы исследований климата Университета Восточной Англии - CRU.UEA.UK (массив crutem3vnh.txt на сайте www.cru.uea.ac.uk). Они представляют осредненные по континентам Северного полушария данные об аномалиях температуры приземного воздуха на наземных метеостанциях.

Летом 2010 года средняя аномалия температуры приземного воздуха для Северного полушария составила 1.09°C . Это рекордная по величине аномалия температуры в ряду наблюдений с 1936 года, тогда как предыдущее лето 2009 года было лишь девятым в ранжированном по убыванию ряду наблюдений (сезонная аномалия 0.72°C). Превышение значения предыдущего рекорда 2006 г. (аномалия 0.93°C) составило 0.16°C .

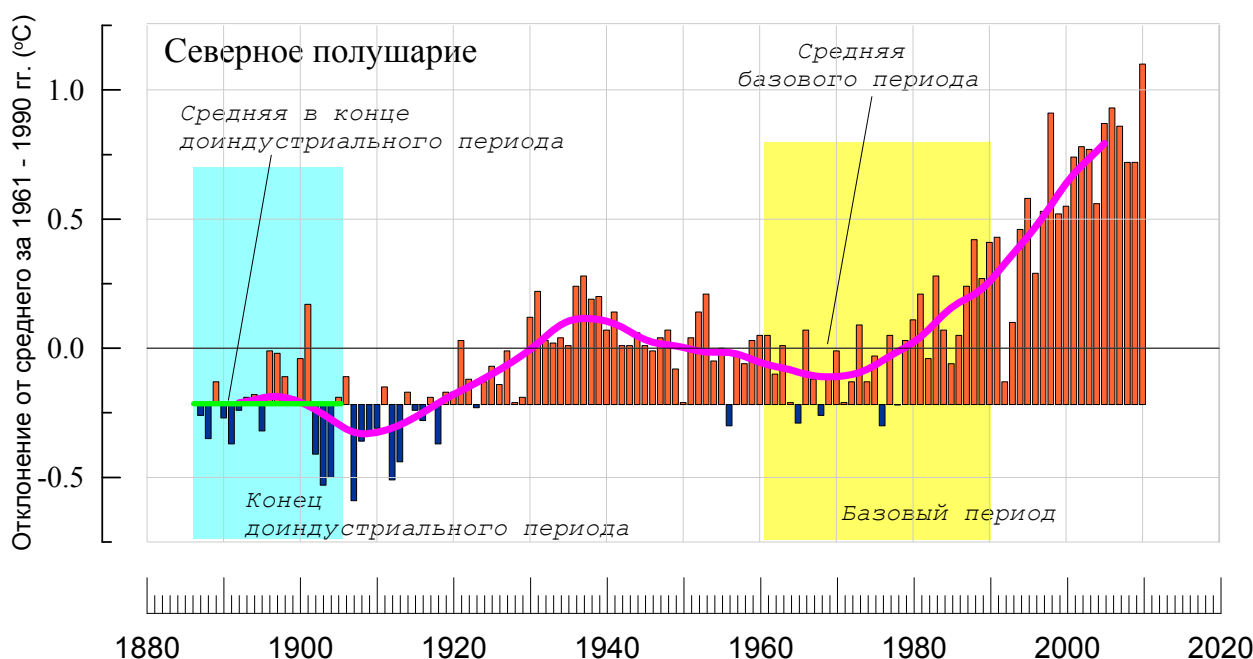


Рисунок 3. Средняя сезонная аномалия (лето: июнь – август, 1887 – 2010 гг.) температуры приземного воздуха над сушей Северного полушария.

Аномалия температуры рассчитана, как отклонение от средней за базовый период 1961-1990 гг. Столбцы диаграммы представлены относительно средней за 1886 – 1905 гг. (конец «доиндустриального периода»). Жирной линией показан ход скользящих 11-летних средних. Использованы данные об аномалии температуры воздуха над сушей Северного полушария Университета Восточной Англии (www.cru.uea.ac.uk).

Линейный тренд, оцененный за период с 1887 по 2010 год, составляет $0.07^{\circ}\text{C}/10$ лет, а за 1976-2010 гг. $0.31^{\circ}\text{C}/10$ лет (процент объясненной трендом дисперсии ряда 53% и 78%, соответственно). Потепление летних температур над сушей Северного полушария в за период 1976-2010 выражено сильнее, чем за период 1887-2010.

1.2. Изменения температуры воздуха на территории России

На рисунке 4 представлено пространственное распределение коэффициентов тренда (средняя скорость локальных изменений температуры приземного воздуха на территории России). В таблице 1 приведены количественные оценки линейных трендов за 1976-2010 гг.

Таблица 1.

Оценки линейного тренда регионально-осредненной сезонной температуры приземного воздуха (лето) для регионов России за 1976-2010 гг.

b , °C/10 лет – коэффициент линейного тренда, $D\%$ – вклад тренда в дисперсию.

Регионы	b , °C/10 лет	$D\%$
Россия	0.42	52
Европейская часть России	0.57	29
Западная Сибирь	0.12	2
Средняя Сибирь	0.41	26
Прибайкалье и Забайкалье	0.54	42
Приамурье и Приморье	0.28	19
Восточная Сибирь	0.49	43

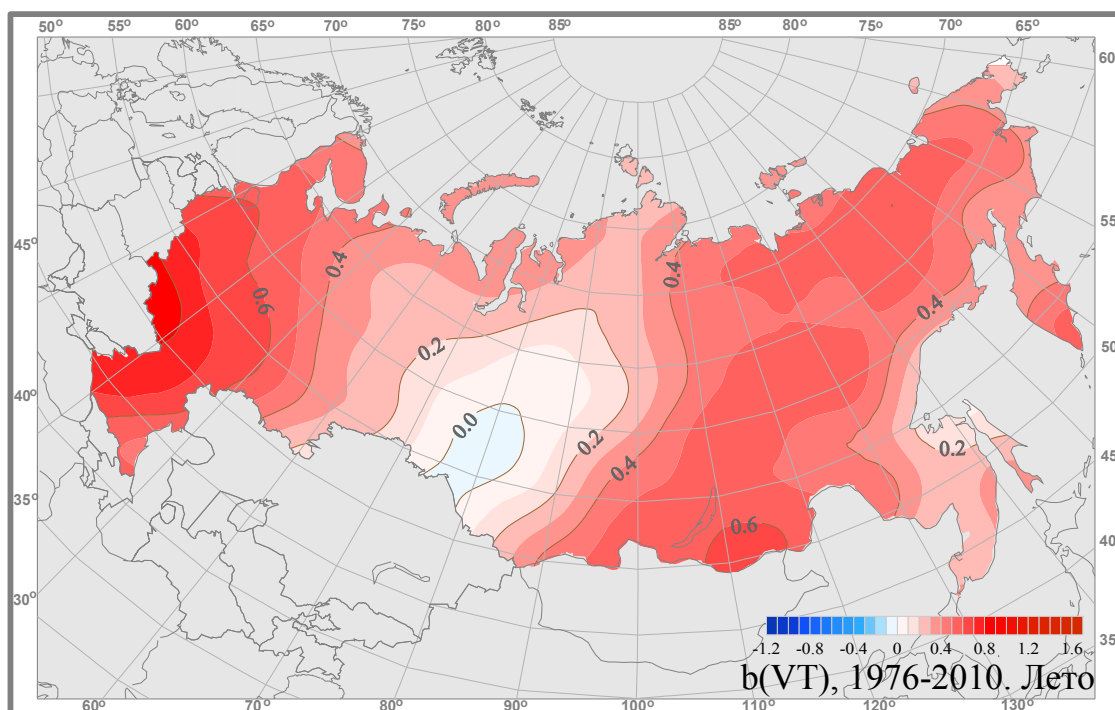


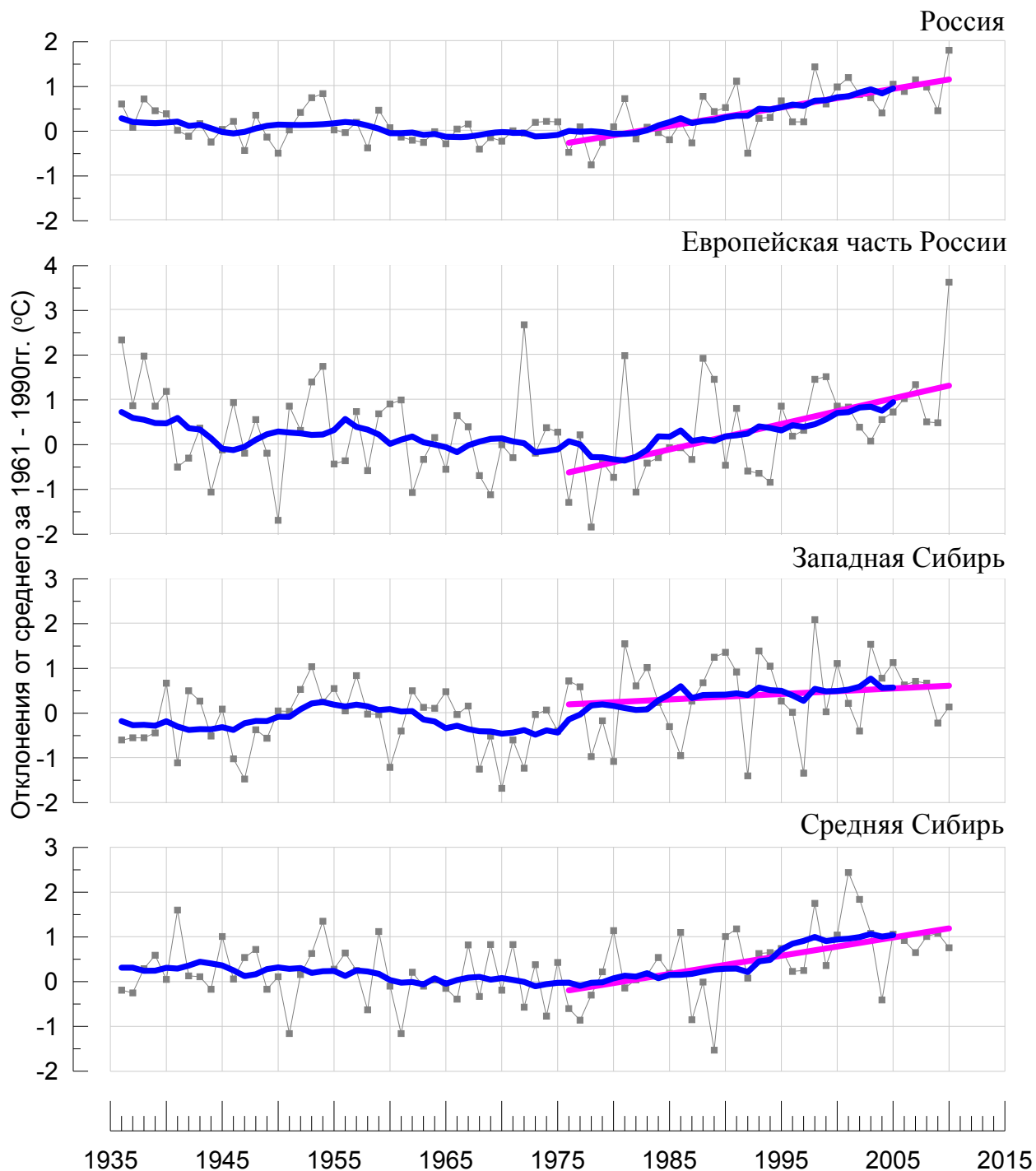
Рисунок 4. Пространственное распределение локальных коэффициентов линейного тренда температуры приземного воздуха (°C/10 лет) летнего сезона за 1976-2010 гг. на территории России.

На рисунке 5 представлены временные ряды средних сезонных аномалий температуры воздуха (лето: июнь - август), пространственно осредненных по территории России в целом и по ее регионам.

Из анализа таблицы 1 следует, что летом во всех рассматриваемых регионах России тренд температуры положителен, и во всех регионах (кроме Западной Сибири) вклад тренда в дисперсию превышает 10%.

В среднем по территории России, тренд летних температур составляет $+0.42^{\circ}\text{C}/10$ лет, вклад тренда в дисперсию ряда 52%. Наиболее интенсивное потепление наблюдается в Европейской части России (ЕЧ РФ) и составляет $0.57^{\circ}\text{C}/10$ лет.

Представленное на рисунке 4 пространственное распределение локальных коэффициентов линейного тренда температуры, указывает на продолжающуюся тенденцию к потеплению на большей части страны. Наибольшая скорость потепления (до $0.8^{\circ}\text{C}/10$ лет) отмечается на ЕЧ РФ. Скорость потепления до $0.6^{\circ}\text{C}/10$ лет прослеживается в районе Забайкалья. Следует отметить тенденцию к незначительному похолоданию (до $-0.1^{\circ}\text{C}/10$ лет) в бассейне Иртыша.



(Продолжение следует.)

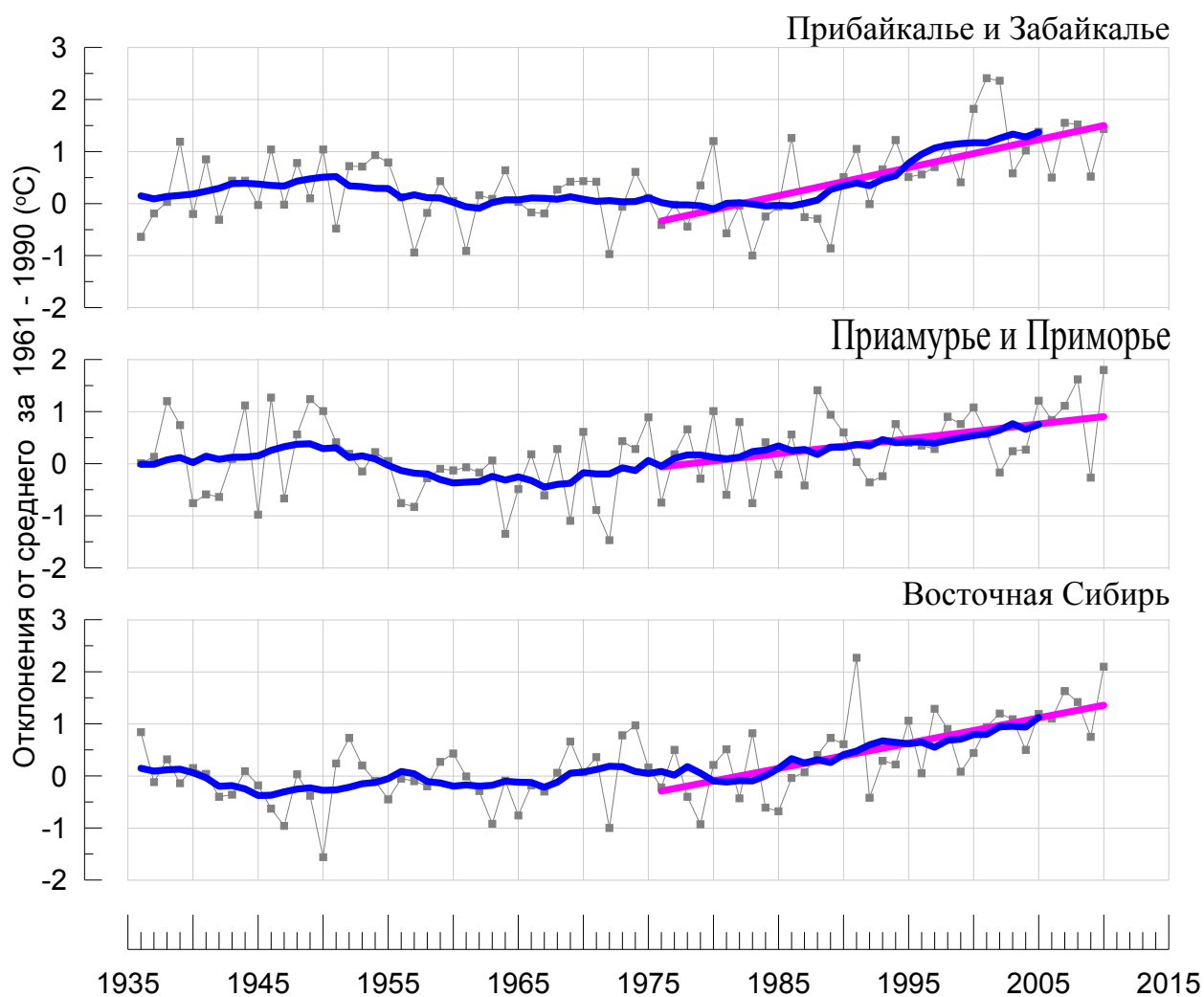


Рисунок 5. Средние сезонные (лето 2010: июнь – август) аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории РФ и ее регионов.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976-2010 гг.

1.3. Аномалии температуры воздуха на территории России летом 2010 гг.

В таблице 2 представлены аномалии температуры, осредненные по регионам РФ, и их ранги.

Аномалия температуры в целом по территории России составила 1.81°C – это рекордная по величине положительная аномалия за последние 75 лет. Летом очень тепло было на ЕЧ России (аномалия 3.63°C), в Приамурье и Приморье (аномалия 1.80°C) и Восточной Сибири (аномалия 2.1°C). Так тепло летом на ЕЧ РФ и Приамурье и Приморье было впервые за весь период наблюдений. В регионе Восточная Сибирь (аномалия 2.1°C) осуществилась вторая по величине крупная аномалия после рекордного 1991 года (аномалия 2.27°C). В регионе Прибайкалье и Забайкалье аномалия температуры составила 1.43°C - это 6-ая величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1936 года (так тепло летом бывает в этом регионе один раз в 14 – 15 лет).

Таблица 2.

Средние за сезон (лето 2010: июнь – август) аномалии температуры приземного воздуха в регионах России (в скобках указан ранг значения в ряду наблюдений с 1936 г.).

Регионы	$\nu T, ^\circ\text{C}$ (ранг)	$P, \%$
Россия	1.81 (1)	100
Европейская часть России	3.63 (1)	100
Западная Сибирь	0.14 (35)	54
Средняя Сибирь	0.76 (21)	73
Прибайкалье и Забайкалье	1.43 (6)	93
Приамурье и Приморье	1.80(1)	100
Восточная Сибирь	2.1 (2)	99

Примечание: $\nu T = \nu T_{2010}$ - сезонная аномалия температуры летом 2010 г.,

$P = P(\nu t \leq \nu T_{2010})$ - вероятность превышения значения νT_{2010} по данным за 1936-2009 гг.

Более детальное представление о региональных особенностях температурных условий дают пространственные распределения аномалий тепла и холода на территории России, представленные на рисунках 6 и 7 для всего сезона в целом и для каждого из летних месяцев. На рисунке 6 приведены значения аномалий (поле изолиний), а на рисунке 7 – соответствующие им вероятности превышения, нанесенные непосредственно в точках размещения станций и потому более четко очерчивающие очаги аномалий обоих знаков разной степени интенсивности. Крайние градации (0-10% для отрицательных аномалий и 90-100% для положительных) соответствуют экстремумам, попадающим в 10%-ые «хвосты» распределений (вероятность осуществления таких крупных аномалий в прошлом не более 10%).

Лето. На территории Западносибирской низменности располагалась большая область с отрицательными аномалиями температуры – до -1.8°C (станция Толька). На четырех станциях области температуры были ниже 10% перцентиля.

На остальной части страны лето было экстремально теплым. На 67-ми станциях страны такие высокие средние сезонные (летние) температуры наблюдались впервые (из них 54 станции располагались в регионе ЕЧ РФ, пять станций – в регионе Восточная Сибирь, восемь станций – в Приамурье и Приморье).

Очень тепло было на ЕЧ РФ и Южном Урале – аномалии температуры достигали 6.4°C (станция Мичуринск), на 75-ти станциях области температуры были выше 90% перцентиля. На азиатской части страны летом на 73-х станциях температуры были выше 90% перцентиля, особенно тепло было на побережье моря Лаптевых – аномалии достигали 3.6°C (станция Кюсюр).

Июнь. Очень тепло было в центре и на юге ЕЧ РФ – на 42-х станциях температуры были выше 90% перцентиля (на 10-ти из них такая высокая температура наблюдалась впервые), аномалии достигали 5.1°C (станция Балашов). Очень тепло в июне было также и на юге Сибирского и Дальневосточного ФО– на 34-х станциях этой области температуры были выше 90% перцентиля (на 23-х из них такая высокая температура в июне наблюдалась впервые), аномалии температуры до 4.5°C (станция Борзя).

На севере ЕЧ РФ и на территории Западносибирской низменности располагались области с небольшими отрицательными аномалиями температуры до -1.0°C (станция Реболы) и -0.8°C (станция Колпашево) соответственно.

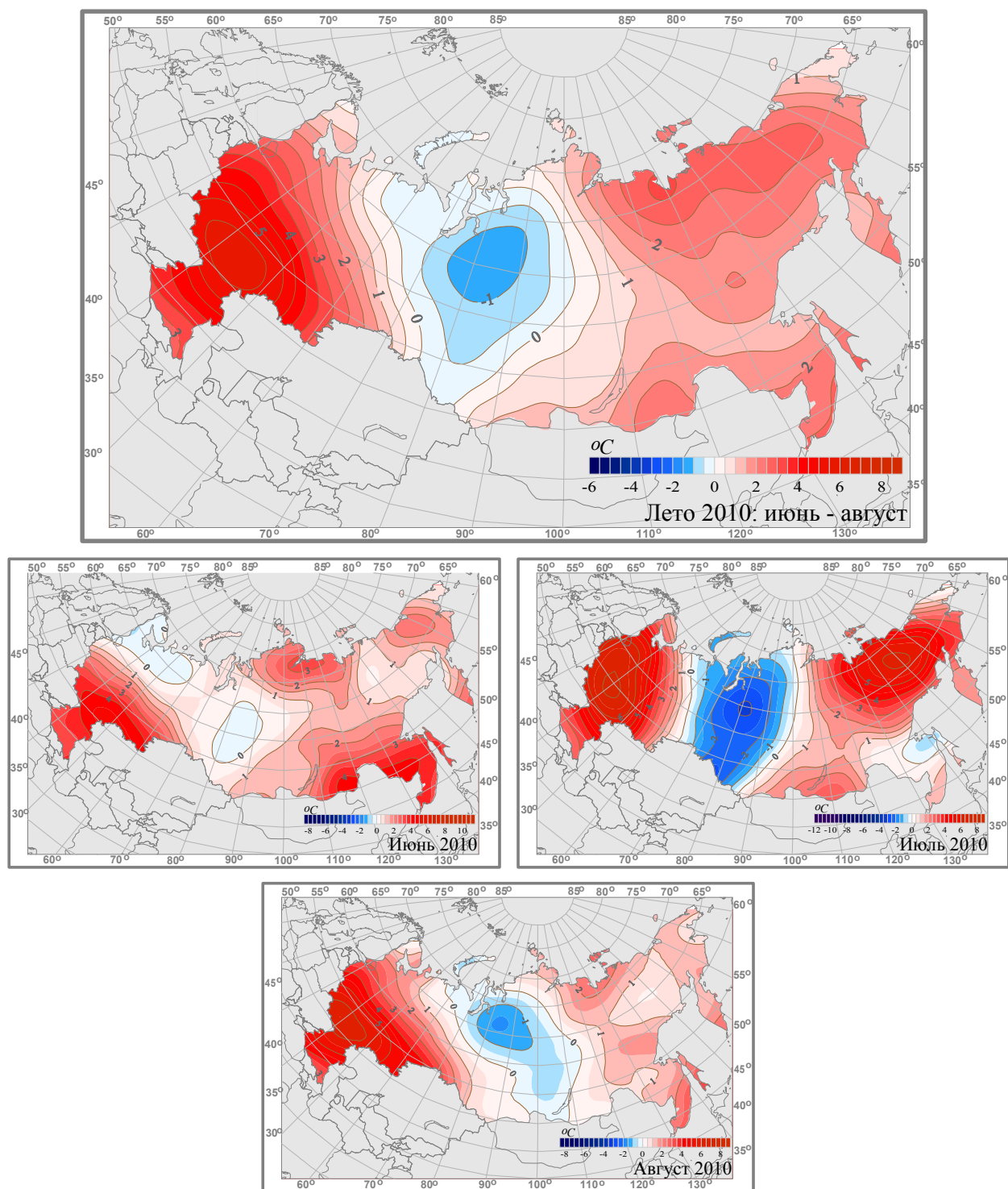


Рисунок 6. Поля аномалий средней сезонной и месячных температур приземного воздуха на территории России летом 2010 года (отклонения от средних 1961-1990 гг.).

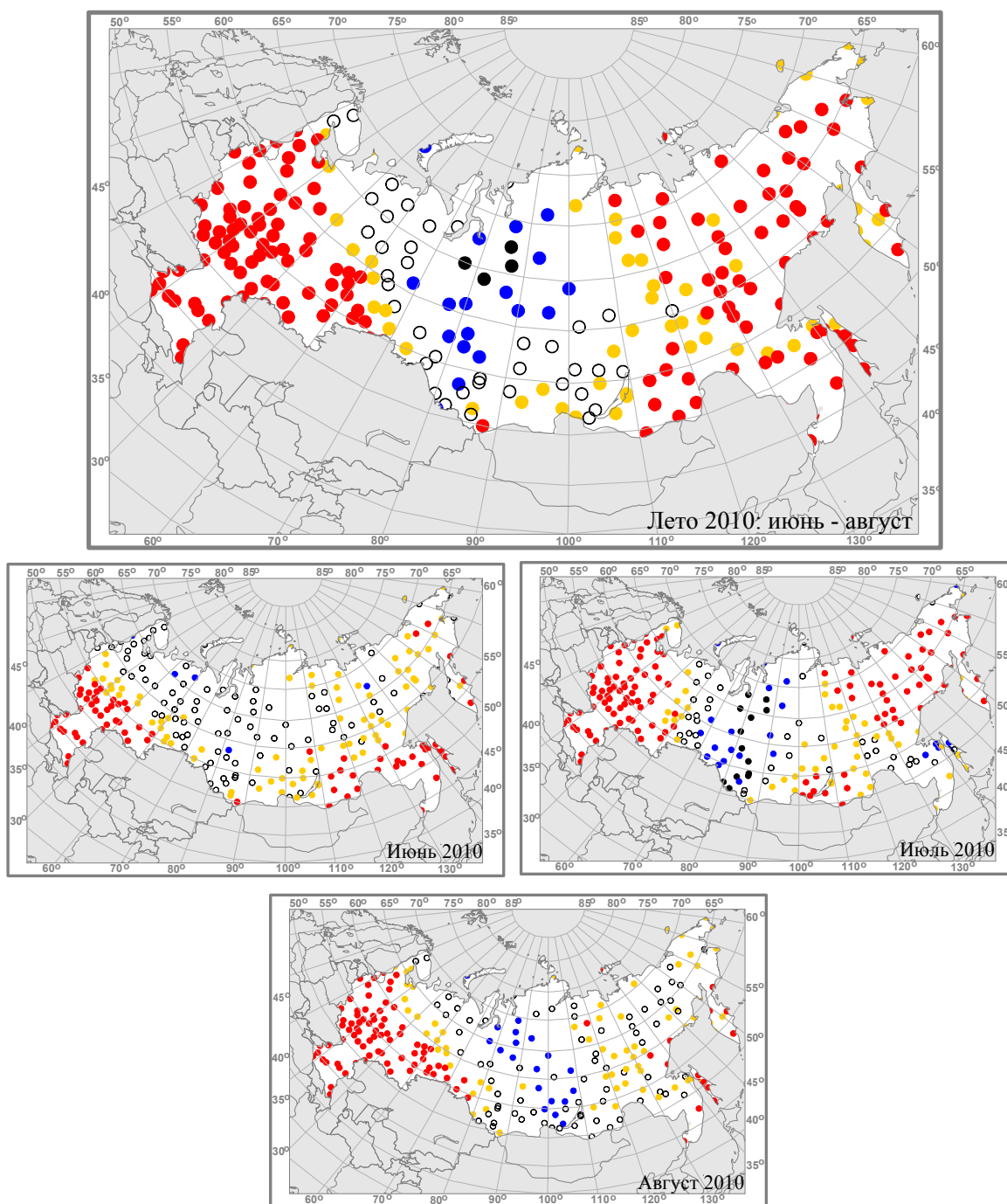


Рисунок 7. Вероятности непревышения $P(t \leq T_{2010})$ средних сезонных и средних месячных значений аномалий температуры, наблюдавшихся летом 2010 г. (по данным за 1936-2009):

- [0%, 10%)- экстремально холодно (месяц попал в 10% самых холодных)
- [10%, 30%) - холодно
- [30%, 70%) - около нормы
- (70%, 90%) - тепло
- (90%, 100%) - экстремально тепло (месяц попал в 10% самых теплых)

Июль. На территории Западносибирской низменности и на Алтае располагалась большая область с отрицательными аномалиями температуры. Аномалии достигали -3.5°C (станция Толька), на 12-ти станциях области температуры были ниже 10% процентиля.

На остальной территории страны было очень тепло. На ЕЧ РФ аномалии достигали 8.1°C (станция Рязань), на 72-х станциях температуры были выше 90% процентиля, а на 61-ой из них такая высокая температуры наблюдалась впервые. В Якутии аномалии температуры достигали 6.4°C (станция Усть-Мома), на 41-ой станции области температуры были выше 90% процентиля, а на 17-ти из них такая высокая температуры наблюдалась впервые.

Август. Холодно со средними месячными аномалиями до -1.8°C (станция Игарка) на территории Западносибирской низменности.

На остальной части страны было очень тепло. На ЕЧ РФ аномалии достигали 6.9°C (станция Мичуринск), на 79-и станциях области температуры были выше 90% процентиля, а на 28-и из них такая высокая температуры наблюдалась впервые. В Дальневосточном ФО на 21-ой станции температуры были выше 90% процентиля, на четырех станциях такая высокая температуры наблюдалась впервые, при этом наиболее тепло было на Сахалине с аномалиями до 3.7°C (станция Корсаков).

В таблице 3 показано распределение станций по регионам РФ, в которых осуществились крупные аномалии приземной температуры (учитывались станции, на которых температура была выше 90% процентиля и ниже 10% процентиля). Крупные положительные аномалии температуры наблюдались во все месяцы летнего сезона. Наибольшее количество крупных положительных аномалий осуществилось на территории ЕЧ РФ – в июле на 72-х станциях, а в августе на 68 станциях.

Наиболее крупные отрицательные аномалии температуры наблюдались в июле в Западной Сибири (на 11-ти станциях) и Средней Сибири (на двух станциях).

Таблица 3.

Количество станций в регионах РФ, в которых осуществились крупные аномалии приземной температуры летом 2010 г. в целом и в отдельные месяцы сезона.

Регион	Число станций в регионе	Лето		Июнь		Июль		Август	
		<i>p10</i>	<i>p90</i>	<i>p10</i>	<i>p90</i>	<i>p10</i>	<i>p90</i>	<i>p10</i>	<i>p90</i>
Европейская часть России	85		72		42		72		68
Западная Сибирь	40	2	5			11	1		11
Средняя Сибирь	44	2	10		3	2	5		1
Прибайкалье и Забайкалье	23		9		9		9		
Восточная Сибирь	46		33		6		36		9
Приамурье и Приморье	25		20		25		1		12

Условные обозначения: *p90* – аномалии тепла выше 90%-го процентиля; *p10* – аномалии холода ниже 10%-го процентиля (процентили получены по данным летних сезонов 1936-2010 гг.).

2. АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ

2.1. Изменения осадков на территории России

В таблице 4 представлены данные о трендах осадков за период 1976-2010 гг. На рисунке 8 представлено пространственное распределение локальных коэффициентов линейного тренда осадков для России.

Таблица 4.

Оценки линейного тренда осредненных по территории и за летний сезон месячных сумм атмосферных осадков для регионов России за период 1976-2010 гг.:

b , мм/мес/10 лет – коэффициент линейного тренда, $D\%$ – вклад тренда в дисперсию

Регионы	b , мм/мес/10 лет	$D\%$
Россия	-0.0	0
Европейская часть России	-2.2	7
Западная Сибирь	0.3	0
Средняя Сибирь	2.7	18
Прибайкалье и Забайкалье	1.4	3
Приамурье и Приморье	-0.4	0
Восточная Сибирь	-0.5	1

Наибольший рост осадков наблюдается в регионе Средняя Сибирь – 2.7 мм/мес/10 лет. Тенденция к уменьшению осадков наиболее сильно прослеживается в регионе ЕЧ РФ – -2.2 мм/мес/10 лет. Видно, что только в регионе Средняя Сибирь тренд объясняет значительную долю изменчивости осадков – 18%. В остальных регионах - дисперсия ряда составляет от 0% до 7%.

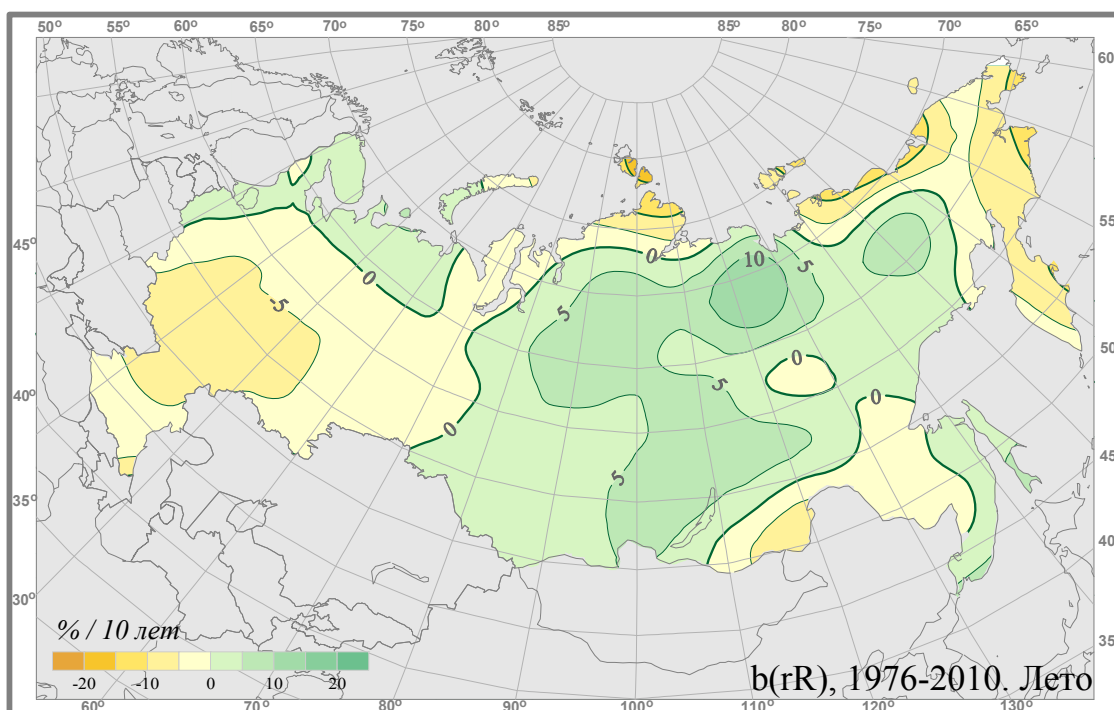


Рисунок 8. Пространственное распределение локальных коэффициентов линейного тренда атмосферных осадков летнего сезона за 1976-2010 гг. на территории России (в % от нормы за 10 лет).

Как видно из рисунка 8, в летний период прослеживаются области с тенденцией к увеличению осадков, так и области с тенденцией к уменьшению осадков.

Области с тенденцией к уменьшению осадков (меньше -5% нормы за 10 лет) располагались в центре ЕЧ РФ, на Таймыре, на побережье Восточно-сибирского моря, на Чукотке, на Камчатке, в верхнем течении Амура.

Обширная область с тенденцией к увеличению осадков (более 5% нормы за 10 лет) располагалась на Среднесибирском плоскогорье, в Прибайкалье и в нижнем течении Лены (в нижнем течении Лены тренд осадков составляет более 10% нормы за 10 лет).

На остальной территории страны тренд осадков в пределах от -5% до 5% нормы за 10 лет.

2.2. Аномалии осадков на территории РФ летом 2010 гг.

Временные ряды пространственно осредненных сезонных аномалий осадков для регионов России показаны на рисунке 9.

В таблице 5 представлены данные об аномалиях осадков по регионам РФ в летний сезон 2010 года. Аномалии рассчитаны как отклонения месячных сумм осадков от соответствующих месячных норм 1961-1990 гг. Сезонные аномалии осадков рассчитаны как средние из аномалий месячных сумм осадков за три месяца летнего сезона и выражены в мм/месяц.

Количество выпавших осадков в целом по России было меньше нормы (аномалия осадков составила -3.0 мм/месяц – восьмое значение в ранжированном по возрастанию ряду наблюдений). Меньше всего осадков выпало в 1999 году (аномалия -5.5 мм/месяц).

Таблица 5.

Сезонные аномалии месячных сумм осадков, пространственно осредненные в регионах России (лето 2010: июнь - август)

Регионы	vR_{2010} (мм/месяц)	RR_{2010} (% от нормы)	$P(vr \leq vR_{2010})$, %
Россия	-3.0 (68)	95.4	11
Европейская часть России	-17.8 (73)	72.4	3
Западная Сибирь	-5.8 (63)	90.8	16
Средняя Сибирь	11.8 (13)	122.6	85
Прибайкалье и Забайкалье	-2.1 (43)	97.4	43
Приамурье и Приморье	8.7 (17)	108.1	78
Восточная Сибирь	-0.3 (37)	99.4	51

Примечание: vR_{2010} - сезонная аномалия осадков летом 2010 г (в скобках указан ранг значения в ряду наблюдений с 1936 г.);

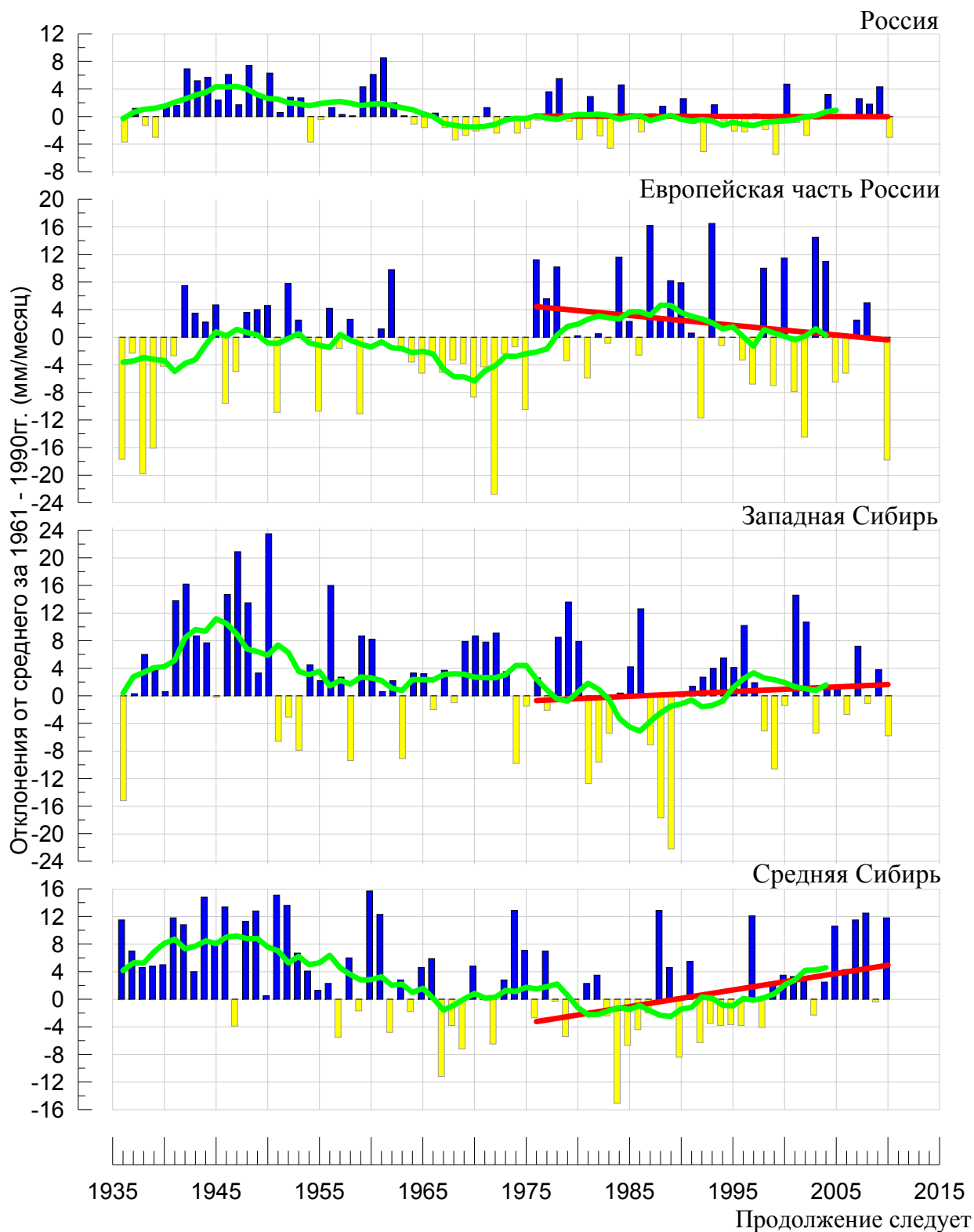
RR_{2010} – сезонная относительная аномалия осадков летом 2010 г.;

$P(vr \leq vR_{2010})$ - вероятность непревышения значения vR_{2010} по данным за 1936-2009 гг.

Меньше всего осадков летом выпало в регионе ЕЧ РФ (аномалия -17.8 мм/месяц – третья величина в ранжированном по возрастанию ряду наблюдений). Так мало осадков в этом регионе выпадает один раз в 33 года. Осадков меньше нормы выпало также в регионах Западная Сибирь, Прибайкалье и Забайкалье, Восточная Сибирь.

Наибольшее количество осадков летом выпало в регионе Средняя Сибирь 11.8 мм/месяц (13-ая величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений). Много осадков выпало и в Приамурье и Приморье (аномалия 8.7 мм/месяц).

Пространственное распределение осадков представлено на рисунках 10, 11.



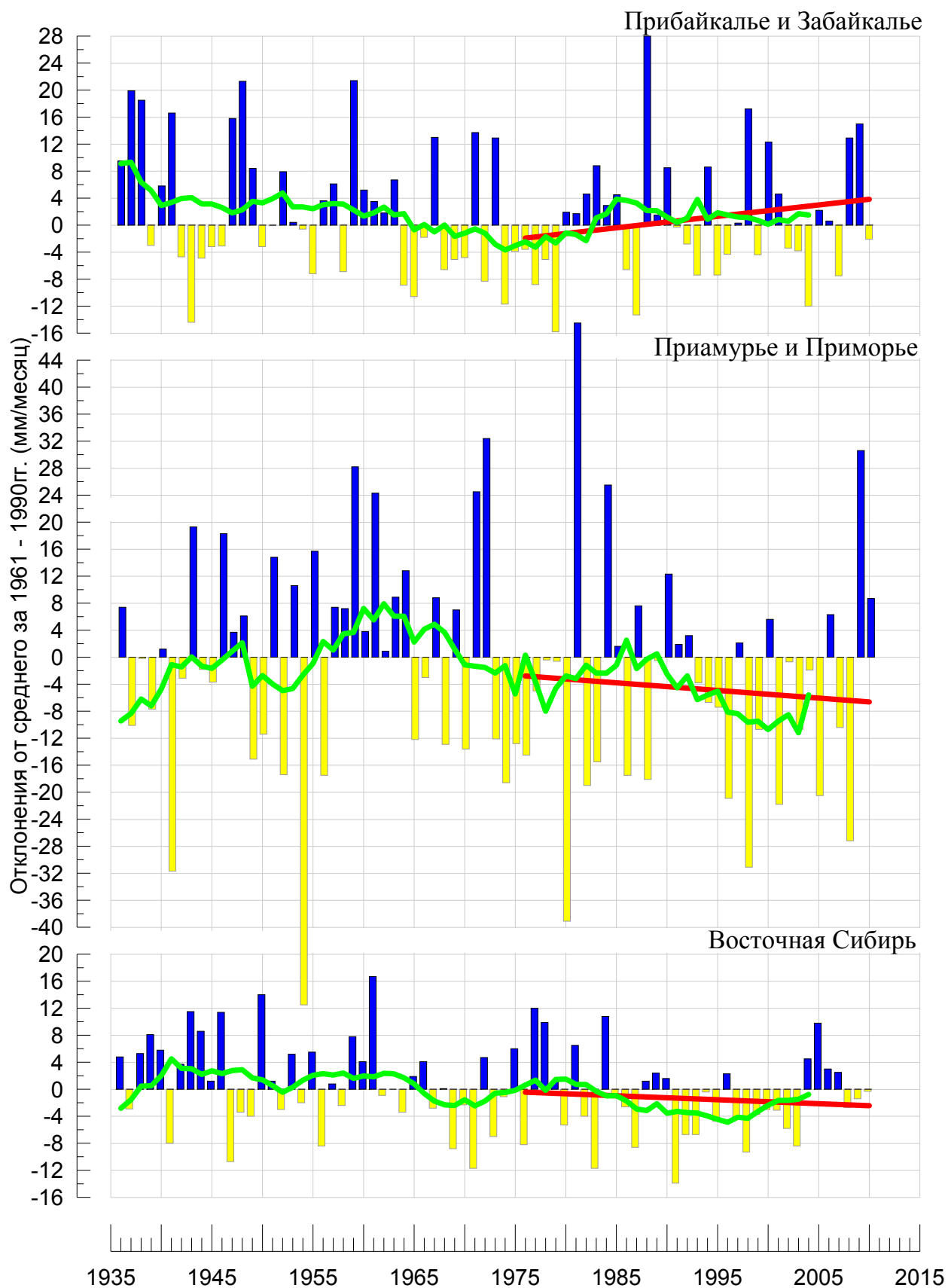


Рисунок 9. Средние за летний сезон аномалии осадков (мм/месяц) для регионов РФ за период 1936 – 2010 гг..

Столбцы представляют аномалии – отклонения от норм 1961 – 1990гг. Сглаженная кривая соответствуют 11-летнему скользящему осреднению. Линейный тренд показан за 1976-2010 гг.

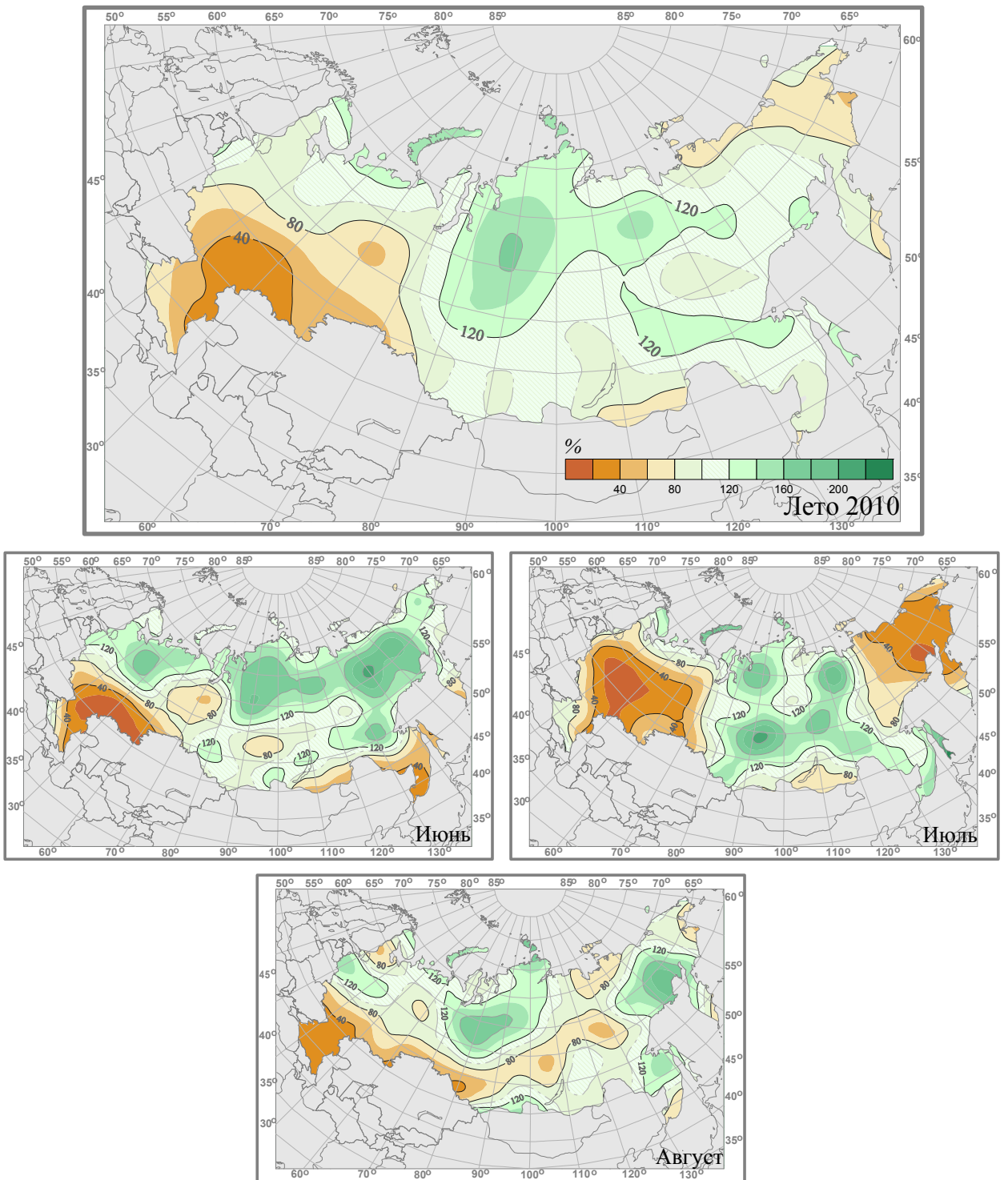


Рисунок 10. Поля аномалий средних сезонных и месячных сумм осадков (в процентах от нормы 1961-1990 гг.) летом 2010 г. на территории России.

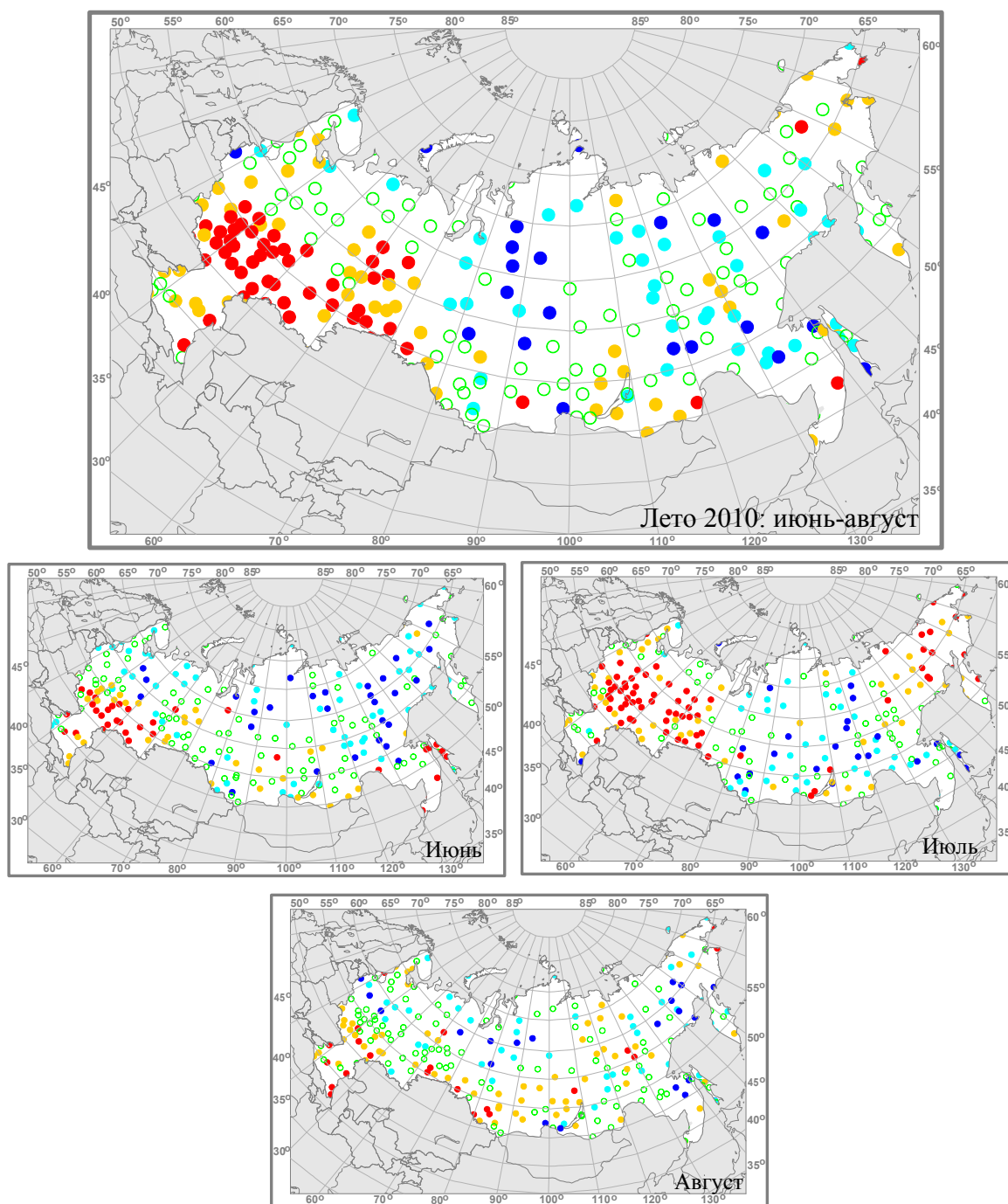


Рисунок 11. Вероятности непревышения $P(\tau \leq R_{2010})$ месячных сумм атмосферных осадков, наблюдавшихся летом 2010 г по данным за 1936-2009 гг.:

- [0%, 10%) - экстремально сухо (месяц попал в 10% самых сухих)
- [10%, 30%) - сухо
- [30%, 70%) - около нормы
- (70%, 90%) - влажно
- (90%, 100%) - экстремально влажно (месяц попал в 10% самых влажных)

Лето. Обширная область дефицита осадков располагалась в центре и на юге ЕЧ РФ и Среднем и Южном Урале, на юго-западе Западносибирской низменности. На 44 станциях области количество выпавших осадков было меньше 10% процентиля, на десяти станциях из них так мало осадков летом выпало впервые. На станциях Ершов и Астрахань количество выпавших осадков составило лишь 14% и 10% нормы соответственно.

Область избытка осадков (120% - 160% нормы) располагалась в бассейне Енисея, на Среднесибирском плоскогорье, в среднем течении Лены. На станциях Туруханск, Дудинка, Верхнеимбатск выпало около 180% сезонной нормы осадков.

Июнь. Значительный дефицит осадков (60% - 20% нормы) наблюдался в центре и на юге ЕЧ РФ, на Южном Урале. На 22-х станциях осадков выпало меньше 10% процентиля. На станциях Балашов, Октябрьский городок, Александров-Гай осадков в июне не выпало совсем.

Избыток осадков (120% - 180% нормы) наблюдался севернее приблизительно 57° параллели на территории ЕЧ РФ и Красноярского края, а также на всей территории Якутии. На станциях Котлас (199% нормы), Верхнеимбатск (222% нормы), Усть-Чаркы (277% нормы), Токо (257% нормы) наблюдалось наибольшее количество выпавших осадков в очагах с избытком осадков.

Июль. В июле наблюдались две большие области со значительным дефицитом осадков. Первая область с дефицитом осадков (80% -20% нормы) располагалась почти на всей ЕЧ РФ, на Урале, на западе Западносибирской низменности. На 52-х станциях области количество выпавших осадков было меньше 10% процентиля, а на восьми станциях из них так мало осадков в июле выпало впервые за период наблюдений с 1936 года. Наименьшее количество осадков выпало на станции Елатьма (2% нормы).

Вторая область дефицита осадков (60% -20% нормы) располагалась в азиатской части страны восточнее 35° в.д.. На 14-ти станциях этой области количество выпавших осадков было меньше 10% процентиля, а на двух из них так мало осадков в июле выпало впервые.

Между рассмотренными выше областями со значительным дефицитом осадков располагалась обширная область с избытком осадков (120% - 160% нормы). На 20-ти станциях области количество осадков было больше 90% процентиля, на трех станциях из них такое большое количество осадков в июле выпало впервые. Особенно следует отметить станции: Дудинка (236% нормы), Джарджан (310% нормы), Елисейск (306% нормы), Сунтар (203% нормы), Понорайск (274% нормы), - вокруг которых выпало наибольшее количество осадков.

Август. Дефицит осадков (60% - 40% нормы) наблюдался в Южном ФО, на юге Центрального, Приволжского, Уральского ФО, на юго-западе Сибирского ФО. На 14-ти станциях области количество выпавших осадков было меньше 10% процентиля.

Область с избытком осадков (120% - 160% нормы) располагалась Западносибирской низменности, Среднесибирском плоскогорье, на Таймыре. На пяти станциях области количество выпавших осадков было больше 90% процентиля, наибольшее количество осадков выпало на станции Ларьяк (189% нормы).

Еще одна область со значительным избытком осадков (120% - 160% нормы) обнаруживалась в Магаданской области. Здесь на шести станциях количество выпавших осадков было больше 90% процентиля. Наибольшее количество осадков выпало на станции Средникан (249% нормы).

В таблице 6 приведено распределение станций по регионам РФ, в которых осуществились крупные аномалии месячных сумм атмосферных осадков (среди 10% «хвостовых» квантилей за период наблюдений с 1936 по 2010 гг.).

Таблица 6.

Количество станций в регионах РФ, на которых летом 2010 г. осуществились крупные аномалии месячных сумм атмосферных осадков (в целом за сезон и в отдельные месяцы сезона).

Регион	Число станций в регионе	Лето		Июнь		Июль		Август	
		<i>p10</i>	<i>p90</i>	<i>p10</i>	<i>p90</i>	<i>p10</i>	<i>p90</i>	<i>p10</i>	<i>p90</i>
Европейская часть России	85	34	2	22	3	39	2	9	3
Западная Сибирь	40	10	1	2	3	13	4	7	3
Средняя Сибирь	44		10	1	10		8	3	2
Прибайкалье и Забайкалье	23	2	2		1	3	3		1
Восточная Сибирь	46	2	3		11	16	2	2	7
Приамурье и Приморье	25	1	5	11	1		6		4

Условные обозначения: *p90* – сумма осадков выше 90%-го перцентиля (избыток осадков); *p10* – сумма осадков ниже 10% перцентиля (дефицит осадков). Перцентили получены по данным за 1936-2010гг.

Из таблицы 6 видно, что в целом за лето, наиболее «засушливые» условия осуществились на 49 станциях страны. Наиболее «влажные» условия осуществились на 23 станциях. Очень сухо было на территории ЕЧ РФ в июне и июле. Условия дефицита осадков наблюдались также в Приамурье и Приморье в июне, в Западной и Восточной Сибири в июле.

3. КРУПНЫЕ АНОМАЛИИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РФ ЛЕТОМ 2010 г.

На рисунке 12 показаны станции, на которых осуществились крупные аномалии температуры воздуха и атмосферных осадков в отдельных месяцах летнего сезона. Рисунок 12 дополняют таблицы 7 и 8. В таблице 7 перечислены станции, на которых осуществились крупные аномалии температуры (ниже 1%-ых и выше 99% перцентилей) и превышения прежних рекордов средней месячной температуры были больше 1°C. В таблице 8 перечислены все станции, на которых осуществились крупные аномалии осадков (ниже 1%-ых и выше 99% перцентилей)

Крупные аномалии температуры.

Из анализа рисунка 12 и таблицы 7 видно, крупные аномалии температуры (температуры на станциях выше 95% перцентиля) наблюдались во все месяцы летнего сезона. На многих станциях страны во все месяцы сезона фиксировались рекорды среднемесячной температуры. Районы осуществления крупных аномалий температуры - это ЕЧ РФ и Дальневосточный ФО.

В июне на 31-ой станции был зафиксирован рекорд максимума температуры, при этом на восьми из них превышение прежних рекордов составило более 1°C (см. таблицу 7). Следует заметить, что наибольшее количество прежних рекордов осуществилось в 1975 году.

В июле на 73-х станциях страны осуществились рекорды максимума температуры, на 47-ми станциях из них превышение прежних рекордов составило более 1°C (эти станции приведены в таблице 7). Предыдущие рекорды 27 раз осуществились в 1938 году и 11 раз в 1954 году.

В августе на 27-ми станциях страны средняя месячная температура была больше ранее зафиксированных рекордов, а на семи станциях из них превышения прежних рекордов были больше 1°C. На восьми станциях из 27-ми предыдущие рекорды были зафиксированы в августе 1972 года.

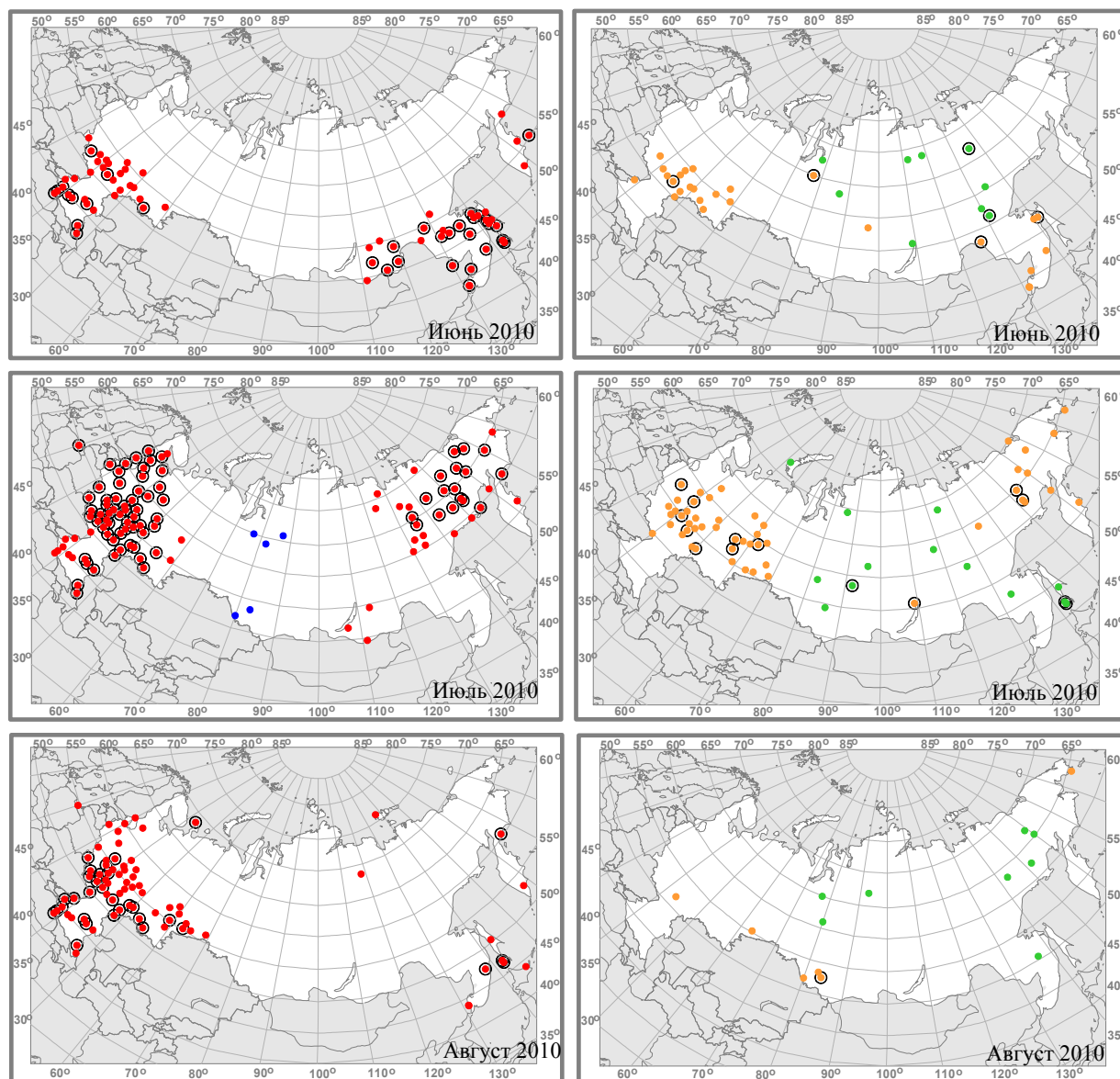


Рисунок 12. Станции, на которых в отдельные месяцы летнего сезона 2010 г. осуществились климатические аномалии ниже 5%-и и выше 95%-и перцентилей. Слева – аномалии холода (синий) и тепла (красный); справа – дефицит (оранжевый) и избыток (зеленый) осадков.

Станции, на которых зафиксированы рекордные значения, выделены дополнительными кружками.

Таблица 7.

Рекордные максимумы среднемесячных температур (с 1936 г.) с превышениями прежних рекордов больше 1°С, зафиксированные летом 2010 г. на территории России

	Федеральный округ	Станция	Индекс ВМО	Норма (°С)	Текущее значение (°С)	Предыдущий экстремум	
						Значение (°С)	Год
Июнь							
Max	Дальневосточный	Нерчинский Завод	30879	15.5	19.6	18.5	2001
		Богородское	31439	14.2	18.4	17.4	1975
		Екатерино-Никольское	31707	17.9	22.6	20.7	1978
		Дальнереченск	31873	17.5	21.4	20.3	2005
		Тымовское	32071	12.3	16.4	15.0	1998
		Поронайск	32098	9.2	12.6	11.5	1936
		Южно-Сахалинск	32150	11.3	15.5	14.3	1984
		Корсаков	32158	10.2	14.3	13.1	1984
Июль							
Max	Дальневосточный	Усть-Мома	24382	15.0	21.4	20.4	1991
		Илирней	25248	12.1	17.1	15.8	1991
		Омолон	25428	13.5	19.6	17.9	2003
		Коркодон	25503	14.8	20.9	19.4	2003
		Сеймчан	25703	15.4	21.0	19.9	2003
	Приволжский	Юрьевец	27355	18.3	24.3	22.7	1938
		Нижний Новгород	27532	18.1	24.9	23.6	1938
		Чебоксары	27581	18.8	25.5	23.2	1981
		Казань	27595	19.4	25.9	23.8	1988
		Лукьянов	27665	18.5	25.8	22.8	1938
		Порецкое	27675	18.7	25.4	22.3	1981
		Саранск	27760	18.9	25.7	23.0	1938
		Пенза	27962	19.5	26.5	23.3	1938
		Безенчук	27995	20.8	26.8	25.1	1954
		Уфа	28722	19.3	22.6	22.5	1954
		Самара	28900	20.6	27.2	24.5	1954
	Северо-Западный	Реболы	22602	15.8	20.9	19.8	1972
		Паданы	22619	15.7	21.2	19.8	1938
		Шенкурск	22768	17.2	22.7	21.6	1938
		Сортавала	22802	16.5	21.6	20.4	1972
		Петрозаводск	22820	16.0	22.3	20.0	2001
		Вытегра	22837	16.6	23.1	21.0	1938
		С-Петербург (Воейково)	26063	17.7	24.4	22.1	1972
		Новгород	26179	17.3	24.1	21.6	2001
		Псков	26258	17.2	23.2	22.0	2001
		Вышний Волочек	26393	16.9	24.1	22.0	1938
		Тотьма	27051	16.8	22.5	21.1	1938
Северо-Кавказский	Яшкуль	34866	25.6	29.9	28.9	1980	
	Дербент	37470	24.6	27.5	26.4	1954	

Центральный	Вологда	27037	17.0	23.0	21.2	1938	
	Кострома	27333	17.9	24.6	22.3	1938	
	Иваново	27347	17.8	24.6	23.3	1938	
	Москва	27612	18.2	26.0	23.3	1938	
	Елатьма	27648	18.5	25.5	23.2	1938	
	Тула	27719	18.2	25.4	23.3	1936	
	Рязань	27730	17.7	25.8	23.8	1938	
	Павелец	27823	18.3	25.8	23.7	1936	
	Елец	27928	19.1	25.8	24.5	1936	
	Мичуринск	27935	19.4	27.3	24.5	1938	
	Тамбов	27944	19.5	26.8	24.5	1938	
	Курск	34009	18.5	25.8	24.7	1936	
	Жердеевка	34047	19.6	26.9	25.4	1938	
	Воронеж	34123	19.6	26.4	24.7	1938	
Южный	Балашов	34152	20.2	27.4	25.3	1938	
	Октябрьский Городок	34163	20.2	26.7	24.5	1954	
	Ершов	34186	21.8	28.0	26.5	1954	
	Александров-Гай	34391	23.6	29.2	27.5	1954	
Август							
Max	Приволжский	Безенчук	27995	18.9	25.0	23.8	1940
		Самара	28900	18.6	25.4	23.9	1972
	Северо-Западный	Канин Нос	22165	8.4	12.4	11.4	1967
	Северо-Кавказский	Приморско-Ахтарск	34824	23.1	27.8	26.7	2006
	Центральный	Курск	34009	17.6	25.0	22.8	1938
	Южный	Александров-Гай	34391	21.5	27.4	26.1	1972
Ростов-на-Дону		34730	22.1	27.5	26.0	2006	

Крупные аномалии осадков.

Крупные аномалии осадков (количество выпавших осадков меньше 5% процентиля) наблюдались, в основном, в июне и июле. Районы осуществления крупных аномалий осадков: в июне – Центральный, Приволжский ФО, Приморский край; в июле - ЕЧ России, Уральский ФО, Чукотка.

Таблица 8.
Станции, на которых отмечались экстремумы месячных сумм в отдельные месяцы летнего сезона 2010 г.

	Федеральный округ	Станция	Индекс ВМО	Норма (мм)	Текущее значение (мм)	Предыдущий экстремум	
						Значение (мм)	Год
Июнь							
Min	Дальневосточный	Тыгда	31299	71.9	12	13	1967
		Погиби	32027	41.7	3	4	1989
	Приволжский	Октябрьский Городок	34163	44.0	0	7	1951

Max	Уральский	Тарко-Сале	23552	49.3	6	18	1965	
	Дальневосточный	Усть-Чаркы	24371	36.8	102	95	1943	
		Токо	31137	71.2	183	126	1950	
Июль								
Min	Дальневосточный	Коркодон	25503	42.1	0	4	1973	
		Сеймчан	25703	45.5	5	10	1973	
	Приволжский	Саранск	27760	74.2	3	5	1938	
		Самара	28900	64.2	2	7	1938	
	Сибирский	Нижеангарск	30434	62.5	5	13	1994	
	Северо-Западный	Вышний Волочок	26393	94.5	6	12	1997	
			Гари	28049	79.5	3	9	1974
	Уральский		Пермь	28224	78.5	11	16	1988
			Красноуфимск	28434	78.7	19	23	1975
Южно-Сахалинск			32150	87.2	229	222	1942	
Max	Дальневосточный	Корсаков	32158	83.1	295	252	1942	
		Енисейск	29263	58.1	178	149	1981	
Май								
Min	Сибирский	Бийск-Зональная	29939	59.4	7	15	1937	

На рисунке 13 представлен совместный анализ сезонных аномалий температуры и осадков летнего сезона на территории РФ. Летом на юге ЕЧ РФ (в основном, в Центральном и Приволжском ФО) создались засушливые условия как результат одновременного осуществления крупных положительных аномалий температуры и отрицательных аномалий осадков.

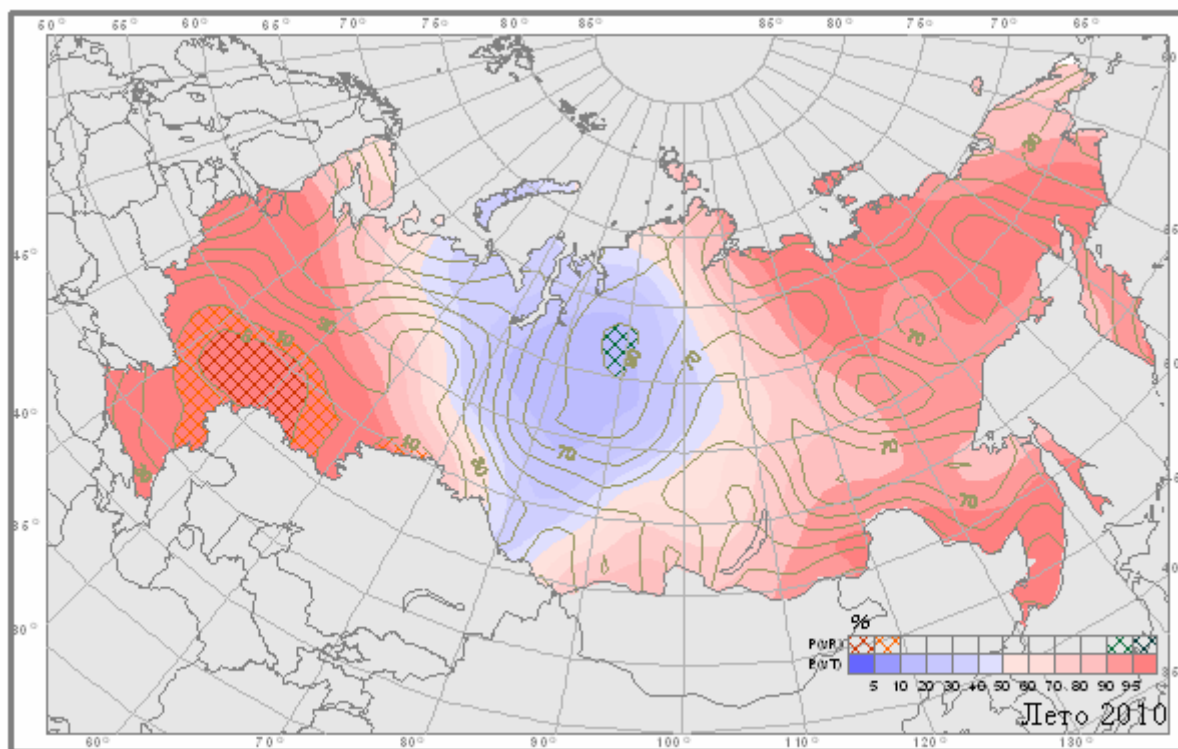


Рисунок 13. Аномалии температуры и осадков летом 2010 года, выраженные как вероятности непревышения.

Аномалии температуры показаны цветом. Аномалии осадков показаны изолиниями, а наиболее крупные из них (меньше 10% перцентилья и больше 90% перцентилья) - штриховкой.

4. СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ЛЕТОМ 2010 г.

На рисунке 14 представлен фрагмент карты, иллюстрирующий физико-географическое положение региона Республики Беларусь и сопредельные территории. На карте показана сеть расположенных здесь метеорологических станций, ежемесячно передающих сводки «КЛИМАТ» и входящих в базовую сеть станций климатического мониторинга, выполняемого в ИГКЭ (сеть из 1383 станций). Список этих станций и основные данные о них приводятся в таблице 9.



Рисунок 13. Физико-географическое положение республики Беларусь.

Таблица 9.

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

На рисунках 15, 16 показаны временные ряды регионально осредненных зимних аномалий температуры воздуха и осадков с 1936 по 2010 г. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961-1990 г. Летом 2010 г. аномалия температуры воздуха, осредненная по территории республики Беларусь составила 3.76°C. Это

рекордная величина в ранжированном ряду наблюдений с 1936 года. Превышение аномалии относительно прежнего рекорда 1999 года (аномалия 2.8°C) составило 0.96°C.

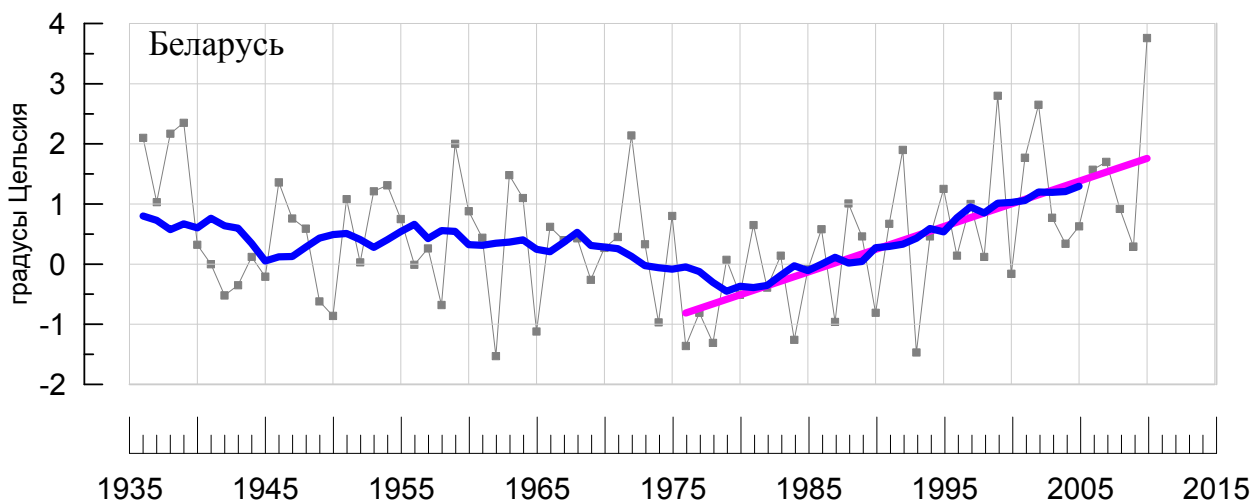


Рисунок 15. Средние сезонные (лето: июнь – август) аномалии температуры приземного воздуха (°C). осредненные по региону Республики Беларусь. 1936 – 2010 гг.

Показаны 11-летняя скользящая средняя и линейный тренд температуры за период 1976 – 2010 гг.

Тренд потепления за 1976-2010 гг. для Беларуси составил 0.79°C/10 лет (объясненная трендом дисперсия 42%).

Аномалия осадков. осредненная по территории Беларуси. составила 2.9 мм/месяц. Это 31 величина в ранжированном по убыванию ряду осадков с 1936 года. Для сравнения в 2009 году аномалия осадков. выпавших летом. составила +35.4мм/месяц (рекордная величина в ранжированном по убыванию ряду).

Тренд осадков за период 1976-2010 составил 1.7мм/10лет. Но процент объясненной трендом дисперсии ряда составляет лишь 1%. что не позволяет определенно говорить о наличии однонаправленных тенденций изменения осадков за этот период времени.

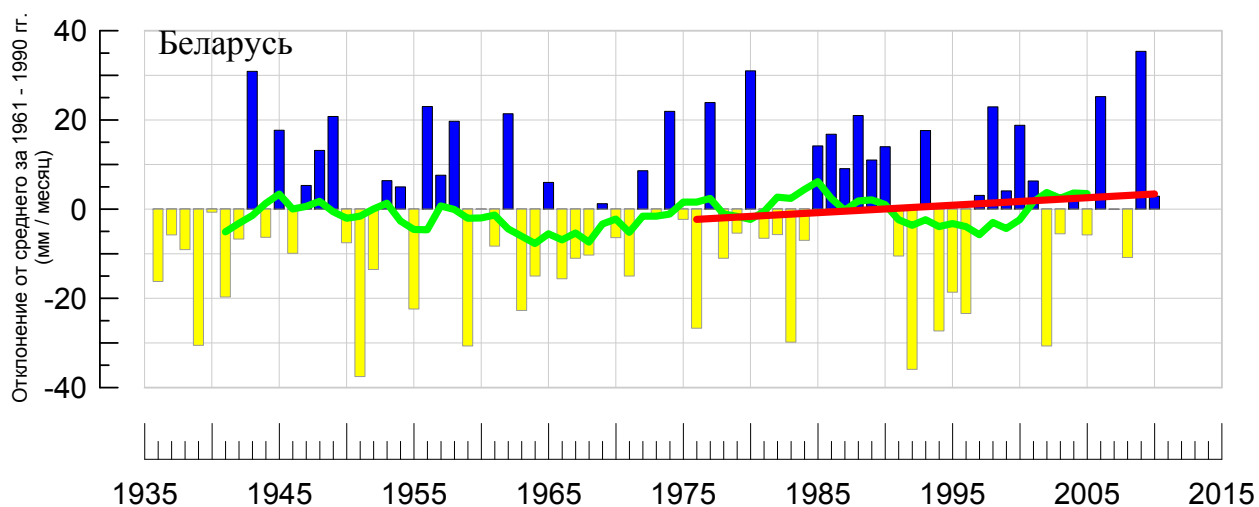


Рисунок 16. Средние за сезон (лето 2010: июнь – август) аномалии осадков (мм/месяц) для республики Беларусь.

Столбцы представляют аномалии – отклонения от средней температуры базового периода 1961 – 1990. Показаны 11-летняя скользящая средняя и линейный тренд температуры за период 1976 – 2010 гг.

В таблице 10 приведены станционные данные о наблюдаемой температуре для каждого месяца рассматриваемого весеннего сезона и для сезона в целом, а на рисунке 17 – соответствующие этим данным пространственные распределения аномалий (поля изолиний), также ежемесячно и для сезона в целом.

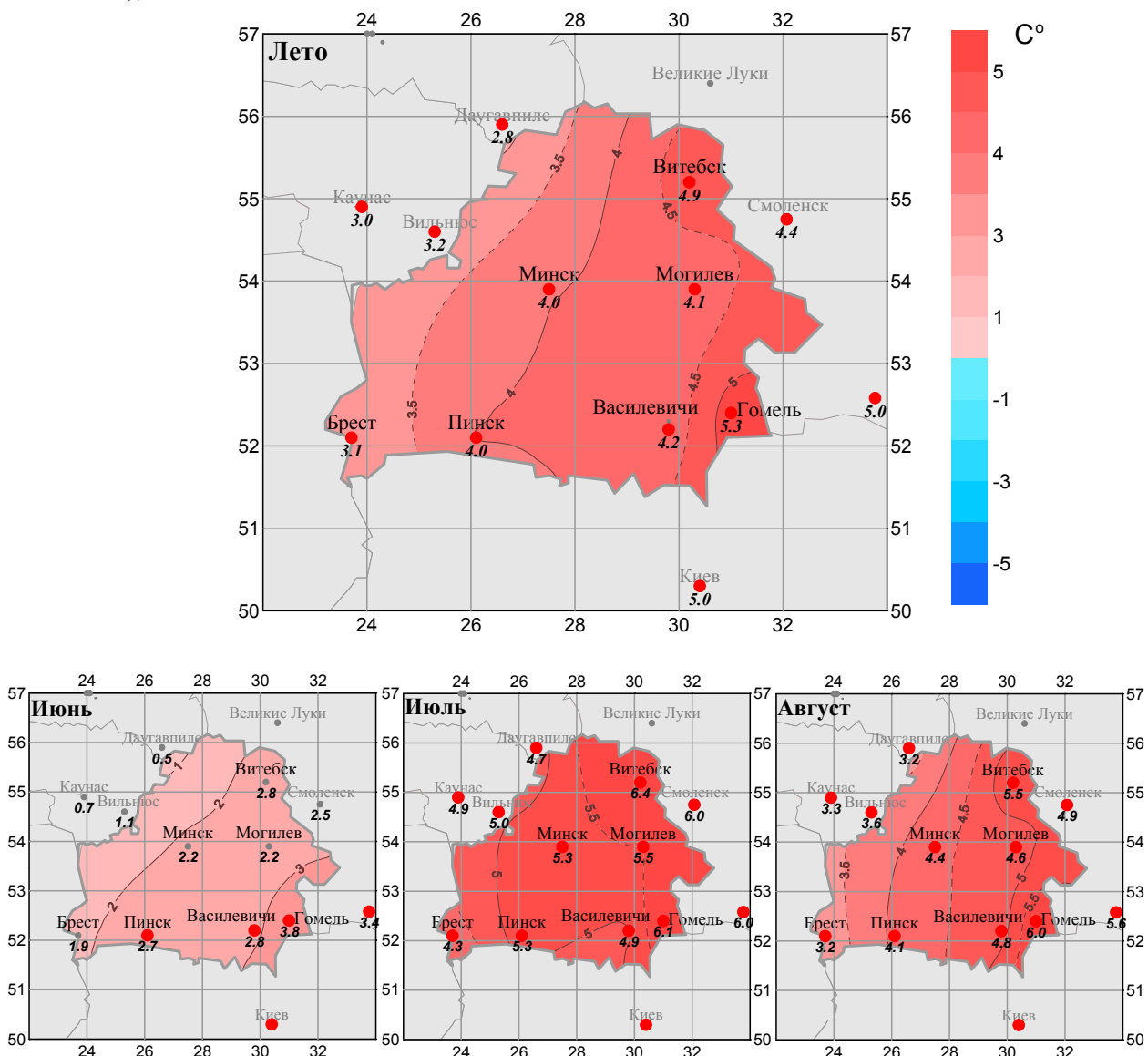


Рисунок 17. Средняя сезонная и средние месячные аномалии температуры приземного воздуха (отн. 1961-1990) на территории республики Беларусь: лето 2010. июнь – август. Цифрами приведены значения аномалий (в градусах Цельсия) на станциях. Красным кружком показаны станции, на которых температуры были выше 95% перцентиля.

Таблица 10.

Средние месячные и сезонные температуры и аномалии температуры на станциях Беларусь летом 2010г.

	<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>Лето2010</i>	21.2	20.6	20.7	20.5	21.0	21.6	23.0
Июнь	18.7	18.4	18.4	18.6	19.2	19.9	21.1
Июль	23.4	22.6	22.8	22.3	22.9	23.0	24.5
Август	21.4	20.9	20.9	20.6	21.0	21.9	23.5

б) аномалия температуры (град. Цельсия)							
Лето2010	4.9	4.0	4.1	3.1	4.0	4.2	5.3
Июнь	2.8	2.2	2.2	1.9	2.7	2.8	3.8
Июль	6.4	5.3	5.5	4.3	5.3	4.9	6.1
Август	5.5	4.4	4.6	3.2	4.1	4.8	6.0

Лето в целом было теплым. Средние сезонные аномалии температуры воздуха на станциях от 3.1°C (в Бресте) до 5.3°C (в Гомеле). Очень теплыми были июль и август. Особенно теплым был июль с аномалиями температуры на станциях от 4.3°C (в Бресте) до 6.4°C (в Витебске). Следует заметить, что на всех станциях республики такие крупные средние сезонные наблюдались впервые. В июне на станциях Беларуси рекордных средних месячных температур зафиксировано не было. В июле рекордные температуры были зафиксированы в Витебске, в Минске, в Пинске, в Василевичах, в Гомеле. В августе рекорды максимумов температуры отмечались на пяти станциях: Витебск, Минск, Могилев, Василевичи, Гомель.

В таблице 11 и на рисунке 18 аналогичные данные приведены для количества выпавших за сезон (месяц) осадков.

Таблица 11.

Месячные и сезонные суммы осадков на станциях Беларуси летом 2010 гг.

	<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 за месяц /сезон / (мм/месяц)							
Лето2010	85.0	109.0	68.0	72.3	78.3	62.0	61.7
Июнь	115	146	67	64	107	66	36
Июль	36	95	67	77	68	68	125
Август	104	86	70	76	60	52	24
б) Аномалия сумм осадков за месяц /сезон / (% от нормы)							
Лето2010	104.1	134.4	88.9	95.3	108.0	76.9	81.9
Июнь	146.6	176.5	83.2	89.5	135.2	83.1	42.6
Июль	38.5	107.9	79.0	96.0	91.5	76.7	152.3
Август	142.3	118.7	109.4	99.7	93.6	70.7	40.6
в) Аномалия сумм осадков за месяц /сезон / (мм/месяц)							
Лето2010	3.3	27.9	-8.5	-3.6	5.8	-18.6	-13.6
Июнь	36.6	63.3	-13.6	-7.5	27.8	-13.4	-48.4
Июль	-57.5	6.9	-17.8	-3.2	-6.3	-20.7	42.9
Август	30.9	13.6	6.0	-0.2	-4.1	-21.6	-35.2

В целом за летний период, количество выпавших осадков на западе республики было выше нормы, на востоке республики – около нормы.

Наиболее «влажным» месяцем в сезоне был июнь, когда в Пинске выпало 135.2% нормы, в Витебске – 146.6% нормы, в Минске – 176.5% нормы (все эти станции расположены на западе республики). В Гомеле (юго-восток республики) в июне выпало лишь 43 мм/месяц.

В июле на северо-востоке Беларуси наблюдался дефицит осадков (в Витебске выпало только 39 мм/месяц). В августе на юго-востоке наблюдался дефицит осадков (в Гомеле выпало 41 мм/месяц).

Таким образом, лето на территории Беларуси было экстремально теплым - на всех станциях республики зафиксированы рекордные средние сезонные значения температуры. Осадков летом много выпало на западе республики, в основном, за счет влажного июня на станциях Витебск и Минск.

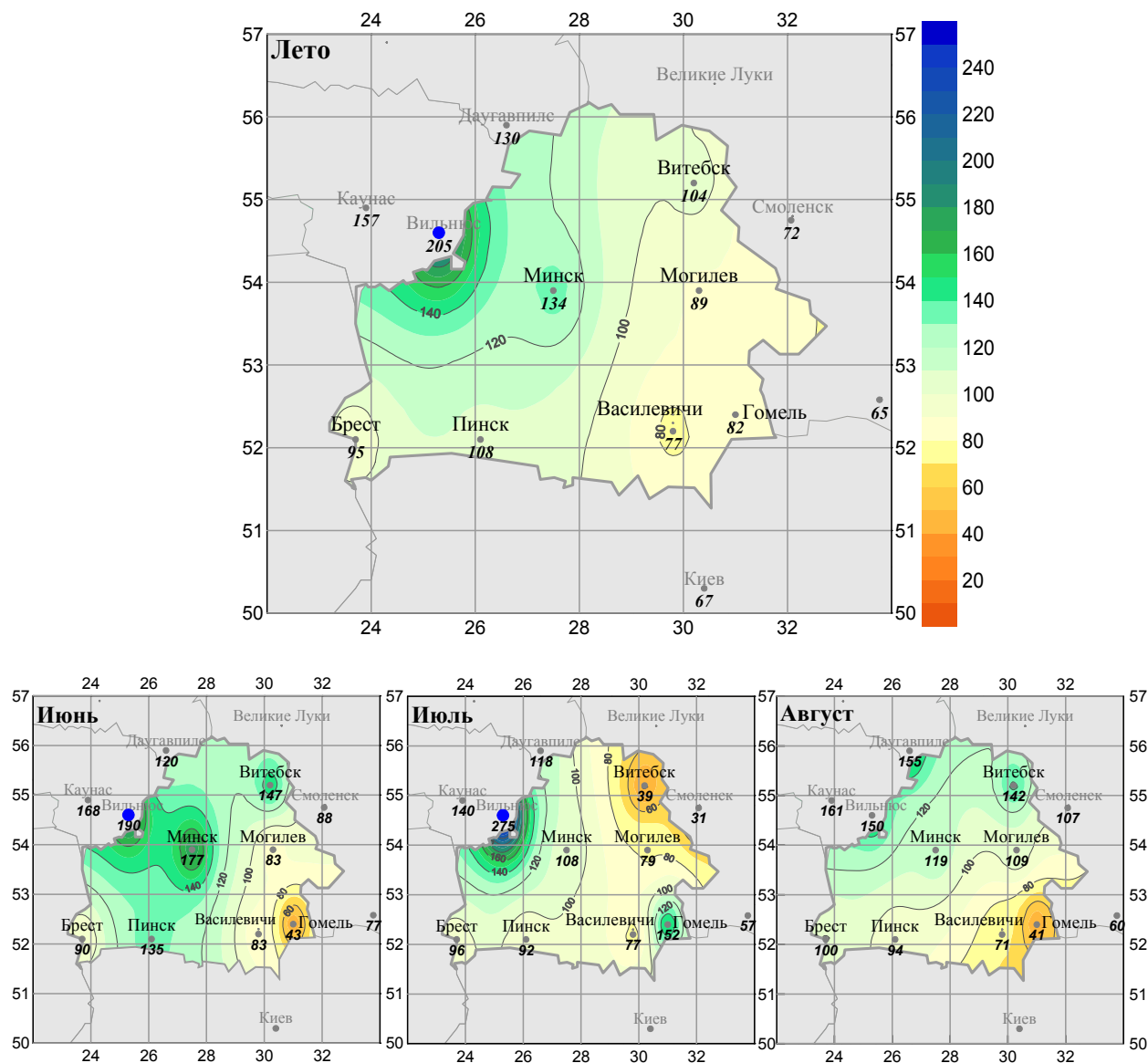


Рисунок 18. Средняя сезонная и средние месячные аномалии атмосферных осадков (в процентах от норм за 1961-1990 гг.) на территории республики Беларусь (лето 2010).

Синим кружком показана станция, на которой количество выпавших осадков было больше 95% перцентилля.

ВЫВОДЫ

1. Потепление в летний период продолжается в целом как для Северного полушария, так и для России. Линейный тренд для этих регионов за 1976-2010 гг. составляет $0.31^{\circ}\text{C}/10$ лет и $0.42^{\circ}\text{C}/10$ лет соответственно (процент объясненной трендом дисперсии ряда 78% и 52%).

Наиболее интенсивное потепление на территории России отмечается на ЕЧ РФ (до $0.8^{\circ}\text{C}/10$ лет). В азиатской части скорость потепления меньше (в района Забайкалья - до $0.6^{\circ}\text{C}/10$ лет). На юге Западной Сибири отмечается тенденция к незначительному понижению температуры (до $-0.1^{\circ}\text{C}/10$ лет).

2. Для изменения осадков летнего периода в течение 1976-2010 гг. характерна тенденция к слабому уменьшению осадков на европейской части страны (в центре ЕЧ РФ – менее -5% нормы за 10 лет) и на азиатском побережье Северного Ледовитого океана (менее -10% нормы за 10 лет). На большей части Сибири выделяются области с тенденцией к некоторому увеличению осадков (наибольший тренд осадков прослеживается в нижнем течении Лены - более 10% нормы за 10 лет).

3. Лето 2010 года как для Северного полушария, так и для России в целом было рекордно теплым. Аномалии температуры составили 1.09°C и 1.81°C , а превышения прежних рекордов составили 0.16°C и 0.37°C соответственно. На ЕЧ РФ и в Приамурье и Приморье так тепло было впервые за весь период наблюдений с 1936г.

Экстремально тепло было на ЕЧ РФ и Южном Урале (аномалии до 6.4°C), на побережье моря Лаптевых (аномалии до 3.6°C). На 120-ти станциях страны температуры были выше 95% перцентиля, на 68-ми станциях из них такие высокие средние летние температуры наблюдались впервые (из них 54 станции располагались в регионе ЕЧ РФ). Так тепло в этих районах было в течение всех трех летних месяцев.

Наиболее жарким месяцем был июль. На ЕЧ РФ аномалии на станциях достигали 8.1°C , на 58-и станциях зафиксированы рекорды максимума температуры. На северо-востоке страны рекорды максимума температуры (аномалии до 6.4°C) зафиксированы на 17-ти станциях,

Летом большая область с отрицательными аномалиями температуры до -1.8°C располагалась на территории Западносибирской низменности. Наиболее холодно было в июле (аномалии до -3.5°C).

4. Количество выпавших летом осадков в целом по России было меньше нормы (аномалия -3.0 мм/месяц – восьмое значение в ранжированном по возрастанию ряду наблюдений). Меньше всего осадков выпало в регионе ЕЧ РФ (аномалия -17.8 мм/месяц – третья величина в ранжированном по возрастанию ряду наблюдений). Больше всего осадков выпало в регионе Средняя Сибирь (аномалия 11.8 мм/месяц).

Обширная область дефицита осадков летом располагалась в центральных и южных районах ЕЧ РФ, на юго-западе Западной Сибири. На 34 станциях ЕЧ РФ (из 85 станций региона) и 9 станциях Западной Сибири (из 40 станций региона) количество выпавших осадков было меньше 10% перцентиля, на десяти из них так мало осадков летом выпало впервые. Дефицит осадков в этой области наблюдался во все месяцы сезона, особенно в июле – на 52-х станциях области количество выпавших осадков было меньше 10%

процентиля. а на восьми станциях из них так мало осадков в июле выпало впервые за период наблюдений с 1936 года.

В течение всех летних месяцев избыток осадков (120% - 160% нормы) отмечался в бассейне Енисея, на Среднесибирском плоскогорье, в среднем течении Лены. В июне на восьми станциях количество выпавших осадков было больше 95% процентиля, в июле – на 12-ти, в августе – на восьми.

5. Рекордно жаркая и сухая погода, установившаяся в течение летнего сезона, привела к засухе и пожарам в центральных и южных районах ЕТР.