

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И
МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(РОСГИДРОМЕТ)

ДОКЛАД
ОБ ОСОБЕННОСТЯХ КЛИМАТА
НА ТЕРРИТОРИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЗА 2007 ГОД

Москва, 2008 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА	5
2. АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ	14
3. СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ ЗИМОЙ 2006-2007 гг.	21
4. ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ	25
5. ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТА И ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СЕВЕРНОЙ ПОЛЯРНОЙ ОБЛАСТИ И СЕВЕРНОМ ЛЕДОВИТОМ ОКЕАНЕ	27
6. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ОЗОНА НАД ТЕРРИТОРИЕЙ РФ.....	32
ВЫВОДЫ	34

ВВЕДЕНИЕ

Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации является официальным изданием Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

В докладе приводится информация о состоянии климата Российской Федерации и ее регионов в 2007 году в целом и по сезонам, данные об аномалиях климатических характеристик и экстремальных погодных и климатических явлениях. Под аномалиями здесь понимаются отклонения наблюдаемых значений от «нормы», за которую принято многолетнее среднее за базовый период (1961-1990 гг., по рекомендации ВМО). Все оценки, приведенные в Докладе, получены на основе данных гидрометеорологических наблюдений на станциях государственной наблюдательной сети Росгидромета (ссылки на списки используемых станций приведены в соответствующих разделах Доклада).

По сравнению с Докладом за 2006 год, в настоящий Доклад дополнительно введены разделы: снежный покров, особенности климата в северной полярной области (СПО), океанографические условия в Арктическом бассейне, распределение общего содержания озона (ОСО).

Для сравнения и оценок климатических изменений в Докладе приведены временные ряды климатических переменных (температура приземного воздуха, атмосферные осадки, высота снежного покрова, протяженность морского льда и др.) за достаточно длительный период времени, кончающийся 2007 годом. Временные ряды приводятся, как правило, для средних годовых и сезонных аномалий исследуемых величин, осредненных по всей территории России и по территории крупных физико-географических регионов (Рис.1).

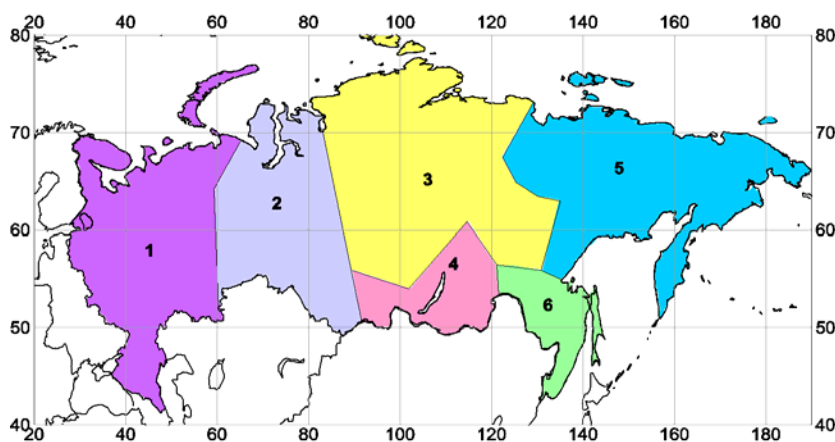


Рис.1. Физико-географические регионы, используемые в Докладе:

- 1 - Европейская часть России (включая северные острова ЕЧ России),
- 2 - Западная Сибирь,
- 3 - Средняя Сибирь,
- 4 - Прибайкалье и Забайкалье,
- 5 - Восточная Сибирь (включая Чукотку и Камчатку),
- 6 - Приамурье и Приморье (включая Сахалин)

Доклад подготовлен Государственным учреждением «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» (ИГКЭ) совместно с Государственным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных» (ВНИИГМИ-МЦД), Государственным учреждением «Гидрометеорологический научно-исследовательский

центр Российской Федерации», Государственным учреждением «Центральная аэрологическая обсерватория», Государственным учреждением «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт» (ААНИИ) с участием и при координации Управления научных программ, международного сотрудничества и информационных ресурсов Росгидромета.

Доклады за предыдущие годы можно найти на Интернет-сайте Росгидромета: <http://www.meteorf.ru>. Дополнительная информация о состоянии климата Российской Федерации и бюллетени мониторинга климата размещаются на Интернет-сайтах ИГКЭ: <http://climatechange.su> и ВНИИГМИ-МЦД: http://www.meteo.ru/climate_var. Данные о гидрометеорологическом режиме полярных областей и о морских льдах представлены на сайте ААНИИ <http://www.aari.nw.ru>. На этих же сайтах размещены списки станций, данные которых использованы в материалах Доклада.

1. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА

Для территории России в целом, 2007 год оказался рекордно теплым: средняя годовая температура воздуха, осредненная по территории России, в 2007 году превысила «норму» на величину 2.10°C – значение, максимальное за период с 1886 г. Предыдущие максимумы зафиксированы в 1995 и 2005 гг., когда превышения «нормы» составили 2.07°C и 1.54°C , соответственно (базовый период 1961-1990 гг.).

Многолетние изменения температуры воздуха. Общее представление о характере современных изменений температуры на территории РФ дают временные ряды средних годовых и сезонных аномалий температуры, осредненных по всей территории России (рис. 1.1, 1.2) и по территории ее физико-географических регионов (рис. 1.3). На всех временных рядах показан линейный тренд, характеризующий общую тенденцию (среднюю скорость) изменений температуры на рассматриваемом временном интервале (рассчитан методом наименьших квадратов по данным исследуемых временных рядов). В Докладе тренд температуры оценен на интервале 1976 - 2007 гг. в градусах за десятилетие ($^{\circ}\text{C}/10$ лет). Временные ряды приводятся с 1936 года. Приведенные оценки получены по данным станционных наблюдений с 1936 по 2007 гг., усредненным сначала по календарным сезонам каждого года и за год в целом, а затем - по территории регионов. Зимний сезон включает декабрь предыдущего года. Под «годом» понимается интервал времени с января по декабрь текущего года. Пространственное осреднение выполнено по данным 455 станций России, стран СНГ и Балтии (каталог станций см. на сайте <http://climatechange.su>). Детализация структуры месячных аномалий выполнена по данным 8-ми срочных наблюдений, поступающим по каналам связи в виде сообщений СИНОП (каталог станций см. на сайте <http://www.meteo.ru>)."

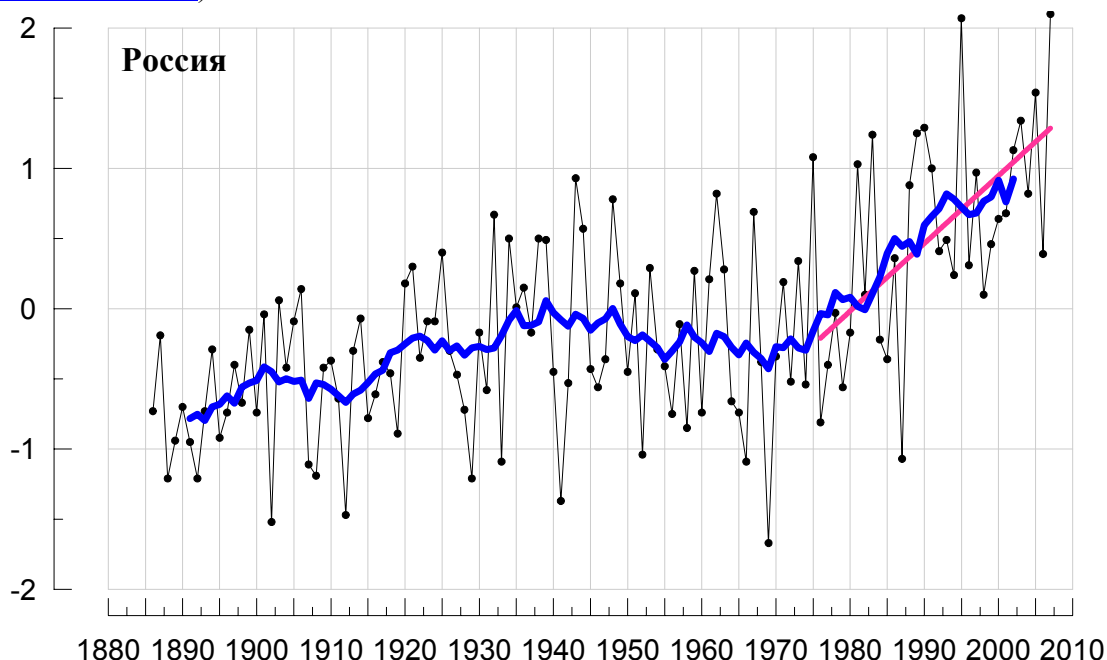


Рис. 1.1. Аномалии среднегодовой (январь–декабрь) температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории РФ, 1886 – 2007 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961-1990 гг.

Кривая линия соответствует 11-летнему скользящему осреднению. Прямой линией показан линейный тренд за 1976-2007 гг.

Можно видеть, что 2007 год, по уровню регионально осредненных среднегодовых температур, как в целом для территории России, так и для ее регионов, оказался экстремально теплым (рекордным или вторым, после 1995). Лишь в Приамурье и Приморье в 2007 г. среднегодовая температура, хотя и была аномально высокой, уступила рекордному для этого региона 1990 году и повторила уровень 1989 и 1995 гг. Сезонные аномалии температуры, в среднем для Российской территории (рис.1.2), были не столь экстремальными, но существенно положительными.

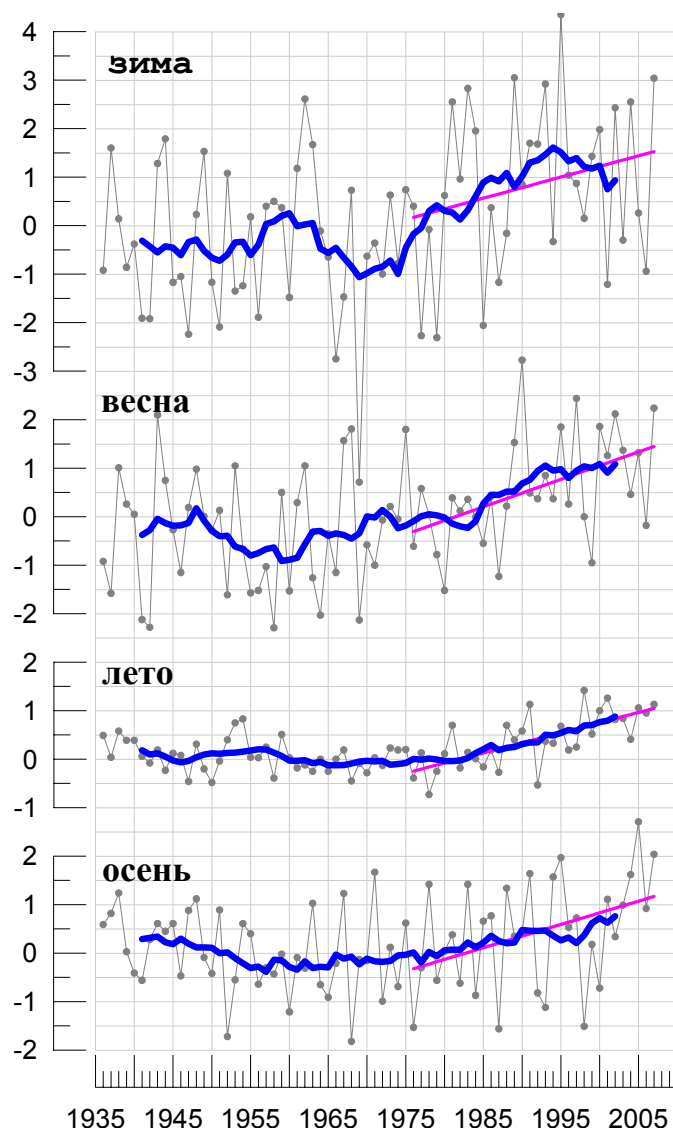


Рис.1.2. Средние сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории РФ, 1936 – 2007 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961-1990 гг. Кривая линия соответствует 11-летнему скользящему осреднению. Прямой линией показан линейный тренд за 1976-2007 гг.

После 1970-х гг. в каждом из регионов (в целом) продолжается потепление – линии трендов во всех приведенных временных рядах регионально осредненных температур восходящие (рис.1.1, 1.3). Количественные оценки трендов приведены для всех регионов в табл. 1.1. В качестве оценок в таблице приведены: b - коэффициенты линейного тренда ($^{\circ}\text{C}/10$ лет); и $d\%$ – вклад тренда в дисперсию ряда (или доля дисперсии, объясненная трендом).

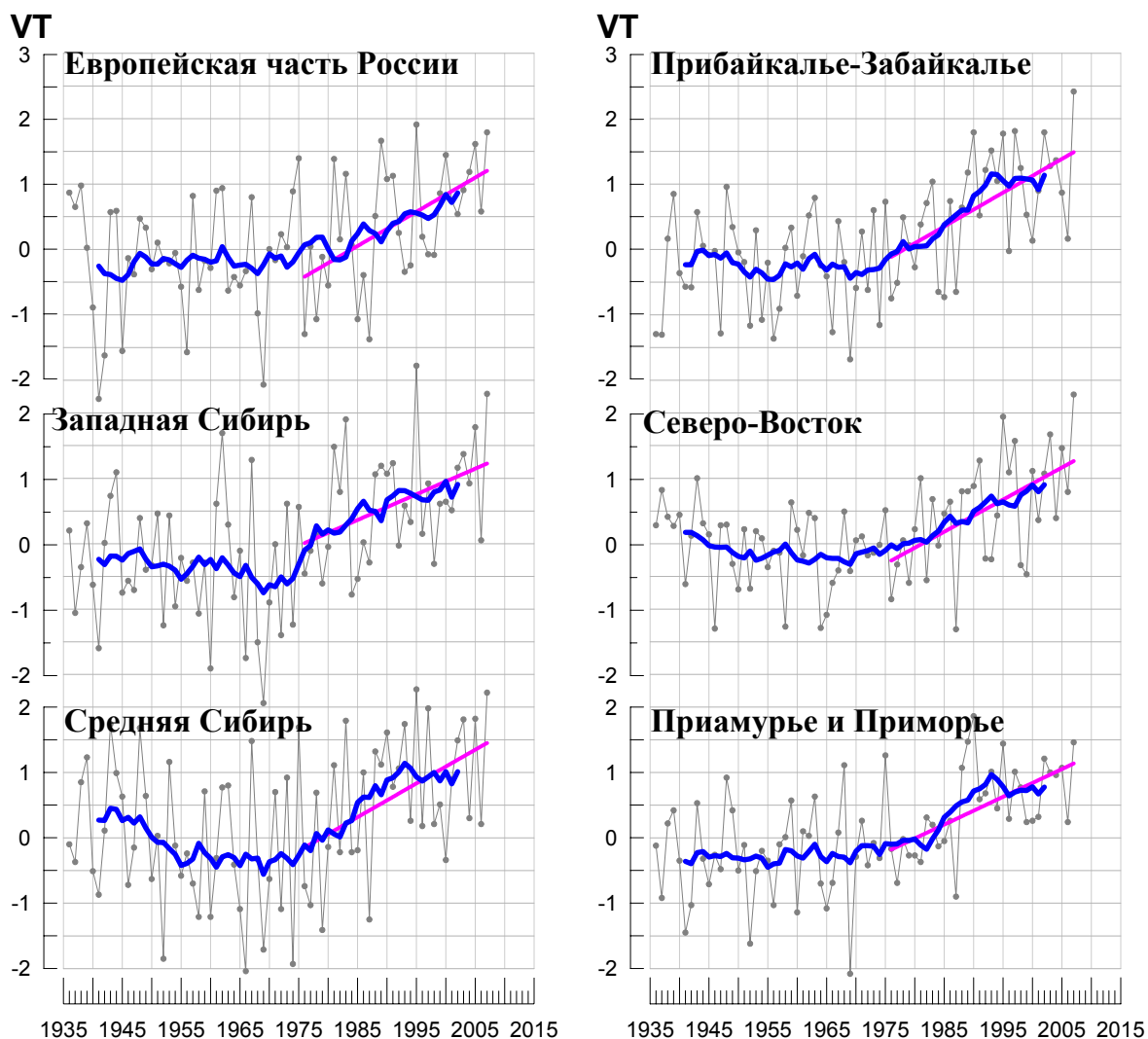


Рис. 1.3. Средние годовые аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) для регионов России, 1936-2007 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961-1990 гг.

Кривая линия соответствует 11-летнему скользящему осреднению. Прямой линией показан линейный тренд за 1976-2007 гг.

В соответствии с данными табл. 1.1, средняя скорость потепления в 1976-2007 гг. для территории России составила $0.48^{\circ}\text{C}/10$ лет. Наиболее интенсивным потепление среднегодовых температур в этот период было на Европейской части России ($0.53^{\circ}\text{C}/10$ лет), в Средней Сибири и в Прибайкалье - Забайкалье ($0.52^{\circ}\text{C}/10$ лет).

Сезонные оценки региональных трендов (табл. 1.1) позволяют определенно отметить тенденцию к потеплению в Восточной Сибири (кроме зимы), в Приамурье и Приморье (осенью) и в Прибайкалье и Забайкалье (в теплый период года). В остальных случаях, включая сезон зимы во всех регионах, однонаправленные тенденции в изменении соответствующих регионально осредненных температур ответственны за малую долю суммарной изменчивости (вклад в дисперсию ниже 20% и даже 10%). Единственная из региональных оценок указывает на тенденцию к похолоданию – для зимнего сезона в регионе Восточной Сибири. Однако, вклад тренда в дисперсию здесь слишком мал для суждения о реальных тенденциях изменения температуры в этом регионе и их устойчивости.

Более подробную картину современных тенденций в изменении приземной температуры дают географические распределения локальных коэффициентов линейного тренда, оцененных по данным индивидуальных станций. На рис. 1.4 такие

распределения приведены для среднегодовых и сезонных температур на территории России, также за 1976-2007 гг. Основные черты этих распределений хорошо согласуются с анализом регионально осредненных рядов.

В среднем за год потепление происходило практически на всей территории. Зимой в Восточной, а осенью в Западной Сибири отмечено похолодание. Наиболее интенсивным потепление было в южных и западных районах Европейской части зимой, в Западной и Средней Сибири – весной, в Восточной Сибири – весной и осенью.

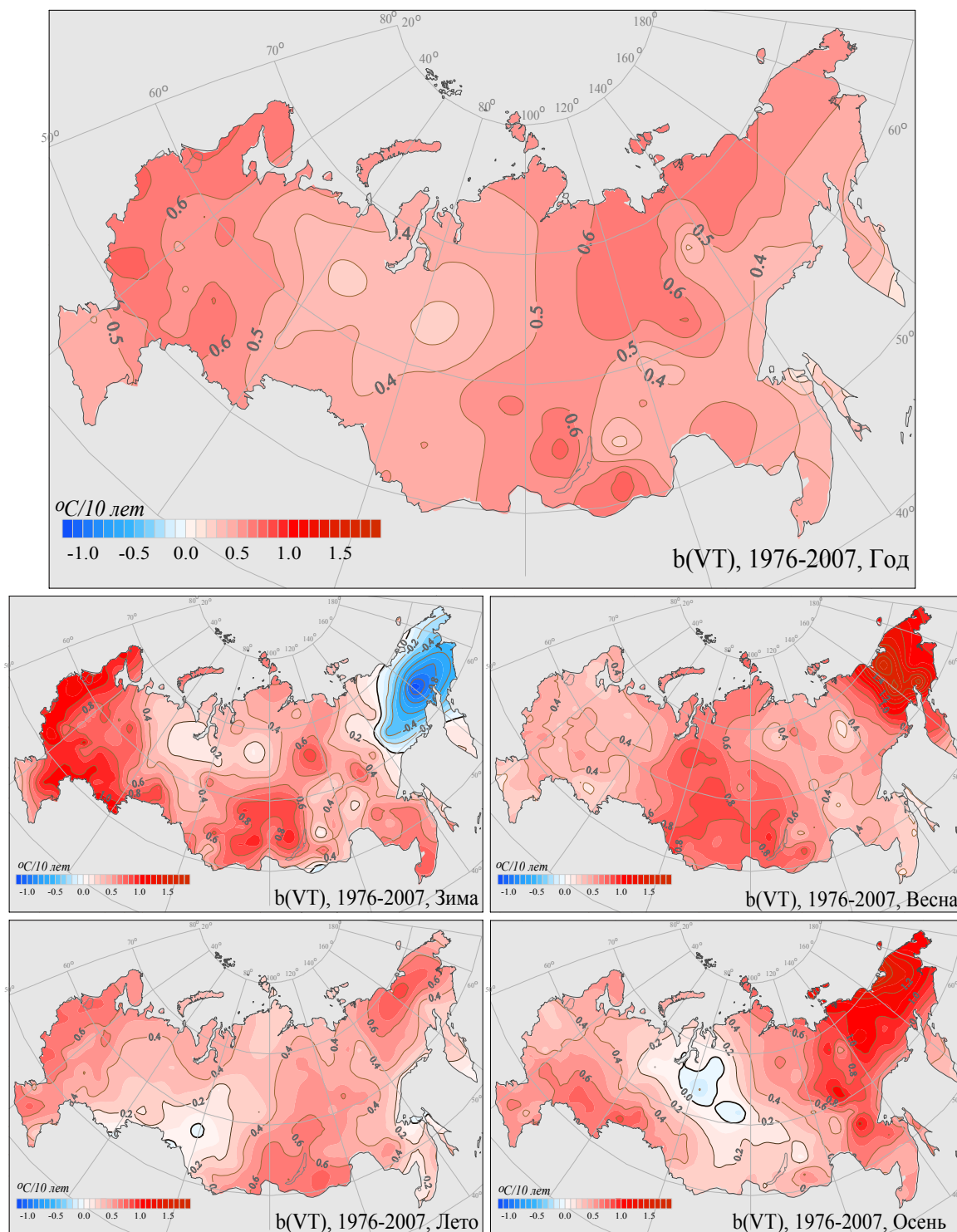


Таблица 1.1

Оценки линейного тренда регионально осредненной температуры
приземного воздуха для регионов России за 1976-2007 гг.:

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

	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$
Россия	0.48	34	0.44	6	0.57	23	0.42	50	0.48	16
Европейская часть	0.53	29	0.77	10	0.36	9	0.47	22	0.48	13
Западная Сибирь	0.39	18	0.44	3	0.64	15	0.21	6	0.28	3
Средняя Сибирь	0.52	22	0.54	4	0.60	15	0.44	25	0.34	3
Прибайкалье и Забайкалье	0.52	33	0.50	5	0.66	21	0.59	42	0.29	5
Восточная Сибирь	0.49	29	-0.18	2	0.80	25	0.47	35	0.87	35
Приамурье и Приморье	0.42	35	0.54	10	0.30	8	0.27	18	0.57	28

Особенности температурного режима в 2007 г. Как уже отмечалось, 2007 год в целом по России был рекордно теплым. Аномалия среднегодовой температуры воздуха, осредненной по территории России, составила 2.1°C (рис.1.1). В целом для России наиболее заметная особенность 2007 года – каждый из сезонов вошел в первую четверку самых теплых лет за период наблюдений с 1936 г. Числовые значения сезонных и годовых аномалий 2007 года, осредненных по территории регионов, приведены для всех регионов в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Средние годовые (январь-декабрь) и сезонные аномалии
температуры приземного воздуха в регионах России в 2007 году.
*Аномалии рассчитаны (в °C) как отклонения от соответствующих
средних за 1961-1990гг.*

Регион	Год	Зима	Весна	Лето	Осень
Россия	2.1	3.0	2.2	1.1	2.0
Европейская часть	1.8	3.5	2.2	1.3	1.2
Западная Сибирь	2.3	4.5	2.4	0.8	2.4
Средняя Сибирь	2.2	3.9	2.1	0.6	2.5
Прибайкалье и Забайкалье	2.4	3.7	1.8	1.5	2.3
Восточная Сибирь	2.3	0.3	3.2	1.6	2.6
Приамурье и Приморье	1.5	2.0	0.7	1.0	1.4

Рекордно теплым 2007 год был в Прибайкалье и Забайкалье и в Восточной Сибири. На Европейской территории России, в Западной и Средней Сибири этот год был вторым самым теплым после 1995 г. Более детально региональные особенности температурного режима 2007 года на территории России представлены на рис. 1.5.

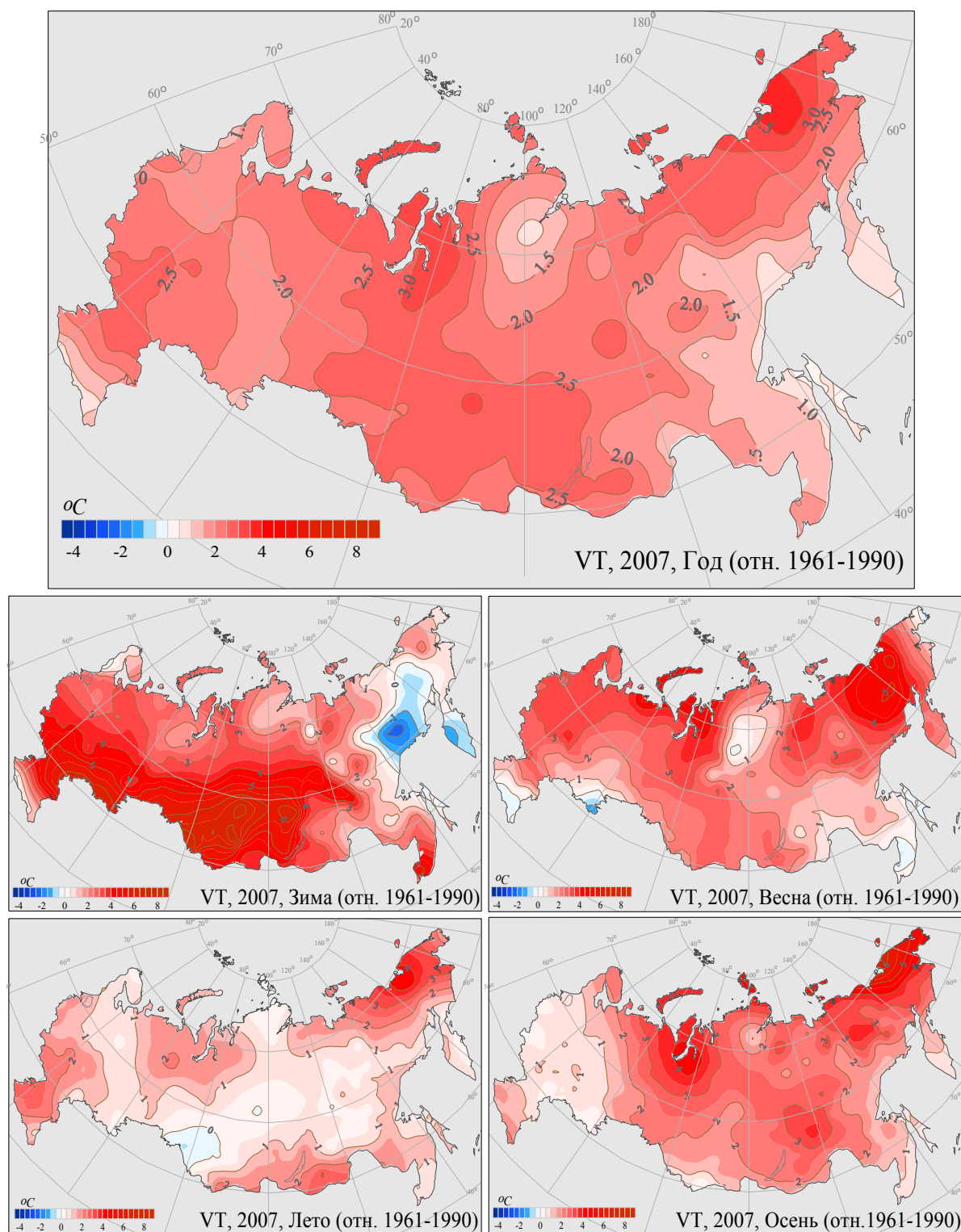


Рис. 1.5. Поля аномалий температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) на территории России, осредненных за 2007 год (январь-декабрь) и сезоны: зима (декабрь 2006-февраль 2007 гг.), весна, лето, осень 2007 г.

Зима, за исключением *февраля*, оказалась теплой на всей Европейской части России, в регионах Западная и Средняя Сибирь. В *декабре и январе* положительные аномалии температуры отмечались на обширной территории России, от западных границ до р. Лена. Максимальные аномалии среднемесячной температуры воздуха

отмечены в январе в северных районах Красноярского края (более 14°C) и на юго-западе Республики Саха - Якутия (более 12°C).

На европейской территории России **в январе** положительные аномалии среднемесячной температуры воздуха в Поволжье и на Южном Урале превысили 10°C. В центральных областях ЕЧ особенно теплой была первая половина января. На многих метеорологических станциях (рис.1.6), в том числе и в Москве, были перекрыты дневные максимумы температуры воздуха.

Февраль был очень холодным на большей части европейской территории России. Минимальные температуры воздуха отмечены на востоке Северо-Западного и юге Северного районов. В северной части Сибири также преобладала очень холодная погода. На юге Таймырского АО, в Туруханском районе Красноярского края и на севере Эвенкии морозы достигали -40...-45°C, местами до -50...-52°C.

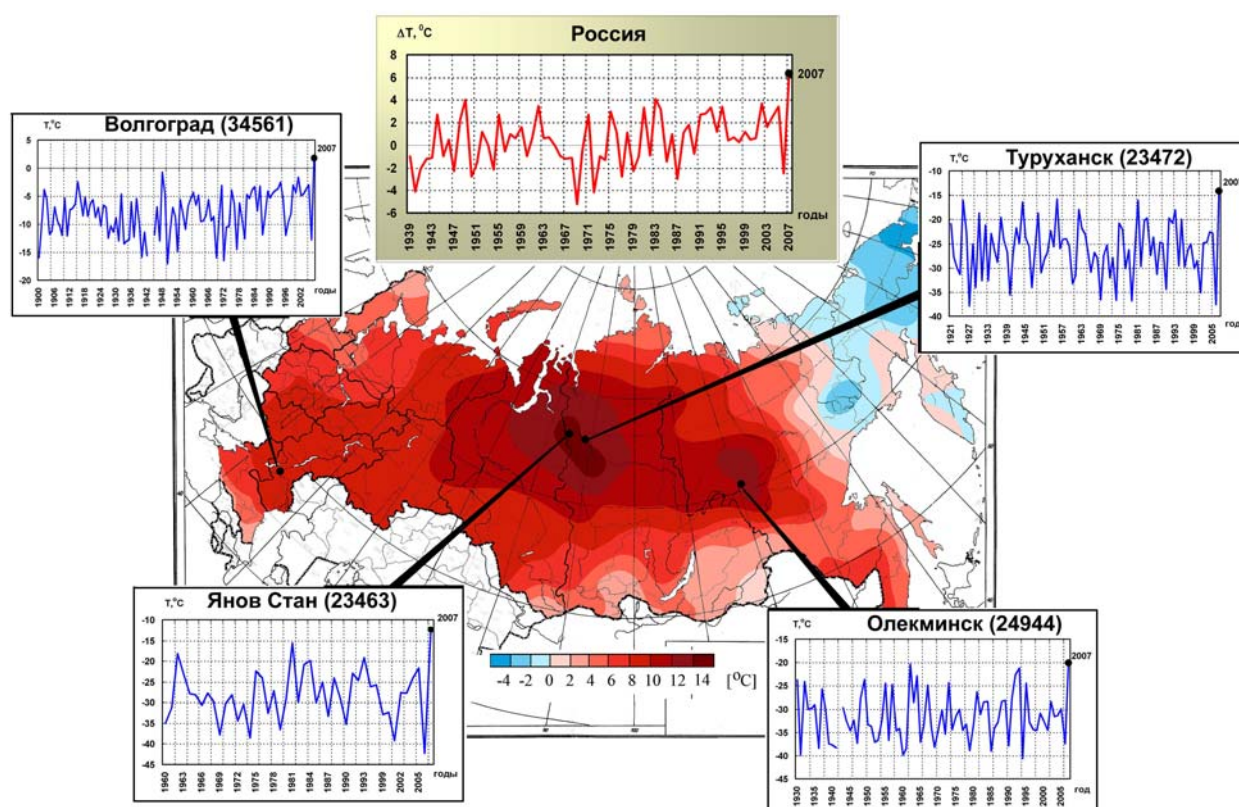


Рис. 1.6. Аномалии температуры воздуха в январе 2007 г.

На врезках приведены временные ряды среднемесячной январской температуры воздуха на метеостанциях Волгоград, Янов стан, Туруханск и Олекминск. На верхней врезке приведен временной ряд аномалии январской температуры, средней по территории России.

Весна на территории **России** в целом была теплее «нормы». Средняя по территории России температурная аномалия за сезон стала третьей по величине за рассматриваемый период. Необычно теплая погода наблюдалась на европейской территории России в **марте**, особенно во второй половине месяца. На многих станциях центральных областей ЕЧ вновь были превышены абсолютные суточные максимумы температуры воздуха (рис. 1.7) – на этих станциях март стал самым теплым за весь период наблюдений. На большей части страны **апрель** был теплым, особенно на азиатской территории. Максимальные аномалии среднемесячной температуры воздуха (более 10°C) отмечены на севере Западной Сибири, в Таймырском автономном округе. Практически на всей территории России, за исключением Сахалина и Южного

федерального округа, среднемесячная температура воздуха превышала норму, поэтому апрель 2007 года стал вторым самым теплым с 1891 года.

В последнюю неделю **мая** в центральных, восточных и южных областях европейской части России установилась жаркая и сухая погода. Температура воздуха в последние дни месяца в Центральном, Южном федеральных округах и на большей части Приволжского федерального округа достигала 30-37°C, а в южных районах Волгоградской области, северных районах Астраханской области, в республике Калмыкия 38-42°C. В ряде населенных пунктов, в т.ч. в Москве, были перекрыты абсолютные максимумы температуры для мая.

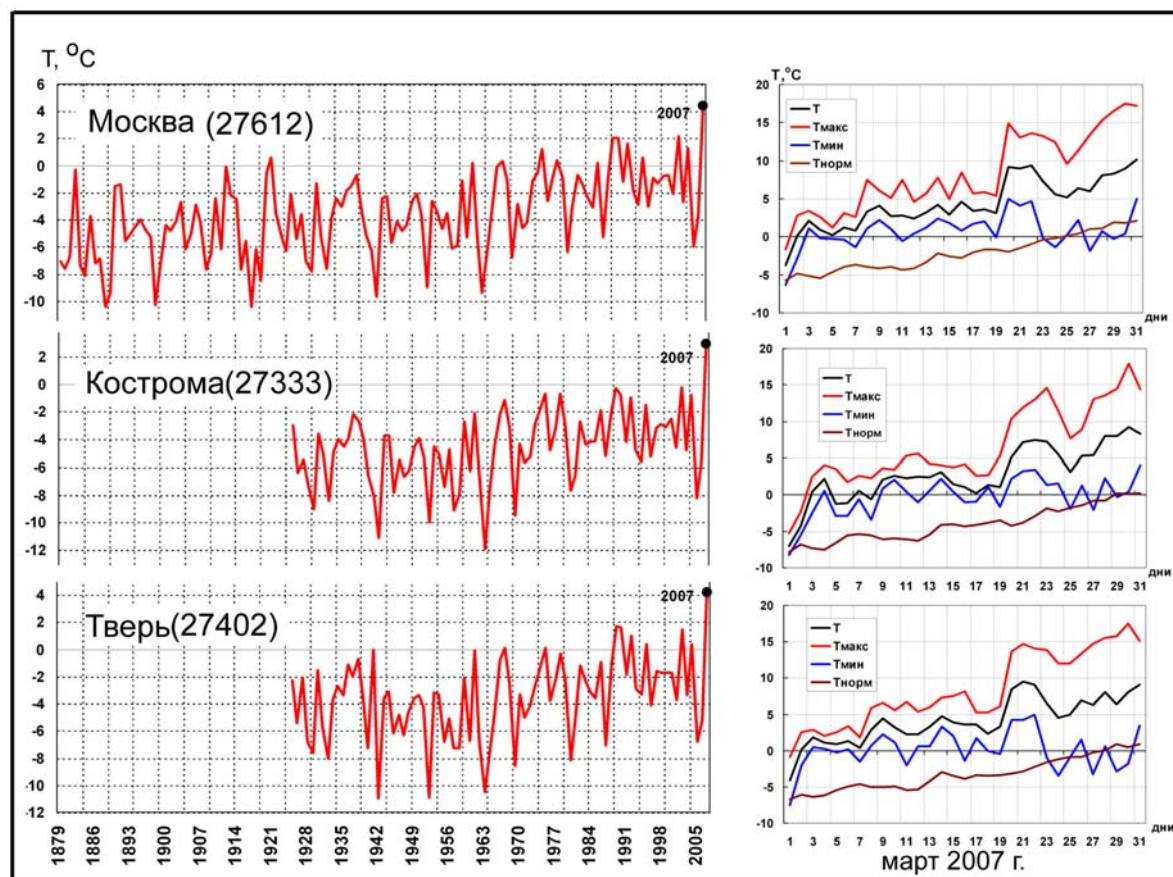


Рис. 1.7. Временные ряды среднемесячной температуры воздуха в марте и ход среднесуточной температуры в марте 2007 г. на некоторых метеостанциях Европейской части России

Лето для территории России в целом, как уже отмечалось, было теплым и заняло 4-е место в ранжированном ряду наблюдений с 1936 г. В Восточной Сибири это лето стало вторым самым теплым после 1991 года. Холодным был **июнь** на востоке Европейской части России и в Западной Сибири. В Южном федеральном округе в течение всего лета сохранялись положительные аномалии температуры, которые в сочетании с дефицитом осадков и низкой относительной влажностью воздуха в **июле** способствовали развитию суховейных явлений и засухи.

Август, в среднем для территории России, оказался самым теплым с 1936 г. (рис. 1.8). На европейской территории России максимальные температуры воздуха отмечались в Ростовской и Волгоградской областях, где август оказался самым теплым за последнее столетие.

Осень 2007 года, в целом для России, экстремально теплая - вторая после 2005 г. (за период с 1936 г.). Наибольшие положительные аномалии отмечались в Восточной Сибири (более 6°C) и на севере Западной Сибири (более 4°C).

Сентябрь теплее обычного был на всей территории России. Рекордные значения температуры воздуха отмечены, в частности, на севере Чукотки в Певеке, где аномалии среднемесячной температуры воздуха превысили 6°C .

В октябре на всей территории России среднемесячная температура воздуха также была выше нормы. Наибольшие аномалии отмечались на севере Западной Сибири, в Восточной Сибири. Очень теплым октябрь оказался на арктическом побережье и юго-востоке Якутии. В результате, на большей части страны повышенный температурный фон сохранялся уже в течение двух месяцев подряд.

На азиатской территории России очаг тепла сохранился и в **ноябре**. Область максимальных аномалий (более 8°C) осталась на прежнем месте – в районе Колымы и на севере Чукотки. Очередной рекорд отмечен на полюсе холода Северного полушария, в якутском городе Оймякон, где 7 ноября максимальная температура поднялась до отметки $-10,5^{\circ}\text{C}$, что выше климатической нормы почти на 20°C .

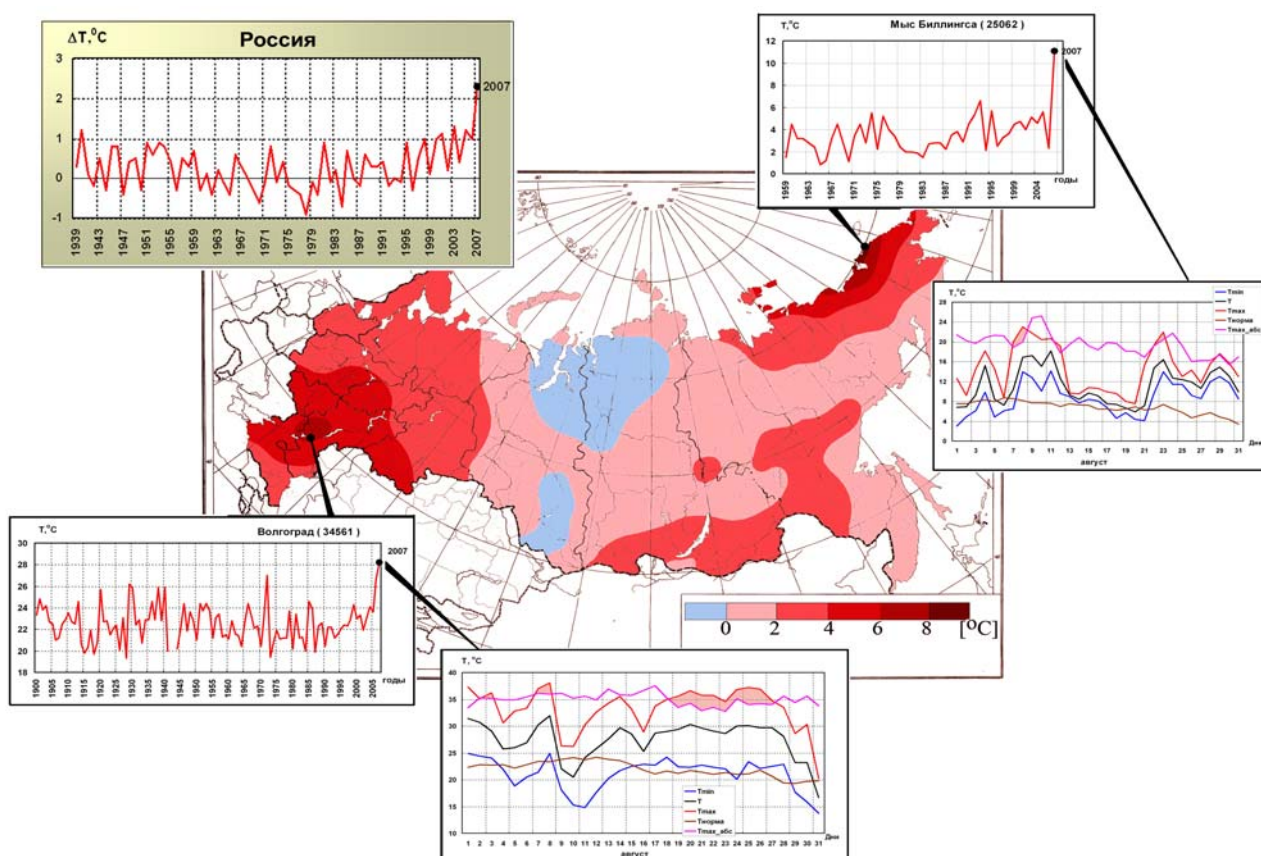


Рис.1.8. Аномалии температуры воздуха в августе 2007 г.

На врезках приведены временные ряды среднемесячных августовских температур за 1900-2007 гг., в том числе: средняя по России аномалия температуры (сверху, слева) и собственно температура на метеостанциях Волгоград и Мыс Биллингса. Дополнительно на тех же станциях приведен ход среднесуточных температур в августе 2007 года.

2. АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ

Изменения атмосферных осадков на территории России приведены по данным инструментальных наблюдений месячного и суточного разрешения, с 1936 по 2007 гг., на тех же станциях государственной наблюдательной сети России, что и изменения температуры (см. <http://climatechange.su>, <http://www.meteo.ru>).

Многолетние изменения количества атмосферных осадков. Временные ряды средних годовых и сезонных аномалий месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненных по территории России и ее физико-географических регионов, представлены на рис.2.1 - 2.3. На всех временных рядах показаны линейные тренды за период 1976 – 2007 гг. (этот период больше других характеризует антропогенные изменения современного климата). Отметим сложный характер межгодовых колебаний количества осадков, особенно с середины 1960-х гг.

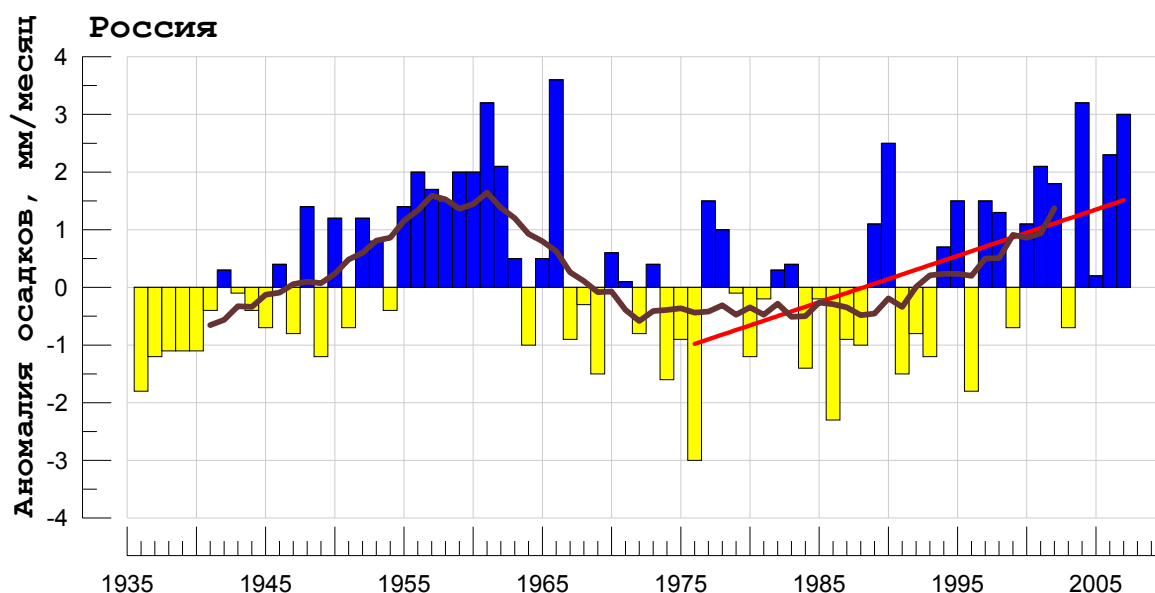


Рис. 2.1. Средние годовые (январь-декабрь) аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), в среднем для России за 1936-2007 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961-1990 гг. Кривая линия – 11-летнее скользящее среднее. Линейный тренд показан за 1976-2007 гг.

Условно можно выделить периоды увеличения осадков - до 1960-х и после 1980-х гг., а между ними – примерно два десятилетия разнонаправленных флуктуаций.

Количественные оценки линейного тренда регионально осредненных сумм осадков за 1976-2007 гг. приведены в табл. 2.1. Здесь b – коэффициенты линейного тренда, а $D\%$ – вклад тренда в суммарную дисперсию ряда. Напомним, что коэффициент тренда означает среднюю скорость линейного изменения осадков на рассматриваемом отрезке времени и выражен в мм/месяц за 10-летие (мм/месяц/10 лет). Вклад тренда в дисперсию характеризует долю (в %) суммарной межгодовой изменчивости, описываемую трендом (или существенность тренда при описании многолетних флуктуаций исследуемого ряда). Оценки получены по данным станционных наблюдений, осредненных за год и по календарным сезонам, а затем и по площади региона.

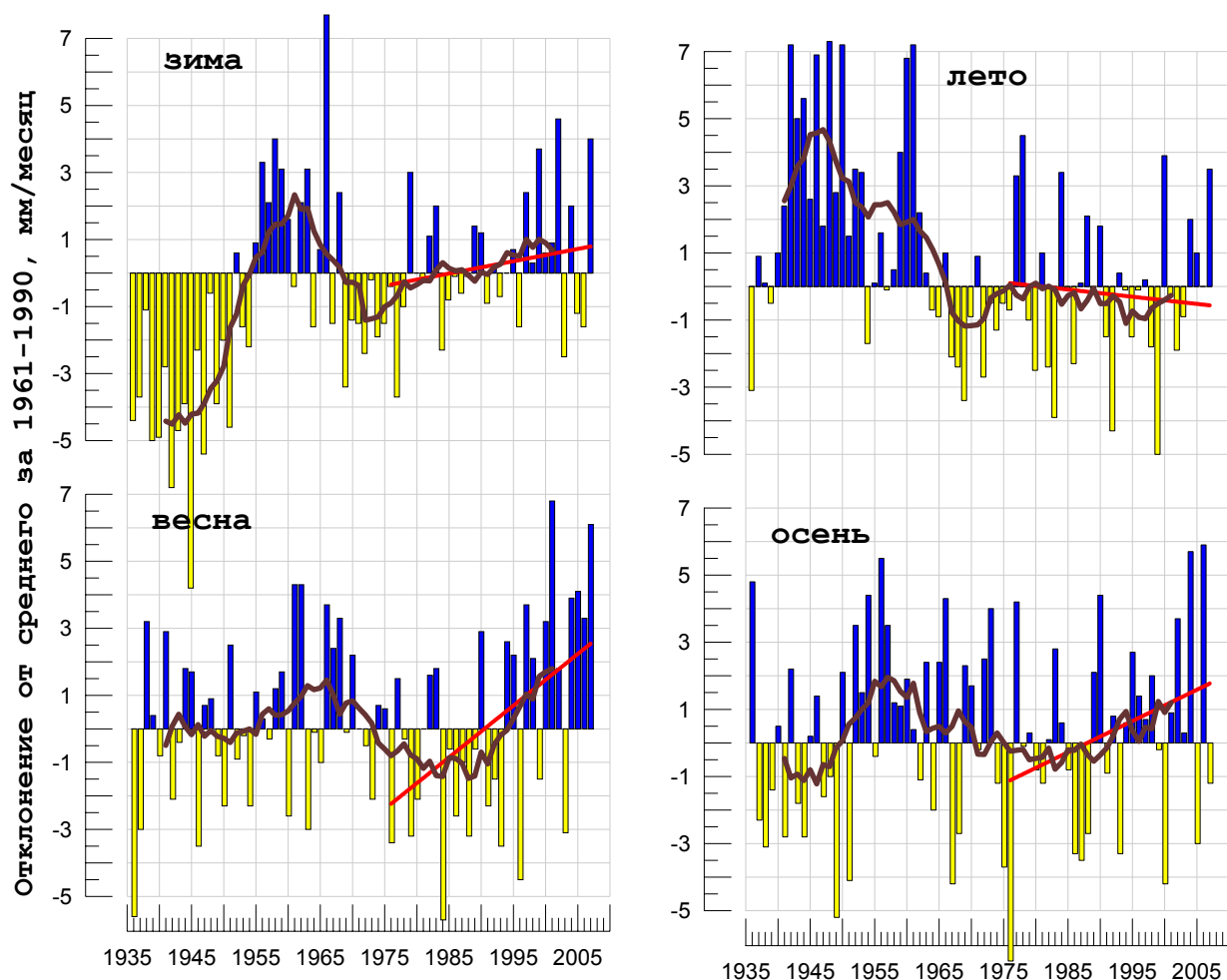


Рис. 2.2. Средние сезонные аномалии осадков (мм/месяц) для регионов России за 1936-2007 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961-1990 гг. Кривая линия – 11-летнее скользящее среднее. Линейный тренд показан за 1976-2007 гг.

В целом по территории России и в ее регионах (кроме Приамурья и Приморья) отмечается некоторое увеличение средних годовых осадков, наиболее заметное в Западной и Средней Сибири. Тренд среднегодовых осадков за 1976-2007 гг., в среднем по России, составляет 0.8 мм/месяц/10лет и описывает 23% межгодовой изменчивости.

В среднем для России наиболее заметной особенностью является рост весенних осадков (1.74 мм/месяц/10лет, вклад в дисперсию 27%), по-видимому, за счет сибирских регионов и европейской территории. Еще один заметный факт – убывание зимних и летних осадков в Восточной Сибири, летних и осенних – в Приамурье и Приморье, которое, однако, не проявилось в тенденциях осадков для России в целом, так как компенсировалось ростом осадков в Западной Сибири.

На рис.2.4 приведены пространственные распределения локальных коэффициентов линейного тренда осадков, дающие более детальную (в пространстве) картину современных тенденций в изменении режима осадков на территории России за 1976-2007 гг. Оценки трендов получены по точечным (станционным) данным об осредненных за год/сезон аномалиях месячных сумм осадков (мм/месяц). Коэффициенты трендов, рассчитанные в мм/месяц/10лет, затем нормированы на соответствующие сезонные/годовые «нормы» осадков (полученные осреднением месячных «норм») и выражены, в результате, в процентах от нормы за десятилетие (%/10 лет). Все оценки выполнены постанционно.

Таблица 2.1

Оценки линейного тренда осредненных по площади региона
и за год/сезон месячных сумм осадков для регионов России за 1976-2007 гг.:
 b , мм/месяц/10 лет – коэффициент линейного тренда, $D\%$ – вклад тренда в дисперсию

	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$
Россия	0.80	23	0.55	7	1.74	27	0.02	0	0.76	6
Европейская часть	0.67	5	1.40	9	2.43	17	-1.35	3	-0.02	0
Западная Сибирь	1.19	12	1.62	15	2.54	24	0.50	0	0.39	1
Средняя Сибирь	1.23	23	0.20	0	0.89	11	2.22	12	1.49	17
Прибайкалье и Забайкалье	0.57	4	0.24	1	0.52	1	0.18	0	1.39	9
Восточная Сибирь	0.69	5	-1.03	10	1.61	26	-0.27	0	1.95	13
Приамурье и Приморье	-0.17	0	0.42	2	2.17	6	-1.85	1	-1.27	2

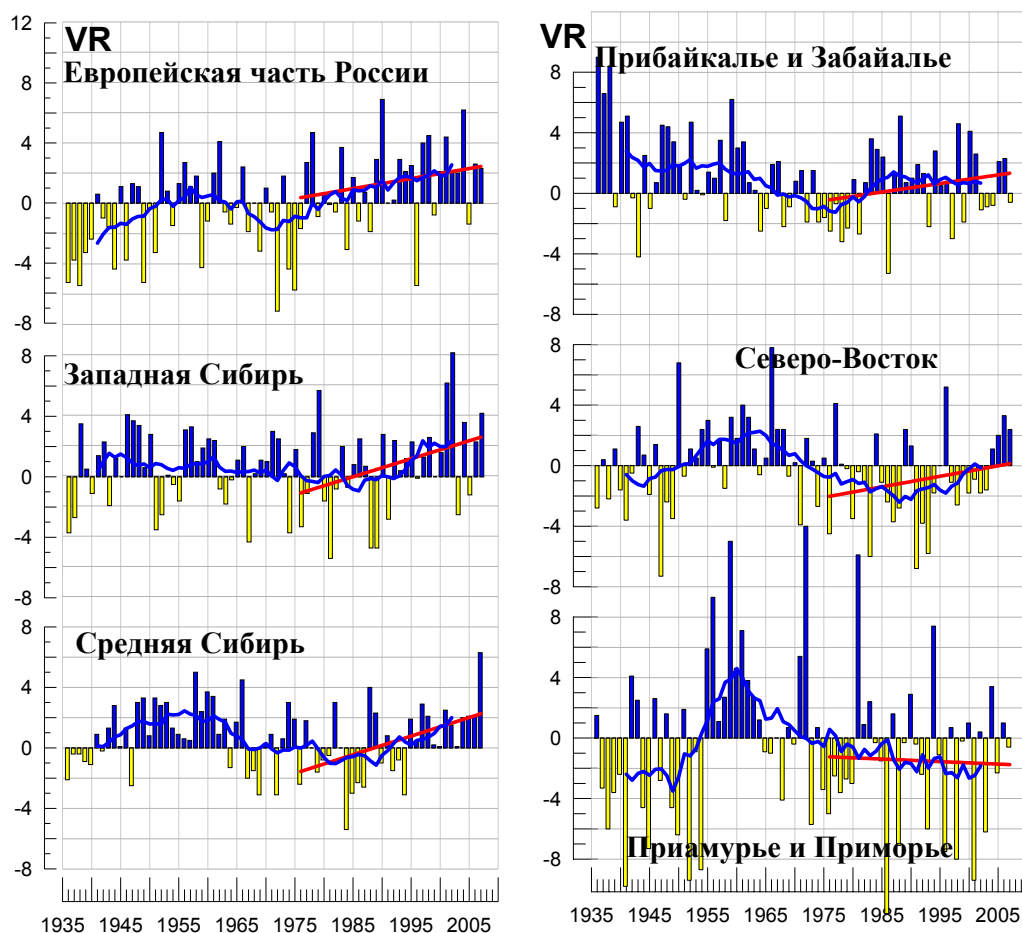


Рис. 2.3. Среднегодовые аномалии осадков (мм/месяц)
для регионов России за 1936-2007 гг. Усл. обозначения - см. рис.2.2

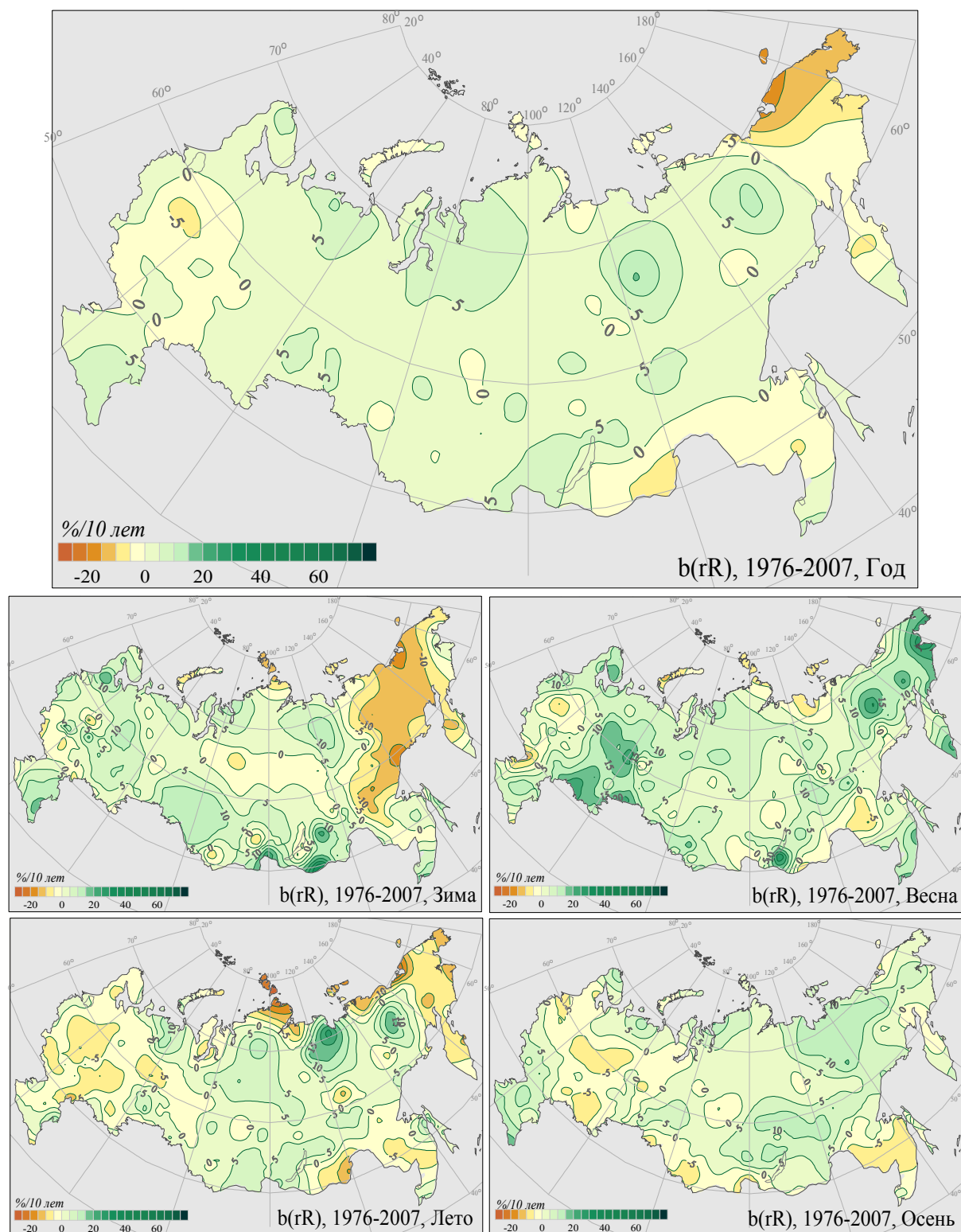


Рис. 2.4. Пространственные распределения локальных коэффициентов линейного тренда годовых и сезонных аномалий атмосферных осадков за 1976-2007 гг. на территории России (%/10 лет):
год, зима, весна, лето, осень.

В результате, коэффициенты линейного тренда на рис.2.4 выражены в процентах от локальной сезонной/годовой нормы осадков за десятилетие и характеризуют среднюю скорость локальных изменений атмосферных осадков на территории России в течение 1976-2007 гг.

Распределения оценок трендов подтверждают основные региональные и сезонные особенности, отмеченные выше при анализе регионально осредненных рядов осадков. Так, прослеживается рост весенних осадков в Западной Сибири и, заметно слабее, уменьшение летних осадков на европейской территории России. Обращает внимание северо-восточный регион, где наблюдается уменьшение зимних и летних осадков и рост весенних осадков.

Таким образом, в период 1976 – 2007 гг. на территории России в целом и во всех ее регионах (кроме Приамурья и Приморья) в изменениях годовых сумм осадков отмечалась тенденция к их увеличению, хотя по величине эти изменения были небольшими. Наиболее существенные сезонные особенности: рост весенних осадков в регионе Западная Сибирь и убывание зимних осадков в регионе Восточная Сибирь.

Особенности режима осадков в 2007 г. Наиболее подробно пространственные и сезонные особенности режима осадков в 2007 году представлены на рис.2.5, где приведены поля годовых и сезонных сумм выпавших осадков, выраженных в процентах от соответствующих норм (средних за 1961-1990 гг.). Числовые значения годовых и сезонных аномалий осадков (отклонения от нормы, в мм/месяц), осредненных по территории рассматриваемых шести регионов, приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Средние годовые (январь-декабрь) и сезонные аномалии месячных сумм атмосферных осадков в регионах России в 2007 году.
Аномалии рассчитаны (в мм/месяц) как отклонения от соответствующих средних за 1961-1990гг.

Регион	Год	Зима	Весна	Лето	Осень
Россия	3.0	4.0	6.1	3.5	-1.2
Европейская часть	2.3	8.1	5.1	3.1	-3.6
Западная Сибирь	4.2	10.3	14.3	5.0	-6.8
Средняя Сибирь	6.3	3.8	3.5	11.5	6.2
Прибайкалье и Забайкалье	-0.6	1.8	7.7	-8.9	-2.2
Восточная Сибирь	2.4	2.4	3.2	2.9	0.8
Приамурье и Приморье	-0.6	-3.5	7.7	-2.5	-7.3

Как отмечалось выше, в 2007 году количество выпавших осадков в целом по России значительно превышало норму (рис.2.1). В ряду наблюдений с 1936 г., ранжированных по суммарному количеству годовых осадков, 2007 год был четвертым, а по количеству весенних осадков – вторым самым дождливым. Рекордным было количество годовых осадков в Средней Сибири, зимних и весенних – в Западной Сибири.

Зима в целом для России было влажной (4-е место в ряду наблюдений). Рекордными были зимние осадки в Западной Сибири. Больше обычного выпало снега на юго-востоке Европейской территории.

Весна 2007 года на территории России была очень влажной. В целом для России она оказалась второй в ряду наблюдений с 1936 г. (после 2001 г.), в основном за счет Западной Сибири, где количество осадков этой весной превысило наблюдаемый до 2007 года весенний максимум. Сильные снегопады **в марте** отмечались в Приморье (такой интенсивности они достигали впервые). На 24 метеорологических станциях края был перекрыт абсолютный суточный максимум осадков (рис.2.6.). За месяц в Приморском крае выпало 3-4 месячные нормы осадков, на юге Хабаровского края - 2-3 месячных нормы осадков, на Сахалине - 2 нормы. На севере Хабаровского края, в Охотске выпало 62 мм осадков, что в 5 раз больше нормы.

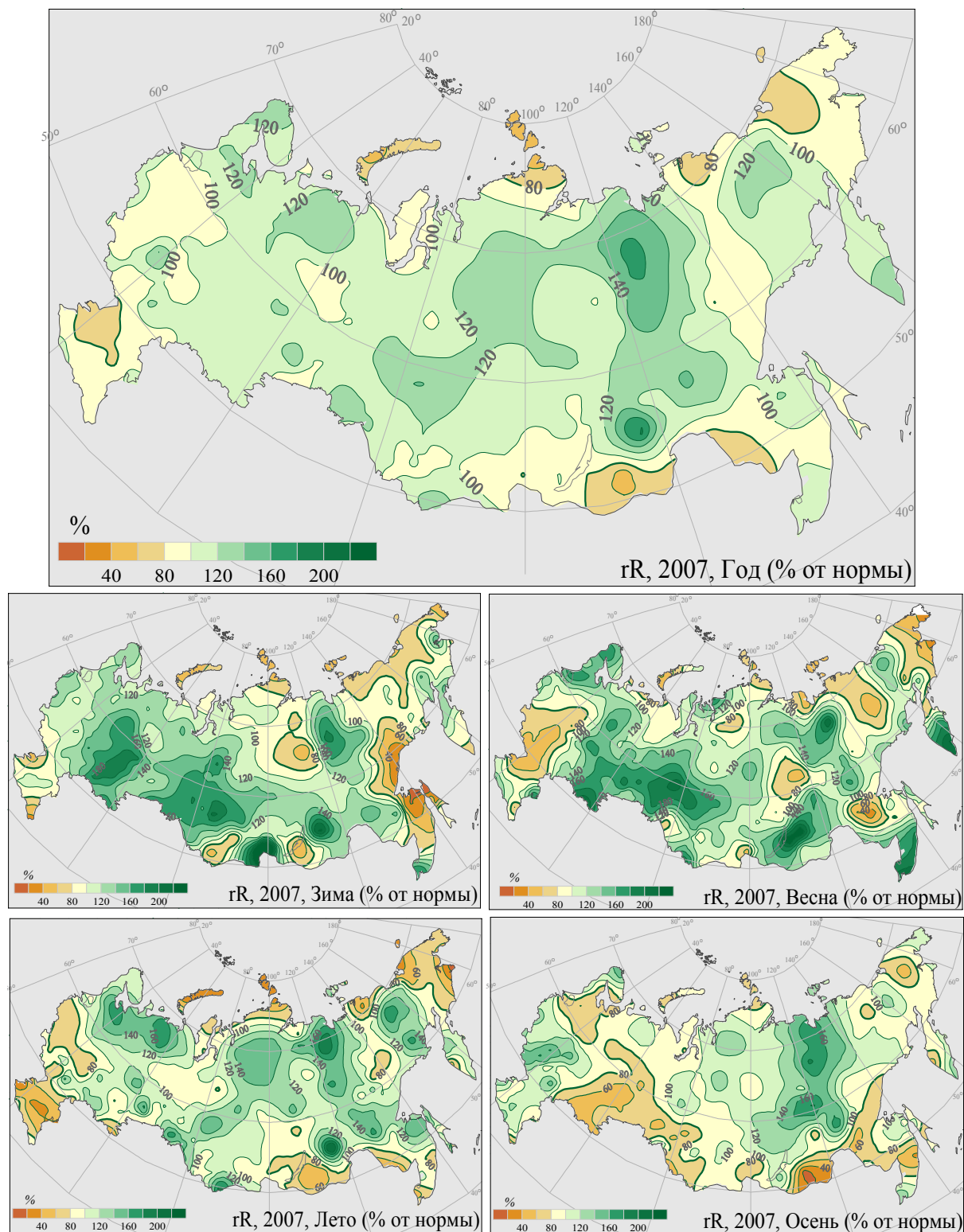


Рис. 2.5. Поля годовых и сезонных сумм атмосферных осадков на территории России в 2007 г. (в % от нормы 1961-1990 гг.)

В мае особенно много осадков выпало в Западной Сибири, в то время, как в южных районах Волгоградской области и северных районах Астраханской области, напротив, наблюдался дефицит осадков. В этих районах жаркая погода в сочетании со значительным дефицитом осадков, низкой относительной влажностью воздуха и сильным ветром способствовала возникновению суховейных явлений. В степной и

предгорной зонах Республики Северная Осетия-Алания с 20 мая началась почвенная засуха.

Лето было сухим на Европейской части страны, в Западной и Восточной Сибири. В Прибайкалье и Забайкалье лето 2007 года оказалось шестым из самых сухих летних сезонов. На юге европейской территории России дефицит летних осадков на фоне повышенных температур воздуха способствовал быстрому иссушению почвы и развитию почвенной засухи и суховейных явлений, что существенно ухудшило условия для формирования урожая зерновых.

В **июне** чрезвычайная ситуация по засухе была объявлена в Ростовской области и Республике Калмыкия. Дожди, которые прошли в регионе в последние дни июня, прекратили действие почвенной засухи. Засуха продолжалась здесь 30-45 дней.

В **июле** суховейные явления отмечены в Южном федеральном округе.

В **августе** атмосферная и почвенная засухи зафиксированы в Ростовской и Волгоградской областях. Почвенная засуха отмечалась и в отдельных районах Читинской области и Республики Бурятия. Запасы продуктивной влаги в пахотном и метровом слое достигли критических значений, на отдельных полях верхний слой почвы был иссушен полностью.

Осень для России в целом и для многих ее регионов была довольно сухой. Для Западной Сибири осень 2007 года оказалась на пятом месте среди наиболее сухих. Здесь в течение всех осенних месяцев сохранялся дефицит осадков, особенно значительный в октябре.

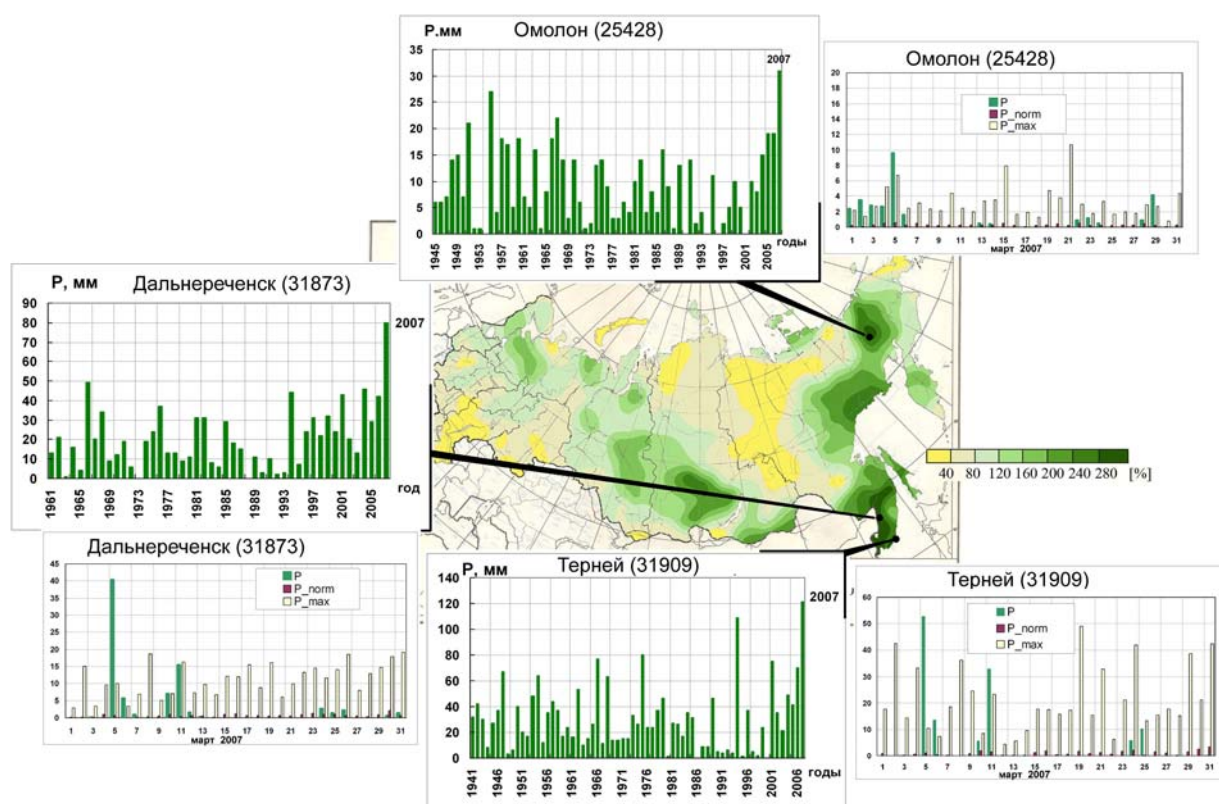


Рис.2.6. Атмосферные осадки (в % от нормы) в марте 2007 г.

На врезках приведены временные ряды месячной суммы осадков в марте на метеостанциях Дальнереченск (1961-2007), Терней (1941-2007) и Омлон (1945-2007) и, на тех же станциях, ход суточных сумм осадков в марте 2007 г.

3. СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ ЗИМОЙ 2006-2007 гг.

Состояние снежного покрова на территории России зимой 2006-2007 гг. исследовалось по данным регулярных наблюдений за снежным покровом на 600 метеорологических станциях России (каталог станций см. на сайте <http://www.meteo.ru>). Для оценки продолжительности залегания снежного покрова использовался показатель - число дней с покрытием снегом более 50% территории вокруг метеостанции. Географическое распределение аномалий этого показателя для зимнего сезона 2006-2007 гг. приведено на рис. 3.1.

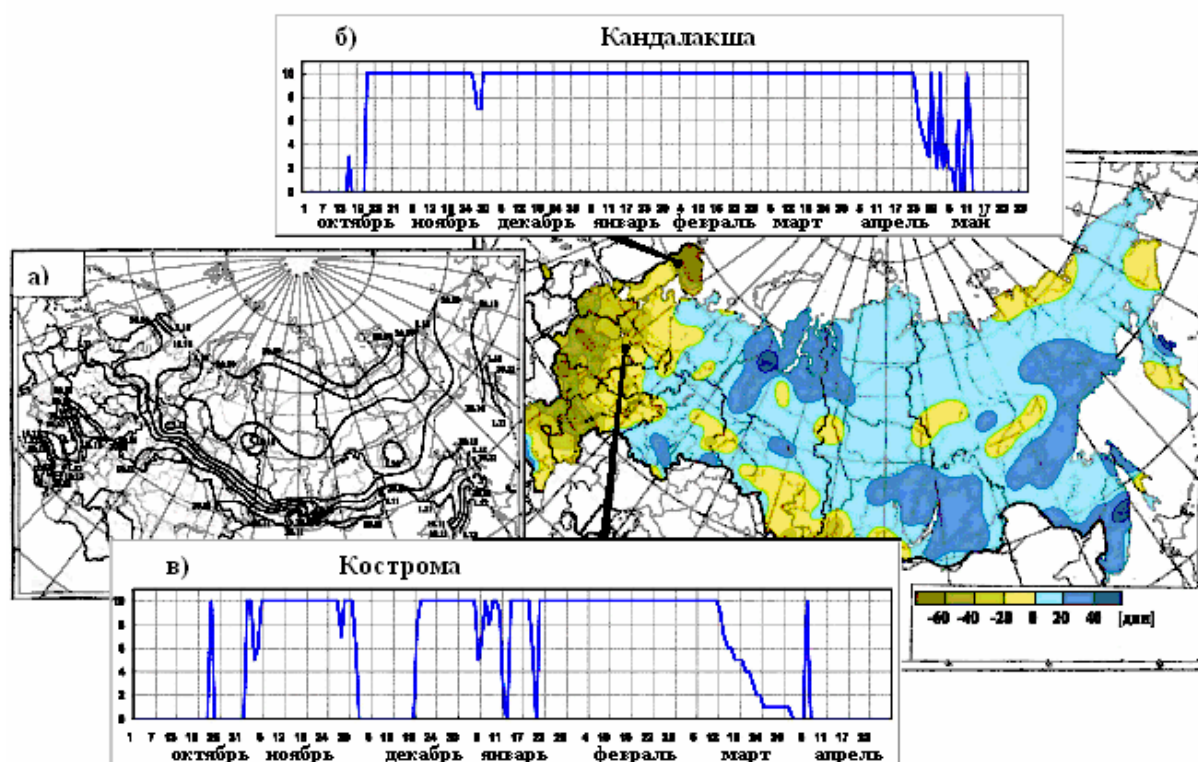


Рис. 3.1. Аномалия продолжительности залегания снежного покрова зимой 2006-2007 (отклонение от среднемноголетних значений за период 1961-1990 гг., дни).

На врезках: дата первого покрытия снегом более 50% территории вокруг станции (а) и средняя за сутки степень покрытия снегом территории вокруг станции в течение снежного сезона для станций Кандалакша (б) и Кострома (в).

В распределении аномалий продолжительности залегания снежного покрова зимой 2006-2007 гг. на территории России преобладают положительные аномалии, не превышающие 20 дней (рис. 3.1). Исключение составляют западные и северо-западные районы европейской территории России, где, в результате очень теплого начала зимнего периода, продолжительность залегания снежного покрова оказалась значительно ниже нормы.

Максимальная высота снежного покрова на европейской территории России практически везде, за исключением крайнего северо-востока и Пермского края, ниже нормы (рис. 3.2), тогда как на азиатской территории России отмечены несколько очагов с максимальными высотами снежного покрова, превышающими 100 см: северные районы Красноярского края, Урал, северное и западное побережье Охотского моря, а также небольшие области в Саянах и на восточном побережье Камчатки (рис. 3.3).

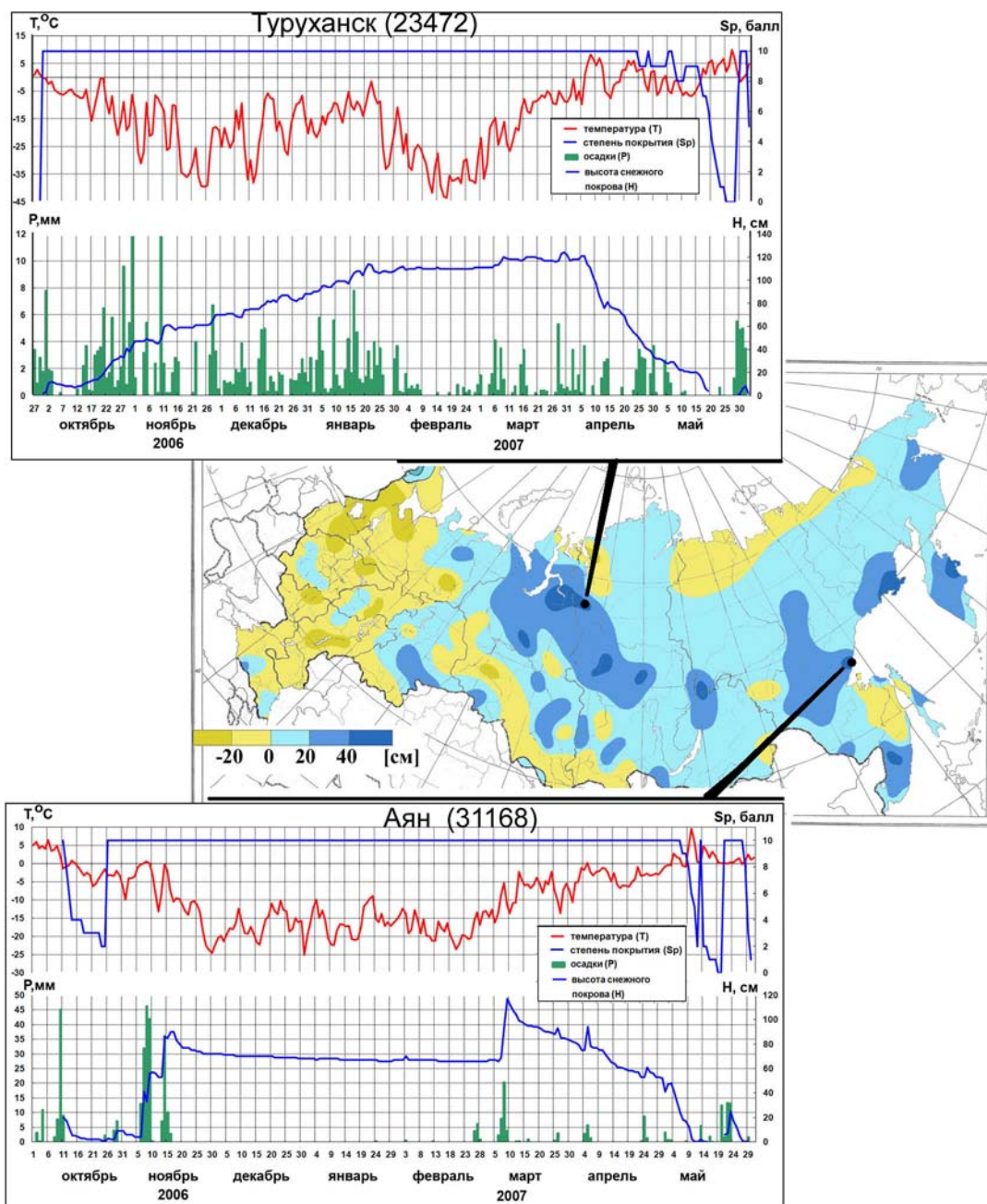


Рис. 3.2. Аномалии максимальной высоты снежного покрова зимой 2006-2007 гг. (отклонения от среднееголетних значений за период 1961-1990 гг.).

На врезках: среднесуточные значения температуры воздуха T ($^{\circ}\text{C}$), степени покрытия снегом окрестности метеостанции Sr (балл) и высоты снежного покрова H (см) и суточная сумма осадков P (мм) на метеостанциях Туруханск (23472) и Аян (31168).

Столь мощный снежный покров на севере Красноярского края сформировался в январе, благодаря мощным атлантическим циклонам, которые проникали далеко вглубь материка, принося с собой теплый и насыщенный влагой воздух. В январе в этом районе выпало более 2 месячных норм осадков. На Охотском побережье высота снежного покрова достигла 90 см уже в ноябре, в результате обильных снегопадов. Например, на метеостанции Аян с 6 по 11 ноября выпало 188,9 мм осадков, что в 5 раз превысило месячную норму.

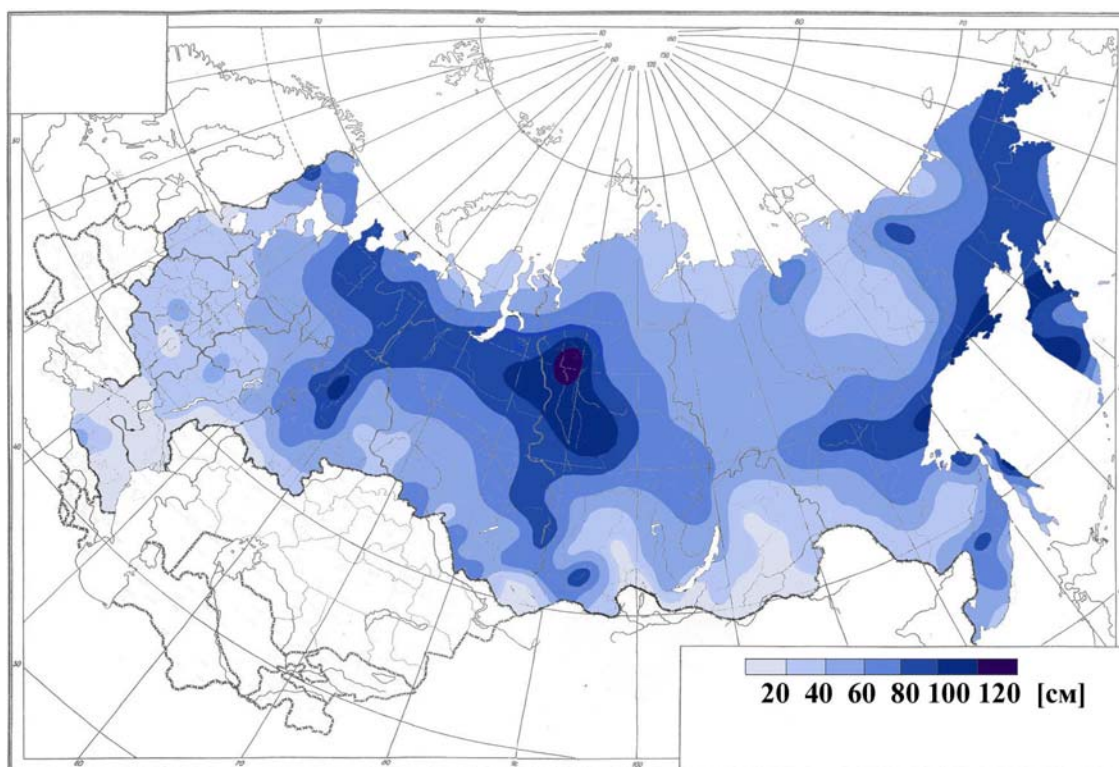


Рис. 3.3. Максимальная высота снежного покрова зимой 2006-2007 гг.

Очень теплое начало зимнего периода на европейской территории России (даже в Карелии и на Кольском полуострове температура воздуха в ноябре и декабре 2006 г. была положительной, или близкой к нулю) привело к тому, что здесь установления снежного покрова в средние многолетние сроки не наблюдалось.

На европейской территории России к концу ноября **граница снежного покрова** проходила по линии Архангельск – Нижний Новгород – Астрахань. К западу от этой линии **до 24 января 2007 г.** отмечался лишь неустойчивый снежный покров. В течение декабря на юге, западе и в центре европейской территории страны снежный покров отсутствовал. Неустойчивый снежный покров вновь установился здесь лишь в конце второй – начале третьей декад декабря, к концу месяца он вновь растаял. Окончательное установление снежного покрова произошло лишь **24 января**, что для этих районов является экстремально поздним сроком.

Длительное аномальное тепло в декабре-январе привело к внесезонному вскрытию рек, что вызвало развитие **заторных процессов на реках** Северо-Западного, Центрального и Сибирского федеральных округов. Внесезонное вскрытие рек не привело к ледоходу и очищению рек ото льда, в результате при повторном ледоставе произошла консервация заторных скоплений льда на затороопасных участках рек.

В феврале количество выпавших осадков повсеместно (за исключением севера и крайнего юга) превысило норму в 1.5-2.5 раза. Однако в первых числах марта снег начал таять и к концу первой декады (на 15-20 дней раньше нормальных сроков) граница снежного покрова сместилась к востоку до линии Санкт-Петербург – Москва – Волгоград. В дальнейшем быстрое таяние снега продолжалось, и сроки схода снежного покрова во многих районах европейской России были самыми ранними из когда-либо зарегистрированных.

По состоянию на начало весны **запасы воды в снежном покрове** в бассейне р. Волга составили 83% нормы для этого времени года и были на 10% меньше, чем в 2006 году. Близкими к норме были запасы воды в снеге в бассейнах Суры, Вятки, Камы,

Белой, а также Куйбышевского и Саратовского водохранилищ. На остальной части бассейна реки Волги, накопленные за зиму запасы воды в снеге были ниже нормы на 45% – в бассейнах Костромы, Унжи, реки Москвы, и Рыбинского водохранилища (почти вдвое меньше, чем в 2006 г.) и на 20-30% – в бассейнах Оки, Ветлуги и Чебоксарского и Волгоградского водохранилищ (на ~30-40% меньше, чем в 2006 г.).

В бассейне Дона накопившиеся к началу весны запасы воды в снеге составили лишь 45% нормы (на 70% меньше, чем в 2006 г.).

На севере европейской территории страны по состоянию **на начало марта** близкими к норме или на 20-25% больше ее были запасы воды в снежном покрове в бассейнах Северной Двины, Вычегды, Юга, Пинеги, Мезеня, Печоры. В бассейнах Сухоны, Ваги, Онеги запасы воды в снеге были преимущественно на 30-40% меньше, чем обычно в это время года.

В бассейнах рек северо-запада накопленные за зиму запасы воды в снеге составили лишь 50-65% нормы, а в Карелии – около 60% нормы.

Больше обычных на 20-40% были запасы воды в снеге в бассейне р. Урал.

На азиатской территории России зима 2006-2007 гг. была многоснежной и теплой. На Таймыре **снежный покров** появлялся уже в начале сентября и окончательно установился **24 сентября**. В Иркутской области и Забайкалье в первых числах сентября 2006 г. поля прикрывал снег толщиной до 15 см. Также раньше обычного, к **1 октября 2006 г.**, снежный покров толщиной около 5 см, а местами достигающий 15 см, укрыл огромные территории, от среднего течения Енисея и Лены до арктического побережья Якутии и Таймыра. **К 5 октября** снежный покров распространился на всю территорию Сибири, исключая Читинскую обл., Хабаровский край и Камчатку.

В южных районах Сибири в октябре снег таял, затем появлялся вновь. Окончательно снежный покров установился там, в первой декаде **ноября**. На конец ноября 2006 г. устойчивый снежный покров существовал к востоку от Урала повсеместно, за исключением Южного Приморья.

К началу весны 2007 г. наибольшие **запасы воды** в снежном покрове, в 2.0-2.5 раза превышающие норму, были отмечены в Амурской области в бассейнах Среднего Амура, Зеи и Буреи, а также некоторых правобережных притоков Верхней Оби. Больше обычных на 25-80% были запасы воды в снеге в бассейнах Тобола, Иртыша, Енисея, Ангары ниже Иркутского водохранилища, Лены, рек западной половины Камчатской области, на юго-западе Магаданской области, на севере Забайкалья. Меньше нормы на 30-40%, местами до 60% были запасы воды в снежном покрове в Сахалинской области, в юго-западных районах Магаданской области, на востоке и юго-востоке Хабаровского края, в отдельных районах запада Приморского края, а также в бассейнах притоков Верхней Оби – Катуни и Чумыша.

На юге азиатской территории снег начал таять **в первой декаде апреля**. К 10 апреля **граница снежного покрова** сместилась к северу до линии Курган – Новосибирск – Красноярск – Чита – Хабаровск, что на 10-15 дней раньше нормы. К началу мая граница сместилась к линии Салехард – Подкаменная Тунгуска – Якутск – Магадан. На Таймыре снежный покров растаял в начале второй декады июня в срок, близкий к норме.

4. ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

В 2007 году на территории России было зарегистрировано 445 случаев с опасными гидрометеорологическими явлениями (ОЯ).

В таблицах 4.1 и 4.2 приведены распределения ОЯ по месяцам и федеральным округам. Следует отметить, что суммарное количество ОЯ в этих таблицах не совпадает, поскольку ОЯ часто охватывают большие территории и одновременно наблюдаются в двух и более федеральных округах.

Данные об ОЯ в табл. 4.1-4.2 приведены с учетом всех наблюдавшихся на территории РФ опасных явлений, независимо от того, зарегистрирован ли связанный с ними реальный экономический ущерб. Количество и перечень ОЯ и комплексов неблагоприятных явлений (КНЯ), которые явились источником чрезвычайных ситуаций, угрожали безопасности жизнедеятельности и нанесли экономический ущерб, приведены в табл. 4.3 (включая агрометеорологические и гидрологические).

Таблица 4.1

Распределение ОЯ по месяцам за 2007 год

Месяц	Сильный ветер	Осадки	Заморозки	Жара	Мороз	Туман	КНЯ	Гололедные явления	Метель	Град	Смерч	Пыльные бури	Всего ОЯ
Январь	12	5					7	8	7				39
Февраль	12	3			6		9	2	8				40
Март	5	2					7	1	6				21
Апрель	6		2				1						9
Май	12	8	10	1		1	16	1		6	1		56
Июнь	12	10	8	2			15			11	3		61
Июль	9	21	1	6			13			5	1		56
Август	9	20	2	3		1	12			4	1		52
Сентябрь	5	7	12	1		2	7			3	1		38
Октябрь	3	5	4			1	10	1			1		25
Ноябрь	4	2				1	11	7	2		1		28
Декабрь	6	1			1		7	3	2				20
ГОД-2007	95	84	39	13	7	6	115	23	25	29	9		445
ГОД-2006	83	94	25	15	11	6	107	10	25	22	9		407

Из табл. 4.1 следует, что количество зарегистрированных ОЯ, по сравнению с тем же периодом 2006 года, выросло на 9,3% (38 случаев), эта тенденция сохраняется в течение последних лет. Наиболее высокая повторяемость (95 случаев) приходится на сильный ветер, который наиболее часто отмечался в январе и феврале, также в мае и июне по 12 случаев. Зарегистрированы 84 случая сильных осадков, из которых около 79% повторились в теплый период года (с мая по сентябрь). КНЯ отмечались 115 раз и, хотя по своим параметрам они не достигали критериев ОЯ, но были близки к ним и в значительной степени затрудняли жизненную и хозяйственную деятельность регионов. Наибольшая повторяемость их (63 случая, то есть около 55%) зафиксирована в период с мая по сентябрь, что связано с активным развитием конвекции.

Таблица 4.2

Распределение ОЯ за 2007 г.
по территории федеральных округов

№	Явления	СЗФО	ЦФО	ПрвФО	ЮФО	УрФО	СибФО	ДВФО	Всего
1	Ветер	12	2	17	16	13	35	9	104
2	Сильн. осадки	8	13	10	23	8	10	26	98
3	Метель	1		2		1	12	9	25
4	Пыльная буря								
5	Смерч			2	6		1		9
6	Мороз	2				2	3		7
7	Жара	1	10	4	10	1	1		27
8	Град	1	3	6	11	2	8	1	32
9	Гололедные явления		7	4	9		1	2	23
10	Заморозки	7	13	11	3	10	12	1	57
11	Туман		5	1				1	7
12	КНЯ	4	20	21	23	10	48	19	145
Всего – 2007		36	73	78	101	47	131	68	534
Всего – 2006		33	53	56	82	43	121	85	473

Таблица 4.3

Количество ОЯ и КНЯ в 2007 г., нанесших ущерб

Опасные гидрометеорологические явления	Количество ОЯ		Изменения (%)
	2006 г.	2007 г.	
Сильный ветер (в т.ч. шквал), смерч, сильные метели	75	117	+56.0
Очень сильные осадки (дождь, снег), продолжительные сильные дожди, крупный град	84	94	+11.9
Гололедные явления, налипание мокрого снега, туман	4	20	+400.0
Сильный мороз, сильная жара	27	5	-81.4
Снежные лавины, сели	20	24	+20.0
Агрометеорологические ОЯ (заморозки, засуха, суховей и др.)	47	51	+8.5
Повышение (понижение) уровня воды в реках выше (ниже), опасных отметок (половодье, дождевые, снего-дождевые паводки, низкая межень)	50	33	-34.0
Чрезвычайная пожарная опасность	13	24	+84.6
КНЯ (сочетание 2-х и более неблагоприятных явлений, нанесших ущерб)	67	68	+1.5
Всего	387	436	+12.7

По своим температурным характеристикам 2007 год был более мягким, чем предыдущий 2006 год. Сильные морозы отмечались в 7 случаях (в 2006 году - в 11), из которых шесть случаев – в феврале (по два периода аномально низких температур на территории Северо-Западного, Уральского и Сибирского федеральных округов). Однако, количество заморозков в течение вегетационного периода в 2007 году было больше такового в 2006 г. на 56%.

Из табл.4.2 видно, что, как и в 2006 году, наибольшее количество ОЯ зарегистрировано в Сибирском федеральном округе (131 случай), из них наибольшую повторяемость имеют сильный ветер (около 27%) и КНЯ (около 37%).

Большое количество зарегистрированных ОЯ приходится на Южный федеральный округ - 101 случай. Наибольшее количество этих явлений приходится на теплый период (с мая по сентябрь) – за этот период зафиксированы 63 явления. В течение года наибольшую повторяемость имеют сильные осадки и КНЯ, по 23 случая.

В Центральном и Приволжском федеральных округах значительно возросло количество ОЯ по сравнению с 2006 г. (прирост составил около 38% и 39%, соответственно). Снизилось количество ОЯ в Дальневосточном федеральном округе – на 17 случаев (около 20%). Незначительно возросло количество наблюдавшихся ОЯ в Северо-Западном и Уральском федеральных округах.

Количество ОЯ, нанесших ущерб (табл. 4.3), в 2007 г. составило в целом по России 436 случаев (против 387 в 2006 г.), что на 13% выше уровня 2006 года.

5. ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТА И ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СЕВЕРНОЙ ПОЛЯРНОЙ ОБЛАСТИ И СЕВЕРНОМ ЛЕДОВИТОМ ОКЕАНЕ

Морская Арктика, как часть Северной полярной области (СПО), включает российские арктические моря, их побережье и острова, а также остальную акваторию Северного Ледовитого океана, покрываемую льдом в зимний период. Происходящее глобальное потепление проявляется здесь в ускоряющемся летнем отступлении от берегов морских льдов, в повышении температуры воздуха, в усилении циркуляции в атмосфере, в Арктическом бассейне и арктических морях. Ожидаемое продолжение потепления проецируется на морскую Арктику дальнейшим сокращением ледяного покрова в летний период, уменьшением толщины зимнего ледяного покрова за счет многолетних льдов и, как следствие, облегчением условий для освоения ресурсов на арктическом шельфе и для судоходства по Северному морскому пути. Эти значимые для экономики климатические изменения и являются основным объектом мониторинга климата морской Арктики и, в частности, предметом предлагаемого анализа, цель которого – представить новейшую оценку состояния и изменений современного климата в морской Арктике.

Анализ особенностей климата и гидрометеорологических процессов в Арктике в 2007 году выполнен на основе обобщения российских и зарубежных данных станционных наблюдений, данных морских экспедиций. На рис. 5.1 представлено положение станций СПО, данные которых использованы в предлагаемом анализе (списки станций см. на сайте <http://www.aari.nw.ru>).

Атмосферная циркуляция. В 2007 году в Северной полярной области отмечалась аномальная зональная циркуляция. Циклоны смещались по высокоширотным траекториям, что обусловило формирование в Евразийском секторе Арктики отрицательных аномалий приземного давления. В восточном секторе Арктики

под влиянием арктического антициклона сформировались положительные аномалии давления.

Приповерхностная температура. Преобладание зональной циркуляции характерно для периода 2004-2007 гг. Такой режим циркуляции обусловил экстремально высокие, в среднем за год, аномалии температуры воздуха в Арктике, что привело к потеплению, превысившему потепление 1930-40-х гг. (Рис.5.2).

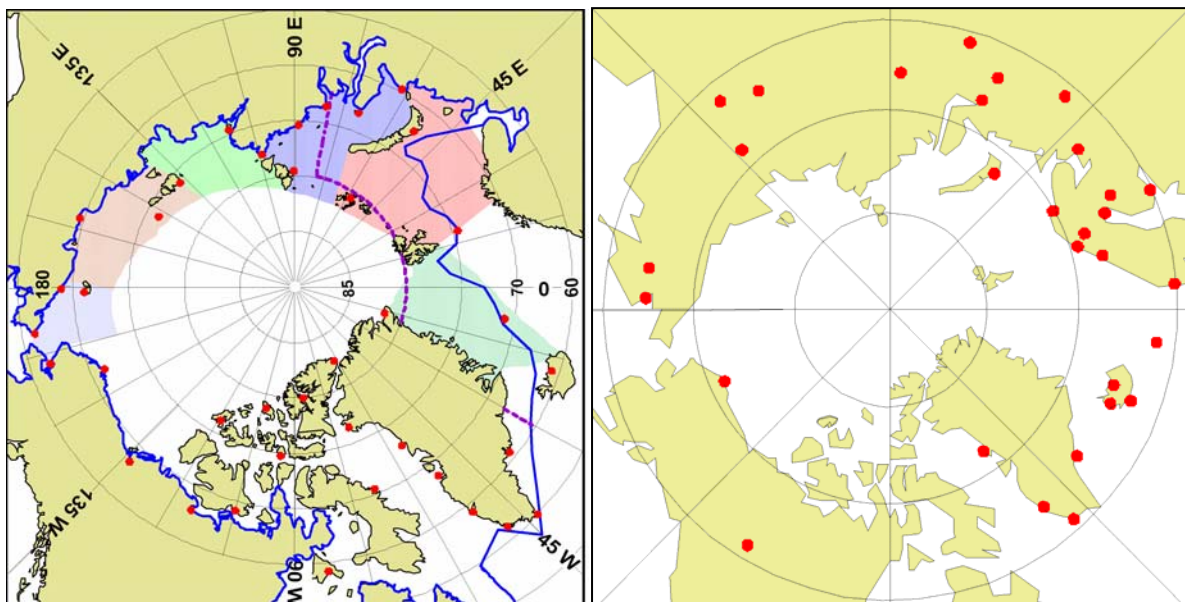


Рис. 5.1. Положение 38 станций в морской Арктике (слева) и 30 станций к северу от 60° с.ш. (справа). Цветом показаны арктические моря. Синяя линия означает среднюю границу зимнего распространения морского льда.

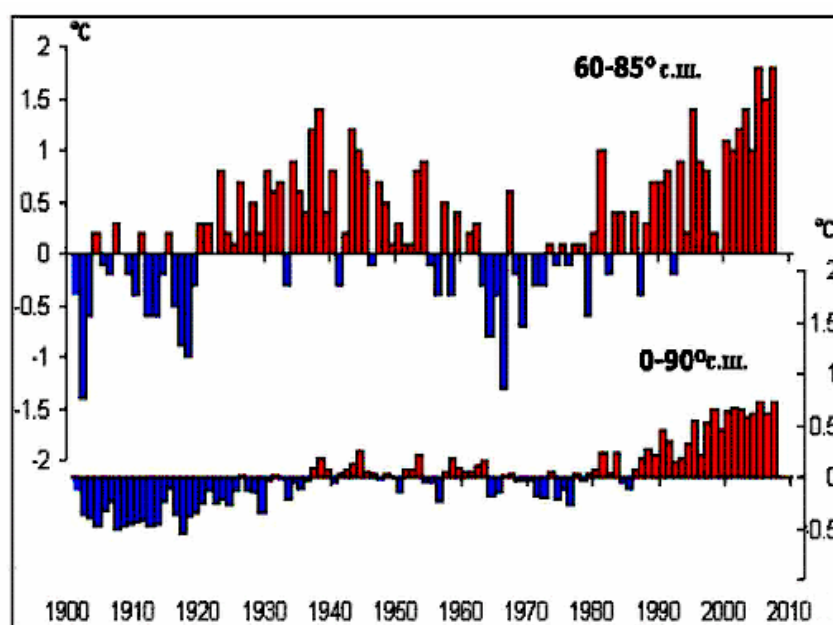


Рис. 5.2. Аномалии среднегодовой температуры воздуха СПО и Северного полушария в 1901-2007 гг. Аномалии рассчитаны относительно нормы за 1961-1990 гг.

Особый интерес представляют изменения температуры воздуха над областью морской Арктики, включающей покрытую льдами в зимний период акваторию Северного Ледовитого океана. Изменения температуры в этой области, в первую очередь, влияют на зимнее разрастание и летнее таяние ледяного покрова. С этой точки зрения следует оценить изменения сумм отрицательных температур за холодный период года, влияющих на максимальное увеличение объема льда, и сумм положительных летних температур, как индикатора летнего теплового воздействия на лед. На рис. 5.3 приведены временные ряды этих двух показателей за 1951-2007 гг., в среднем по 38 станциям морской Арктики.

Для сравнения с потеплением Арктики в 1930-1940-х гг. на рис. 5.4 аналогичные суммы положительных и отрицательных температур приведены за период 1921-2007 гг., в среднем по 30 станциям в области к северу от 60° с.ш. Они подтверждают, что 2007 год по рассматриваемым показателям был самым теплым за весь период наблюдений, покрывающий оба потепления.

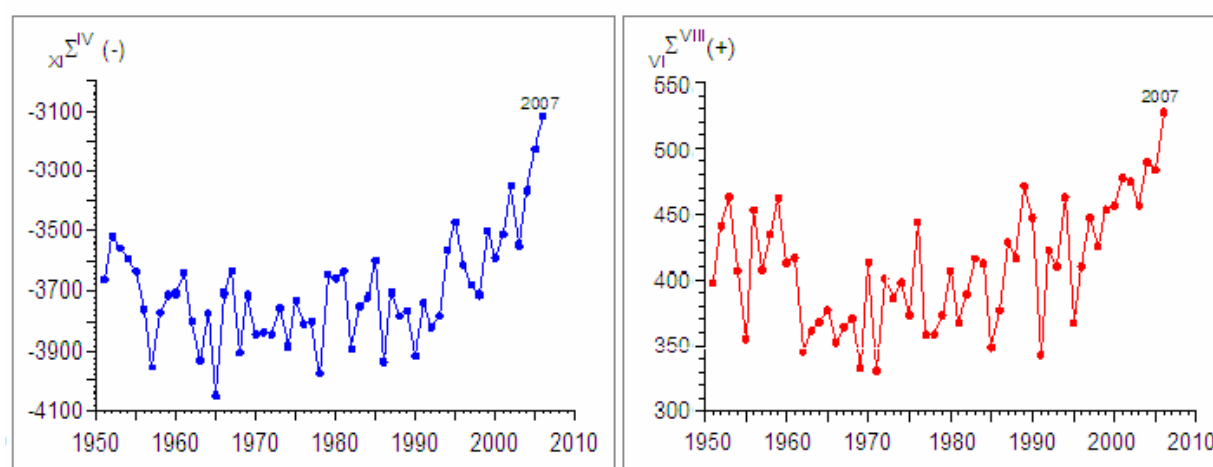


Рис. 5.3. Суммы отрицательных зимних (ноябрь-апрель) и положительных летних (июнь-август) температур воздуха, в среднем по 38 станциям морской Арктики с 1951 г.

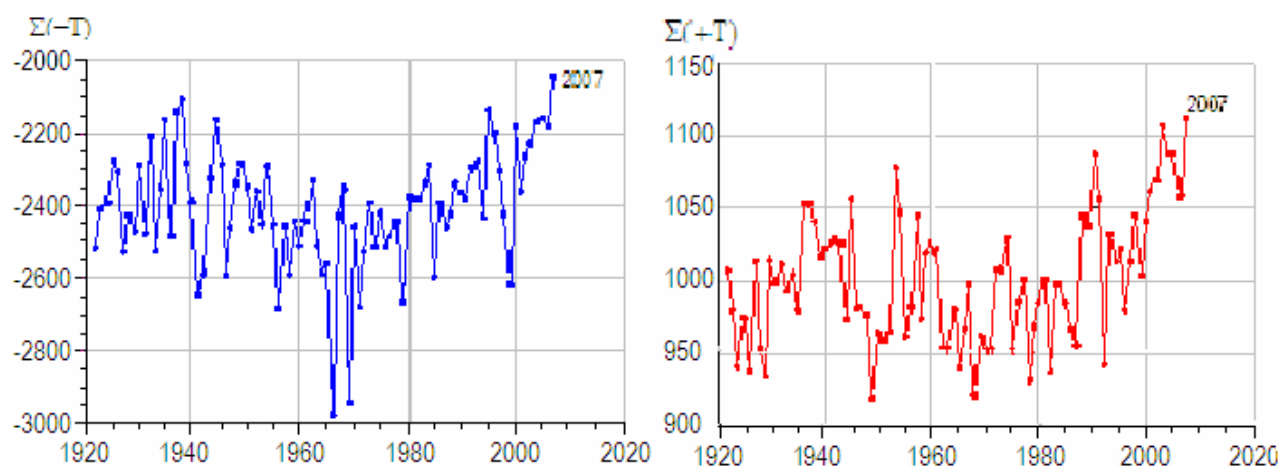


Рис. 5.4. Суммы отрицательных зимних (ноябрь-март) и положительных летних (июнь-август) температур воздуха, в среднем по 30 станциям (к северу от 60°с.ш.) с 1921 г.

Таким образом, изменения температуры воздуха над областью морской Арктики, включающей покрытую льдами в зимний период акваторию Северного Ледовитого океана, показывают быстрое убывание (по модулю) сумм зимних отрицательных температур после 1990 года и рост сумм летних положительных

температур после 1995 года с абсолютным рекордом в 2007 году. 2007 год по рассматриваемым показателям был самым теплым за весь период наблюдений с 1921 года.

Атмосферные осадки. В табл. 5.1 представлены относительные аномалии сумм осадков в 2007 году, в целом для СПО и для отдельных широтных зон. Аномалии рассчитаны как выраженные в процентах отношения к норме за 1961-1990 гг. В целом для СПО, осадков в 2007 году выпало выше нормы на ~10%. К югу от 70 °с.ш. осадков выпало больше нормы как в холодный, так и в теплый периоды года; к северу от 70 °с.ш. осадков выпало более нормы в холодный период.

Таблица 5.1.

Относительные аномалии (%) сумм осадков
холодного и теплого периодов и за год в целом в 2007 г.

Широтная зона	Холодный период X-V	Теплый период VI-IX	Год
60-70 °с.ш.	115,1	108,8	112,5
70-85 °с.ш.	118,9	93,3	107,4
60-85 °с.ш.	114,0	103,7	109,6

Морские льды. Наблюдаемое с начала 1980-х годов сокращение площади, занимаемой морскими льдами в Северном полушарии (протяженность морского ледяного покрова – ПМЛ), считается одним из важных индикаторов потепления в высоких широтах. В конце 1990-х годов сокращение ускорилось, и в сентябре 2007 года ПМЛ достигла абсолютного минимума (4.28 млн. км^2) с начала регулярных измерений со спутников в 1978 году (Рис. 5.5, S_A). На фоне общего сокращения летней протяженности льдов в Северном полушарии происходит уменьшение летней ледовитости арктических морей, которое также ускорилось в десятилетии 1996-2007 гг. (Рис.5.5, S_M).

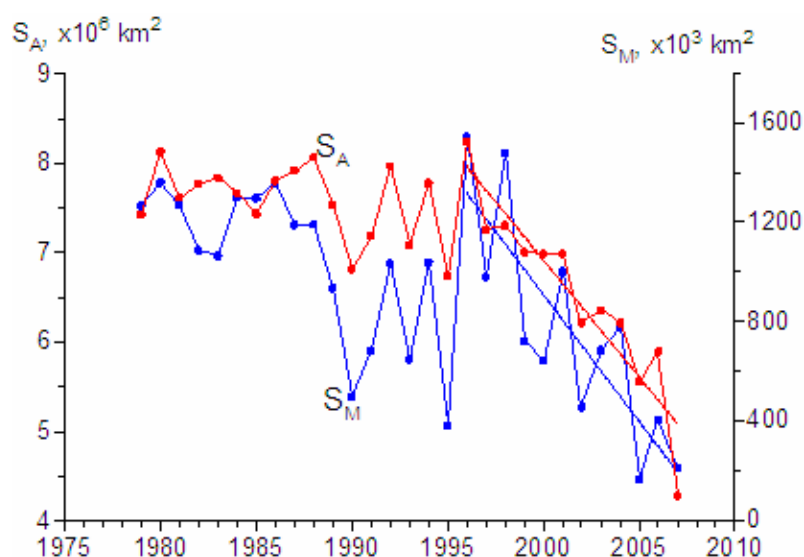


Рис. 5.5. Изменения протяженности льда в сентябре в Северном полушарии (S_A) и в Сибирских арктических морях (S_M) в 1979-2007 гг.

Прямые линии показывают тренд за 1996-2007 гг. Коэффициенты тренда равны, соответственно, $-0.261 \times 10^6 \text{ км}^2$ за год и $-102.24 \times 10^3 \text{ км}^2$ за год.

Относительная скорость сокращения протяженности сентябрьских льдов за 1996-2007 годы, по оценкам трендов, в северном полушарии составила 3.2% в год, а в Сибирских морях 7.7% в год.

Наблюдения в арктических морях проводятся с 1920-х годов, поэтому имеется возможность сравнить площадь льдов и темпы ее сокращения в этих морях в период потепления 1930-1940-х годов и современного потепления. Такое сравнение лучше всего выполнить на основе данных о площади льдов в сентябре (табл. 5.2)

Таблица 5. 2

Коэффициенты линейного тренда площади ($\text{км}^2/\text{год}$), занятой льдами в арктических морях в сентябре. Период оценки тренда указан в заголовке столбца. Выделены значимые на 5% уровне коэффициенты тренда.

Моря	1924-2007 гг.	1924-1953 гг.	1978-2007 гг.
Карское	-0.58	-11.43	-5.12
Лаптевых	-0.51	-3.97	-6.01
Восточно-Сибирское	-2.38	-3.98	-14.76
Чукотское	-0.76	-3.48	-2.76
Сибирские	-4.17	-22.70	-28.56
Моря	1928-2005 гг.	1928-1954 гг.	1979-2005 гг.
Баренцево	-0.46	-0.98	-3.05

Как показывают измерения с зарубежных подводных лодок и отечественные измерения с борта надводных судов, средняя толщина морских льдов в Арктическом бассейне также уменьшается. Это происходит в основном за счет сокращения площади, занимаемой многолетними льдами и, в меньшей степени, за счет уменьшения их толщины. В то же время толщина однолетних льдов и припая практически не меняется.

Таким образом, на фоне общего сокращения летней протяженности льдов в Северном полушарии происходит уменьшение летней ледовитости арктических морей, через которые проходит трасса Северного морского пути. Оценки тренда сентябрьской площади льда за весь период наблюдений значимы для Восточно-Сибирского и Чукотского морей, а также для всех Сибирских морей. Сравнение темпов сокращения льда в первые и последние 30 лет показывает усиление трендов в последние 30 лет, за исключением Карского моря.

Океанографические условия в Арктическом бассейне. При оценке последствий глобального потепления для климата Арктики важное значение имеет мониторинг поступления атлантической воды в Арктический бассейн – конечное звено северо-атлантической части глобального океанического «конвейера». Поток атлантической воды на протяжении от пролива Фрама до моря Лаптевых включительно сконцентрирован в узкой зоне вдоль материкового склона и доступен для мониторинга с помощью судов ледокольного типа и небольшого числа длительных закоренных подводных (и подледных) измерителей течений, температуры и солености воды. В остальной части Арктического бассейна атлантическая вода распространяется в слое от 200 до 1000 м и надежно идентифицируется по температуре.

Океанографические наблюдения в Арктическом бассейне обнаружили в 1990 году повышение температуры в слое атлантической воды (АВ) на глубинах от 100 до 600 м. Данные о температуре АВ, полученные в 2007 году в Арктическом бассейне по пути следования потока АВ от пролива Фрама и на восток, сопоставлены на рис. 5.6 с данными предыдущих наблюдений, начиная с 1920-х годов.

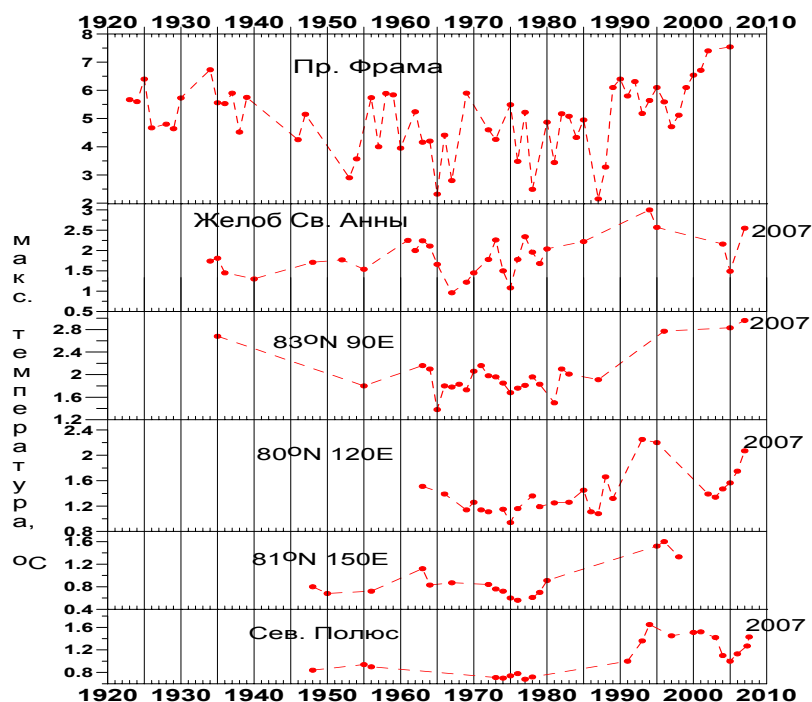


Рис. 5.6. Изменения максимальной температуры в слое атлантической воды в шести районах Арктического бассейна, приведенных на левом фрагменте.

Видно, что потепление, начавшееся с пролива Фрама в конце 1980-х годов и проявившееся в 1990-е годы почти на всей акватории бассейна, продолжается. Это позволяет заключить, что арктическая часть Атлантического термохалинного конвейера не только не ослабевает, но в последние 5-7 лет усиливается. Продолжение исследований в этом направлении составляет важную часть изучения процессов в высокоширотной морской Арктике в период Международного полярного года 2007/2008.

6. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ОЗОНА НАД ТЕРРИТОРИЕЙ РФ

Анализ общего содержания озона (ОСО) выполнен по данным станций озонометрической сети РФ и стран СНГ. На рис. 6.1 расположение сетевых станций на контролируемой территории отмечено точками. Распределение среднегодовых значений ОСО над территорией РФ представлено на рис. 6.1 в единицах Добсона (е.Д., соответствует слою чистого озона толщиной 0.01 мм при нормальном давлении 760 мм рт. ст. и температуре 0°C). Аномалии ОСО рассчитаны как отклонения от нормы (многолетних средних значений ОСО за 1973-1984 гг.) и выражены в процентах от нормы (%).

На рис. 6.2 приведены карты средних за март значений ОСО и их аномалий – именно в марте (в меньшей степени, в апреле) до сих пор наблюдались наибольшие отрицательные аномалии ОСО (над Якутией и восточной Сибирью в 1995 и 1997 гг. - до -40 %).

Наибольший дефицит среднегодовых значений ОСО (до 6%) зарегистрирован на станциях Красноярск, Витим, Якутск и Нагаево. Наибольшее превышение среднегодовых значений ОСО (4%) зарегистрировано на станциях Самара и Петропавловск-Камчатский.

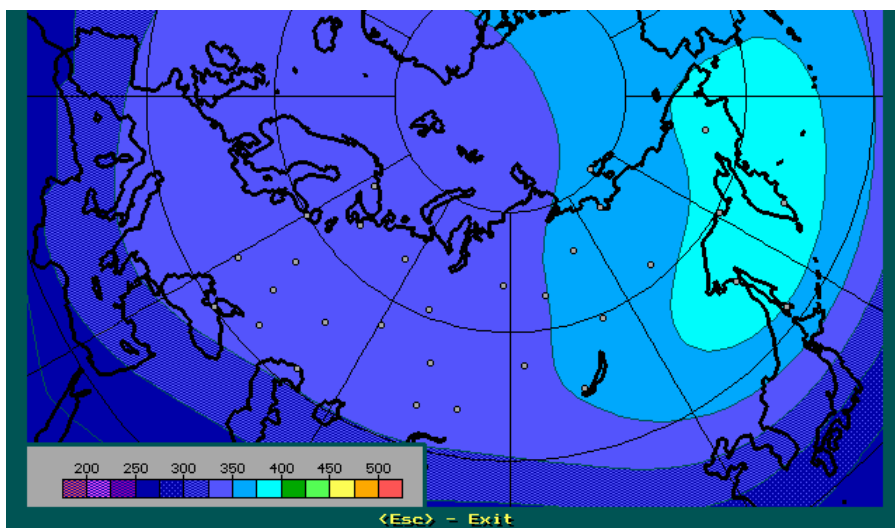


Рис. 6.1. Среднее за 2007 год распределение ОСО над РФ и прилегающими территориями, единицы Добсона (е.Д.)

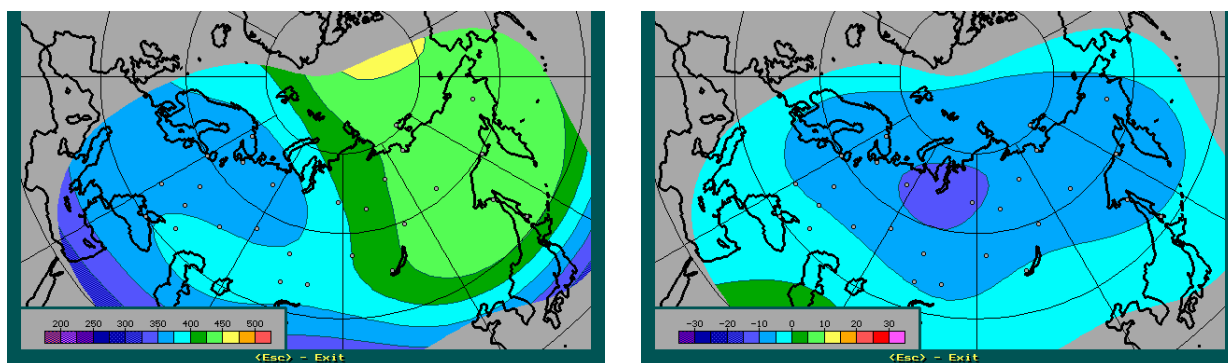


Рис. 6.2. Среднее за март 2007 г. распределение ОСО (е.Д.) и его отклонений от «нормы» над РФ и прилегающими территориями, %.

Основная особенность долговременных изменений ОСО над территорией РФ (рис. 6.3) – убывание ОСО в середине 1990-х, сменившееся во второй половине 1990-х годов стабилизацией и даже некоторым ростом.

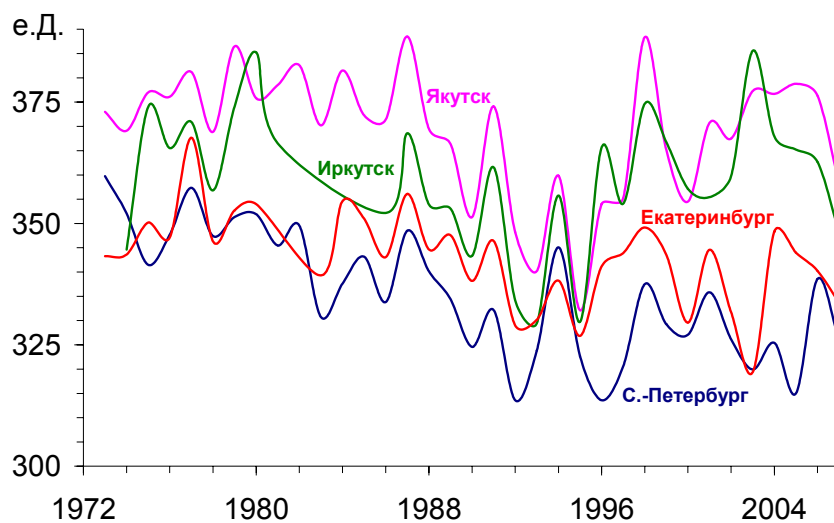


Рис. 6.3. Скользящие средние (с периодом осреднения 1 год) среднемесячных значений ОСО над некоторыми озонметрическими станциями РФ

Поведение ОСО по данным станций европейской территории России близко к его поведению по данным озонметрических станций Западной Европы. Необходимо отметить что, в последнее десятилетие среднегодовое ОСО над всеми станциями умеренных и высоких широт Северного полушария остается на 3-5 % ниже, чем ОСО в 1970-е годы.

Весенняя антарктическая озоновая аномалия 2007 г., в наблюдении за которой активно участвовала и РФ (на станциях Мирный и Новолазаревская), по сравнению с аномалиями 1992-1999 гг. была небольшой (по данным NASA, минимальное значение ОСО составляло 114 е.Д., а максимальная площадь - 22 млн кв. км; в 1998 г. эти величины были 96 е.Д. и 26 млн кв. км, соответственно). Состояние «антарктической аномалии» в нынешнем столетии указывает на постепенное возвращение озонового слоя над Антарктидой к «нормам» 1970-х: из 7 последних значений четыре были заметно меньше аномалий 1992-1999 гг.

ВЫВОДЫ

1. Тенденции изменения основных климатических переменных на территории России в период 1976 – 2007 гг. сводятся к следующему.

- В среднем за год потепление, отмеченное в 1976-2006 гг. продолжается практически на всей территории России. Линейный тренд среднегодовых температур, в целом по территории РФ, составил $+0,48^{\circ}\text{C}/10$ лет (против $+0,43^{\circ}\text{C}/10$ лет в 1976-2006). Сохранились также основные региональные и сезонные особенности выявленных тенденций, в том числе: похолодание в Восточной Сибири зимой и потепление весной и осенью; потепление в южных и западных районах Европейской части России зимой и в Западной и Средней Сибири - весной.

- В изменениях годовых сумм осадков на территории России в целом и во всех ее регионах (кроме Приамурья и Приморья), как и в 2006 г., отмечается тенденция к их некоторому увеличению. Наиболее существенные сезонные особенности: рост весенних осадков в регионах Западной и Восточной Сибири.

- Над областью морской Арктики, включающей покрытую льдами в зимний период акваторию Северного Ледовитого океана, после 1990-1995 гг. отмечается быстрый рост сумм зимних отрицательных (замедляет увеличение объема льда) и летних положительных температур (усиливает летнее тепловое воздействие на лед) с абсолютным рекордом этих показателей в 2007 году (с 1921года). Эта тенденция согласуется с выводом об уменьшении летней ледовитости арктических морей, через которые проходит трасса Северного морского пути. Темпы сокращения льда в последние 30 лет растут, за исключением Карского моря.

- Основная особенность долговременных изменений общего содержания озона (ОСО) над территорией РФ – убывание ОСО в середине 1990-х, сменившееся тенденцией к некоторому росту во второй половине 1990-х гг. Тем не менее, в последнее десятилетие среднегодовое значение ОСО над всеми станциями умеренных и высоких широт Северного полушария остается на 3-5% ниже, чем ОСО в 1970-е годы.

2. 2007 год в целом по России был рекордно теплым. Аномалия среднегодовой температуры воздуха, осредненной по территории России, составила в 2007 г. $2,10^{\circ}\text{C}$ (предыдущие рекорды: $2,07^{\circ}\text{C}$ и $1,54^{\circ}\text{C}$ в 1995 и 2005 гг., соответственно).

В целом для России наиболее заметная особенность 2007 года – каждый из сезонов вошел в первую четверку самых теплых лет за период наблюдений с 1936 г. Рекордно теплым этот год был в Прибайкалье и Забайкалье и в Восточной Сибири.

Выделяются два месяца с интенсивными аномалиями, охватившими огромные территории – январь и февраль. В январе почти вся территория России, от западных границ до Магадана и Чукотки, оказалась в области положительных аномалий. Более 62% станций (из 350 с данными за 2007 год) зарегистрировали значения температуры выше 90%-го квантиля (их повторяемость в прошлом – 1 раз в 10 лет).

В феврале, напротив, область отрицательных аномалий занимала большую часть европейской территории России (кроме южных районов) и север Западной и Средней Сибири. На территории Таймырского АО, в Туруханском районе Красноярского края и на севере Эвенкии морозы достигали $-40\dots-45^{\circ}\text{C}$, местами до $-50\dots-52^{\circ}\text{C}$.

3. Количество выпавших в 2007 году осадков, в целом по России, значительно превышало норму. В ряду наблюдений с 1936 г., ранжированном по количеству годовых осадков, 2007 год был четвертым, а по количеству весенних осадков – вторым самым дождливым. Рекордным было количество годовых осадков в Средней Сибири, зимних и весенних – в Западной Сибири.

4. Жаркое и сухое лето (начиная с конца мая) в центральных и южных областях европейской территории России способствовало быстрому иссушению почвы и развитию почвенной засухи и суховейных явлений.

В июне чрезвычайная ситуация по засухе была объявлена в Ростовской области и Республике Калмыкия. Засуха продолжалась здесь 30-45 дней. В июле суховейные явления отмечены в Южном федеральном округе. В августе атмосферная и почвенная засухи зафиксированы в Ростовской и Волгоградской областях, а также в отдельных районах Читинской области и Республики Бурятия.

5. Наибольшее количество ОЯ зарегистрировано в Сибирском федеральном округе (131 случай), из них наиболее частые ОЯ: КНЯ (~37%) и сильный ветер (~27%). 101 случай ОЯ зарегистрированы в Южном федеральном округе, в т.ч. по 23 случая КНЯ и сильных осадков. В течение года наибольшее количество ОЯ приходится на теплый период (с мая по август).

По сравнению с 2006 г., значительно возросло количество ОЯ в Центральном (на ~38%) и Приволжском (на 39%) федеральных округах; снизилось – в Дальневосточном федеральном округе (на ~20%), и незначительно возросло – в Северо-Западном и Уральском федеральных округах.

Количество ОЯ, нанесших ущерб, в 2007 г. составило в целом по России 436 случаев (против 387 в 2006 г.), что на 13% выше уровня 2006 года.

6. На западе и северо-западе европейской территории России устойчивый снежный покров зимой 2006-2007 гг. сформировался лишь к концу января, что существенно позже средних многолетних сроков. Соответственно, здесь и высота снежного покрова, и продолжительность залегания оказались значительно ниже нормы. На остальной территории снежный сезон был длиннее обычного (преимущественно в пределах 20 дней). Максимальная высота снежного покрова (выше 100 см) отмечена на азиатской территории России (северные районы Красноярского края, Урал, северное и западное побережье Охотского моря и др.).