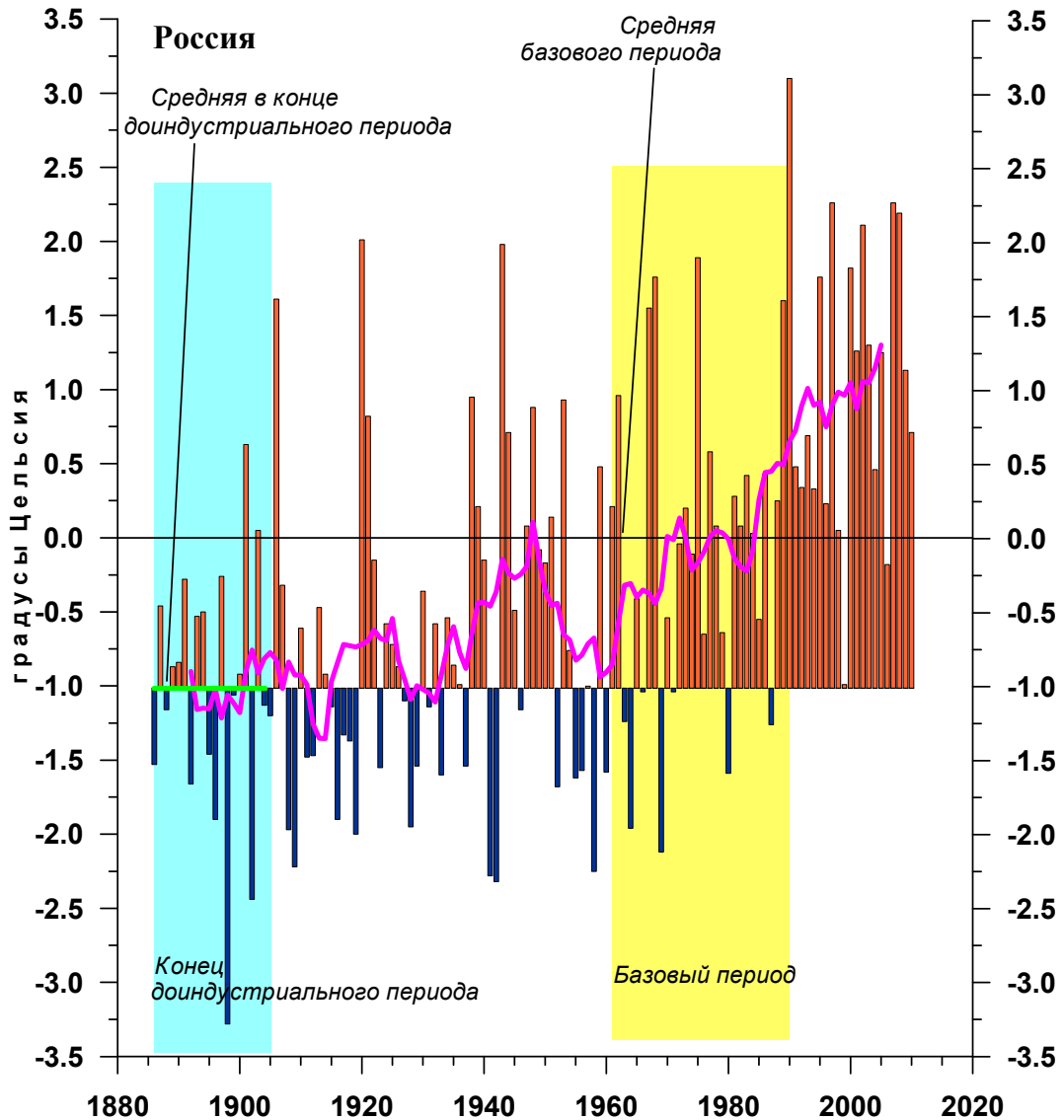


Федеральная служба
по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды

Российская
Академия Наук

Институт Глобального Климата и Экологии



ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2010 ВЕСНА (МАРТ - МАЙ)

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 весной 2010 г.	8
2. АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ	13
2.1. Изменения осадков на территории России	13
2.2. Аномалии осадков на территории России весной 2010 г.	14
3. КРУПНЫЕ АНОМАЛИИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РФ (весна 2010 г.)	20
4 СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ (весна 2010 г.)	23
ВЫВОДЫ	28

¹ На обложке приведен ход средней сезонной аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2010гг. (весна: март – май)
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 264 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.

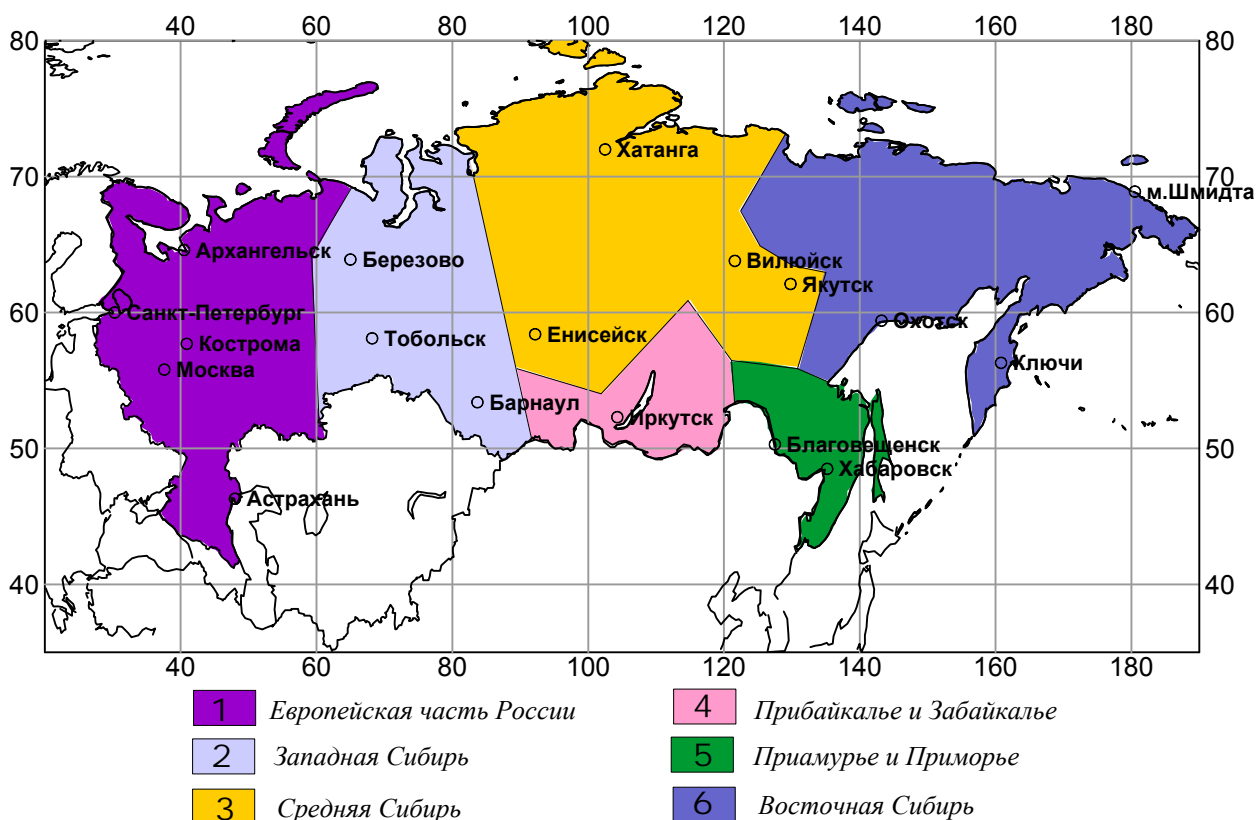


Рисунок 1. Физико-географические регионы РФ

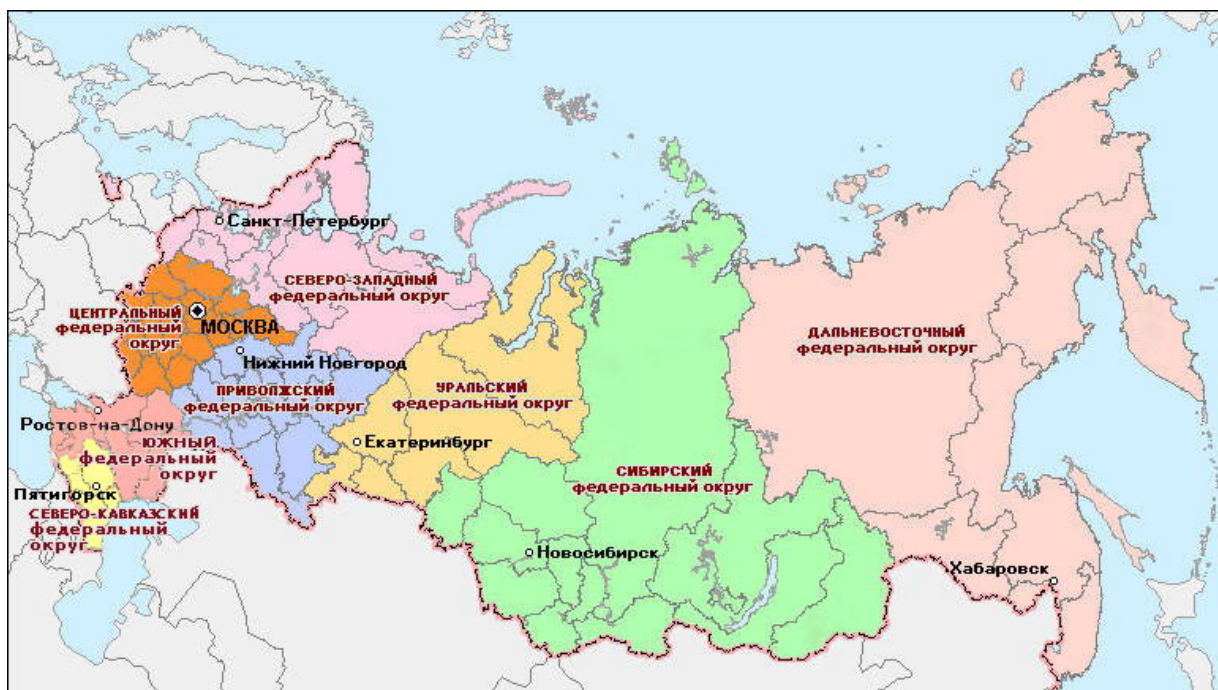


Рисунок 2. Федеральные округа РФ.

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 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. 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 представлен временной ряд средней температуры воздуха над сушей Северного полушария для весеннего сезона, построенный по данным группы исследований климата Университета Восточной Англии (массив `scutem3nh.dat` на сайте www.cru.uea.ac.uk). Массив `scutem3nh.dat` получен осреднением данных об аномалии температуры воздуха с наземных метеостанций.

Весной 2010 года средняя аномалия температуры приземного воздуха для Северного полушария составила 1.05°C . Это вторая по величине аномалия температуры в ряду наблюдений с 1936 года после рекордного 2007 года (аномалия составила тогда 1.07°C), тогда как предыдущая весна 2009 года была 11-ой в ранжированном по убыванию ряду наблюдений (сезонная аномалия 0.79°C).

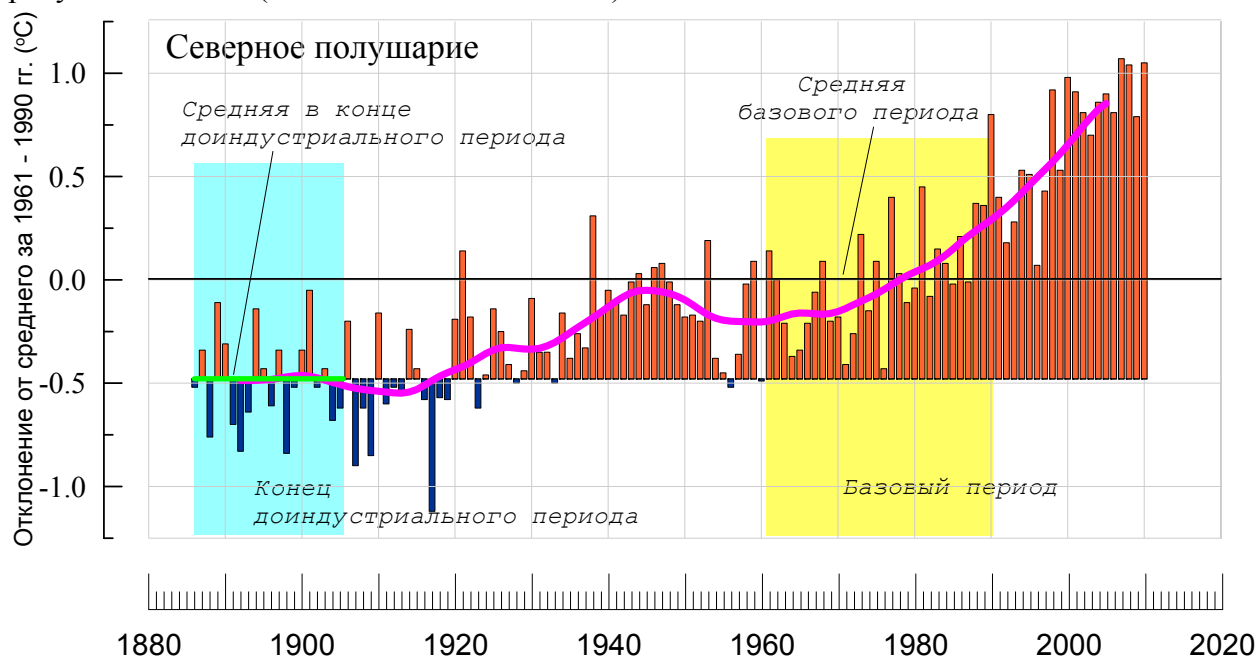


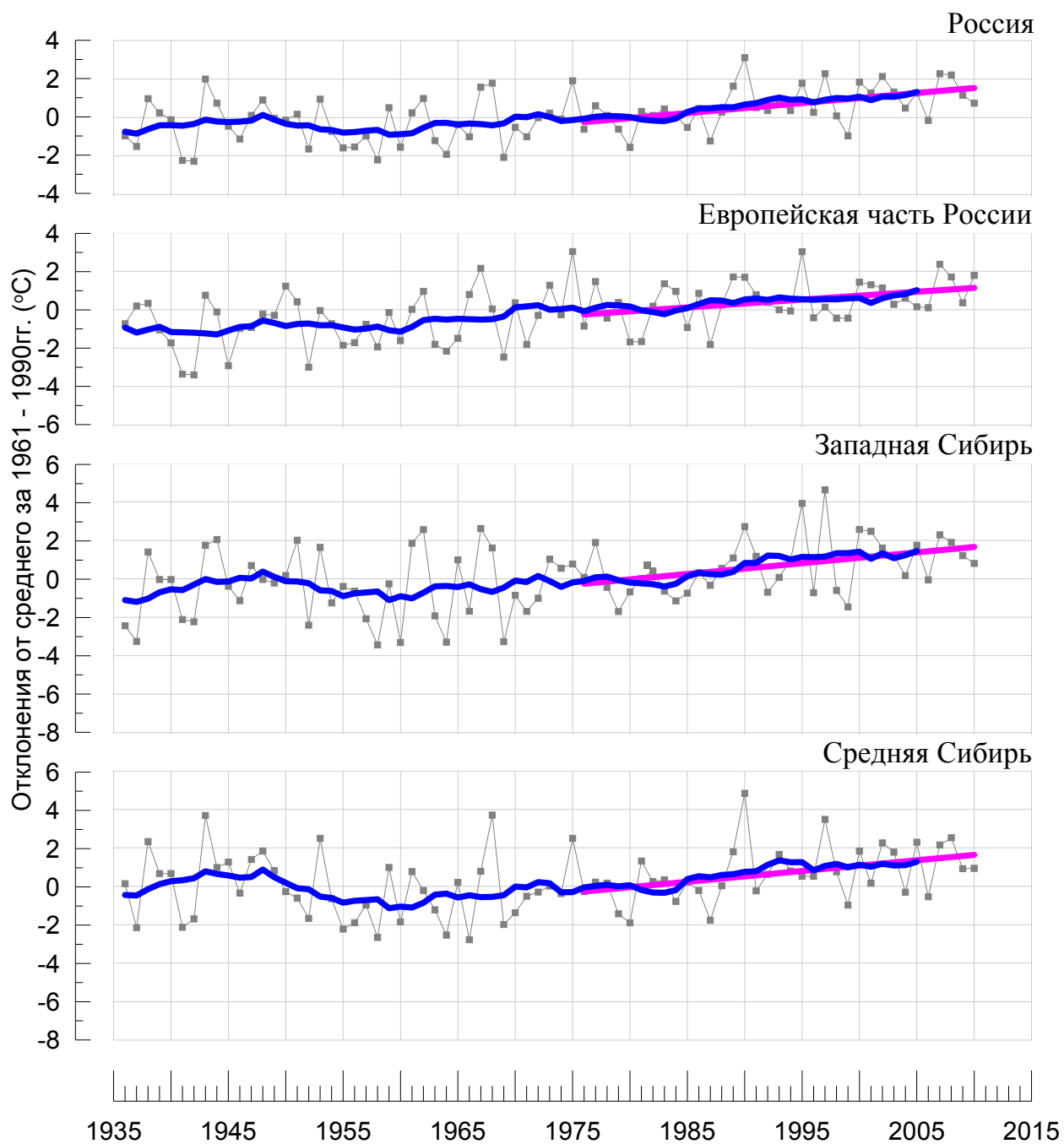
Рисунок 3. Средняя сезонная аномалия (весна: март – май, 1887 – 2010 гг.) температуры приземного воздуха над сушей Северного полушария.

Аномалии рассчитаны как отклонения от средней базового периода 1961-1990 гг. и представлены столбцами относительно среднего уровня 1886 – 1905 гг. (конец «доиндустриального периода»). Жирной линией показан ход скользящих 11-летних средних. Использованы данные Университета Восточной Англии (www.cru.uea.ac.uk)

Линейный тренд, оцененный за период с 1887 по 2010 год, составляет $0.10^{\circ}\text{C}/10$ лет, а за 1976-2010 гг. $0.33^{\circ}\text{C}/10$ лет (процент объясненной трендом дисперсии ряда 63% и 72%, соответственно). Таким образом, над сушей Северного полушария потепление весенних температур за последние 35 лет выражено сильнее, чем за 124 года в целом.

1.2. Изменения температуры воздуха на территории России

На рисунке 4 представлены временные ряды средних сезонных аномалий температуры воздуха (весна: март - май), пространственно осредненных по территории России в целом и по ее регионам. Оценки линейных трендов регионально-осредненных температур весеннего сезона для периода 1976-2010 гг. приведены в таблице 1.



Продолжение следует.

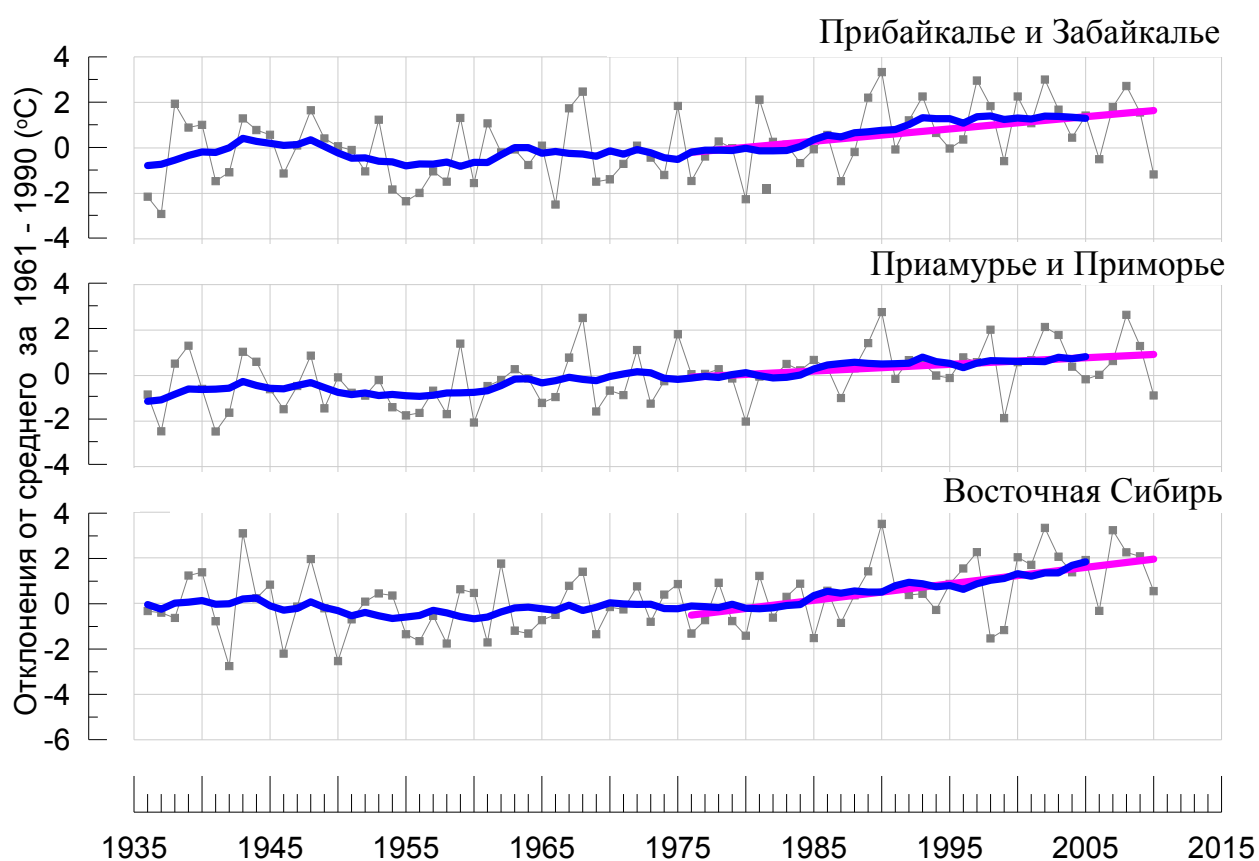


Рисунок 4. Средние сезонные (весна 2010: март – май) аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории РФ и ее регионов.

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.

В таблице 1 приведены количественные оценки линейных трендов за 1976-2010 гг. Во всех рассматриваемых регионах России весной тренд температуры положителен, и во всех регионах (кроме Приамурья и Приморья) вклад тренда в дисперсию превышает 10%. В среднем по территории России, тренд весенних температур составляет $+0.53^{\circ}\text{C}/10$ лет, вклад тренда в дисперсию ряда 25%. Как и в прошлые годы, наиболее интенсивное потепление наблюдается в азиатских регионах страны, особенно в Восточной Сибири ($0.73^{\circ}\text{C}/10$ лет). В Европейской части России скорость потепления меньше и составляет $0.41^{\circ}\text{C}/10$ лет.

На рисунке 5 представлено пространственное распределение коэффициентов тренда (средняя скорость локальных изменений температуры приземного воздуха на территории России).

Представленные оценки указывают на продолжающуюся тенденцию к потеплению на всей территории страны. Наибольшая скорость потепления отмечается на юге Сибирского Федеративного Округа (ФО) (скорость потепления до $0.8^{\circ}\text{C}/10$ лет) и на востоке Дальневосточного ФО, особенно в бассейне Колымы (скорость потепления достигает $1.5^{\circ}\text{C}/10$ лет).

Таблица 1.

Оценки линейного тренда регионально-осредненной сезонной температуры приземного воздуха (весна) 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	0.53	25
Европейская часть России	0.41	14
Западная Сибирь	0.57	15
Средняя Сибирь	0.56	16
Прибайкалье и Забайкалье	0.54	15
Приамурье и Приморье	0.30	8
Восточная Сибирь	0.73	27

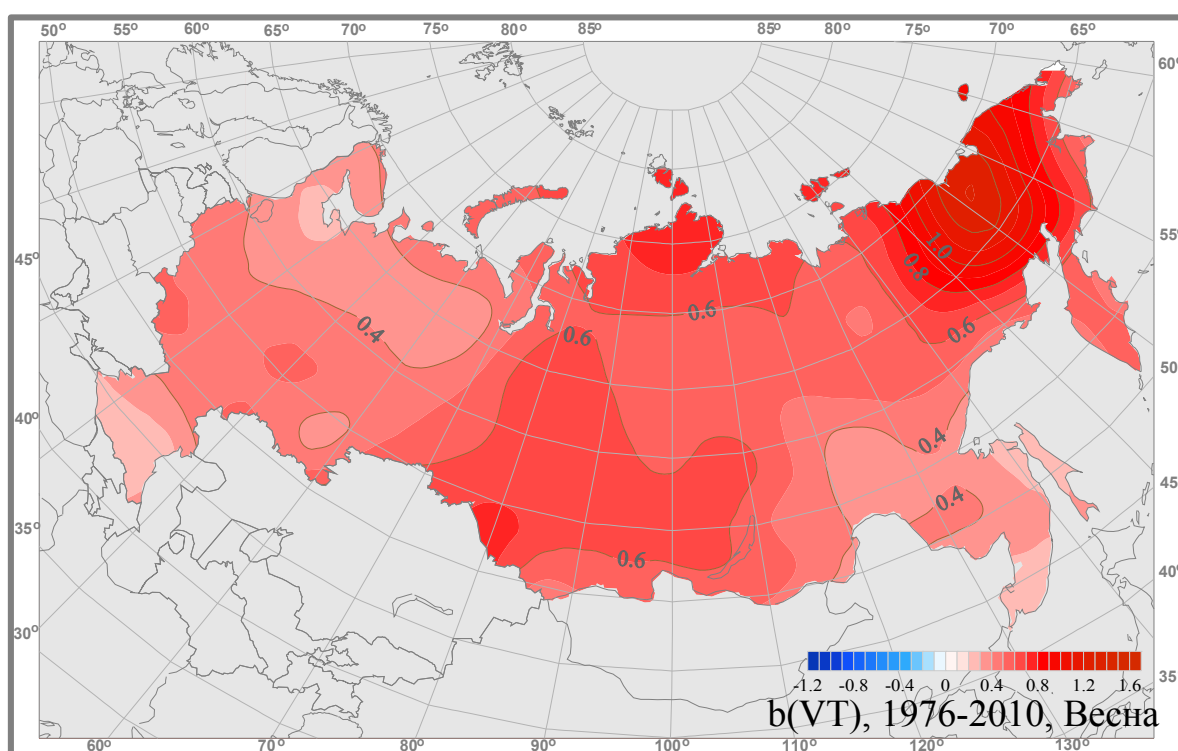


Рисунок 5. Пространственное распределение локальных коэффициентов линейного тренда температуры приземного воздуха (°C/10 лет) весеннего сезона за 1976-2010 гг. на территории России.

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

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

Аномалия температуры в целом по территории России составила 0.71°C (лишь 22-ая по величине аномалия за последние 75 года). Для сравнения, весна 2009 г. была теплее весны 2010 года, аномалия температуры составила тогда 1.14°C – это 16-ая величина в ранжированном по убыванию ряду температур.

Весной очень тепло было в европейской части страны. Осредненная по этому региону аномалия температуры составила 1.80°C (5-ая величина в ранжированном по

убыванию ряду наблюдений с 1936 года). Холодно было в Прибайкалье и Забайкалье и в Приамурье и Приморье. Осредненная по региону Прибайкалье и Забайкалье аномалия температуры составила -1.19°C (16-ая величина из самых холодных температур).

Таблица 2.

Средние за сезон (весна 2010: март – май) 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	0.71 (22)	73
Европейская часть России	1.80 (5)	95
Западная Сибирь	0.82 (27)	65
Средняя Сибирь	0.97 (22)	71
Прибайкалье и Забайкалье	-1.19 (60)	20
Приамурье и Приморье	-0.96 (57)	24
Восточная Сибирь	0.56 (31)	60

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

$P = P(\nu t \leq \nu T_{2010})$ - вероятность неперевышения 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 весенних месяцев. На рисунке 6 приведены значения аномалий (поле изолиний), а на рисунке 7 – соответствующие им вероятности неперевышения, 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%). В таблице 3 показано распределение станций по регионам РФ, в которых осуществились крупные аномалии приземной температуры (учитывались станции, на которых температура была выше 90% перцентиля и ниже 10% перцентиля).

Как видно из таблицы 3, наибольшее количество крупных положительных аномалий осуществилось в мае на европейской части РФ (ЕЧ РФ) – на 64-х станциях, а также в Средней Сибири (на 22 станциях) и в Восточной Сибири (на 28 станциях). Наиболее крупные отрицательные аномалии температуры наблюдались в апреле в Прибайкалье и Забайкалье, в Восточной Сибири, в Приамурье и Приморье.

Весна. Весна была теплой на Таймыре и в низовье Лены, на 11 станциях Температуры были больше 90% перцентиля, аномалии температуры достигали 4.2°C (станция Саскылах). Тепло было также на ЕЧ РФ (здесь из 85-ти станций на 44-х температуры были выше 90% перцентиля, средние сезонные аномалии температуры достигали 3.4°C (станция Усть-Цильма)).

Холодно на юге Сибирского и Дальневосточного ФО. На 17-ти станциях аномалии были меньше 10% перцентиля. В Прибайкалье и Забайкалье сезонные аномалии температуры были меньше -1.5°C (на станции Монды -2.8°C).

Таблица 3.

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

Регион	Число станций в регионе	Весна		Март		Апрель		Май	
		<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		44				8		64
Западная Сибирь	40	1	9					2	2
Средняя Сибирь	44		11		1		3		22
Прибайкалье и Забайкалье	23	5	2	4		8			7
Восточная Сибирь	47	6	19	2		11	1		28
Приамурье и Приморье	25	5	7	4		9		2	7

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

Март. Холодно с аномалиями температуры до -5°C (станция Борзя) на юге Сибирского и Дальневосточного ФО. На 10-ти станциях этих районов температуры были ниже 10% перцентиля. Холодно было и на побережье Белого моря с аномалиями меньше -1°C (на станциях Архангельск и Шенкурск -1.5°C).

Небольшая область положительных аномалий наблюдалась на севере Сибирского ФО с аномалиями на Таймыре до 5°C (станция ГМО им. Е. К. Федорова).

На остальной территории страны температуры в марте были близки к норме.

Апрель. Тепло на большей части ЕЧ РФ (за исключением крайних южных районов), в Западной Сибири, на севере Красноярского края, в республике Саха – на 12-ти станциях этой области температуры были выше 90% перцентиля, средние месячные аномалии на станциях Северного Урала и Таймыра были больше 4°C (на станциях Хоседа-Хард и Волочанка аномалии температуры достигали 5.4°C и 5.3°C соответственно).

Холодно со средними месячными аномалиями до -4.1°C (станция Борзя) - на юге Сибирского ФО и до -4.6°C (станция Усть-Воямполка) - на юге и востоке Дальневосточного ФО. На 28-и станциях этих районов температуры были ниже 10% перцентиля, на 18-ти из них температуры были ниже 5% перцентиля, а на станции Ямск, средняя месячная температура составила -12.9°C - такая средняя месячная температура наблюдалась впервые.

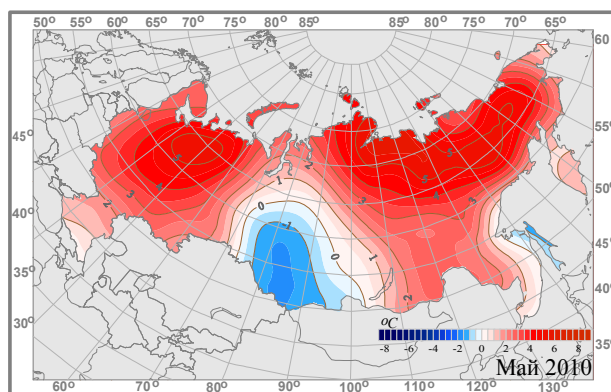
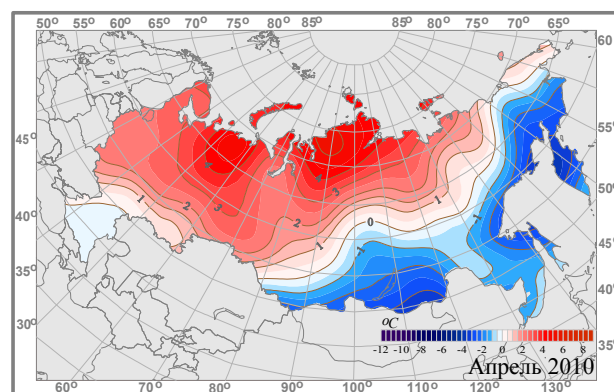
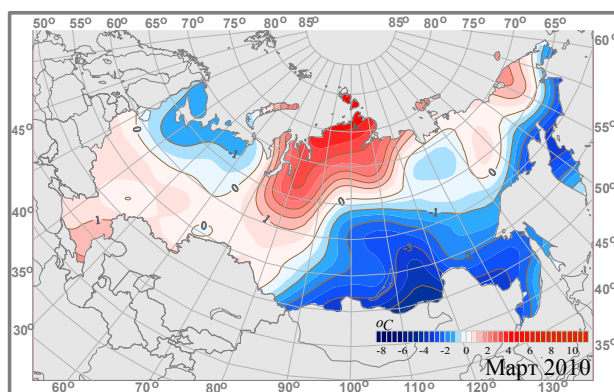
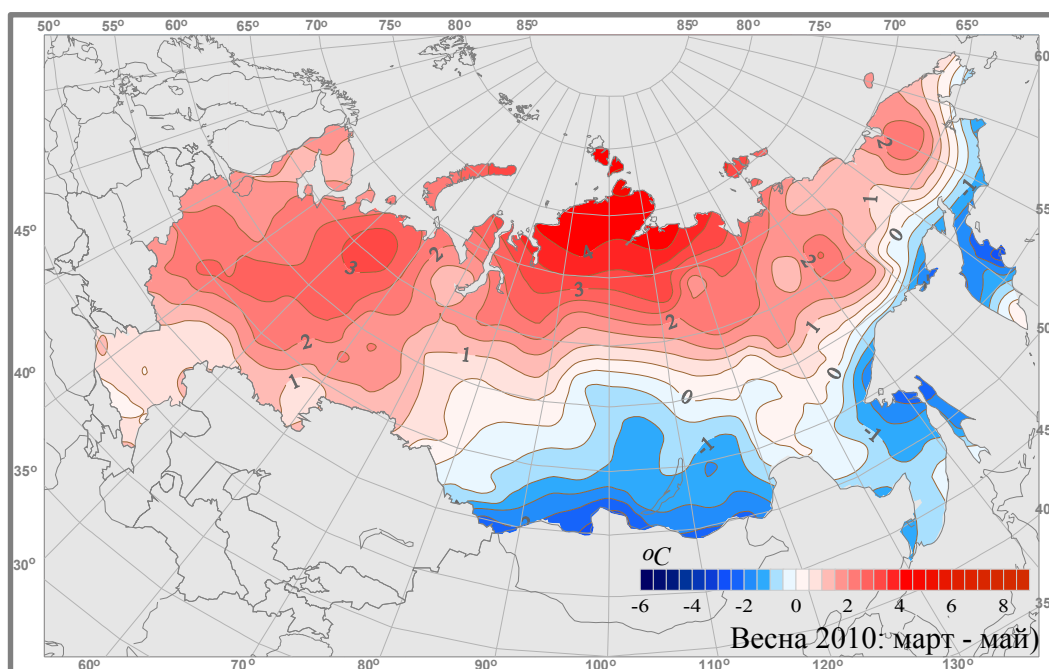


Рисунок 6. Поля аномалий средней сезонной и месячных температур приземного воздуха на территории России весной 2010 года (отклонения от средних 1961-1990 гг.).

Май. Холодно со средними месячными аномалиями до -2.2°C (станция Онгудай) на юго-западе Сибирского ФО и до -1.8°C (станция Порганичное) на Сахалине.

Остальную территорию РФ занимала обширная область с крупными положительными аномалиями до 6.1°C (станция Усть-Цильма) на ЕЧ РФ и до 6.7°C (станция Саскылах) на азиатской части РФ. На 130 станциях РФ температуры были выше 90% перцентиля, из них на 93-х - температуры были выше 95% перцентиля, а на 27 из них такие большие температуры в мае наблюдались впервые.

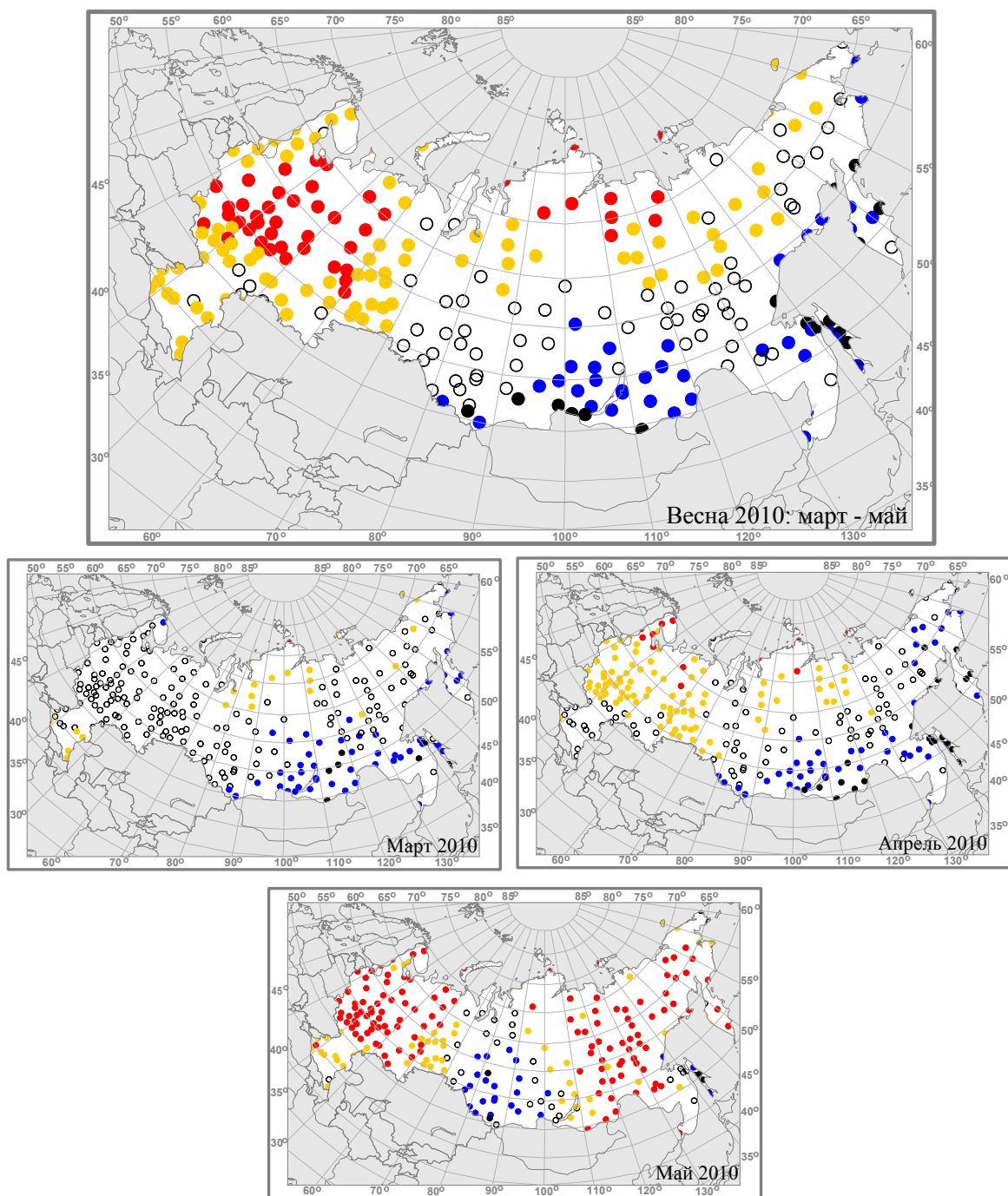


Рисунок 7. Вероятности неперевышения $P(t \leq T_{2010})$ средних сезонных и средних месячных значений аномалий температуры, наблюдавшихся весной 2010 г. (по данным за 1936-2009):

- [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)

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 весенний 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/месяц/10 лет	$D\%$
Россия	1.5	22
Европейская часть России	1.8	10
Западная Сибирь	2.2	20
Средняя Сибирь	0.9	14
Прибайкалье и Забайкалье	0.6	2
Приамурье и Приморье	2.1	6
Восточная Сибирь	1.1	15

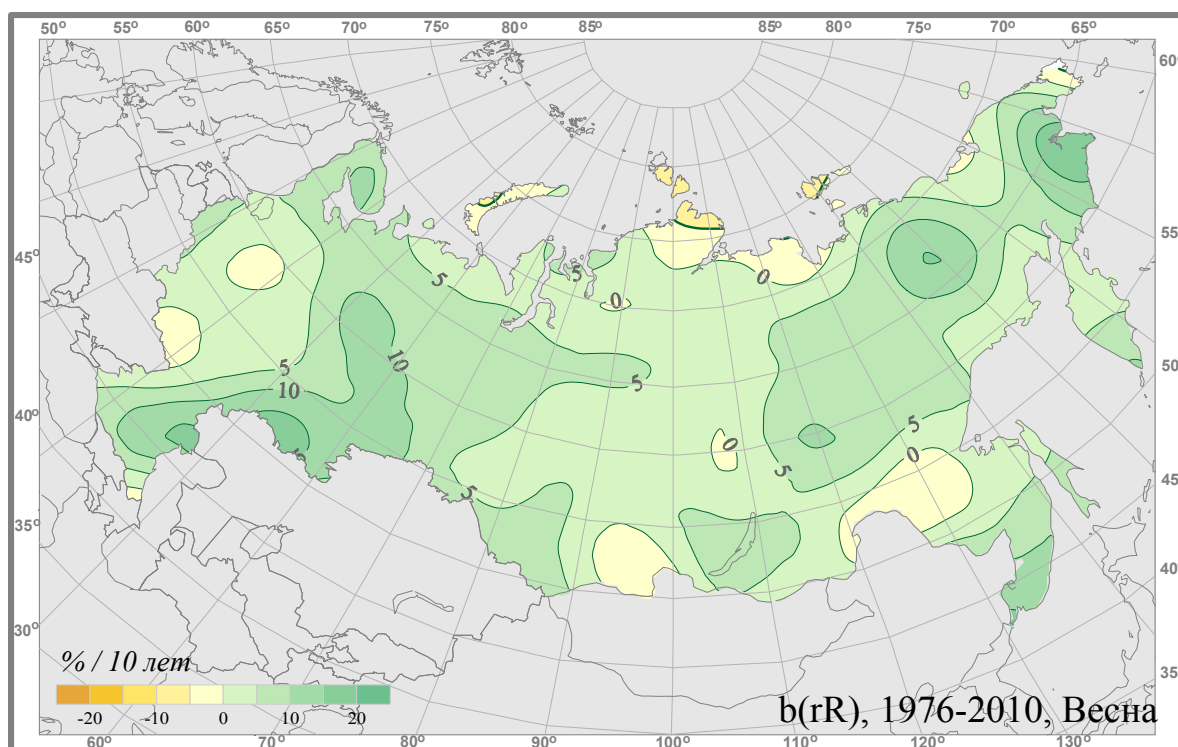


Рисунок 8. Пространственное распределение локальных коэффициентов линейного тренда атмосферных осадков весеннего сезона за 1976-2010 гг. на территории России (в % от нормы за 10 лет).

В регионально осредненных осадках наблюдается рост осадков. Наибольший рост осадков наблюдается в регионах: Западная Сибирь и Приамурье и Приморье– 2.2 мм/мес/10 лет и 2.1 мм/мес/10 лет, соответственно. Видно, что в регионах: Россия,

Западная Сибирь, Средняя Сибирь, Восточная Сибирь, - тренд объясняет значительную долю изменчивости осадков (от 14% до 22%). В регионах: Европейская часть России, Прибайкалье и Забайкалье, Приамурье и Приморье, Заполярье, - дисперсия ряда - от 2% до 10%.

Как видно из рисунка 8, в весенний период прослеживается тенденция к увеличению сумм осадков (в пределах 0 - 10% нормы за 10 лет) на большей части страны. А на Южном и Среднем Урале, в Астраханской области, в Калмыкии, на востоке Якутии и в бассейне реки Анадырь средняя скорость увеличения сумм осадков составляет 10% нормы и более за 10 лет.

2.2. Аномалии осадков на территории РФ весной 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 весенний 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 весеннего сезона и выражены в мм/месяц.

Таблица 5.

Сезонные аномалии месячных сумм осадков, пространственно осредненные в регионах России (весна 2010: март - май)

Регионы	vR_{2010} (мм/месяц)	vR_{2010} (% от нормы)	$P(vr \leq vR_{2010})$, %
Россия	+0.6 (34)	102.2	58
Европейская часть России	+1.2 (36)	103.1	53
Западная Сибирь	-0.2 (45)	99.4	41
Средняя Сибирь	-0.1 (39)	99.5	49
Прибайкалье и Забайкалье	+2.7 (22)	113.6	72
Приамурье и Приморье	+7.3 (13)	118.6	83
Восточная Сибирь	-3.5 (56)	81.6	26

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

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

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

Количество выпавших осадков в целом по России было близко к норме (аномалия осадков составила 0.6 мм/месяц – 34 значение в ранжированном по убыванию ряду наблюдений). Для сравнения в 2009 году аномалия осадков составила 1.7 мм/месяц.

Больше всего осадков весной выпало в регионе Приамурье и Приморье 7.3 мм/месяц (13-ая величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений), наименьшее количество осадков выпало в Восточной Сибири - аномалия осадков -3.5 мм/месяц.

Пространственное распределение осадков представлено на рисунках 9,10.

Весна. Значительный дефицит осадков наблюдался на побережье Охотского моря (выпало 40% - 80% нормы, на девяти станциях Дальневосточного ФО аномалии осадков были меньше 10% процентия). Дефицит осадков наблюдался также в центральных

областях ЕЧ РФ (на семи станциях количество выпавших осадков было меньше 10% процентиля), на Южном Урале, на Таймыре и на территории Среднесибирского плоскогорья (на трех станциях Среднесибирского плоскогорья аномалии осадков были меньше 10% процентиля, на станции Витим так мало осадков весной выпало впервые). В этих районах выпало 60% – 80% сезонной нормы.

Значительный избыток осадков наблюдался на Северном Кавказе, в Забайкалье и на Чукотке. В этих районах выпало 120% - 160% нормы осадков, на станции Тяня так много осадков весной выпало впервые. Избыток осадков наблюдался в Приморье и на Кольском полуострове - количество выпавших осадков составило 120% - 140%.

Март. Значительный дефицит осадков наблюдался на территории Среднесибирского плоскогорья – выпало 40% - 60% нормы, на семи станциях среднего течения Лены количество выпавших осадков было меньше 10% процентиля.

Значительный избыток осадков в марте наблюдался на юге Сибирского ФО и на территории Чукотского АО (на 17-ти и девяти станциях соответственно количество выпавших осадков было больше 90% процентиля). В этих районах выпало 140% - 170% осадков.

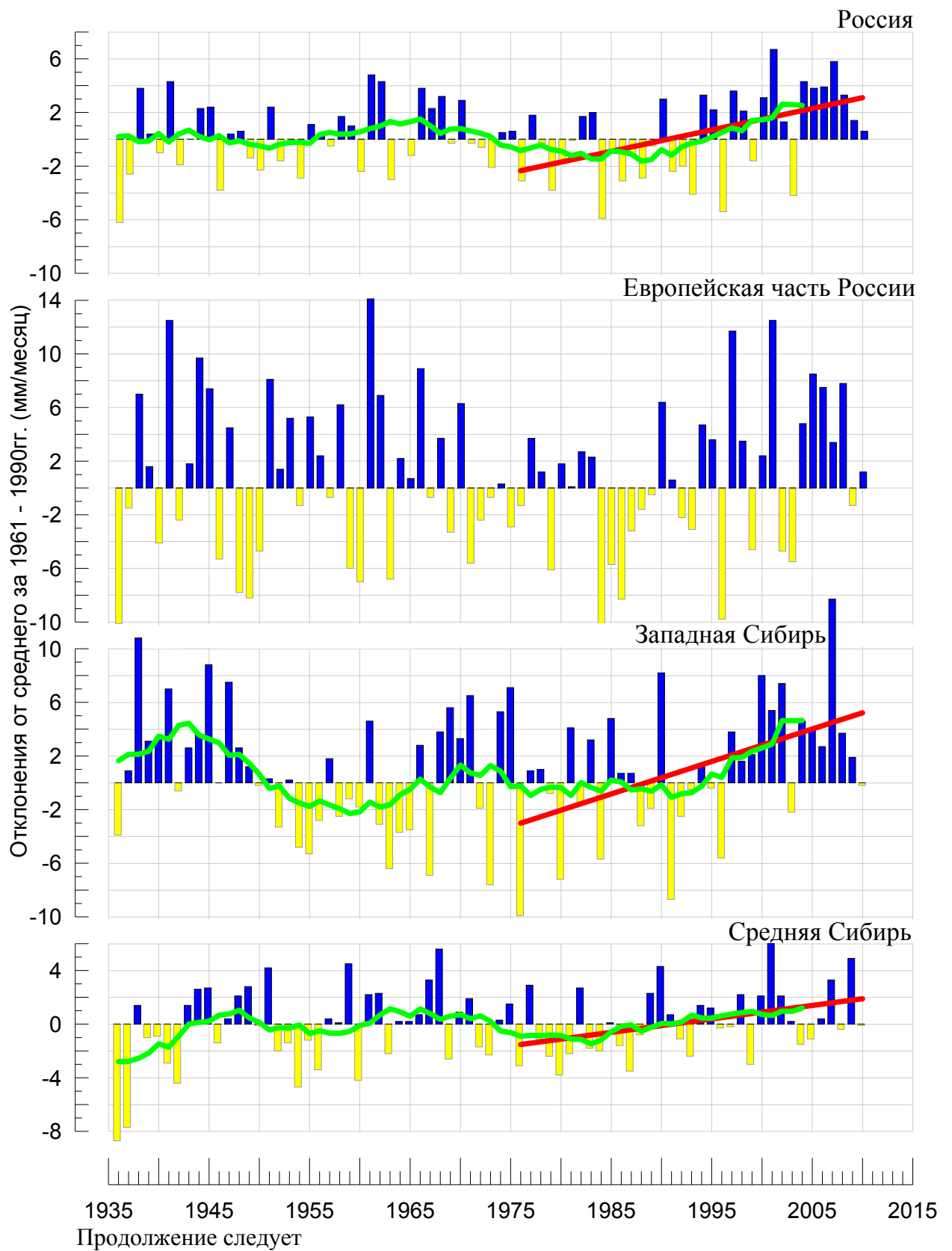
Апрель. Избыток осадков наблюдался, в основном, на побережье Северного Ледовитого океана – выпало 120% - 160% нормы, на Чукотке – 120% – 180% нормы. На станции Архангельск так много осадков в апреле (73мм/месяц) выпало впервые.

На многих станциях остальной территории страны наблюдался дефицит осадков. На 34-х станциях страны количество выпавших осадков было меньше 10% процентиля. На станциях Витим так мало осадков (1 мм/месяц) выпало впервые.

Май. Значительный дефицит осадков наблюдался на юге Уральского и на востоке Дальневосточного ФО. Дефицит осадков составил 30% - 40% нормы. На десяти станциях Дальневосточного ФО количество выпавших осадков было меньше 10% процентиля. На станции Оренбург осадков в мае впервые не выпало совсем.

Избыток осадков (140% - 160%) наблюдался на Северном Кавказе, в Карелии, в Забайкалье и в Якутии. На 36- станциях этих районов количество выпавших осадков было больше 90% процентиля. На четырех станциях: Оленек (65 мм/месяц), Братск (75 мм/месяц), Тяня (99 мм/месяц), Кандалакша (98 мм/месяц), - так много осадков выпало впервые. Три станции из них: Братск, Тяня, Оленек, - расположены в Сибирском ФО.

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.).



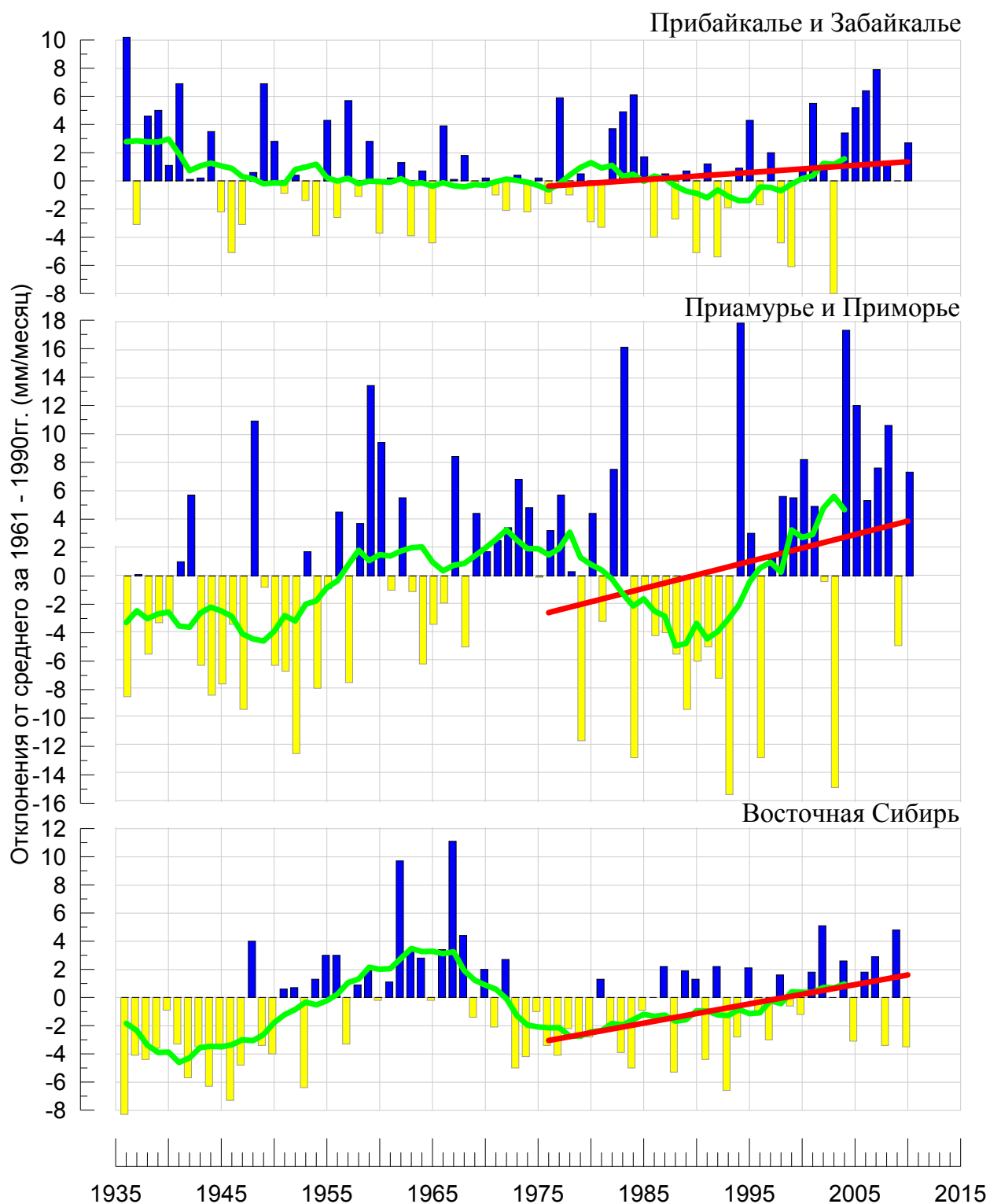


Рисунок 9. Средние за весенний сезон аномалии осадков (мм/месяц) для регионов РФ за период 1936 – 2010 гг..

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

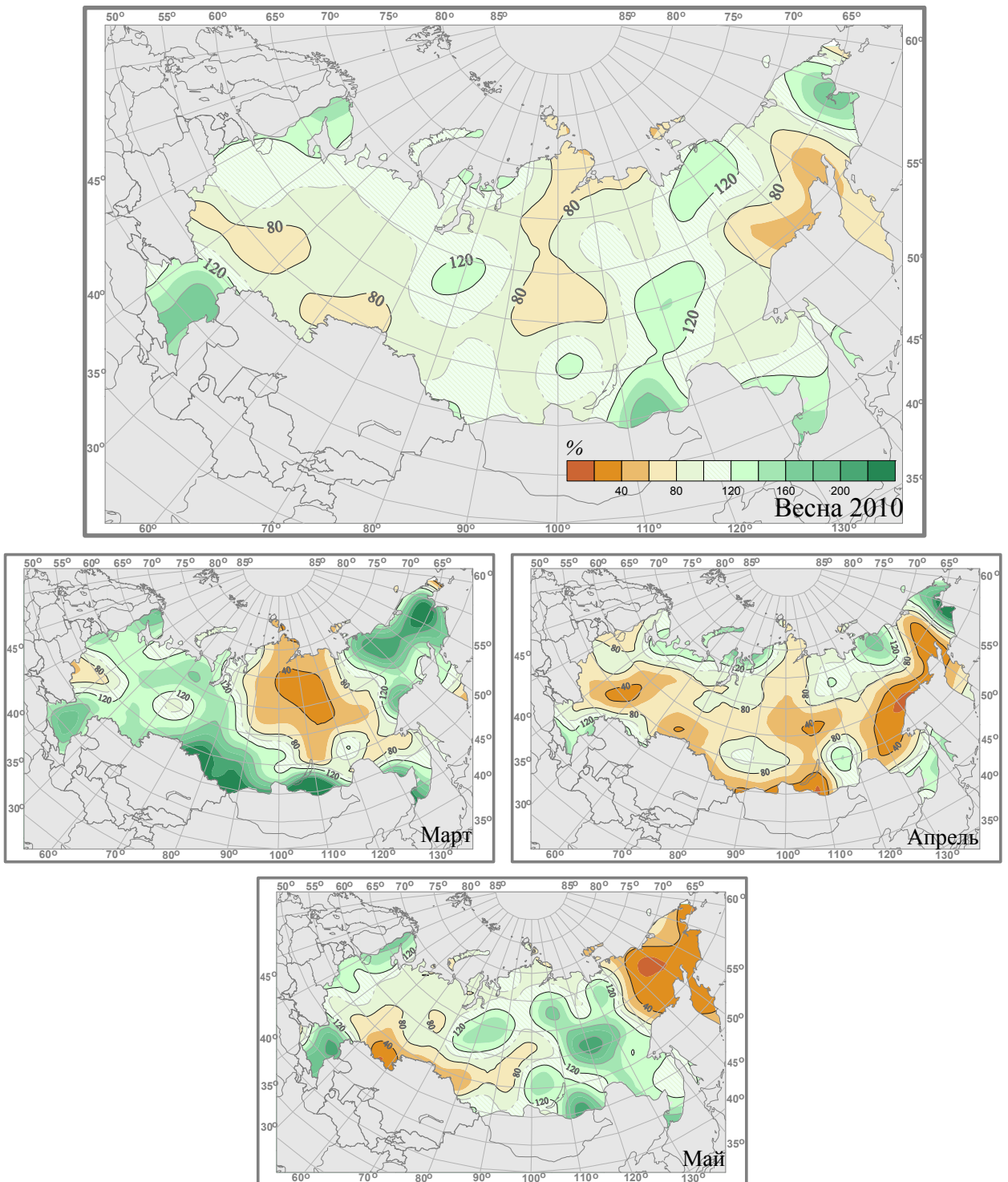


Рисунок 10. Поля аномалий средних сезонных и месячных сумм осадков (в процентах от нормы 1961-1990 гг.) весной 2010 г. на территории России.

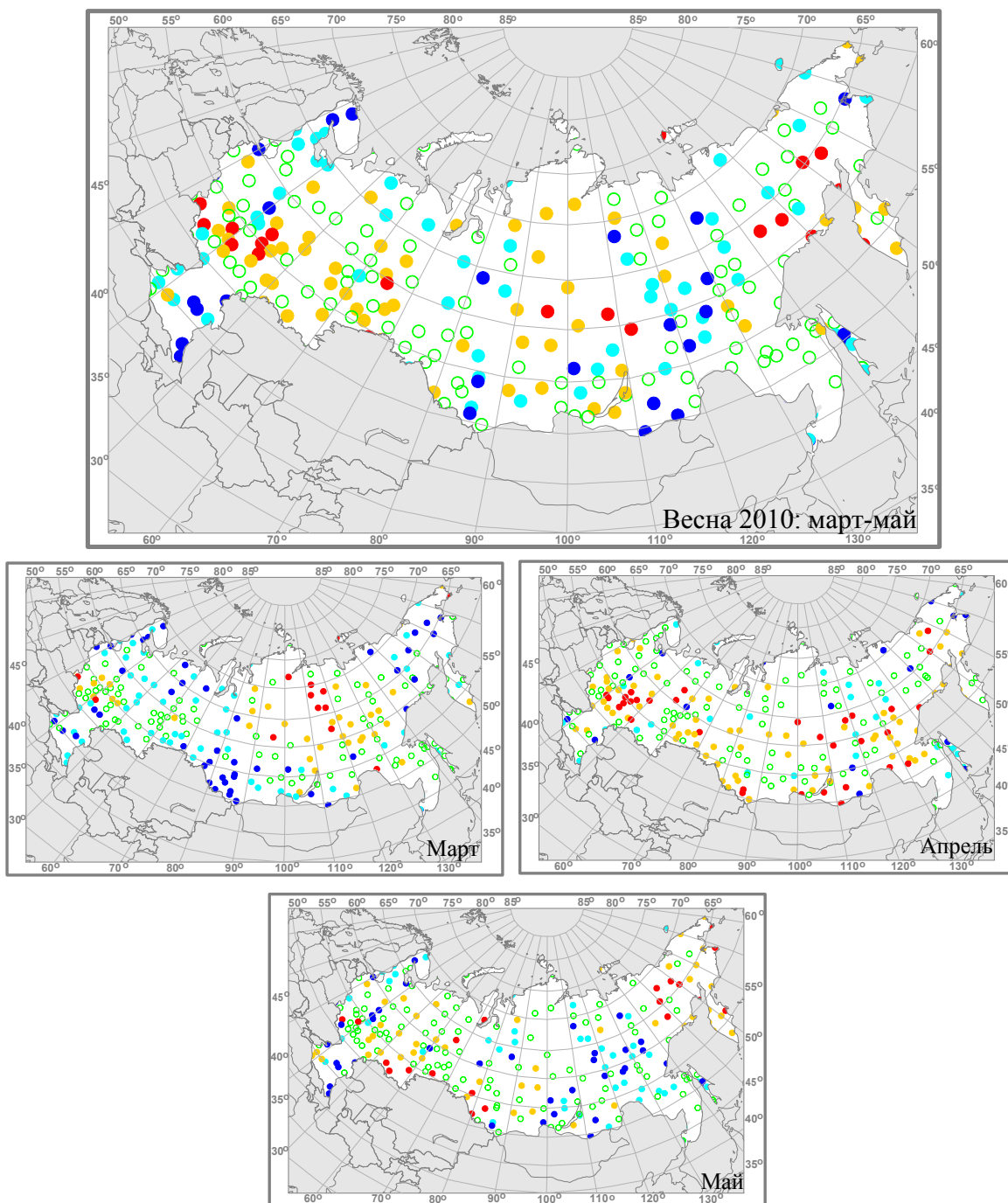


Рисунок 11. Вероятности непревышения $P(r \leq R_{2010})$ месячных сумм атмосферных осадков, наблюдавшихся весной 2010 г по данным за 1936-2009 гг.:

- [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)

Таблица 6.

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

Регион	Число станций в регионе	Весна		Март		Апрель		Май	
		<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	81	7	8	2	15	12	4	5	12
Западная Сибирь	40	1	2		14	3	1	6	3
Средняя Сибирь	44	2	6	8	3	6	2		10
Прибайкалье и Забайкалье	23	1	3		3	5	2		4
Восточная Сибирь	46	9	2	2	9	4	5	10	4
Приамурье и Приморье	27		5	1	2	2	2		3

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 наиболее «влажные» условия наблюдались в марте в Приамурье и Приморье, в мае – в Средней Сибири. Наиболее «сухие» условия наблюдались в апреле – в ЕЧ РФ.

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

На рисунке 12 показаны станции, на которых осуществились крупные аномалии температуры воздуха и атмосферных осадков в отдельных месяцах исследуемого весеннего сезона. Рисунок 12 дополняют таблицы 7 и 8, в которых перечислены станции, на которых осуществились крупные аномалии температуры и осадков (ниже 1%-ых и выше 99% перцентилей).

Крупные аномалии температуры.

Из анализа рисунка 12 и таблицы 7 видно, что в марте 2010 года рекорды месячных температур на станциях не наблюдались.

В апреле большая область крупных отрицательных аномалий (температуры ниже 5% перцентиля) наблюдалась на востоке Дальневосточного и на юге Сибирского ФО, но рекорд минимума температуры был зафиксирован лишь на одной станции – Ямск.

В мае выделяются две области крупных положительных аномалий температуры: первая область - на территории ЕЧ РФ, вторая область – в Дальневосточном ФО на востоке Сибирского ФО. На 27-ми станциях были зафиксированы рекорды максимумов среднемесячной температуры. Превышения прежних рекордов для большинства станций составляет не более 0.7°C. Следует отметить, что наибольшее количество прежних рекордов на этих станциях осуществилось в 1984, 1948 и 1979 годах.

Таблица 7.

Рекордные минимумы и максимумы среднемесячных температур (с 1936 г.),
зафиксированные весной 2010 г. на территории России.

	Федеральный округ	Станция	Индекс ВМО	Норма (°С)	Текущее значение (°С)	Предыдущий экстремум		
						Значение (°С)	Год	
Апрель								
Min	Дальневосточный	Ямск	25927	-8.7	-12.9	-12.3	1942	
Max	Дальневосточный	о.Котельный	21432	-21.4	-16.7	-17.7	1997	
Май								
Max	Дальневосточный	Саскылах	21802	-8.1	-1.4	-3.1	1943	
		Оленек	24125	-1.6	3.6	3.1	2005	
		Джарджан	24143	-0.4	5.9	3.5	1953	
		Верхоянск	24266	2.8	8.0	7.9	1990	
		Эйк	24338	0.3	5.0	4.8	1975	
		Жиганск	24343	1.2	6.7	5.6	1973	
		Усть-Мома	24382	3.3	9.4	8.7	1993	
		Оймякон	24688	2.0	7.1	5.6	1984	
		Сусуман	24790	2.1	7.4	6.3	1984	
		Тегюля	24967	6.2	9.8	9.2	1984	
		Островное	25138	0.9	6.6	6.1	1967	
		Усть-Олой	25325	1.6	6.9	6.8	1948	
		Омолон	25428	1.3	6.5	6.3	1967	
		Коркодон	25503	3.8	8.9	8.4	1948	
		Приволжский	Киров	27199	10.9	15.7	15.1	2001
		Северо-Западный	Кострома	27333	11.7	16.1	15.8	1979
			Онега	22641	7.1	12.2	11.9	1984
			Шенкурск	22768	8.7	14.0	13.4	1984
			Вытегра	22837	9.1	13.4	13.0	1963
			Котлас	22887	8.1	13.9	12.9	1948
			Усть-Цильма	23405	3.4	9.5	9.0	1948
			Сыктывкар	23804	8.1	13.1	13.0	1991
		Сибирский	Могоча	30673	7.1	10.2	9.8	1990
		ГМО им. Федорова	20292	-11.3	-6.7	-7.3	1943	
	Центральный	Тотьма	27051	9.6	14.4	13.6	1979	
		Иваново	27347	11.8	16.3	16.1	1979	
		Юрьеvec	27355	11.9	16.4	16.0	1979	

Крупные аномалии осадков.

Из анализа рисунка 12 и таблицы 8 видно, крупные аномалии осадков (количество выпавших осадков меньше 5% перцентиля и больше 95% перцентиля) наблюдались во все месяцы весеннего сезона.

Следует отметить две области дефицита осадков в апреле (в Приволжском ФО и в среднем и верхнем течении Лены).

В мае область избытка осадков (количество выпавших осадков больше 95% процентиля) наблюдалась в Якутии и в районе Байкала. В мае область дефицита осадков (количество выпавших осадков меньше 5% процентиля) располагалась на востоке Дальневосточного ФО.

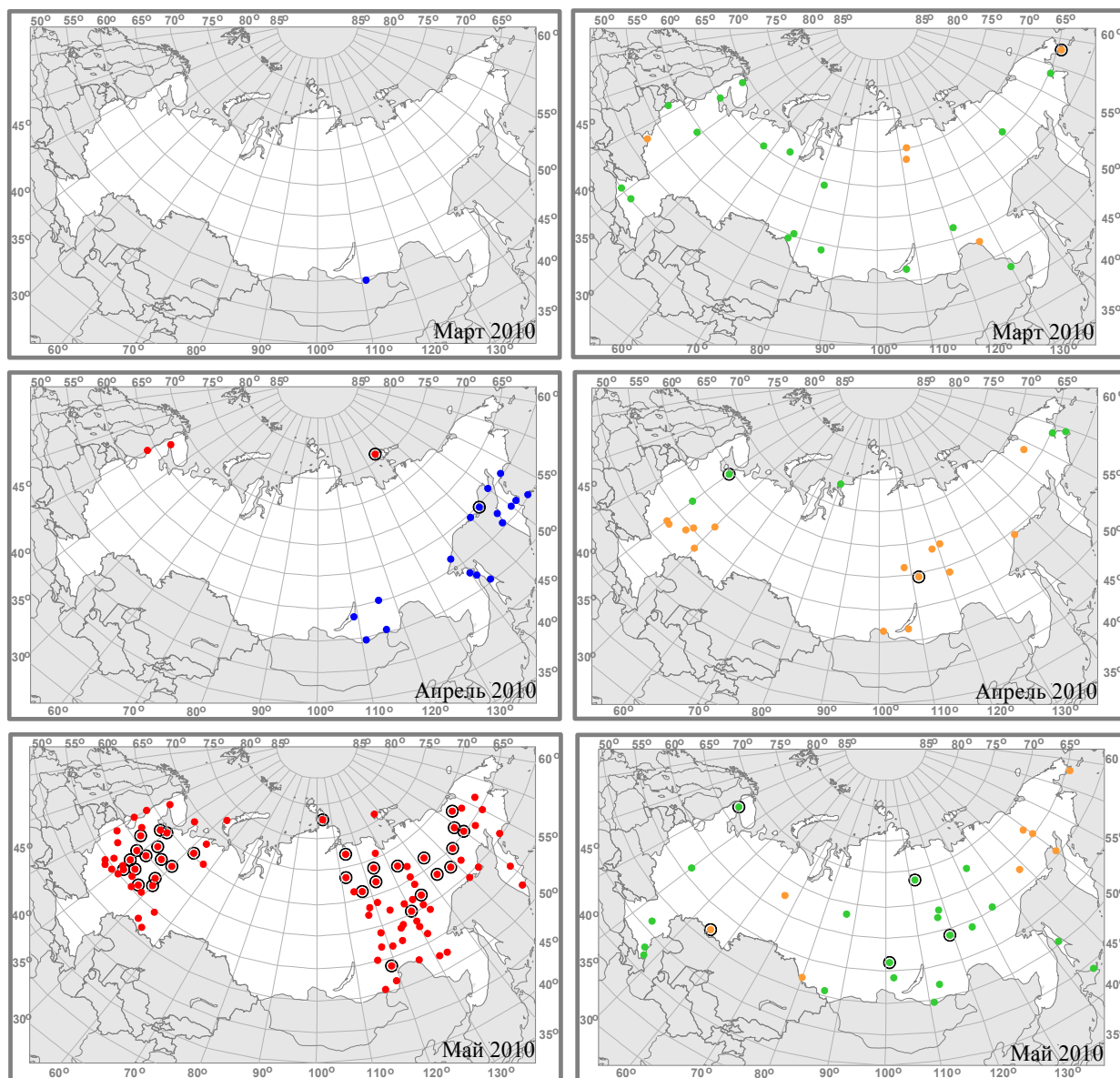


Рисунок 12. Станции, на которых в отдельные месяцы весеннего сезона 2010 г. осуществились климатические аномалии ниже 5%-и и выше 95%-и процентиля. Слева – аномалии холода (синий) и тепла (красный); справа – дефицит (оранжевый) и избыток (зеленый) осадков.

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

Таблица 8.

Станции, на которых отмечались экстремумы месячных сумм в отдельные месяцы
весеннего сезона 2010 г.

	Федеральный округ	Станция	Индекс ВМО	Норма (мм)	Текущее значение (мм)	Предыдущий экстремум	
						Значение (мм)	Год
Март							
Min	Дальневосточный	бухта Провидения	25594	48.4	1	3	1939
Апрель							
Min	Сибирский	Витим	30054	16.9	1	5	1980
Max	Северо-Западный	Архангельск	22550	32.0	73	69	1994
Май							
Min	Уральский	Оренбург	35121	33.6	0	1	1998
Max	Северо-Западный	Кандалакша	22217	37.9	98	93	1979
	Сибирский	Оленек	24125	22.2	65	58	1973
		Тяня	30173	30.3	99	94	1963
		Братск	30309	30.6	75	65	1959

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

На рисунке 13 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.

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



Рисунок 13. Физико-географическое положение республики Беларусь.

На рисунках 14, 15 показаны временные ряды регионально осредненных зимних аномалий температуры воздуха и осадков с 1936 по 2010 гг. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1961-1990 гг. Весной 2010 г. аномалия температуры воздуха, осредненная по территории республики Беларусь составила $+1.59^{\circ}\text{C}$. Это 12-ая величина в ранжированном ряду наблюдений с 1936 года.

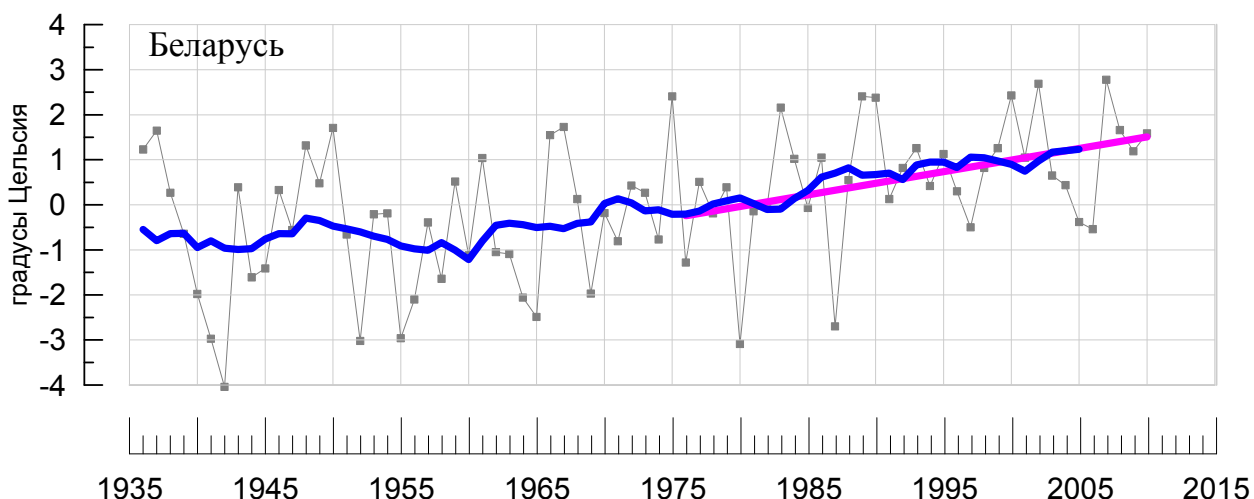


Рисунок 14. Средние сезонные (весна: март – май) аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по региону Республики Беларусь, 1936 – 2010 гг.

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

Тренд потепления за 1976-2010 гг. для Беларуси составил $0.52^{\circ}\text{C}/10$ лет (объясненная трендом дисперсия 16%).

Аномалия осадков, осредненная по территории Беларуси, составила 7.7 мм/месяц. Это 12 величина в ранжированном по убыванию ряду осадков с 1936 года. Для сравнения в 2009 году аномалия осадков, выпавших весной, составила +1.7мм/месяц (30-ая величина в ранжированном по убыванию ряду).

Тренд осадков за период 1976-2010 составил 1.9мм/10лет. Но процент объясненной трендом дисперсии ряда составляет лишь 4%, что не позволяет определенно говорить о наличии однонаправленных тенденций изменения осадков за этот период времени.

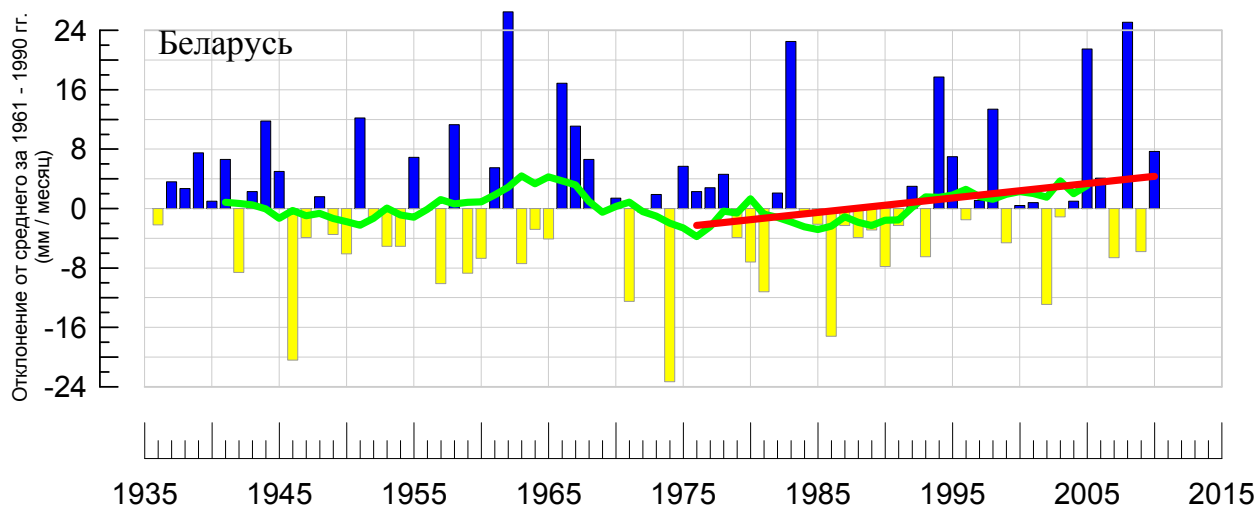


Рисунок 15. Средние за сезон (весна 2010: март – май) аномалии осадков (мм/месяц) для республики Беларусь.

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 16– соответствующие этим данным пространственные распределения аномалий (поля изолиний), также ежемесячно и для сезона в целом.

Таблица 10.

Средние месячные и сезонные температуры и аномалии температуры на станциях Беларусь весной 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)							
Весна2010	7.5	7.7	7.1	9.2	9.0	8.5	8.8
Март	-1.0	0.1	-1.7	3.1	2.1	0.2	-0.7
Апрель	8.2	8.5	8.0	9.3	9.0	9.0	9.7
Май	15.3	14.6	14.9	15.1	15.8	16.3	17.5
б) аномалия температуры (град. Цельсия)							
Весна2010	2.2	1.9	1.5	1.7	1.9	1.4	1.9
Март	1.2	1.5	0.2	2.0	2.0	0.6	0.1
Апрель	2.7	2.5	2.3	1.6	1.5	1.6	2.3
Май	2.6	1.7	1.9	1.4	2.1	2.1	3.2

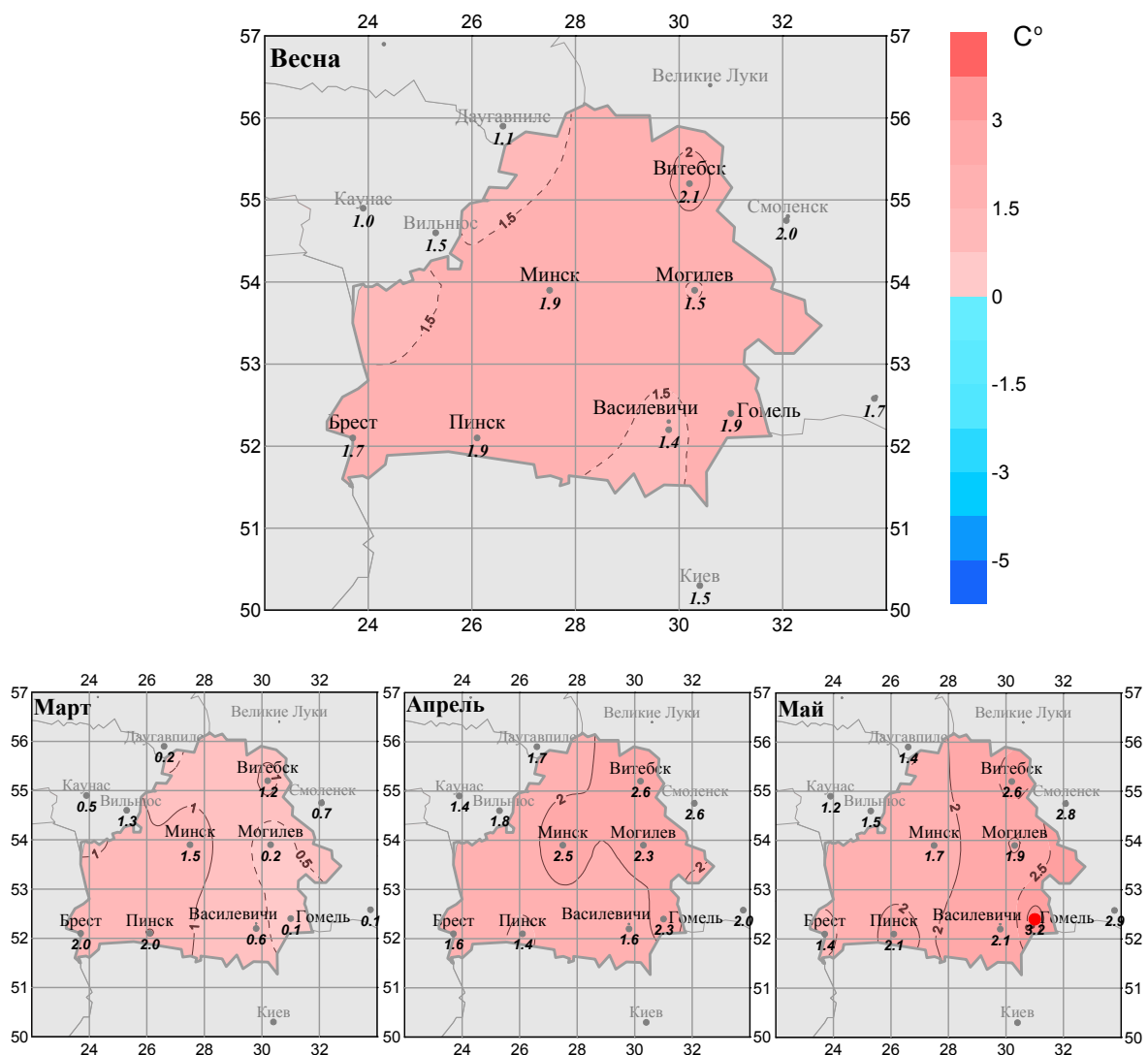


Рисунок 16. Средняя сезонная и средние месячные аномалии температуры приземного воздуха (относительно 1961-1990 гг., °C) на территории республики Беларусь: весна 2010, март – май.

Цифрами приведены значения аномалий (в градусах Цельсия) на станциях. Красным кружком показана станция, на которой в мае температура была выше 95% процентиля.

Весна в целом была теплой. Средние сезонные аномалии температуры воздуха на станциях от 1.4°C (в Василевичах) до 2.2°C (в Витебске). Теплыми были апрель и, особенно, май с аномалиями температуры на станциях от 1.4°C (в Минске) до 3.2°C (в Гомеле). В Гомеле так тепло в мае бывает один раз в 25 лет (вероятность непревышения температуры составляет на этой станции 96%).

В таблице 11 и на рисунке 17 аналогичные данные приведены для количества выпавших за сезон (месяц) осадков.

На большей части территории республики в целом за весну количество выпавших осадков было близко к сезонной норме. Но при этом, на западе республики - выше нормы (около 130% нормы), а на северо-востоке (в Витебске) количество выпавших осадков составило 173% нормы – так много осадков весной на этой станции выпадает один раз в 25 лет (вероятность непревышения составляет 96%).

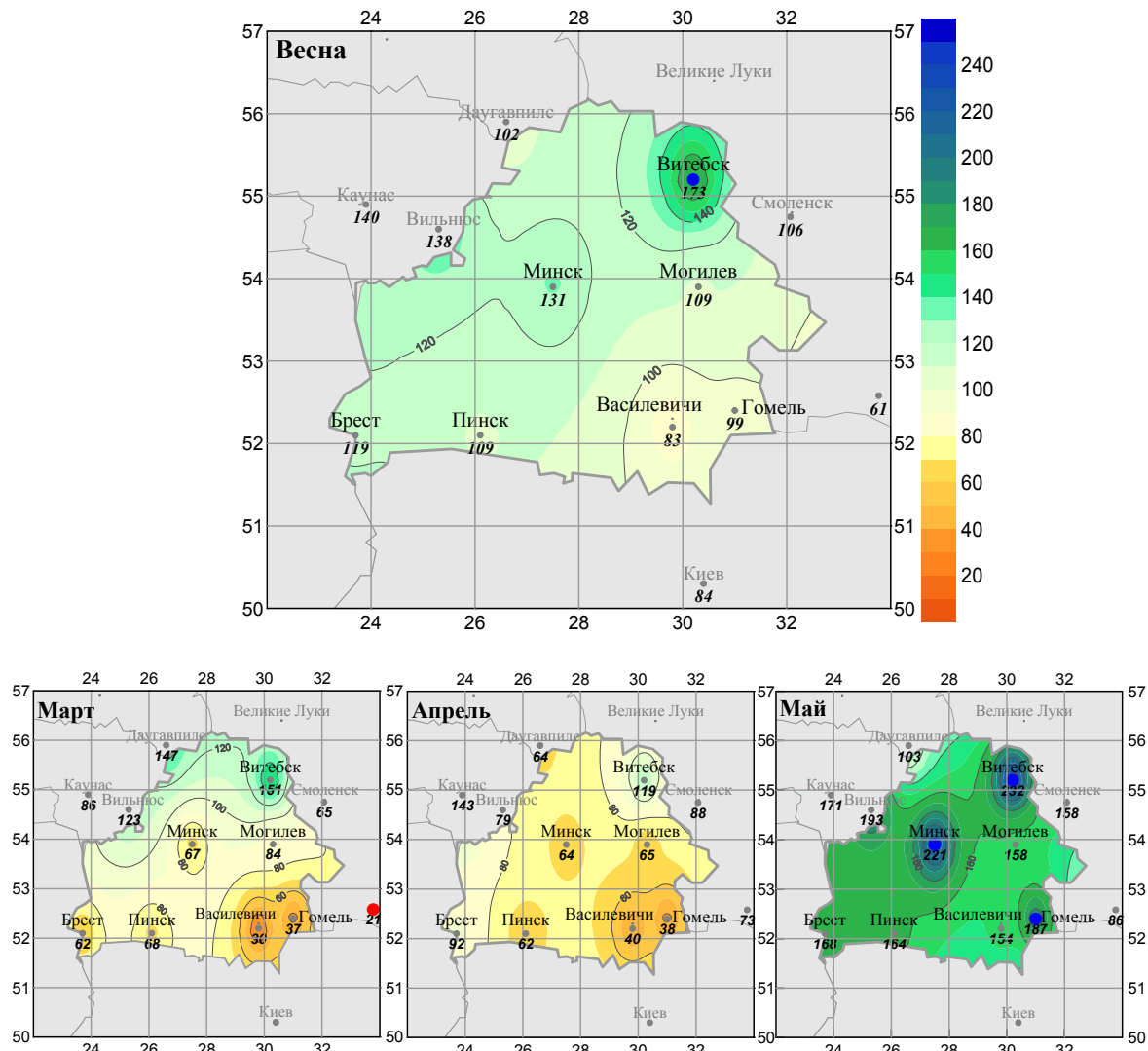


Рисунок 17. Средняя сезонная и средние месячные аномалии атмосферных осадков (в процентах от норм за 1961-1990 гг.) на территории республики Беларусь (весна 2010).

Цифрами приведены значения аномалий осадков в процентах от нормы на станциях. Синими кружками показаны станции, на которых количество выпавших осадков больше 95% процентиля.

В марте влажно на севере республики (в Витебске выпало 151% нормы осадков) и сухо на юге (в Василевичах и в Гомеле выпало лишь 30% и 37% нормы соответственно).

В 2010 г. на территории Беларуси – май самый влажный месяц в весеннем сезоне. На большей части республики количество выпавших осадков было больше 150% нормы. На трех станциях: Минск, Витебск, Гомель аномалии осадков были больше 95% процентиля. На станции Минск (136 мм/месяц) так много осадков выпало впервые за период с 1936 по 2010гг.

Таким образом, весна на территории Беларуси была теплой. Особенно в тепло было в мае, а на станции Гомель количество выпавших осадков в мае было больше 95% процентиля.

Количество выпавших осадков весной на территории Беларуси было близко к норме. При этом в марте и в апреле на большей части республики наблюдался дефицит осадков, а в мае наблюдался избыток осадков (в Минске, Витебске и в Гомеле количество выпавших осадков было больше 95% процентиля).

Таблица 11.

Месячные и сезонные суммы осадков на станциях Беларуси весной 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)							
Весна2010	73.0	63.7	47.3	51.0	44.0	36.0	38.7
Март	59	28	29	19	20	10	12
Апрель	46	27	26	36	23	18	14
Май	114	136	87	98	89	82	90
б) Аномалия сумм осадков за месяц /сезон / (% от нормы)							
Весна2010	<i>139.9</i>	<i>106.2</i>	<i>131.2</i>	<i>56.9</i>	<i>119.2</i>	<i>108.9</i>	<i>83.2</i>
Март	86.4	65.4	67.0	75.8	62.2	67.6	29.7
Апрель	143.4	87.9	64.0	60.0	91.5	61.7	39.9
Май	170.6	158.2	220.8	31.9	167.6	163.9	153.8
в) Аномалия сумм осадков за месяц /сезон / (мм/месяц)							
Весна2010	<i>24.1</i>	<i>15.1</i>	<i>4.0</i>	<i>8.2</i>	<i>3.6</i>	<i>-7.4</i>	<i>-14.4</i>
Март	20.0	-13.8	-5.6	-11.6	-9.6	-23.7	-20.4
Апрель	7.2	-15.2	-14.3	-3.3	-14.3	-27.2	-23.2
Май	64.8	74.4	31.8	39.5	34.7	28.7	42.0

ВЫВОДЫ

Потепление в весенний период продолжается как в целом для Северного полушария, так и для России. Линейный тренд за 1976-2010 гг. составляет 0.33°C/10 лет и 0.53°C/10 лет соответственно (процент объясненной трендом дисперсии ряда 72% и 25%).

Наиболее интенсивное потепление на территории страны наблюдается в азиатских регионах, особенно в Восточной Сибири (скорость потепления составляет 0.73°C/10 лет). В европейской части страны скорость потепления меньше и составляет 0.41°C/10 лет.

В весенний период на большей части страны прослеживается тенденция к увеличению сумм осадков (в пределах 0 - 15% нормы за 10 лет). Наиболее интенсивный рост осадков (10% и более нормы за 10 лет) наблюдается в Поволжье, на Южном и Среднем Урале, на востоке Якутии, на Чукотке.

Весна 2010 года для Северного полушария в целом была аномально теплой. Аномалия температуры составила 1.05°C - второе место по величине в ряду наблюдений с 1936 г.

Аномалия температуры по территории России в целом составила 0.71°C. Это лишь 22-ая по величине аномалия за последние 75 лет.

Весна была теплой на ЕЧ РФ, на Таймыре и в низовье Лены. На 55-ти станциях страны температуры были выше 90% перцентиля, средние сезонные аномалии температуры достигали 3.4°C в европейской части страны (в основном, за счет теплых апреля и мая) и 4.2°C на азиатской части РФ (в основном, за счет очень теплого мая).

Холодно на юге Сибирского и Дальневосточного ФО (за счет холодного марта и, особенно, апреля). На 17-ти станциях сезонные температуры были ниже 10% процентиля.

Следует выделить апрель, как аномально холодный, и май, как аномально теплый, месяцы.

В апреле большая область крупных отрицательных аномалий наблюдалась на востоке Дальневосточного и на юге Сибирского ФО. На 28-ми станциях области температуры были ниже 10% процентиля, а на 17-ти из них – ниже 5% процентиля.

В мае было очень тепло на территории ЕЧ РФ, в Дальневосточном ФО, на востоке Сибирского ФО. На 129 станциях страны температуры были выше 90% процентиля, а на 27-ми их них были зафиксированы рекорды максимумов среднемесячной температуры.

Количество выпавших осадков в целом по России было близко к норме (аномалия осадков составила 0.6 мм/месяц – это 34 значение в ранжированном по убыванию ряду наблюдений). Больше всего осадков весной выпало в регионе Приамурье и Приморье 7.3 мм/месяц.

Дефицит осадков весной наблюдался на побережье Охотского моря за счет «сухого» апреля и «сухого» мая. На девяти станциях количество выпавших осадков было меньше 10% процентиля.

Значительный избыток осадков наблюдался на Северном Кавказе, в Забайкалье и на Чукотке, в основном, за счет «влажного» марта в этих районах, а в Забайкалье еще и за счет «влажного» мая.