

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И
МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(РОСГИДРОМЕТ)

ДОКЛАД
ОБ ОСОБЕННОСТЯХ КЛИМАТА
НА ТЕРРИТОРИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЗА 2009 ГОД

Москва, 2010 г.

СОДЕРЖАНИЕ¹

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА	4
2. АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ	13
3. СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ ЗИМОЙ 2008/2009 гг.	20
4. СЕВЕРНАЯ ПОЛЯРНАЯ ОБЛАСТЬ	25
5. ВЕЧНАЯ МЕРЗЛОТА	37
6. АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	39
7. ОПАСНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ	44
8. РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ	47
9. ОЗОНОВЫЙ СЛОЙ	53
ВЫВОДЫ.....	56

¹ Доклад подготовлен Государственным учреждением «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» (ИГКЭ) совместно с ГУ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт» (АНИИ), ГУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных» (ВНИИГМИ-МЦД), ГУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной метеорологии» (ВНИИСХМ), ГУ «Государственный гидрологический институт» (ГГИ), ГУ «Главная Геофизическая обсерватория» (ГГО), ГУ «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации» (Гидрометцентр РФ), ГУ «Центральная аэрологическая обсерватория» (ЦАО), с участием и при координации Управления научных программ, международного сотрудничества и информационных ресурсов Росгидромета.

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 2009 году в целом и по сезонам, данные об аномалиях климатических характеристик и экстремальных погодных и климатических явлениях. Аномалии определены как 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).

Для характеристики 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 2009 годом. Временные ряды приводятся, как правило, для средних годовых и сезонных аномалий рассматриваемых величин, осредненных по всей территории России и по территории крупных физико-географических регионов (Рис. 1).

В настоящий Доклад впервые введен раздел с характеристикой состояния вечной мерзлоты. Дополнительно, отдельным приложением, будет размещен обзор особенностей гидрологического режима в 2009 г. (планируемый срок - июль 2010 г.).

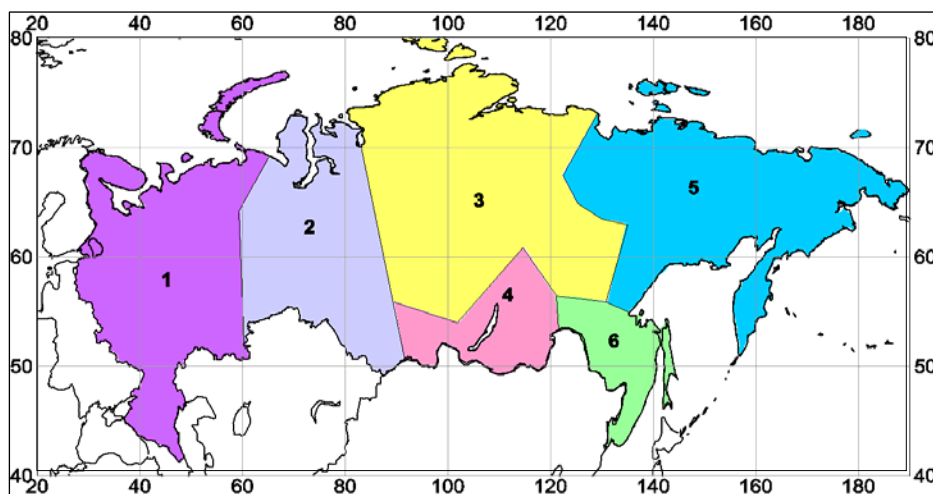


Рисунок 1 – Физико-географические регионы, рассматриваемые в Докладе:
1 - Европейская часть России (ЕЧР), 2 - Западная Сибирь, 3 - Средняя Сибирь,
4 - Прибайкалье и Забайкалье, 5 – Восточная Сибирь (включая Чукотку и Камчатку), 6 - Приамурье и Приморье (включая Сахалин)

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 ГУ ИГКЭ: <http://climatechange.su> и ГУ ВНИИГМИ-МЦД: http://www.meteo.ru/climate_var. Данные о радиационном режиме размещены на сайте ГУ ГГО <http://wrdc.mgo.rssi.ru>. Данные о гидрометеорологическом режиме полярных областей и о морских льдах представлены на сайте ГУ ААНИИ <http://www.aari.ru/main.php>.

1. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА

Средняя годовая температура воздуха, осредненная по территории России, в 2009 году превысила «норму» 1961-1990 гг. на 0.55°C , так что 2009 год для территории России в целом оказался лишь 23-им по рангу теплых лет с 1936 года. В рекордном 2007 году положительная аномалия составляла 2.1°C .

Приводимые ниже оценки получены по данным станционных наблюдений месячного разрешения, усредненным сначала внутри календарных сезонов каждого года и за год в целом, а затем – по территории рассматриваемых регионов. Зимний сезон включает декабрь предыдущего года. Среднегодовые значения относятся к календарному году, т.е. к интервалу времени с января по декабрь рассматриваемого года. Пространственное осреднение выполнено по данным 455 станций России, стран СНГ и Балтии (каталог станций см. на сайте <http://climatechange.su>), из которых 310 российских. В осреднении участвуют все станции внутри региона (российские) и влияющие станции смежных территорий, находящиеся в непосредственной близости от границ региона. Оценки условий 2009 г. получены по данным российских станций, по которым своевременно поступили сводки КЛИМАТ в оперативном потоке. Данные о внутримесячных изменениях температуры в очагах крупных аномалий приведены на основе 8-срочных наблюдений, поступающих по каналам связи в виде сообщений СИНОП (каталог станций см. на сайте <http://www.meteo.ru>).

Многолетние изменения температуры воздуха. Временные ряды средних годовых и сезонных аномалий температуры, осредненных по территории России в целом и по ее физико-географическим регионам, приведены на рис. 1.1 – 1.3 за период с 1936 по 2009 гг.

На всех временных рядах показан линейный тренд, характеризующий тенденцию (среднюю скорость) изменений температуры на интервале 1976 - 2009 гг. Тренд рассчитан методом наименьших квадратов и выражен в градусах за десятилетие ($^{\circ}\text{C}/10$ лет).

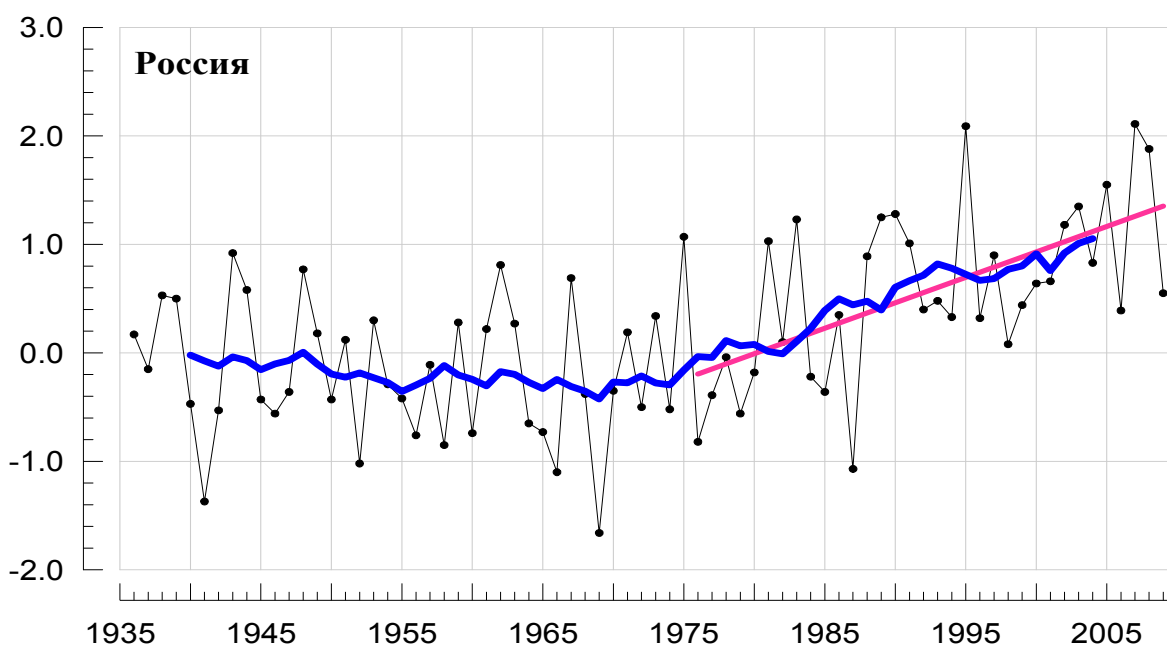


Рисунок 1.1 – Аномалии среднегодовой (январь-декабрь) температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории РФ, 1936–2009 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976-2009 гг.

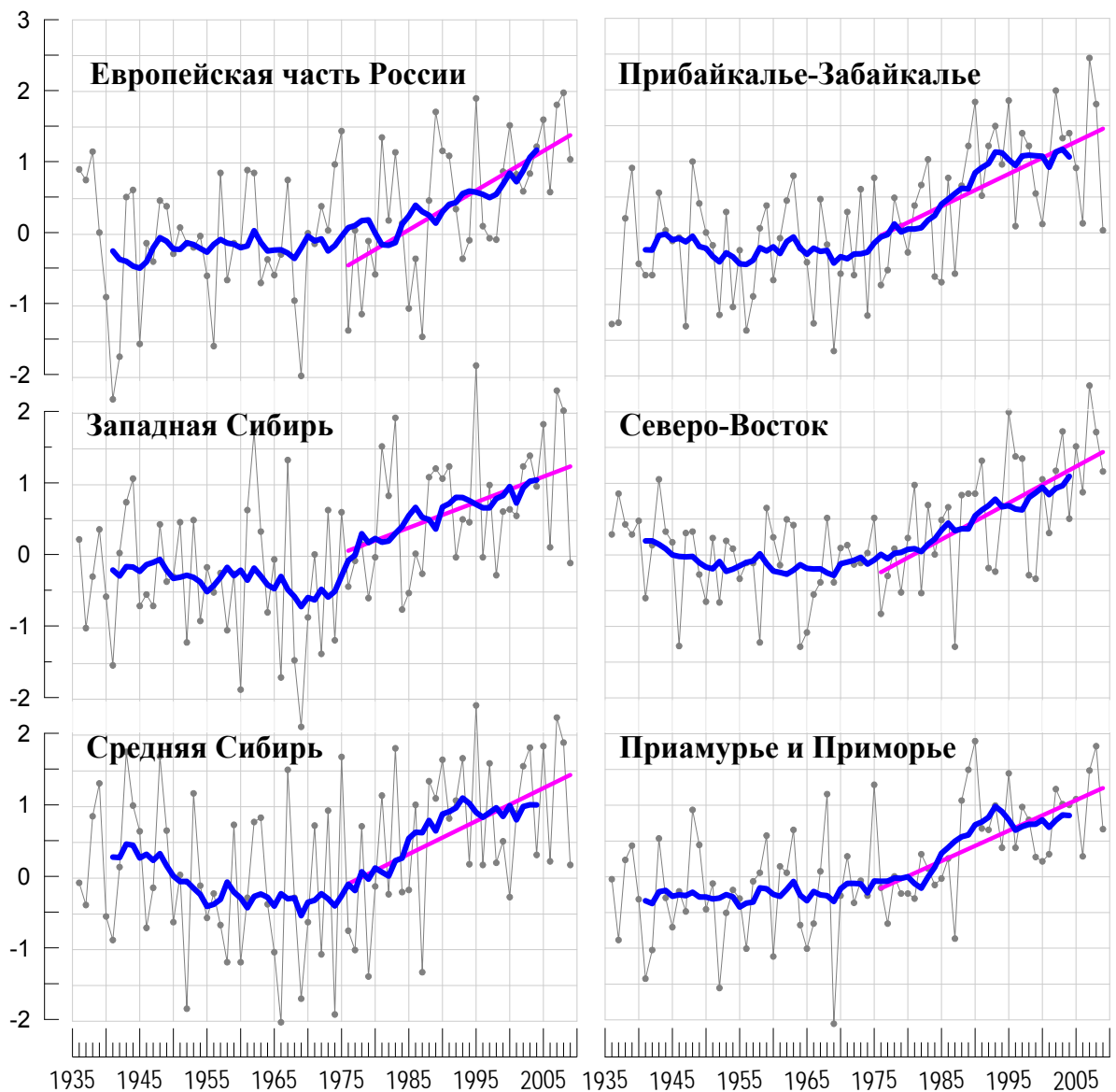


Рисунок 1.2 – Средние годовые аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$) для регионов России за 1936-2009 гг. (Усл. обозначения см. на рис. 1.1)

Отметим, прежде всего, что 2009 год в целом для территории России и для каждого из рассматриваемых регионов был заметно холоднее 2008 года. То же относится и к сезонным аномалиям 2009 г., осредненным по территории России (рис.1.3) и каждому из регионов (здесь не приводятся). Исключение составляет более теплое, чем в 2008 г., лето в Средней Сибири, занимающее 9-е место по рангу теплых летних сезонов (аномалия 1.09°C против 0.94°C в 2008 г.). В этом регионе самым теплым (с 1936 г.) было лето 2001г., когда сезонная температура была выше нормы на 2.36°C .

Несмотря на понижение температуры от 2008 г. к 2009 г., существенных изменений в тенденциях ее климатических изменений при переходе к периоду 1976-2009 гг. практически не произошло. Как и в период 1976-2008 гг., линейный тренд температуры положителен по всем регионам и во все сезоны, кроме Восточной Сибири зимой. Количественные оценки трендов (табл. 1.1) несколько изменились, но общие закономерности сохранились. По-прежнему, в зимний сезон тренды температуры наименее существенны (их вклад в дисперсию ниже 15%); незначителен (на фоне суммарной изменчивости) тренд весенних температур в Европейской части России (ЕЧР), в Приамурье и Приморье, летних температур – в Западной Сибири и осенних – в Западной и Средней Сибири и в Прибайкальском регионе.

Таблица 1.1 – Оценки линейного тренда регионально осредненной температуры приземного воздуха для регионов России за 1976-2009 гг.

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

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$
Россия	0.47	35	0.44	7	0.58	27	0.38	48	0.51	20
Европейская часть РФ	0.56	34	0.83	14	0.37	11	0.43	22	0.60	22
Западная Сибирь	0.36	16	0.40	3	0.62	16	0.16	4	0.36	5
Средняя Сибирь	0.46	21	0.50	4	0.60	17	0.41	27	0.36	4
Прибайкалье и Забайкалье	0.46	29	0.44	5	0.71	26	0.54	40	0.24	4
Восточная Сибирь	0.51	35	-0.14	2	0.82	30	0.46	38	0.86	38
Приамурье и Приморье	0.42	38	0.54	12	0.41	14	0.25	17	0.49	26

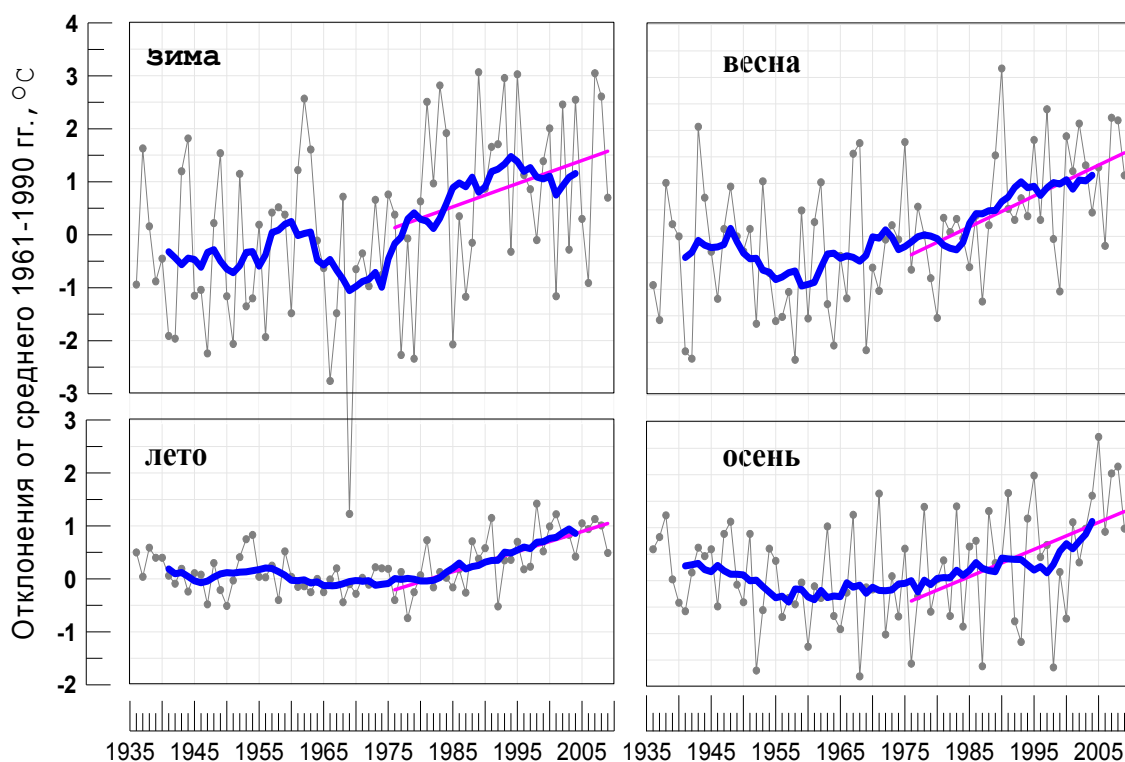


Рисунок 1.3 – Сезонные аномалии температуры приземного воздуха (°C), осредненные по территории РФ, 1936-2009 гг. (Усл. обозначения см. на рис. 1.1)

В среднем по территории России, темпы потепления незначительно замедлились: тренд средних годовых температур составил в 1976-2009 гг. $+0.47^{\circ}\text{C}/10$ лет при вкладе в дисперсию 34%, а в 1976-2008 г. оценки были: $+0.52^{\circ}\text{C}/10$ лет и 35%, соответственно. Регионы наиболее интенсивного потепления – Европейская часть России и Восточная Сибирь (выше $0.5^{\circ}\text{C}/10$ лет).

Пространственное распределение локальных коэффициентов линейного тренда температур за 1976-2009 гг., рассчитанных непосредственно по данным стационарных наблюдений на территории России, для всех сезонов приведено на рис. 1.4.

В целом, представленные оценки указывают на продолжающуюся тенденцию к потеплению во все сезоны, кроме зимы в Восточной Сибири. Наибольшая скорость современного потепления отмечается в западных районах Европейской территории России и в Якутии (зимой), на юге Красноярского края и в Предбайкалье (зимой и весной), на Чукотке и в Магаданской области (весной и осенью), наименьшая – в Западной Сибири, где тренд практически отсутствует во все сезоны, кроме весеннего. Тенденция к похолоданию на территории России сохраняется лишь в зимний период в северо-восточном регионе (Чукотка, Магаданская область, восточные районы Якутии).

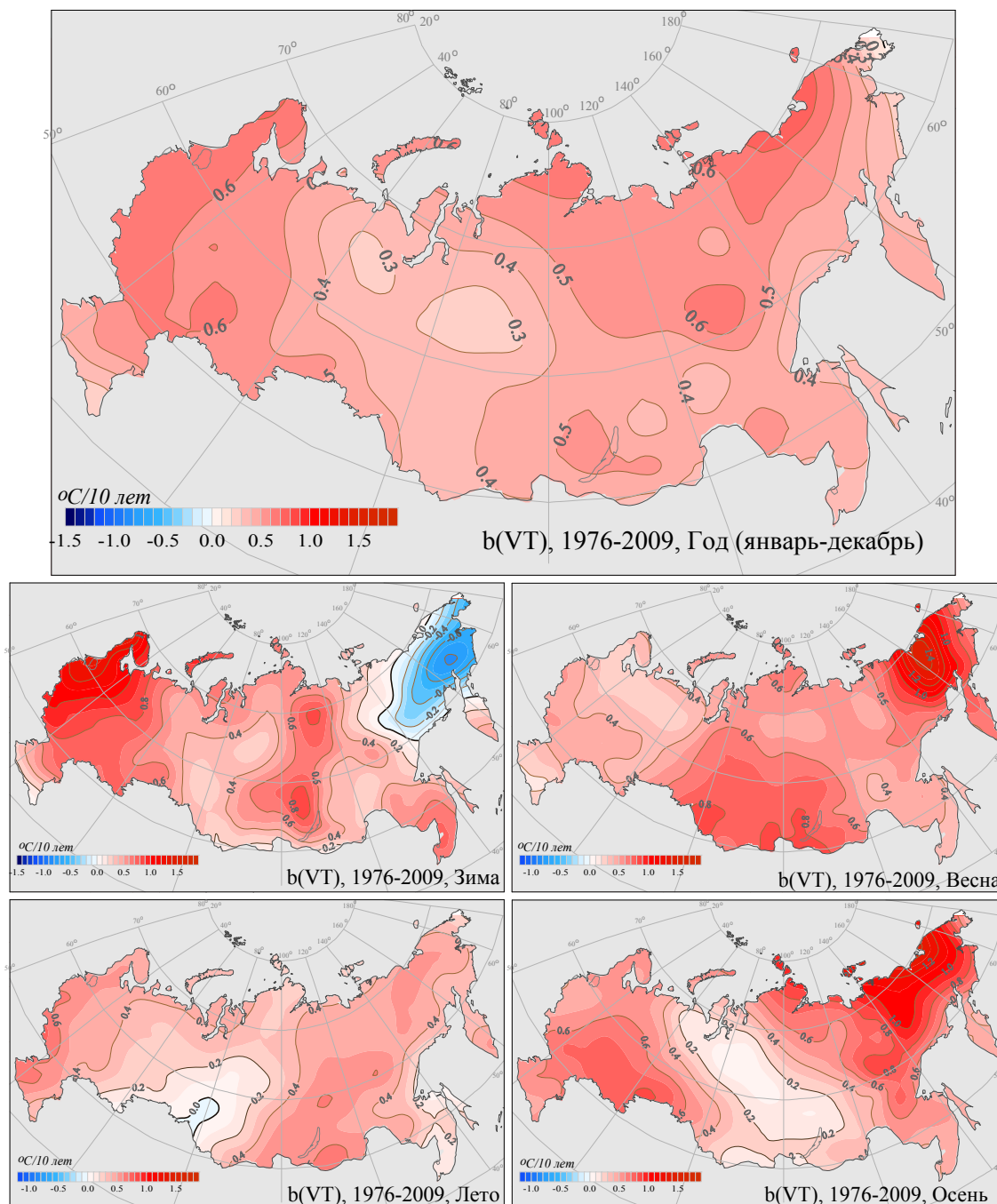


Рисунок 1.4 – Средняя скорость изменения среднегодовой и средних сезонных температур приземного воздуха на территории России по данным наблюдений за 1976-2009 гг. (в °С/10 лет)

Особенности температурного режима в 2009 г. Значения сезонных и годовых пространственно осредненных аномалий температуры 2009 года для территории России в целом и для каждого из регионов, приведены в табл. 1.2. Наряду с величиной аномалии приведен также ее ранг во временном ряду соответствующей климатической переменной за 1936-2009 гг.

Как уже отмечалось, по уровню температуры в целом для территории России 2009 год (как в среднем за год, так и во все сезоны) был менее теплым, чем предыдущий 2008, но притом более теплый, чем в среднем за базовый период 1961-1990 гг. Год занял 23 место в ранжированном по убыванию ряду среднегодовых температур с 1936 года.

Регионально осредненные аномалии температуры также были положительными в целом за год во всех рассматриваемых регионах, кроме Западной Сибири. Наиболее теплым 2009 год был в регионах Восточная Сибирь (аномалия +1.16°C) и Европейская часть России (аномалия +1.03°C). Весной (самый теплый сезон минувшего года по уровню аномалии) регионально осредненная температура во всех регионах была выше нормы. Ниже нормы отмечена температура зимой – в Средней и Восточной Сибири, летом – в Западной Сибири, в Приамурье и Приморье и осенью – в Прибайкалье и Забайкалье.

Таблица 1.2 – Средние годовые и сезонные аномалии температуры приземного воздуха в регионах России в 2009 году:

νT - отклонения от средних за 1961-1990 гг.; R – ранг текущих значений в ряду убывающих температур за 1936-2009 гг.

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	$\nu T, ^\circ C$	R	$\nu T, ^\circ C$	R	$\nu T, ^\circ C$	R	$\nu T, ^\circ C$	R	$\nu T, ^\circ C$	R
Россия	0.55	23	0.7	29	1.17	16	0.49	21	1.00	18
Европейская часть РФ	1.03	14	2.81	14	0.37	25	0.42	33	2.17	4
Западная Сибирь	-0.12	45	0.28	35	1.23	20	-0.13	47	0.94	23
Средняя Сибирь	0.16	41	-0.35	48	0.98	23	1.09	9	0.17	36
Прибайкалье и Забайкалье	0.01	43	0.08	37	1.61	17	0.49	32	-0.65	56
Восточная Сибирь	1.16	10	-0.45	36	2.14	9	0.79	17	1.53	15
Приамурье и Приморье	0.64	18	1.11	19	1.2	11	-0.19	54	0.37	33

Таким образом, в число десяти самых теплых лет 2009 год попал лишь в регионе Восточная Сибирь, а в число десяти самых теплых сезонов – весна в Восточной Сибири, лето в Средней Сибири и осень в Европейской части России.

Более детально региональные и сезонные особенности температурного режима 2009 года на территории России представлены на рис. 1.5 и кратко прокомментированы ниже.

Зима – теплая в Европейской части РФ. Аномалия температуры, осредненная по этому региону составила +2.81°C. Обширная область отрицательных аномалий, охватывающая практически всю азиатскую территорию России, протянулась от южных районов Западной Сибири через Якутию до Чукотки. В центрах очагов аномалии достигают значений от -2.3°C в Западной Сибири до -4.3°C на Чукотке.

Декабрь 2008 года. Два мощных очага тепла сформировались на севере Европейской территории и Западной Сибири и на севере Дальневосточного ФО, в континентальных районах Магаданской области и Чукотки. Среднемесячные аномалии температуры на побережье Баренцева и Карского морей составили более 8°C, как и на побережье Восточно-Сибирского моря. На ряде станций зафиксированы рекордные значения среднемесячной температуры, в т.ч. на станциях Усть-Хайрюзова (аномалия +7.1°C, Сахалин) и Холмск (аномалия +3.2°C, Камчатка). В центрах очагов аномалии превысили 10°C. На станции Омолон при норме -35.8°C среднемесячная температура

воздуха поднялась до -25.6°C , при этом были зарегистрированы рекордные значения и суточных температур воздуха (30 и 31 декабря были перекрыты абсолютные максимумы температуры). Разделены очаги тепла областью холода над западными районами Якутии, с аномалиями до -6°C . Большую часть месяца суточные температуры воздуха в центре этой области были ниже нормы, причем аномалии достигали $-15, -20^{\circ}\text{C}$.

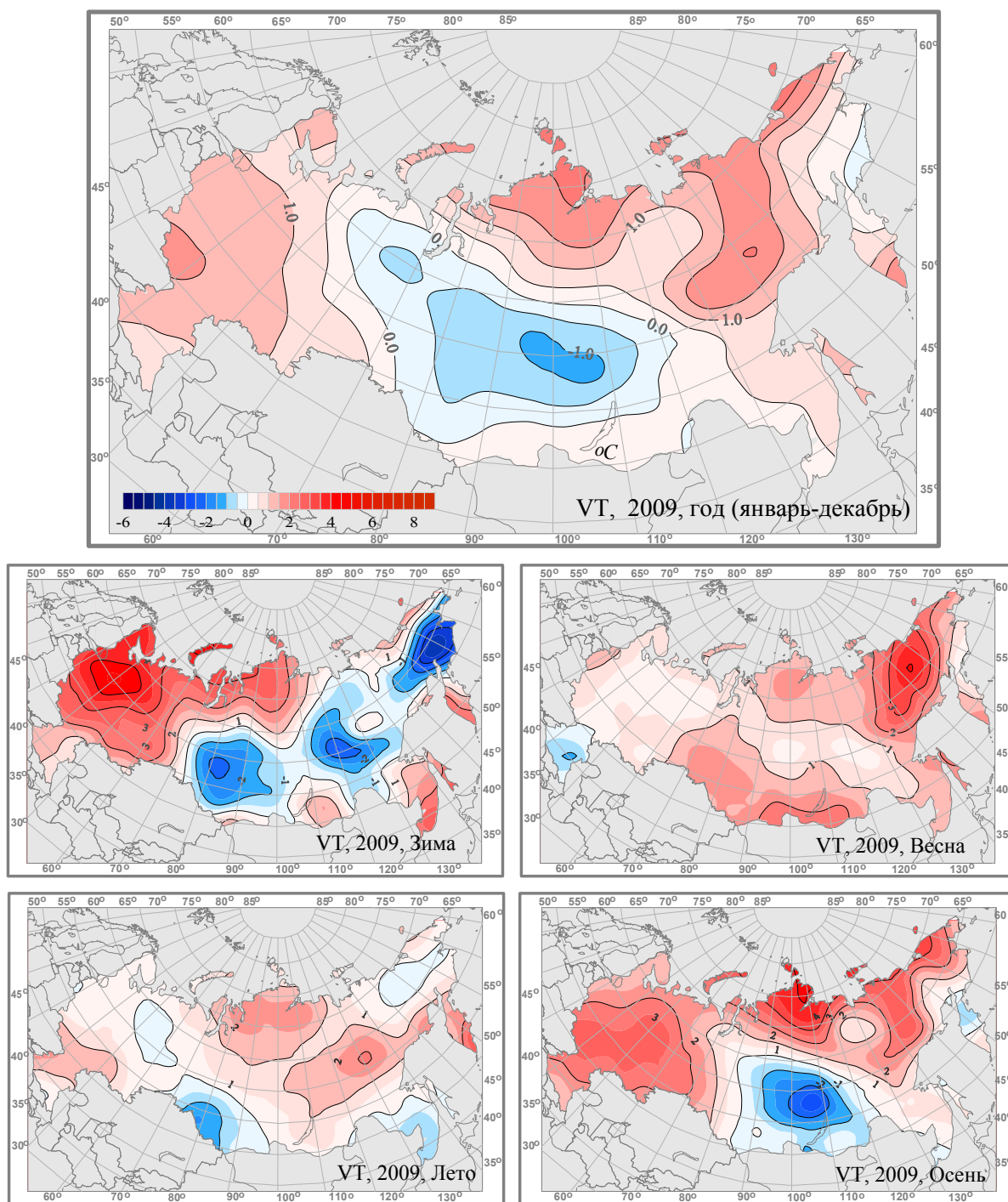


Рисунок 1.5 – Поля аномалий средней годовой и сезонных температур приземного воздуха на территории России в 2009 г. (отклонения от средних за 1961-1990 гг.)

Январь: Обширная область положительных аномалий средней месячной температуры охватывала Среднюю Сибирь и запад Якутии. В центре этой области на севере Красноярского края температура превышала норму на 9.8°C . На многих станциях наблюдались экстремальные аномалии, превысившие значения 90%-перцентилей (более

высокие температуры наблюдались в прошлом лишь в 10% случаев). Вторая область положительных аномалий (до +5°C в центре) занимала почти всю европейскую часть России, кроме ее южных районов.

Очень холодно на территории Корякского и Чукотского АО, где среднемесячные аномалии температуры достигали -7.2°C.

Февраль. На всей азиатской части страны экстремально холодно со средними месячными аномалиями, достигающими -7.1°C (на севере Якутии). В некоторых районах сильные морозы наблюдались в течение 7 – 9 дней подряд. На многих станциях Дальневосточного ФО февраль попал в число 10% самых холодных февралей за период наблюдений с 1936 года. Среднесуточная температура в Томской области в отдельные дни опускалась до -35...-39°C, что на 10-20°C ниже нормы. На станции Кабанск (Забайкалье, республика Бурятия) перекрыт абсолютный минимум февральских температур «-41,1°C». На европейской части РФ - тепло со средними месячными аномалиями температуры до +4.1°C на севере и до +5°C на юге.

Весной температура превышала норму на всей территории РФ, кроме Южного ФО. Области максимальных положительных аномалий – на востоке Якутии (более 3.5°C). В Европейской части России температурные условия близки к норме, хотя в каждом из весенних месяцев отмечались обширные области отрицательных аномалий.

Март. В междуречье Енисея и Лены – холодно со среднемесячными аномалиями температуры до -3.7°C. На остальной территории страны (исключая восточную территорию Чукотки) наблюдались положительные аномалии температуры. Экстремально тепло на востоке Якутии (средние месячные аномалии температуры до +7.5°C).

Апрель. Почти вся Европейская часть России (ЕЧР), включая территорию Южного ФО, занята областью холода, тогда как на азиатской территории расположилась обширная область положительных аномалий с очагом тепла на севере Красноярского края (от Эвенкии до Таймыра, с аномалиями выше +6°C). В Забайкалье и Прибайкалье на большинстве станций апрель 2009 г. попал в число 5% самых теплых апрелей с 1936 года. В целом по региону Забайкалье и Прибайкалье, более теплый апрель наблюдался лишь в 1997 г. (+5.06 °C), а в регионе Средняя Сибирь – трижды, в 1997, 2007 и 1943 гг. (+6.92, +5.58 и +5.01 °C, соответственно).

На территории ЕЧР при сравнительно небольших отрицательных аномалиях среднемесячных температур (до -3°C), в средней полосе и на юге во второй половине месяца зафиксированы рекордные холода и новые суточные абсолютные минимумы температуры в Тамбове, Курске, Липецке, Краснодаре, Минводах, Сочи, Махачкале.

Май. На большей части России аномалии среднемесячной температуры не превышали по абсолютной величине 2-3°C. Области отрицательных аномалий охватывали центральные районы Сибири и юг европейской части РФ (территория Южного ФО) с заморозками в третьей декаде в Волго-Вятском районе, Поволжье и на Урале. На остальной территории – тепло. Самые крупные положительные аномалии осуществились на Колыме и на Чукотке (на 6°C выше нормы), несколько ниже – в Приамурье, Приморье и на Сахалине (на 3°C выше нормы).

Летом по России в целом температура была близкой к норме. Наиболее теплым лето было в Средней Сибири, где осредненная по территории аномалия составила +1.1°C (на девятом месте по рангу теплых летних сезонов с 1936 года). Ниже нормы средняя за сезон температура была в Западной Сибири и в Приамурье и Приморье (аномалия составила -0.13°C и -0.19°C, соответственно).

Июнь. Область положительных аномалий охватывает ЕЧ России (с очагом тепла в южных районах, аномалия в центре +3.9°C) и территорию Якутии, Чукотки и Магаданской области, где аномалии достигали более +4°C. На станции Оймякон («полночь холода») аномалия среднемесячной температуры составила +5.4°C. На трех станциях

Дальневосточного ФО (Ключи, Сеймчан, Среднекан) зафиксированы рекордно высокие значения июньской температуры.

В то же время на юге Сибирского ФО холодно – отрицательные аномалии температуры достигали -3.3°C .

Июль. На большей части территории России температуры около нормы. Области аномалий, как положительных, так и отрицательных, по сравнению с июньским полем, существенно слабее. Аномалии тепла (до $+2.0 \dots +3.5^{\circ}\text{C}$) на юге ЕЧР и на Таймыре разделяются областью отрицательных аномалий ($-1.5 \dots -2.2^{\circ}\text{C}$), протянувшейся от границ с Казахстаном до побережья Белого моря. В Дальневосточном регионе наибольшие температурные контрасты наблюдались на северо-востоке, где сформировались очаги тепла в Магаданской области и на Камчатке и очаг холода – в Чукотском АО.

Август. Как и в июле, на большей части России средняя месячная температура оказалась близкой к норме. На этом фоне можно отметить две области сравнительно небольших (до $1.5, 2.0^{\circ}\text{C}$) аномалий: положительных – на севере Западной Сибири и отрицательных – в Центральном и Южном федеральных округах. На ряде метеостанций (Котлас, Псков, Саратов, Волгоград, Краснодар, Ставрополь и др.) были зарегистрированы новые суточные минимумы температуры воздуха.

Осень – теплая на европейской части России и в Восточной Сибири и холодная в Забайкалье и Прибайкалье.

Сентябрь для России оказался самым аномально теплым месяцем 2009 года. Почти вся территория России была занята положительными аномалиями температуры с основными очагами в Европейской части России и в Якутии (более 3°C). На 50 станциях среднемесячная температура оказалась выше 95%-го перцентиля (уровень, выше которого на этих станциях температура поднималась лишь в 5% случаев) и еще на 38 станциях она была выше 90%-перцентиля. Лишь в Предбайкалье отмечались слабые отрицательные аномалии температуры.

Октябрь был для России также теплым месяцем. Большая часть территории России, кроме северо-западных районов и Забайкалья, была занята положительными аномалиями температуры с максимумами аномалий 5.4°C на Таймыре и северо-востоке страны.

Ноябрь. Обширная область холода охватила территорию Сибири (кроме ее северных районов). Аномалии в центре этой области достигали -7.2°C , тогда как в Европейской части России температура была выше нормы на 3.9°C , а в северных районах Сибири - на 5.5°C .

Декабрь оказался самым холодным месяцем года (рис.1.6). Почти вся Европейская часть России (за исключением Южного ФО), Западная, Средняя Сибирь, часть Якутии были заняты обширной областью отрицательных аномалий температуры, превышающих $10-11^{\circ}\text{C}$ в центре очага холода. На 38 станциях этой области декабрь 2009 г. попал в число 10% самых холодных декаблей с 1936 г.

В автономных округах Тюменской области, в Эвенкии, северных районах Красноярского края и Иркутской области аномалии среднемесячной температуры воздуха достигли $-9 \dots -11^{\circ}\text{C}$. Вторая декада месяца очень холодной выдалась в Забайкальском крае с минимальными температурами $-35 \dots -42^{\circ}\text{C}$, а в северных и восточных районах – до -45°C . В Казани зафиксирован абсолютный минимум температуры 15-17 декабря за весь 138-летний ряд наблюдений. В Перми были перекрыты абсолютные суточные минимумы температуры воздуха 16 и 17 декабря ($-41,4^{\circ}\text{C}$ и $-38,4^{\circ}\text{C}$, соответственно).

В восточных районах страны декабрь был гораздо теплее обычного. Максимальные положительные аномалии среднемесячной температуры воздуха ($9-10^{\circ}\text{C}$) отмечены в Чукотском АО.

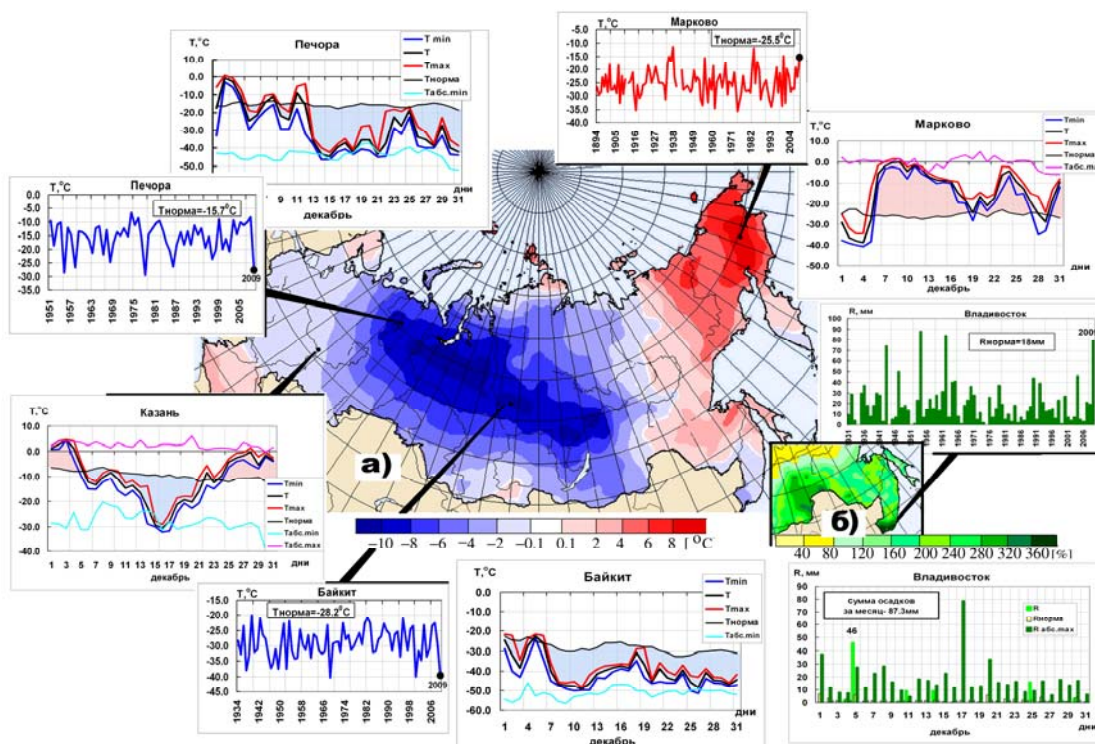


Рисунок 1.6 – Метеорологические условия в декабре 2009 г.:

а) Аномалии температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) на территории России; б) Аномалии месячных сумм осадков (% от нормы) на территории Дальневосточного юга.

На врезках: многолетний ход среднемесячной температуры воздуха и месячных сумм осадков в декабре и ход их суточных значений в декабре 2009 г. на избранных метеостанциях (по часовой стрелке, снизу): Байкит, температура; Казань температура; Печора, температура; Марково, температура; Владивосток, осадки.

Таким образом, 2009 год оказался для России существенно менее теплым (аномалия 0.55°C) в сравнении с предшествующим 2008 годом (аномалия $+1.88^{\circ}\text{C}$) и даже в сравнении со всеми годами начавшегося столетия, кроме 2006 г. (в 2006 аномалия среднегодовой температуры была еще ниже, $+0.39^{\circ}\text{C}$). В ранжированном (по убыванию) временном ряду среднегодовых температур, осредненных по территории России, 2009 год занимает всего лишь 23 место (за период наблюдений с 1936 г.). Лишь для Восточной Сибири 2009 год попал в число десяти самых теплых лет рассматриваемого периода.

Наиболее обширные области положительных аномалий отмечались в сентябре: на 50 станциях наблюденная температура была выше 95%-го перцентиля и еще на 38 станциях – выше 90%-го перцентиля.

Наиболее холодными месяцами оказались февраль и декабрь: на 21 станции в феврале и 38 станциях в декабре наблюденная температура была ниже соответствующего 10%-го перцентиля.

Существенных изменений в тенденциях климатических изменений температуры с добавлением 2009 г. не выявлено. Как и в период 1976 – 2008 гг., линейный тренд температуры за 1976 – 2009 гг. преимущественно положителен во все сезоны. В Западной Сибири тренд практически отсутствует (кроме весеннего сезона). Тенденция к похолоданию на территории России по-прежнему отмечается лишь в зимний период в северо-восточном регионе (Чукотка, Магаданская область, восточные районы Якутии).

2. АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ

Все приводимые в данном разделе оценки, как и для температуры, получены по данным стационарных наблюдений месячного разрешения (своевременно полученным с каналов связи в оперативном потоке). Данные усреднены сначала внутри календарных сезонов каждого года и за год в целом, а затем – по территории регионов. Зимний сезон включает декабрь предыдущего года. Количество осадков, выпавших за год/сезон, представлено в мм/месяц (средняя за год/сезон месячная сумма осадков).

Количество осадков, выпавших в целом за год по всей территории России, в 2009 году было значительно выше нормы – год оказался одиннадцатым по рангу влажных лет с 1936 г.

Многолетние изменения атмосферных осадков. Временные ряды среднегодовых аномалий месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненных по территории России и ее физико-географических регионов, представлены на рис.2.1, 2.2. Сглаженный ход соответствует 11-летней скользящей средней. На всех временных рядах показаны линейные тренды за 1976 – 2009 гг., оцененные методом наименьших квадратов. Числовые оценки трендов (значения коэффициентов линейного тренда и доля объясненной им дисперсии) приведены в табл. 2.1.

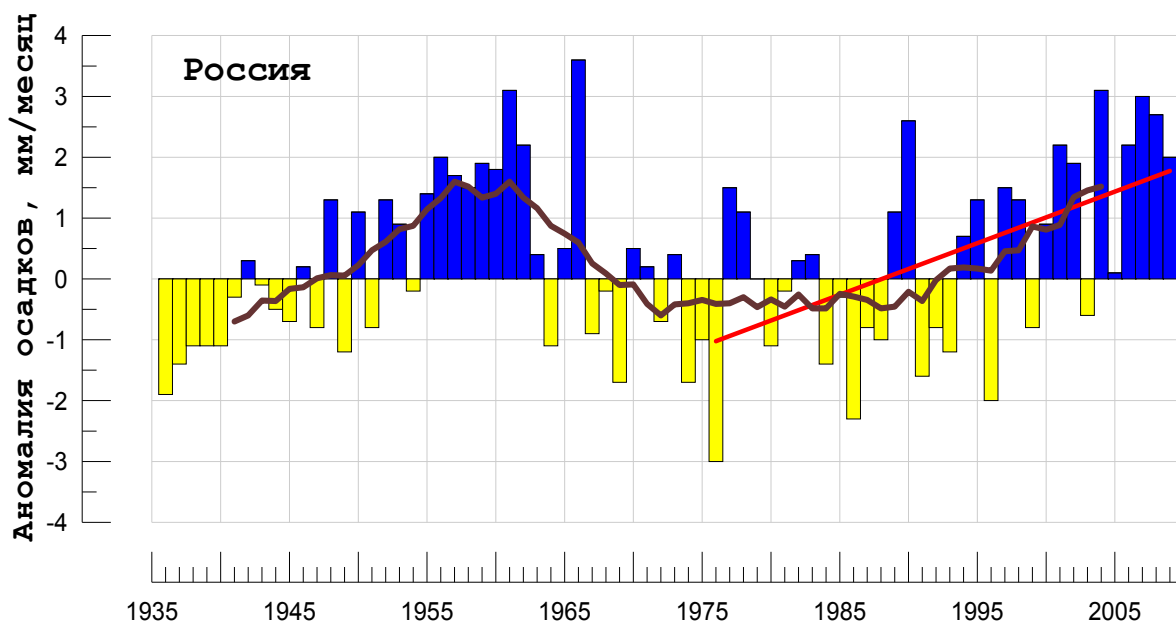


Рисунок 2.1 – Осредненные за год и по территории России аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц) за 1936-2009 гг. Сглаженная кривая соответствует 11-летнему скользящему осреднению. Линейный тренд показан за 1976-2009 гг.

Представленные в табл. 2.1 оценки трендов осадков за 1976-2009 гг., в сравнении с аналогичными оценками за 1976-2008 гг., изменились очень незначительно. Тренд годовых сумм осадков за 1976-2009 гг., в среднем по России, составляет 0.85 мм/мес/10лет и описывает 27% межгодовой изменчивости (в 1976-2008 он составлял 0.84 мм/мес/10 лет при 26% объясненной дисперсии).

Наиболее заметен рост годовых сумм осадков в Средней Сибири (за счет осеннего сезона) и рост весенних осадков в целом по России (за счет Западной и Восточной Сибири).

В целом, следует отметить, что на территории России линейные тренды в ходе осадков выражены значительно слабее, чем в ходе температуры. Как правило, они ответственны за слишком малую долю межгодовой изменчивости осадков и указывают на наличие в некоторых регионах России в отдельные сезоны слабой тенденции к

увеличению осадков, а также на намечающуюся тенденцию к уменьшению осадков в регионе Восточной Сибири в экстремальные сезоны.

Таблица 2.1 – Оценки линейного тренда регионально осредненных годовых и сезонных сумм атмосферных осадков на территории России за 1976-2009 гг.:

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

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	<i>b</i>	<i>D%</i>	<i>b</i>	<i>D%</i>	<i>b</i>	<i>D%</i>	<i>b</i>	<i>D%</i>	<i>b</i>	<i>D%</i>
Россия	0.85	27	0.50	7	1.63	27	0.33	2	0.70	6
Европейская часть	0.52	3	0.82	3	2.18	14	-1.20	2	-0.16	0
Западная Сибирь	1.14	13	1.44	14	2.34	24	0.60	1	0.27	0
Средняя Сибирь	1.26	26	0.30	1	0.94	13	2.4	14	1.44	18
Прибайкалье и Забайкалье	1.07	13	0.56	7	0.31	1	1.42	3	2.19	20
Восточная Сибирь	0.66	5	-0.64	4	1.50	24	-0.37	0	1.60	11
Приамурье и Приморье	0.23	0	0.49	2	1.96	5	-0.62	0	-1.55	4

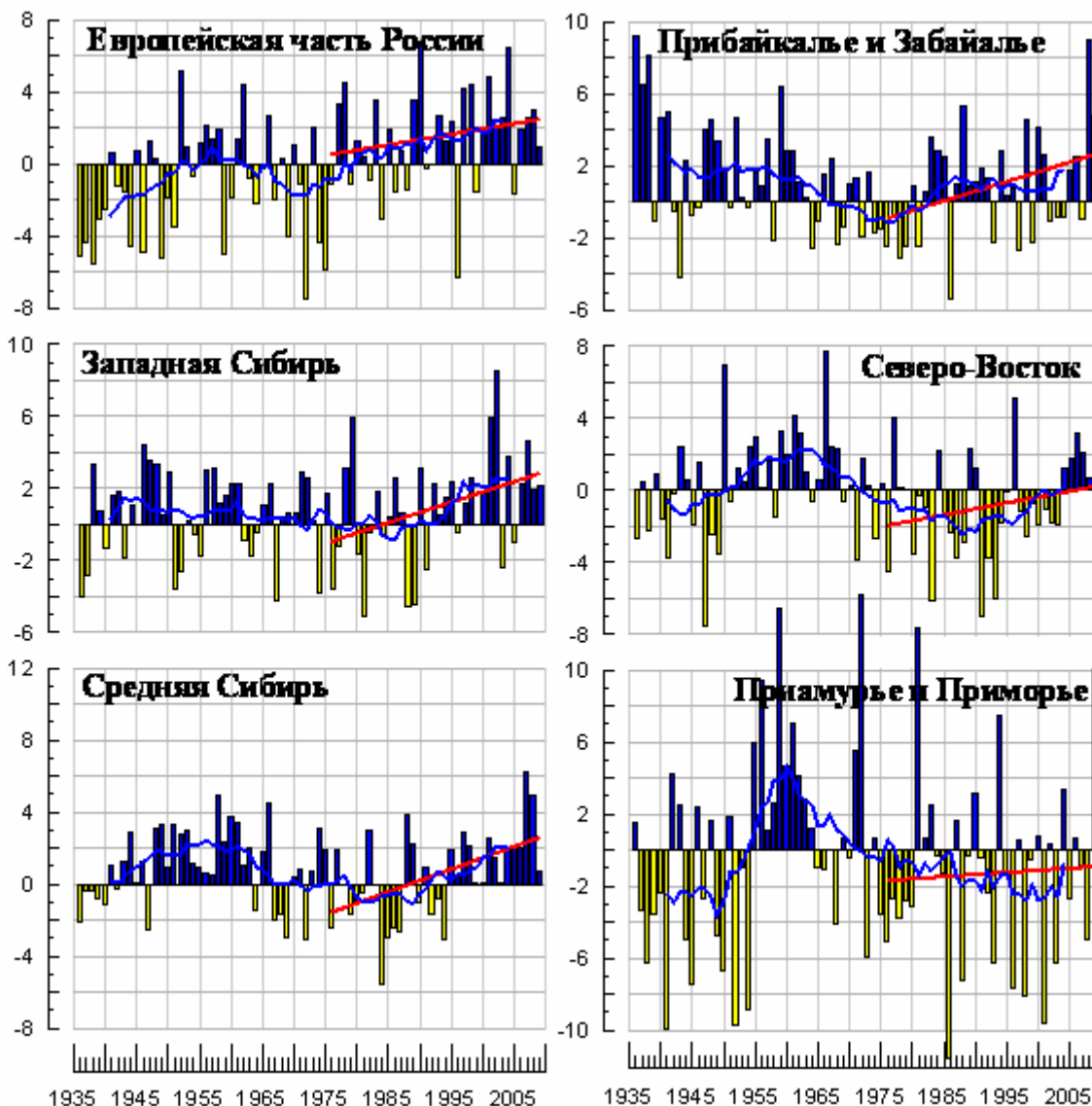


Рисунок 2.2 – Осредненные за год и по территории регионов России аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц) за 1936-2009 гг. (усл. обозначения – см. рис. 2.1)

На рис. 2.3 приведены распределения локальных коэффициентов линейных трендов осадков, дающие пространственную картину современных тенденций в изменении режима осадков на территории России в течение 1976-2009 гг.

Оценки трендов получены по стационарным данным об осредненных за год/сезон месячных суммах осадков, выраженных в % от нормы (относительные аномалии). Коэффициенты трендов приведены в %/10 лет.

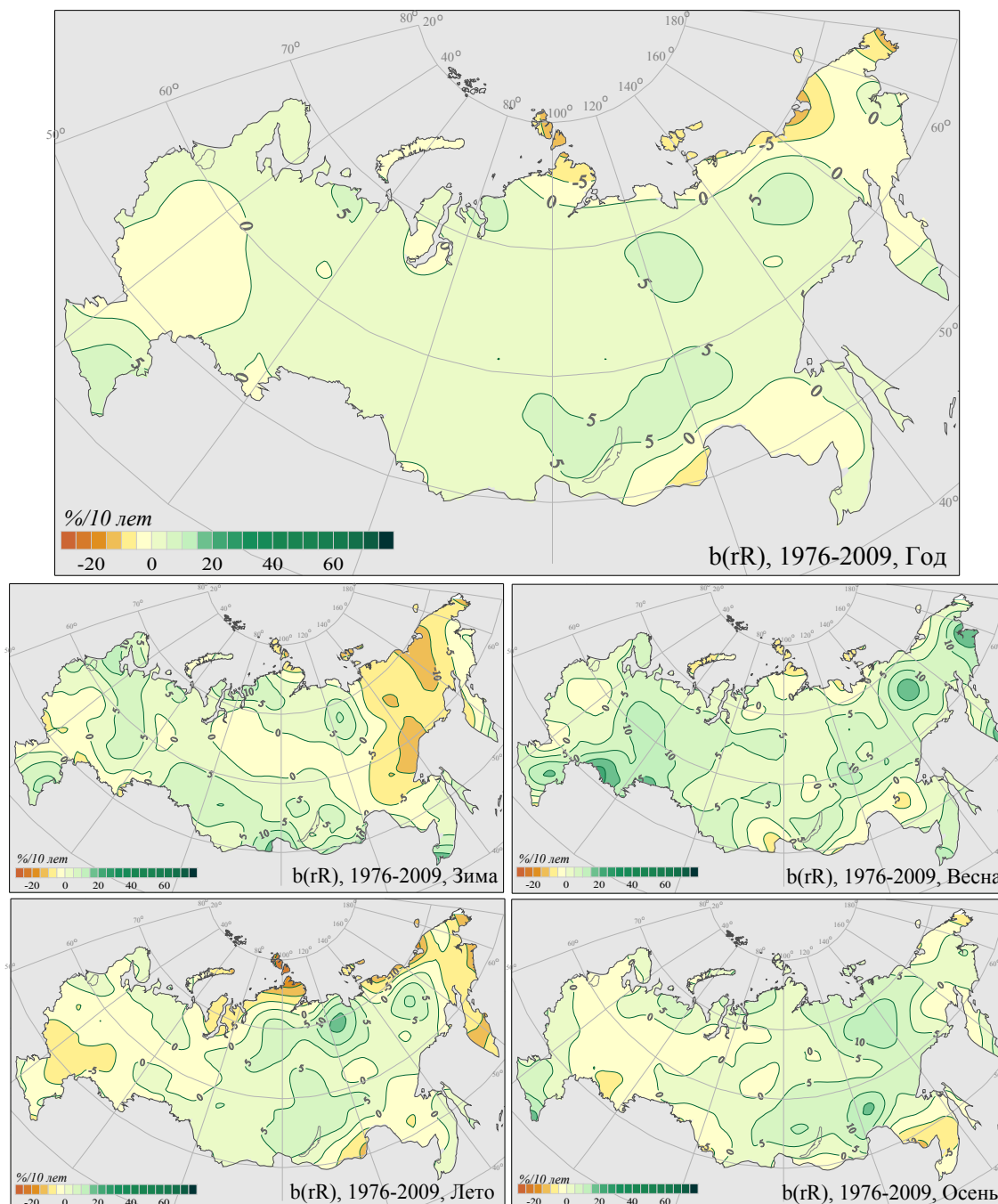


Рисунок 2.3 – Пространственные распределения локальных коэффициентов линейного тренда атмосферных осадков за 1976-2009 гг. на территории России (%/10 лет), в среднем за год и по сезонам.

Распределения подтверждают основной вывод о наличии слабой тенденции к увеличению годовых сумм осадков. Прослеживаются также отдельные области с тенденцией к увеличению весенних осадков на ЕЧР, в Западной и Восточной Сибири. В Восточной Сибири выделяются значительные по площади области с тенденцией к

некоторому уменьшению зимних (Чукотка и Хабаровский край) и летних (Чукотка и Камчатка) осадков.

Таким образом, в период 1976 – 2009 гг. на территории России линейные тренды в ходе осадков выражены значительно слабее, чем в ходе температуры. Как правило, они ответственны за слишком малую долю межгодовой изменчивости осадков и указывают на наличие в некоторых регионах России в отдельные сезоны слабой тенденции к увеличению осадков, а также на намечающуюся тенденцию к уменьшению осадков в регионе Восточной Сибири в экстремальные сезоны

Особенности пространственного распределения осадков в 2009 г. Числовые значения сезонных и годовых аномалий осадков (мм/месяц) в 2009 г., в среднем по территории России и ее регионов, приведены в табл. 2.2. Для каждого значения аномалии приведен ее ранг (по убыванию осадков) за 1936-2009 гг. Как видно из таблицы, 2009 год в целом по России был довольно влажным – он вошел в число 11 самых влажных лет за рассматриваемый период. Годовые суммы осадков в 2009 г. были выше нормы (аномалии положительны) во всех регионах, кроме Восточной Сибири. По уровню годовых сумм осадков, 2009 год оказался в Приамурье и Приморье на четвертом месте, а в Прибайкалье и Забайкалье на восьмом месте среди наиболее влажных лет за период с 1936 г.. К аномально влажным сезонам можно отнести зиму и осень в Прибайкалье и Забайкалье (ранги 2 и 3), зиму и лето в Приамурье и Приморье (ранг 3), весну в Средней Сибири (ранг 3). Однако в каждом сезоне были регионы с дефицитом осадков (см. табл. 2.2).

В целом, количество выпавших за 2009 год осадков превышало норму во всех регионах, особенно в Приамурье и Приморье и в Прибайкалье и Забайкалье. Дефицит осадков отмечался в Поволжье в течение всех сезонов, кроме весеннего.

Таблица 2.2 – Средние годовые и сезонные аномалии месячных сумм осадков в регионах России в 2009 году:

νR (мм/месяц)- отклонения от средних за 1961-1990 гг.;

R – ранг текущих значений в ряду убывающих осадков за 1936-2009 гг.

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	νR	R	νR	R	νR	R	νR	R	νR	R
Россия	2	11	1.4	18	1.8	26	4	11	0	43
Европейская часть РФ	1	33	-1.6	43	-0.4	42	0.3	35	0.1	38
Западная Сибирь	2.1	25	3.3	16	3.2	25	2.6	35	-1.9	50
Средняя Сибирь	0.7	40	-0.5	35	5.1	3	-0.7	50	1.9	25
Прибайкалье и Забайкалье	4.8	8	5.5	2	-2.1	54	13	11	9.7	3
Восточная Сибирь	0	38	1.7	20	4.7	5	-1.1	43	-1.4	45
Приамурье и Приморье	10.1	4	7	3	-4.8	53	32.1	3	-9.2	65

Региональные и сезонные особенности распределения осадков на территории Российской Федерации в 2009 г. подробнее представлены на рис. 2.4.

Зима была снежной на территории Приморского и Хабаровского краев. В районе Комсомольска-на-Амуре количество выпавших за зиму осадков составило около 150% нормы, на Алтае и в Забайкалье – около 130 – 140% нормы. В этих районах на многих станциях зима попала в число 10% самых снежных зимних сезонов. В Приморском крае наиболее снежными месяцами были январь и февраль.

В районе Южного Урала и в Якутии осадки составили лишь 60-80% нормы.

Декабрь 2008 г. В бассейне Оби и на большей части Дальневосточного ФО выпало более 160% нормы. В то же время на юге Центрального, Приволжского и Уральского ФО наблюдался дефицит осадков (менее 40% нормы). На 20 станциях в этих районах декабрь

попал в число 10% самых сухих месяцев. В Пензе и Октябрьском Городке были зафиксированы рекорды минимального выпадения осадков (5 и 3 мм, соответственно).

Январь. На многих станциях Дальневосточного ФО январь оказался среди 10% самых сухих январей за 1936-2009гг. – осадки составили менее 40% нормы. На пяти станциях зафиксированы рекордные минимумы осадков: в Среднекане (7 мм), в Каменском (1 мм), а на станциях Усть – Мома, Оймякон, Сусуман осадков не было вовсе.

Избыток осадков зафиксирован в Хабаровском и Приморском краях, на Сахалине (более 160% нормы). На некоторых станциях январь был среди 10% самых влажных.

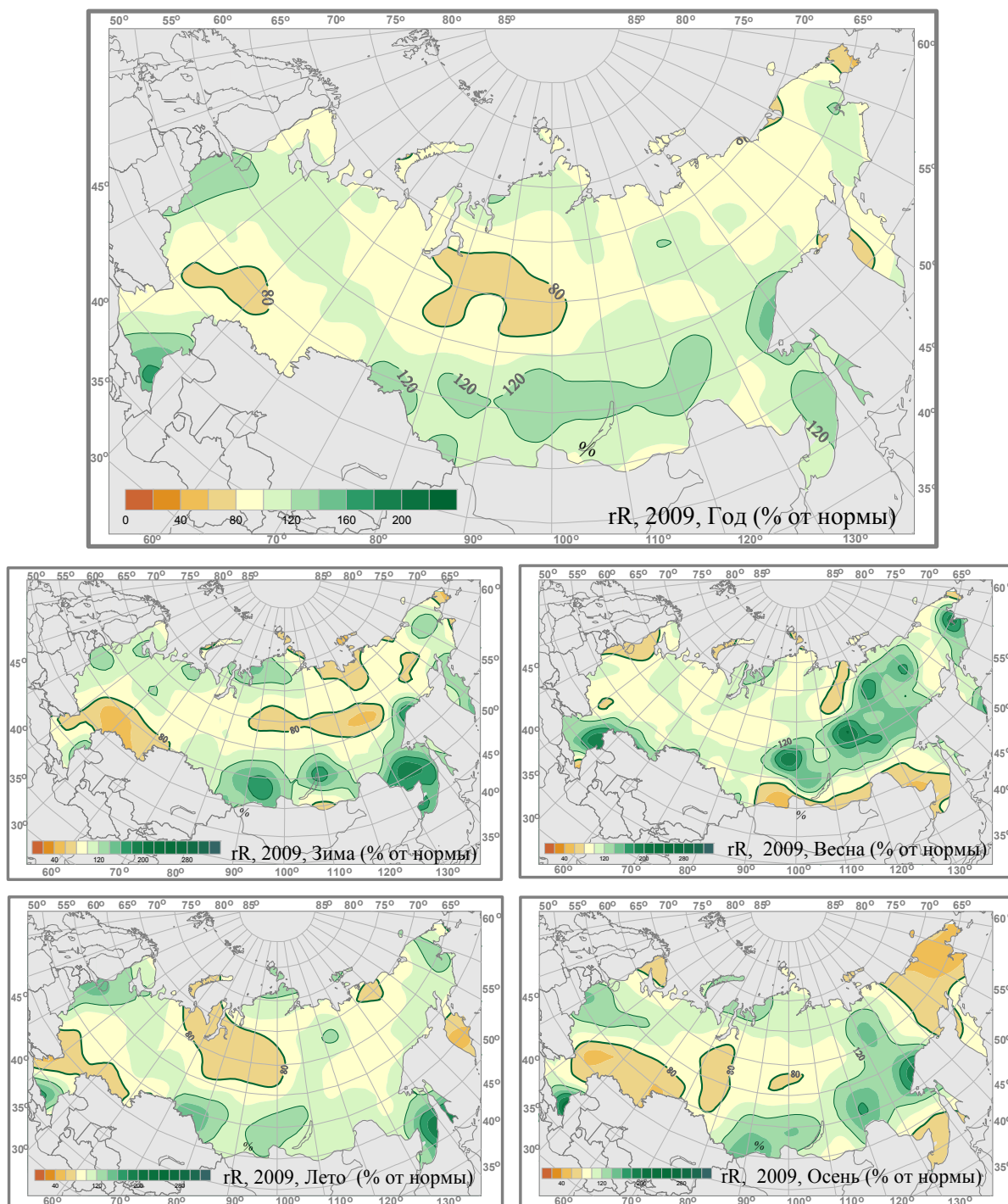


Рисунок 2.4 – Поля аномалий средних годовых и сезонных сумм осадков (% от нормы) на территории России в 2009 г. (отношение к средним за 1961-1990 гг.)

Февраль. Осадки менее 40% нормы отмечались в Приволжском ФО и в Якутии. На пяти станциях (в Сухане, Тонгулаке, Якутске, Чурапче, Охотничьем) повторены рекорды минимумов месячных сумм осадков. В Вилюйске впервые за последние 74 года в феврале осадков не наблюдалось.

В Волгоградской и Ростовской областях, на Алтае, в Забайкалье, в Приморье сумма осадков составила 140% нормы и более, на некоторых станциях февраль был среди 10% самых влажных.

Весной количество выпавших осадков в целом по России было близко к норме (аномалия осадков составила +2мм/месяц). Однако, в регионах Средняя и Восточная Сибирь весенний сезон 2009 г. оказался, соответственно, на 3-м и 5-м месте среди наиболее влажных весен за 1936-2009 гг. В Иркутской области, в Якутии, на Чукотке и в предгорьях Северного Кавказа выпавшие осадки составили 120% - 150% нормы.

На северо-западе РФ, на севере Якутии, на юге Дальневосточного ФО весной наблюдался дефицит осадков (60 - 80% нормы).

Март. На Чукотке и на побережье Охотского моря выпало около 4-х месячных норм осадков, а на шести станциях зафиксированы их рекордно высокие значения. В Забайкалье и в южных областях европейской части РФ выпало около 2-х месячных норм осадков. Дефицит осадков наблюдался в Сибирском ФО. Так, в Омской области осадки составили лишь 40% нормы, а на станции Барабинск в марте зафиксирована сумма осадков 1 мм - рекордно низкое количество осадков на этой станции для марта (с 1936 г.).

Апрель. На европейской части РФ – сухо (менее 40% нормы), на 16-ти станциях апрель попал в число 10% самых сухих за 1936-2009 гг. Сухо было и на юге Дальневосточного и Сибирского ФО (60 - 40% нормы). Избыток осадков (до 160% нормы) зафиксирован на Таймыре и в Корякском автономном округе.

Май. Избыток осадков наблюдался в центральных районах Сибирского и Дальневосточного ФО (более 160% нормы; на 31 станции май попал в число 10% самых влажных), в Волгоградской и Астраханской областях и в предгорьях Кавказа (140% нормы и более).

Дефицит осадков имел место на Среднем Урале, в низовьях Лены и на юге Дальневосточного ФО (60% - 40% нормы).

Лето наиболее влажным было в Приамурье и Приморье, на Алтае и в Прибайкалье. Области с дефицитом осадков отмечались в низовьях Волги и бассейне Кубани, в Западной Сибири, на Камчатке.

В июне обширные области на территории России были заняты интенсивными аномалиями обоих знаков. Область дефицита осадков (до 60-40% нормы) протянулась от Кавказского региона через Поволжье до п-ва Таймыр, охватила Восточную Сибирь и Камчатку. На станции Магадан зафиксирован минимум июньских осадков с 1936 г. Во многих областях на юге ЕЧ России зафиксирована почвенная засуха и суховеи (на фоне жаркой погоды). В Самарской, Саратовской и Оренбургской областях почвенная засуха сопровождалась атмосферной засухой.

Избыток осадков (до 160-180% нормы) наблюдался на западе и севере ЕЧ России, в южных районах Сибирского и Дальневосточного ФО, на Чукотке. Рекордно высокие значения июньских осадков зафиксированы на станциях: Новгород, Сортавала, Аян, Золотой, Корсаков, Южно-Сахалинск.

В июле области с аномально высокими и низкими осадками не столь обширны (поле осадков носит более пятнистый характер). Избыток осадков (до 140-160% нормы) отмечен в предгорьях Кавказа, в Карелии, на юге Западной Сибири, в Якутии, на Чукотке, в Приморье. На станциях Купино (Новосибирская область) и Южно-Курильск перекрыт ранее наблюдавшийся максимум осадков.

Дефицит осадков наблюдался в Поволжье (до 40% нормы) на фоне жаркой погоды (до 35-40°C), что привело к атмосферной засухе. Столь же сухо было в Восточной Сибири и на Камчатке. На станции Охотск перекрыт ранее наблюдавшийся минимум июльских осадков.

В августе на обширной территории, включающей Ростовскую, Курскую, Белгородскую области и север Западной Сибири, на фоне теплой погоды также наблюдался дефицит осадков (около 60% нормы).

Область избыточных осадков протянулась широкой полосой вдоль всей южной границы России: от Дагестана и низовьев Волги через южный Урал и далее вдоль южного горного массива Средней и Восточной Сибири до Чукотки, включая Приморье и Магаданскую область. Почти две нормы месячной суммы осадков выпало в Дагестане и в Магаданской области. Рекордное количество осадков (с 1936 г.) выпало на станциях Среднекан, Омск и Оленья Речка. На 9 станциях Дальневосточного ФО август 2009 г. попал в число 5% самых влажных.

На северном побережье более 160% нормы осадков выпало на Таймыре.

Осенью количество осадков в целом по России было близко к норме. Однако в Прибайкалье и Забайкалье сезон оказался влажным – большее количество осенних осадков (в среднем по региону) выпадало здесь лишь в 1936 и в 2008 гг. (выше нормы на 14.2 и 11.7 мм/месяц, соответственно).

Ниже 80% нормы осадков выпало в Поволжье, в Западной Сибири на Чукотке и в Приморье.

В сентябре в средней полосе ЕЧР и на Урале отмечался дефицит осадков (80-40% нормы). Так же сухо было на Чукотке и в Магаданской области. Область с осадками более 120-140% нормы заняла Северный Кавказ, Среднюю Сибирь, Прибайкалье и Забайкалье.

В октябре область осадков ниже нормы (80-60% нормы) распространилась на Южный ФО и юг Западной Сибири, на Среднюю Сибирь, Забайкалье и Приморье. Избыток осадков (более 140% нормы) наблюдался на западе ЕЧР, на Алтае. Дождливый выдался октябрь на побережье Охотского моря (в Аяне осадков выпало более 5 месячных норм).

В ноябре поле аномалий осадков носило пятнистый характер. Интенсивность аномалий уменьшилась. Сохранились небольшие области с осадками более 120% нормы на западе ЕЧР, в предгорьях Кавказа, на Алтае, в Предбайкалье, в Магаданской области. Менее 80% нормы выпало в Поволжье, Средней Сибири, в Приморье и на Чукотке.

В декабре сильные снегопады отмечались в Курганской и Свердловской областях. В Кемеровской области и в горных районах Республики Алтай выпало более 2-х норм осадков, а на некоторых станциях Приморского края – более 4-6 норм.

Таким образом, по количеству выпавших осадков в целом по России 2009 год был влажным (на 11 месте по рангу влажных лет за период с 1936 г.).

Годовые суммы осадков в 2009 г. были выше нормы во всех регионах. В Приамурье и Приморье по уровню годовых сумм осадков 2009 год оказался на 4-ом, а в Прибайкалье и Забайкалье – на 8-ом месте среди наиболее влажных лет. К экстремально влажным сезонам можно отнести зиму и осень в Прибайкалье и Забайкалье (ранги 2 и 3), зиму и лето в Приамурье и Приморье (ранг 3), весну в Средней Сибири (ранг 3). Дефицит осадков отмечался в Поволжье во все сезоны, кроме весеннего.

Линейные тренды в ходе осадков на интервале 1976 – 2009 гг. выражены значительно слабее, чем в ходе температуры. Как правило, они ответственны за слишком малую долю межгодовой изменчивости и указывают на наличие *в некоторых регионах России в отдельные сезоны* слабой тенденции к увеличению осадков, а также на намечающуюся тенденцию к уменьшению осадков в регионе Восточной Сибири в экстремальные сезоны (Чукотка, Хабаровский край).

3. СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ ЗИМОЙ 2008-2009 гг.

Анализ состояния снежного покрова на территории России зимой 2008-2009 гг. выполнен по данным регулярных наблюдений за снежным покровом на 600 метеорологических станциях России.

Продолжительность залегания снежного покрова оценивается здесь как число дней с покрытием снегом более 50% территории вокруг метеостанции.

Пространственное распределение аномалий продолжительности залегания снежного покрова на территории России зимой 2008-2009 гг. представлено на рис. 3.1. Выделяются несколько очагов положительных и отрицательных аномалий.

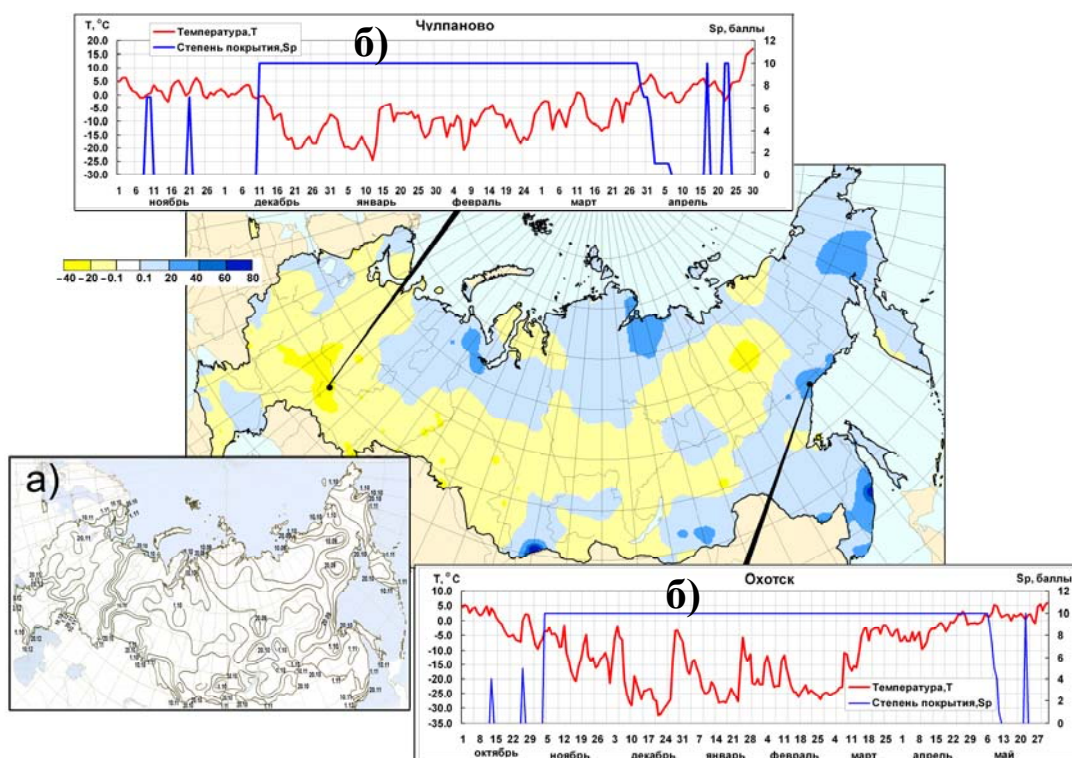


Рисунок 3.1 – Аномалии числа дней с покрытием снегом более 50 % территории вокруг метеостанции зимой 2008-2009 гг. (отклонения от средних значений за период 1961-1990 гг.)

На врезках: а) даты первого покрытия снегом более 50% территории; б) ход среднесуточных значений температуры воздуха и степени покрытия снегом территории вокруг метеостанции зимой 2008-2009 гг. на станциях Чулпаново (28704) и Охотск (31088).

На большей части ЕЧР (за исключением крайних северо-восточных районов, Ленинградской и Псковской областей, западных районов Мурманской области), продолжительность залегания снежного покрова была значительно меньше, чем в среднем многолетнем. Несколько дольше обычного продержался снежный покров на Нижней Волге, что связано с большим количеством осадков, выпавших в феврале.

В северо-восточных районах ЕЧР первый снег лег уже к 1 октября (см. врезку на рисунке 3.1). Как обычно, в континентальных районах Кольского п-ва и горах Урала снежный покров появился к 10 октября. В западных и центральных областях ЕТР первый снег покрыл почву только после 20 ноября, а в южных областях, за исключением горных районов Северного Кавказа, - только во второй половине декабря.

На азиатской территории следует отметить необычно позднее появление снежного покрова на большей части Западной Сибири, в центральных районах Красноярского края,

Верхнеленских районах Иркутской области и на юго-западе Республики Саха-Якутия, что объясняется очень теплой погодой в этих районах в октябре-ноябре. В Забайкалье в результате большого количества осадков, выпавших в октябре (местами месячная норма превышена в 2-3 раза) в начале третьей декады октября после сильных снегопадов образовался снежный покров 3-35 см.

Географическое распределение дат появления первого снежного покрова на юге азиатской территории России (рис. 3.1) носит очень сложный характер из-за сильного влияния орографии горных систем Алтая и Саян. На восточном побережье снежный покров появляется позже, т.к. сказывается смягчающее действие океана. Самые поздние даты появления снежного покрова (конец января) отмечены на юге Приморского края и Камчатки.

В результате, на азиатской территории России, на севере и востоке преобладают положительные аномалии продолжительности залегания снежного покрова. Южные области Западной Сибири, центральные районы Восточной Сибири и Республики Саха-Якутия оказались в зоне отрицательных аномалий.

Распределение аномалий **максимальной высоты снежного покрова** зимой 2008-2009 гг. представлено на рис.3.2, а распределение максимальной высоты – на рис. 3.3..

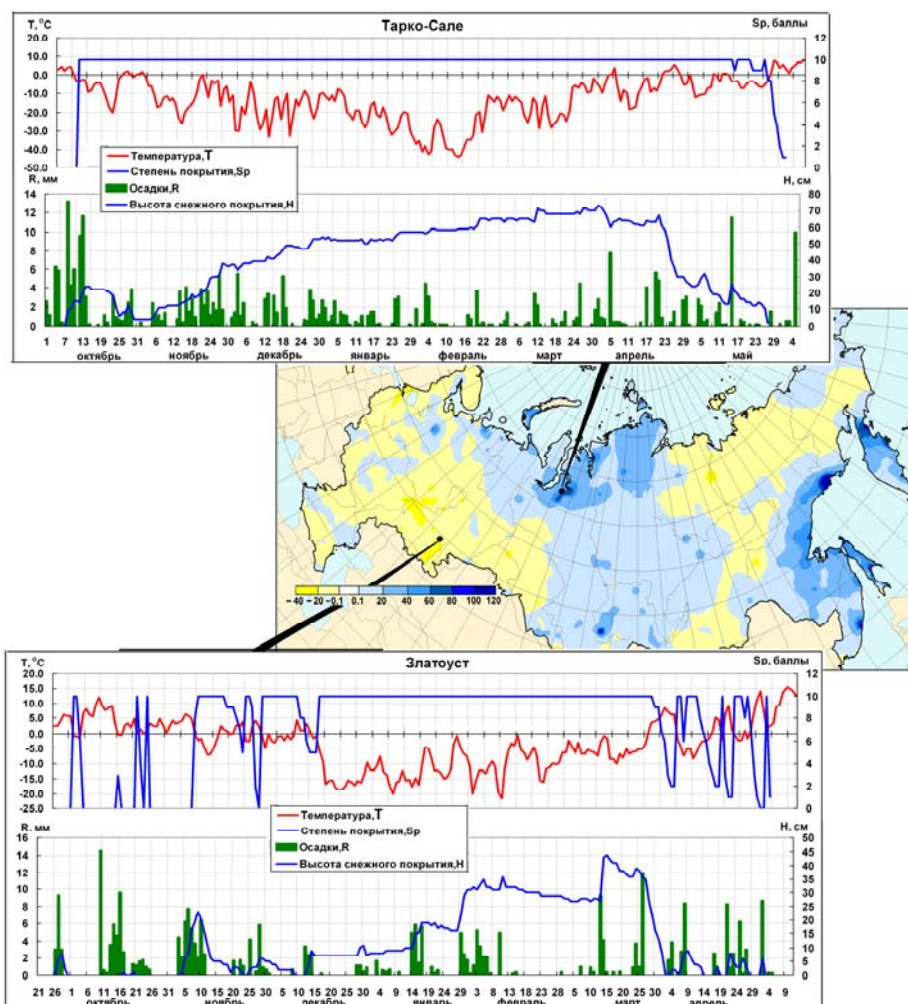


Рисунок 3.2 – Аномалии максимальной высоты снежного покрова зимой 2008-2009 гг. (отклонения от средних значений за период 1961-1990 гг.).

На врезках: Ход ежесуточных значений температуры воздуха, степени покрытия снегом окрестности метеостанции, высоты снежного покрова и сумма осадков за сутки на метеостанциях Тарко-Сале (23552) и Златоуст (28630).

Положительные аномалии максимальной высоты снежного покрова наблюдались на севере Западной и Восточной Сибири (как и положительные аномалии продолжительности его залегания), что обусловлено значительными осадками в первой половине зимы (ноябрь-январь). На остальной территории Восточной Сибири снег лег позже, но обильные снегопады в ноябре-декабре привели к превышению нормы по максимальной высоте снежного покрова. Отрицательные аномалии максимальной высоты снежного покрова в Республике Саха-Якутия объясняются значительным недобором осадков в течение всего холодного периода.

Положительные аномалии продолжительности залегания и максимальной высоты снежного покрова отмечены также на западном побережье Охотского моря и Дальневосточном юге. Обильные осадки выпадали в этих районах в течение всей зимы, но особенно сильные снегопады прошли в январе и марте. В январе на север Приморского края мощный циклон принес снегопады рекордной интенсивности, в результате месячная сумма осадков в Тернее была превышена в 13 раз. Очень сильные снегопады в восточных районах Приморского края отмечаются почти ежегодно, но такой интенсивности, как в Тернее, не было за весь период наблюдений. В марте 5-10 месячных норм осадков выпало на севере Хабаровского края. В Охотском районе снега за месяц выпало около шести норм. В отдельных пунктах были установлены новые рекорды месячной суммы осадков для марта. Превышение нормы по высоте снежного покрова отмечено также и на севере Камчатки (обусловлено сильными снегопадами в декабре 2008 г. и в феврале 2009 г.).

Максимальные значения высоты снежного покрова зимой 2008-2009 гг. на территории России отмечены в Республике Коми, Ямало-Ненецком АО, северных районах Красноярского края, на западном побережье Охотского моря, Сахалине и Камчатке (рис.3.3).

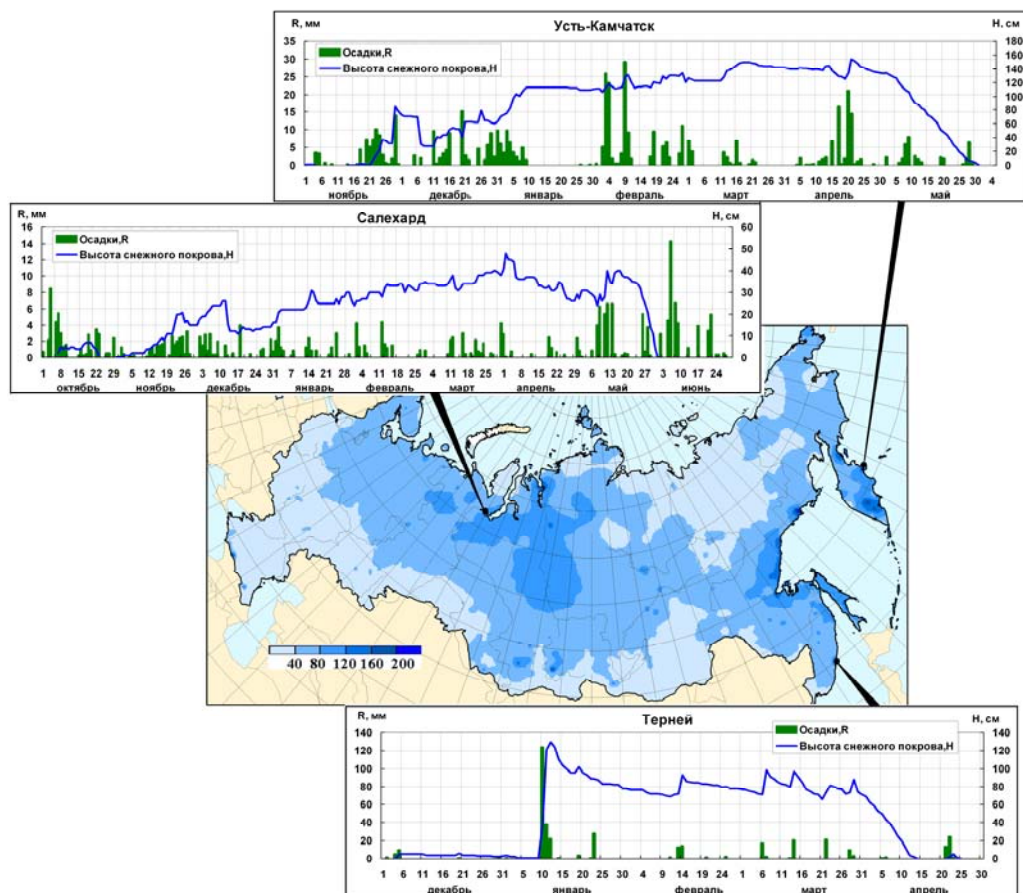


Рисунок 3.3 – Максимальная высота снежного покрова зимой 2008-2009 гг.

На врезках: среднесуточные значения высоты снежного покрова и сумма осадков за сутки на метеостанциях Терней (31909), Салехард (23330) и Усть-Камчатск (32408).

Граница снежного покрова. Снегонакопление в *Европейской части России* началось в конце второй - начале третьей декад ноября и было неустойчивым. Образование устойчивого снежного покрова проходило в поздние сроки: на юге и западе территории – на 20-40 дней позже обычного, в центре – на 30-50 дней позже нормы, на севере – на 30-40 дней позже средних многолетних сроков. В Москве устойчивый снежный покров появился только в конце декабря. К югу от широты Ростова-на-Дону снежного покрова на полях в конце февраля 2009 г. не было.

На *азиатской территории страны* зимой 2008-2009 гг. образование устойчивого снежного покрова проходило неравномерно. В сроки, близкие к обычным, или позже них на 5-10 дней установился снежный покров в Якутии, в центральных районах Красноярского края, на севере Забайкалья и в Томской области. Позже обычного на 25-40 дней (местами до 50 дней) установился снежный покров в Зауралье, в Омской и Тюменской областях. На остальной территории устойчивый снежный покров установился позже обычных сроков на 10-25 дней. Самые поздние даты появления снежного покрова (конец января) отмечены на юге Приморского края и Камчатки.

Таяние снежного покрова в марте на большей части европейской территории задержалось до конца месяца. 1 апреля 2009 г. граница снежного покрова проходила по линии Брянск – Воронеж – Саратов – Челябинск – Куган – Омск. Для сравнения напомним, что в прошлом, 2008 году, в конце марта граница снежного покрова проходила по крайнему северу, а большая часть европейской территории была без снега.

7 мая 2009 г. граница снежного покрова проходила по линии Архангельск – Сыктывкар – Серов – Колпашево – Енисейск – Якутск – Николаевск на Амуре. На Таймыре снежный покров растаял в середине июня в срок, близкий к нормальному.

Запасы воды в снежном покрове. В табл. 3.1 приведены подробные данные о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ РФ по состоянию на 10 марта 2009 г. Для сравнения в той же таблице приведены значения нормы и данные о запасах воды в 2008 г. (также на 10 марта). Краткие выводы сводятся к следующему.

В *европейской части России* к началу марта запасы воды в снежном покрове были преимущественно около нормы и ниже нормы для этого времени года и, преимущественно, меньше прошлогодних. Более высокие, чем в 2008 г., оказались запасы воды в снеге в бассейнах р. Оки, р. Москвы, Рыбинского, Чебоксарского и Волгоградского водохранилищ. В бассейне р. Дон запасы воды в снеге на 10 марта были на 30% выше средних многолетних значений и в несколько раз превышали прошлогодние запасы. На реках севера ЕЧР запасы воды в снеге колебались около нормы (в пределах 30% ниже и выше нормы) и на всех реках были меньше прошлогодних (составляли 75-90% от них).

На *азиатской территории* к началу марта запасы воды в снежном покрове были около нормы и выше нормы на 15-40 %. В бассейне р. Тобола они были ниже нормы на 40% и меньше, чем в 2008 году на 45%. В бассейнах Саяно-Шушенского, Красноярского, Братского и Усть-Илимского водохранилищ запасы воды в снежном покрове превышали норму на 19-63% и были больше прошлогодних на 30–100%. В бассейне оз. Байкал накопленные запасы воды в снежном покрове составили 106 мм (129 % нормы), что на 63% больше, чем 2008 году (на 31 марта 2008 года запасы воды в снеге здесь составляли 65 мм). В Иркутской области запасы воды в снеге были выше средних показателей за последние несколько лет, особенно в поймах и притоках рек Бирюса, Киренга, Нижняя Тунгуска. В Якутии запасы воды в снежном покрове на 10-50% больше нормы были накоплены в верховьях Вилюя, на Средней Лене, а также на крайнем юге территории. В остальных районах Якутии запасы воды в снежном покрове в начале марта были близкими к норме или до 30% ниже ее. Запасы воды на 50-200% выше нормы сформировались к середине марта в бассейне реки Амур и на полуострове Камчатка.

Таблица 3.1 – Сведения о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ РФ по состоянию на 10 марта 2009 г. (в сравнении с нормой и с влагозапасами 2008 г.): *w2009*, *w2008* – запасы воды в снеге в 2009 и 2008 гг.

№ п/п	Бассейны рек	Запасы воды в снеге на 10 марта				
		норма	<i>w2008</i>	<i>W2009</i>		
		мм	мм	мм	% от нормы	% от <i>w2008</i>
1	ВОЛГА, в т.ч.	115	105	79	69	75
2	до Рыбинского водохр.	101	77	104	103	135
3	р. Кострома и Унжа	125	150	103	82	69
4	р. Москва	95	26	79	83	304
5	р. Ока, включая бассейн р.Москвы	88	37	82	93	222
6	р. Сура	70	79	50	71	63
7	р. Ветлуга	123	166	96	78	58
8	Чебоксарское водохранилище	89	63	78	88	124
9	р. Вятка	141	155	90	64	58
10	Куйбышевское водохранилище	130	137	72	55	53
11	Саратовское водохранилище	89	49	47	53	96
12	Волгоградское водохранилище	60	24	59	98	246
13	р. Кама	179	187	106	59	57
14	р. Белая	134	130	55	41	42
15	ДОН, в т.ч.	51	10	63	130	630
16	Хопер	66	50	71	130	142
17	Медведица	57	17	65	125	382
	Реки севера					
18	Северная Двина	116	174	108	93	62
19	Сухона	121	196	89	74	45
20	Вага	118	161	85	72	53
21	Юг	111	152	80	72	53
22	Пинега	97	159	114	118	72
23	Вычегда	131	190	122	93	64
24	Нарва	51		70	137	
25	Волхов	62		70	113	
26	Мезень	134	170	145	108	85
	Реки и водохранилища Сибири					
27	Верхняя Обь	182	126	172	95	137
28	Тобол	62	54	42	68	78
29	Енисей (Саяно-Шушенское в-ще)	116	93	186	160	200
30	Енисей (Красноярское в-ще)	131	119	220	168	185
31	Ангара (оз. Байкал)	75	53	98	130	185
32	Ангара (Братское в-ще)	67	63	90	134	143
33	Ангара (Усть-Илимское в-ще)	109	103	126	115	122

4. СЕВЕРНАЯ ПОЛЯРНАЯ ОБЛАСТЬ

Мониторинг климата приземной атмосферы северной полярной области (СПО) ведется как для области в целом, так и для отдельных ее частей (рис.4.1) на основе регулярно пополняемой базы приземных метеорологических данных полярных районов (<http://www.aari.nw.ru>). В настоящем разделе приводятся оценки изменения температуры воздуха и осадков северной полярной области за период 1936-2009 гг.

Исходными данными послужили данные наблюдений 250 стационарных метеорологических станций, а также данные, полученные ранее на дрейфующих станциях СП-1 – СП-35 и поступающие с дрейфующих буев и дрейфующих станций СП-36 и СП-37, которые позволили уточнить значения температуры воздуха в околополюсном районе.

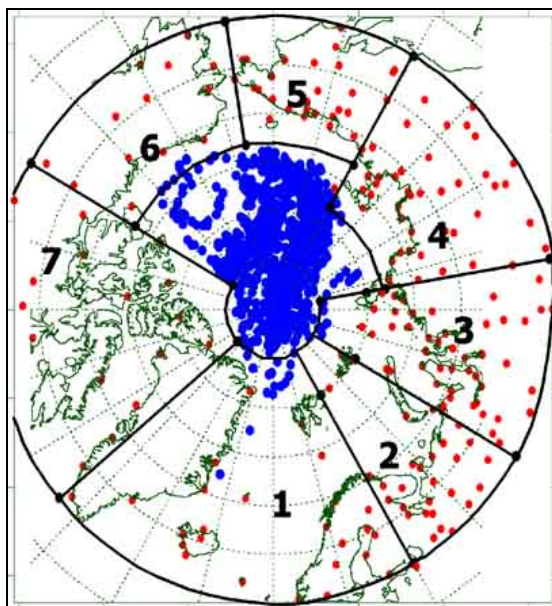


Рисунок 4.1 – Положение метеорологических станций (красные точки), дрейфующих станций и буев (синие точки) в СПО и границы рассматриваемых районов:

1 – Атлантический; 2 – Североевропейский; 3 – Западносибирский; 4 – Восточносибирский; 5 – Чукотский; 6 – Аляскинский; 7 – Канадский

Температура воздуха. Основным методом получения пространственно осредненных по территории северной полярной области и территориям климатических районов аномалий температуры воздуха является метод оптимальной интерполяции и оптимального осреднения. Приводимые оценки аномалий температуры были получены относительно рекомендованного ВМО стандартного периода 1961-1990 гг. В качестве сезонов рассматривались: зима (декабрь-февраль), весна (март-май), лето (июнь-август) и осень (сентябрь-ноябрь). За год принимался период с декабря предыдущего года по ноябрь рассматриваемого.

Оценки аномалий средних сезонных и среднегодовой температуры воздуха за 2009 год по отдельным широтным зонам (60-85, 60-70 и 70-85° с.ш.) представлены в табл.4.1. При расчете аномалии среднегодовой температуры за 2009 год брался период с декабря 2008 по ноябрь 2009 года. Значение пространственно осредненной аномалии среднегодовой температуры воздуха СПО составило 1,2 °С (2,4 σ) и 2009 год стал одиннадцатым теплым годом по рангу теплых лет за период с 1936 г. Наиболее теплыми годами были 2005 и 2007 с аномалией температуры 1,8 °С (3,6 σ).

Значение аномалии среднегодовой температуры воздуха в широтной зоне 70-85° с.ш. составило 1,9 °С (3,8 σ). Это шестое значение по рангу теплых лет. Аномалия

среднегодовой температуры воздуха в широтной зоне 60-70° с.ш., оказалась двадцать первой по рангу теплых лет и составила 0,8 °С (1,6 σ).

Таблица 4.1 – Аномалии температуры воздуха в 2009 г. (отклонения от нормы за 1961-1990) на территории СПО и по широтным зонам, в среднем за год и за сезоны

Широтная зона	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
	Аномалии (°С)				
70-85 °с.ш.	2,6	1,1	1,1	2,7	1,9
60-70 °с.ш.	0,7	0,4	0,6	1,1	0,8
СПО, 60-85	1,5	0,4	0,8	1,9	1,2
	Нормированные аномалии (σ), ранг				
70-85 °с.ш.	3,2 (7)	1,1 (22)	2,8 (11)	4,5 (4)	3,8 (6)
60-70 °с.ш.	0,6 (26)	0,4 (35)	1,5 (20)	1,8 (19)	1,6 (21)
СПО, 60-85	1,7 (12)	0,4 (37)	2,7 (10)	3,0 (11)	2,4 (11)

Примечание: Ранг аномалии указан в скобках. Жирным шрифтом выделены значения аномалий, превышающие 1,5 σ .

В 2009 г. на территории отдельных широтных зон наиболее крупные аномалии были отмечены к северу от 70° с.ш. в зимнем и осеннем сезонах. Зимой для широтной зоны 70-85° с.ш. аномалия составила 2,6 °С (3,2 σ), а осенью – 2,7 °С (4,5 σ). Это соответствует седьмому и четвертому значению по рангу теплых лет. Летом также более теплой оказалась широтная зона 70-85° с.ш., для которой аномалия температуры воздуха составила 1,1 °С (2,8 σ) и оказалась одиннадцатой по рангу теплых лет.

К югу от 70° с.ш. крупная аномалия температуры воздуха имела место летом – 0,6 °С (1,5 σ) и осенью – 1,1 °С (1,8 σ). 2009 г. стал в эти сезоны двадцатым и девятнадцатым по рангу теплых лет.

Пространственное распределение аномалий среднегодовой и средних сезонных температур воздуха на территории СПО приведено на рис. 4.2. Числовые значения аномалий, пространственно осредненных по рассматриваемым регионам, представлены в таблицах 4.2 и 4.3. Можно видеть, что в 2009 г. году, как и в предыдущие несколько лет, очаги крупных аномалий температуры располагались преимущественно на территории атлантико-евразийского сектора (Атлантический, Североевропейский, Западносибирский и Чукотский районы) и севере Северной Америки (Канадский район). Для Североевропейского района 2009 г. стал десятым теплым годом по рангу теплых лет.

В зимнем сезоне основной очаг крупных положительных аномалий температуры располагался в Североевропейском районе. Пространственно осредненная по территории района аномалия температуры составила 3,6 °С (пятнадцатое значение по рангу теплых лет). На метеорологических станциях в районах арктических морей в зимнем сезоне 2009 г. отмечались только положительные аномалии температуры воздуха. Самые высокие значения положительных аномалий наблюдались в районах Баренцева и Карского морей. Пространственно осредненная аномалия температуры воздуха в каждом из районов составила 3,8 °С (для обоих районов это пятнадцатое значение по рангу теплых лет).

В весеннем сезоне крупные аномалии температуры были отмечены в азиатском секторе на территории Чукотского района и прилегающих к нему районах акваторий Восточно-Сибирского и Чукотского морей. Аномалия температуры в Чукотском районе составила около 2,1 °С (пятнадцатое значение по рангу теплых лет). Пространственно осредненная аномалия температуры по району Восточно-Сибирского и Чукотского морей составила 2,0 °С в каждом из районов. Весна 2009 г. для районов этих морей стала соответственно двенадцатой и пятнадцатой теплой весной по рангу теплых лет.

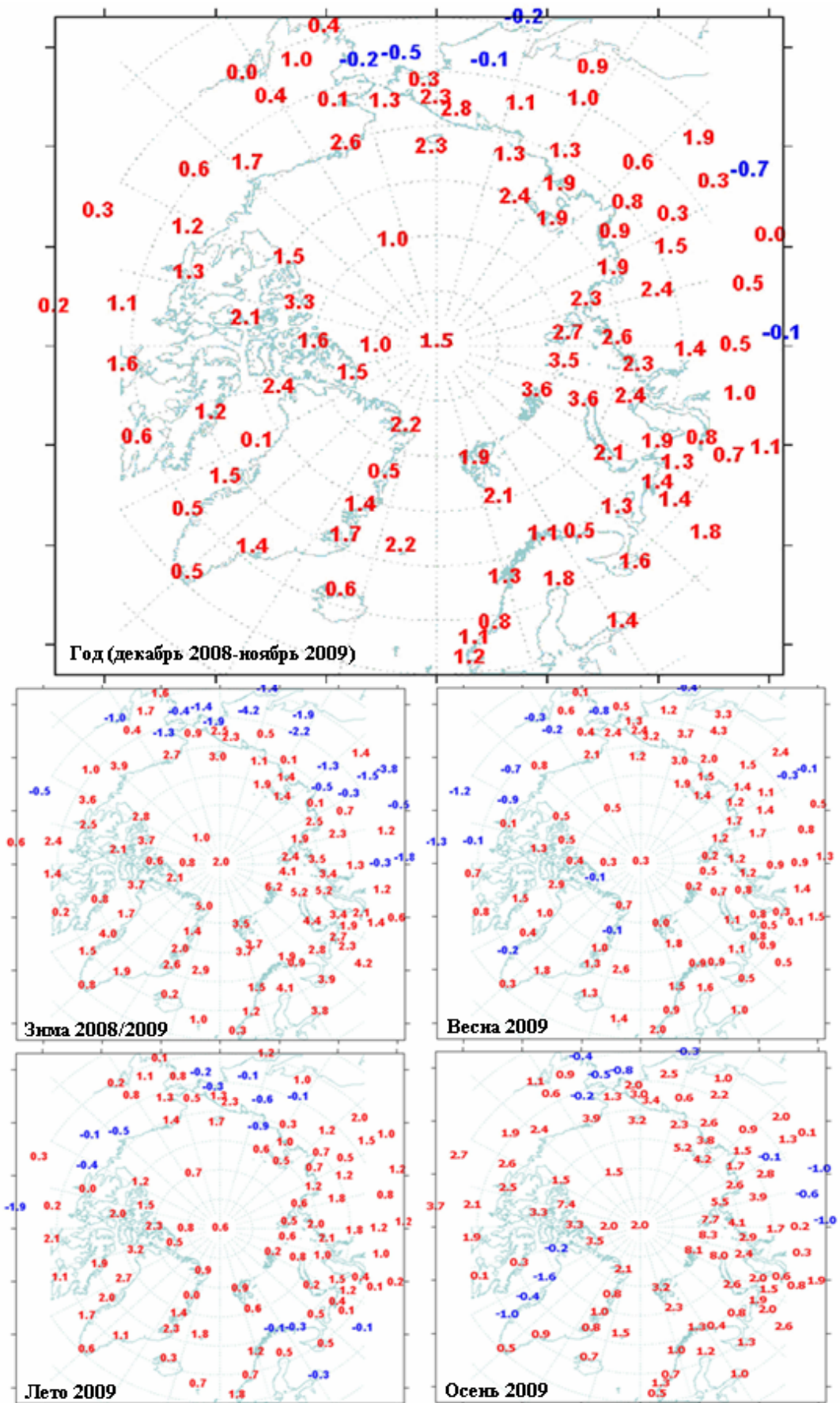


Рисунок 4.2 – Значения аномалий среднегодовой и средних сезонных температур воздуха на станциях северной полярной области, °С

Таблица 4.2 – Аномалии температуры воздуха в 2009 г. (отклонение от нормы за 1961-1990 гг.) для отдельных районов СПО, в среднем за год и за сезоны

Район СПО	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
	Аномалии (°С)				
Атлантический	2,0	1,2	1,1	1,2	1,3
Североевропейский	3,6	0,9	0,2	2,1	1,7
Западносибирский	2,2	0,8	1,1	2,8	1,7
Восточносибирский	0,2	1,2	1,0	1,9	1,0
Чукотский	0,0	2,1	0,5	2,1	1,2
Аляскинский	0,9	0,3	0,6	1,0	0,7
Канадский	1,6	0,3	1,1	1,9	1,2
	Нормированные аномалии (σ), ранг				
Атлантический	1,7 (10)	1,3 (17)	2,8 (10)	1,5 (18)	2,2 (11)
Североевропейский	1,6 (15)	0,6 (29)	0,2 (39)	1,9 (9)	1,7 (10)
Западносибирский	0,9 (22)	0,4 (33)	1,6 (16)	1,8 (8)	1,7 (12)
Восточносибирский	0,1 (43)	0,9 (21)	1,4 (17)	1,3 (18)	1,1 (22)
Чукотский	0,0 (39)	1,5 (15)	0,8 (22)	2,1 (11)	2,0 (17)
Аляскинский	0,4 (30)	0,1 (38)	0,9 (19)	0,8 (25)	0,8 (26)
Канадский	1,0 (15)	0,3 (42)	1,8 (5)	1,9 (12)	1,7 (13)

Примечание: См. примечание к таблице 4.1

Таблица 4.3 – Аномалии температуры воздуха в 2009 г. (отклонение от нормы за 1961-1990 гг.) для районов севернее 70° с.ш. (в среднем за год и за сезоны)

Море	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
	Аномалии (°С)				
Северная часть Гренландского и Норвежского морей	2,9	1,0	1,3	1,7	1,7
Баренцево море	3,8	1,0	0,3	2,9	2,0
Карское море	3,8	0,8	1,3	5,1	2,7
Море Лаптевых	1,4	1,4	0,8	3,6	1,8
Восточно-Сибирское море	1,6	2,0	0,6	3,4	1,9
Чукотское море	2,1	2,0	1,2	2,5	2,0
Море Бофорта	2,8	0,7	0,7	2,4	1,6
Северная часть Канадского района	2,0	0,9	2,0	1,9	1,7
	Нормированные аномалии (σ), ранг				
Северная часть Гренландского и Норвежского морей	1,6 (14)	0,8 (28)	2,6 (11)	1,3 (13)	1,9 (12)
Баренцево море	2,0 (15)	0,7 (32)	0,4 (34)	2,9 (3)	2,2 (11)
Карское море	1,7 (15)	0,4 (38)	2,2 (6)	3,0 (1)	2,5 (11)
Море Лаптевых	0,8 (24)	0,9 (19)	1,0 (22)	2,6 (6)	1,8 (12)
Восточно-Сибирское море	1,4 (11)	1,2 (12)	0,8 (23)	2,8 (5)	2,5 (3)
Чукотское море	1,3 (13)	1,1 (15)	1,7 (8)	1,8 (14)	2,4 (5)
Море Бофорта	1,7 (5)	0,5 (33)	1,0 (11)	2,4 (7)	2,5 (8)
Северная часть Канадского района	1,1 (13)	0,7 (22)	3,3 (1)	1,9 (12)	2,1 (5)

Примечание: См. примечание к таблице 4.1.

В летнем сезоне 2009 г. положительные аномалии температуры более 1 °С имели место на территории Канадского, Атлантического и Западносибирского районов (пятое, десятое и шестнадцатое лето по рангу теплых лет). В районах арктических морей и на территории суши выше 70° с.ш. преимущественно наблюдались положительные аномалии температуры. В северной части Канадского района (аномалия +2,0 °С) летний сезон 2009 г. оказался самым теплым за период с 1936 г.

В осеннем сезоне в 2009 г., как и в последние несколько лет, на станциях СПО имели место большие положительные аномалии температуры воздуха. Наиболее крупные аномалии наблюдались на территории азиатского (Западносибирский, Восточносибирский и Чукотский районы) и канадского (Канадский район) секторов. На станциях аномалии варьировали в интервале от 3 до 8 °С. Значения пространственно осредненных аномалий температуры были, соответственно, равны 2,8; 1,9; 2,1 и 1,9 °С (или девятое, восьмое, одиннадцатое и двенадцатое значение рангу теплых лет). В морях азиатского сектора (Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское), а также в районе моря Бофорта аномалии составили до 2,5-3,0 °С. Для района Карского моря осень 2009 г. оказалась самой теплой за период наблюдений.

Временные ряды пространственно осредненных аномалий среднегодовой температуры воздуха для отдельных районов широтной зоны 60-85° с.ш., аппроксимированные линейным трендом за весь период, за последний тридцатилетний и десятилетний периоды, представлены на рис. 4.3, а для районов арктических морей на рис. 4.4. Оценки линейного тренда приведены в табл. 4.4.

Таблица 4.4 – Коэффициенты линейного тренда средней за сезон и за год (декабрь-ноябрь) температуры воздуха за период 1936-2009 гг. по регионам СПО

Район	Зима		Весна		Лето		Осень		Год	
	<i>b</i>	<i>D%</i>	<i>b</i>	<i>D%</i>	<i>b</i>	<i>D%</i>	<i>b</i>	<i>D%</i>	<i>b</i>	<i>D%</i>
Широтные зоны										
СПО, 60-85° с.ш.	0,08	16,6	0,14	33,4	0,09	40,7	0,04	10,1	0,08	28,4
70-85° с.ш.	0,00	0,5	0,13	27,2	0,08	35,6	0,02	3,3	0,06	17,4
60-70° с.ш.	0,15	29,7	0,15	35,8	0,10	44,1	0,05	14,4	0,11	37,9
Районы СПО										
Атлантический	0,10	17,7	0,11	28,1	0,08	30,0	0,02	4,5	0,07	23,6
Североевропейский	0,02	1,8	0,20	29,1	0,05	10,9	-0,03	4,9	0,06	11,4
Западносибирский	-0,09	7,9	0,13	15,1	0,06	16,7	-0,04	5,3	0,01	2,7
Восточносибирский	0,17	19,9	0,17	24,0	0,07	19,3	0,03	3,5	0,11	24,1
Чукотский	-0,01	1,7	0,21	28,4	0,16	44,2	0,15	23,7	0,13	32,7
Аляскинский	0,34	31,7	0,22	26,5	0,16	44,2	0,06	8,9	0,19	42,4
Канадский	0,12	16,0	0,00	0,6	0,06	22,3	0,13	24,4	0,08	21,3
Моря как часть климатического района										
Сев. часть Гренландского и Норвежского морей	0,11	12,9	0,20	35,3	0,16	50,1	0,05	10,0	0,13	30,0
Баренцево море	-0,15	13,2	0,11	16,7	0,05	12,7	-0,05	9,0	-0,01	2,6
Карское море	-0,25	17,7	0,09	9,8	0,01	4,3	-0,10	10,8	-0,06	9,8
Море Лаптевых	-0,07	8,3	0,10	12,8	0,04	10,0	-0,09	11,0	-0,01	1,1
Восточно-Сибирское море	0,07	10,9	0,17	23,0	0,14	33,4	0,13	17,0	0,13	29,6
Чукотское море	0,12	13,7	0,23	26,0	0,18	43,1	0,18	20,4	0,17	35,0
Море Бофорта	0,35	44,2	0,12	21,0	0,11	31,7	0,14	21,4	0,18	45,7
Сев. часть Канадского района	0,01	1,2	-0,04	5,9	0,01	2,4	0,10	18,4	0,02	5,0

Примечание. *b* - значение линейного тренда в °С/10 лет; *D%* - вклад тренда в полную дисперсию. Жирным шрифтом выделены статистически значимые тренды.

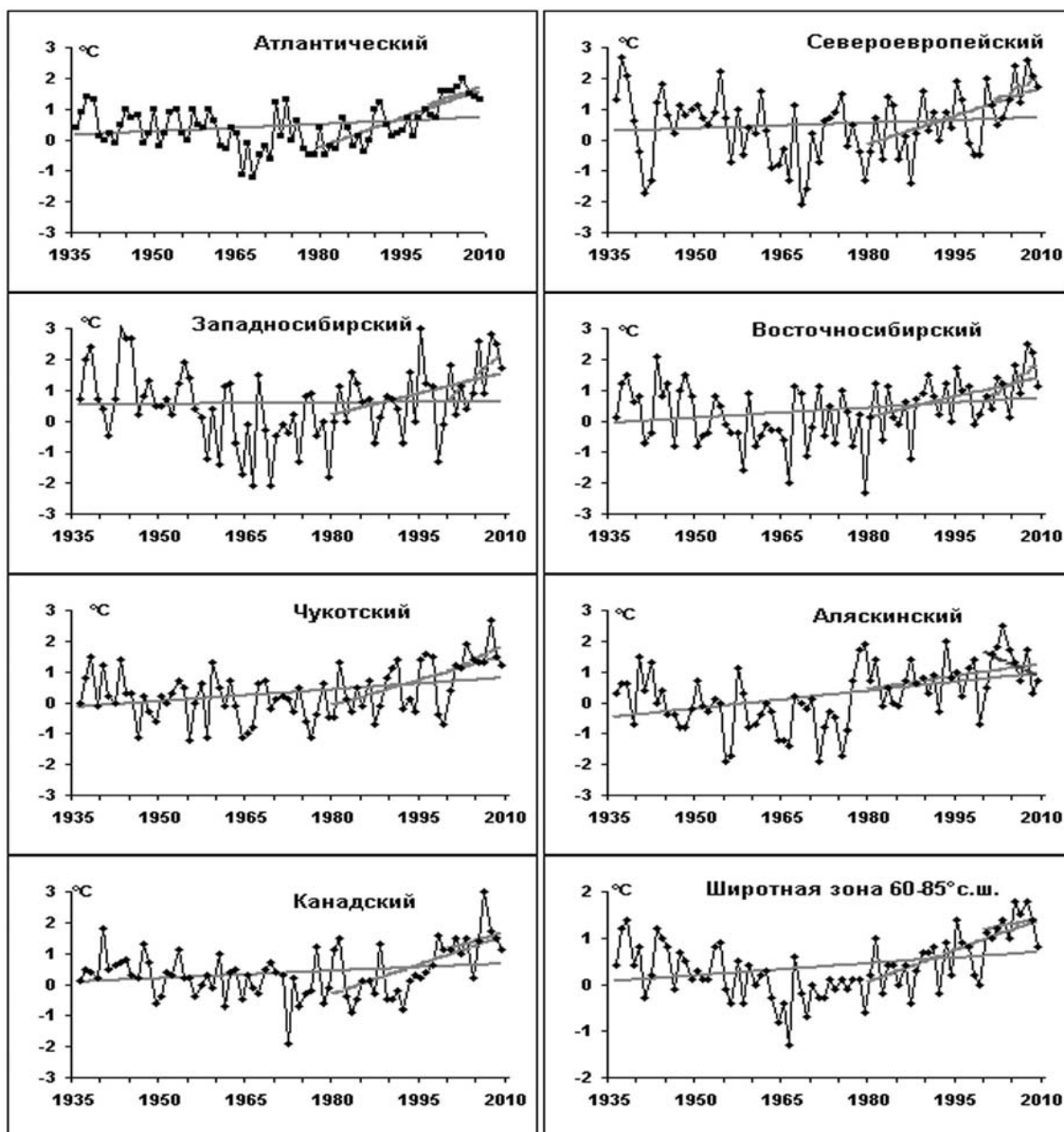


Рисунок 4.3 – Временные ряды аномалий среднегодовой температуры воздуха для отдельных районов и широтной зоны 60-85° с.ш.

Данные табл.4.4 указывают на наличие в колебаниях температуры в течение 1936-2009 гг. *статистически значимого* положительного линейного тренда в целом для СПО и для широтной зоны 60-70° с.ш. Повышение температуры воздуха за 74 года, соответственно, составило 0,6 и 0,8 °С. Из оценок для отдельных климатических районов значимый тренд прослеживается всюду, кроме Североевропейского и Западносибирского. Потепление за 74 года составляет здесь от 0,5 до 1,4 °С. В сезонных временных рядах для СПО в целом значимый тренд обнаруживается в весеннем и летнем сезонах (повышение температуры составило, соответственно, около 1,0 и 0,7 °С за 74 года).

Аналогичные оценки трендов для последнего 30-летия (1980-2009) и последнего 10-летия (2000-2009) указывают на тенденцию к повышению температуры во всех регионах СПО во все сезоны (здесь не приводятся). В целом для СПО повышение среднегодовой температуры составило около 1,3 °С за 30 лет. По-прежнему отмечается более высокая скорость потепления к северу от 70° с.ш. (0,72 °С/10 лет в зоне 70-85° с.ш. по сравнению с 0,35 °С/10 лет в зоне 60-70° с.ш.). В последнем десятилетии наиболее заметное повышение температуры обнаруживается в зимнем и осеннем сезонах севернее

параллели 70° с.ш. В районах арктических морей потепление по всем морям прослеживается в течение 30-летнего периода. Наиболее высокими темпами потепление происходит в районах морей вблизи северных частей Атлантического и Тихого океанов. Так, за 30-летний период 1980-2009 гг. температура воздуха в зимнем сезоне в районе Баренцева моря повысилась на 4,3 °С, а в осеннем сезоне в районе Чукотского моря – на 4,2 °С.

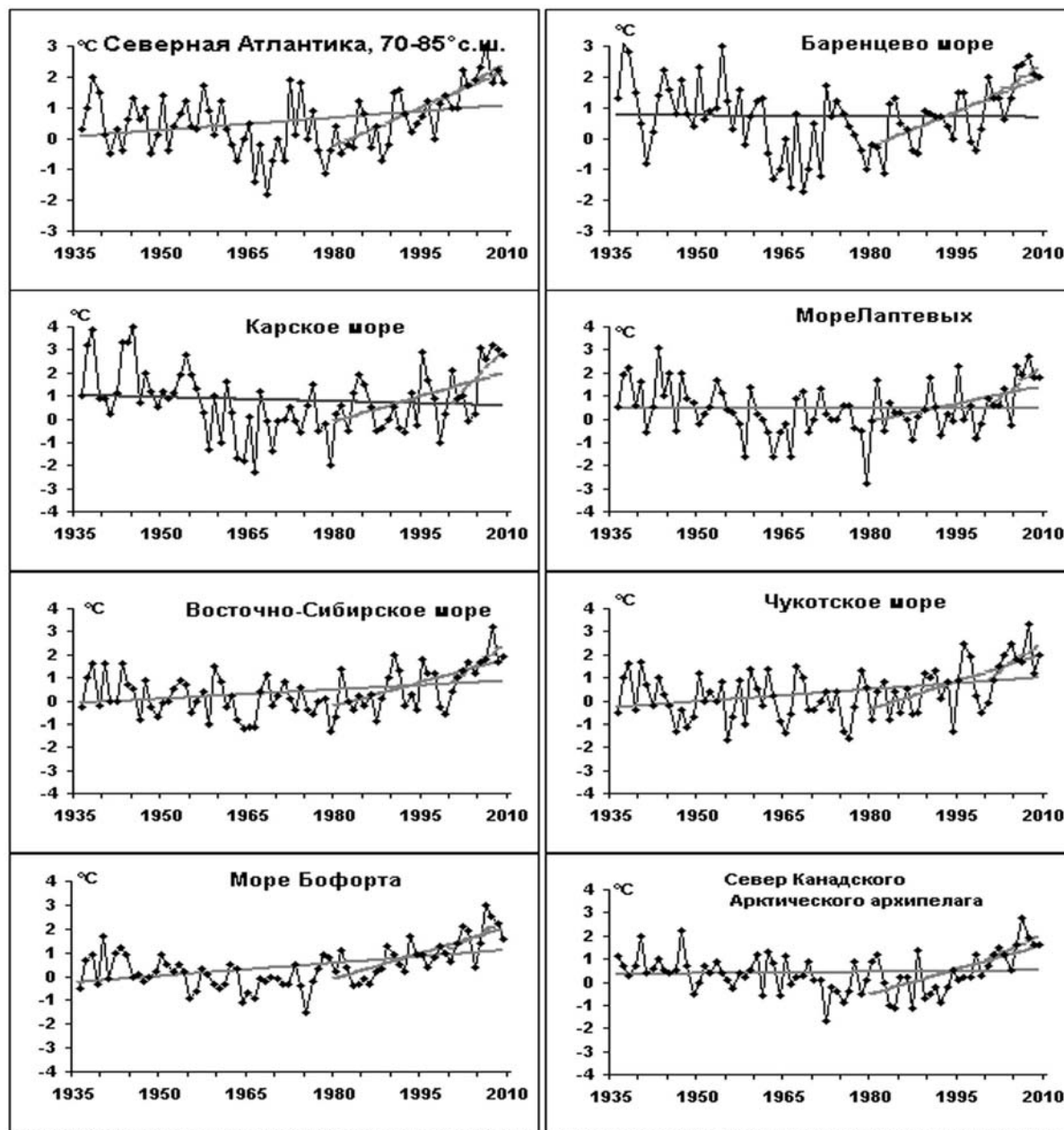


Рисунок 4. 4 – Временные ряды аномалий среднегодовой температуры воздуха, °С для районов арктических морей.

В заключение отметим: результаты мониторинга состояния приземной атмосферы северной полярной области свидетельствуют о сохранении в последние годы тенденции потепления в высоких широтах.

Атмосферные осадки. Оценка многолетних изменений количества осадков в СПО приводится по тем же климатическим районам, что и для температуры воздуха. Принималось, что осадки жидкие, если средняя месячная температура выше +2 °С (теплый сезон); если средняя месячная температура ниже -2 °С, то осадки твердые

(холодный сезон); в период, когда средние месячные температуры меняются в интервале [-2, +2] °С, осадки смешанные. В Арктике, как правило, холодный сезон длится с октября по май, а теплый – с июня по сентябрь.

Оценка многолетних изменений количества осадков в СПО проводилась по следующей методике. Были рассчитаны месячные, сезонные и годовые нормы осадков за период 1961-1990 гг. для каждой из станций и рассматриваемых широтных зон СПО. На всех станциях для каждого года наблюдений рассчитывались аномалии сумм осадков относительно имеющихся норм, затем рассчитывались средние аномалии в пределах широтной зоны (арифметическое среднее по данным всех станций в рассматриваемой широтной зоне). За величину месячной (сезонной, годовой) суммы осадков в конкретный год в рассматриваемой широтной зоне принималось значение, равное алгебраической сумме нормы месячного (сезонного, годового) количества осадков и рассчитанной для этого года аномалии соответствующей суммы осадков. Относительные аномалии сезонных и годовых сумм осадков вычислялись относительно норм за период 1961-1990 гг. для каждого из сезонов и широтных зон.

В табл. 4.5 представлены относительные аномалии (%) сезонных и годовых сумм осадков в 2008/09 г. для СПО и для отдельных климатических районов. В целом для СПО осадков в 2008/09 г. выпало ниже нормы (на 2%). На уменьшении годовой суммы осадков сказались более сухие условия в теплом периоде, как к северу, так и к югу от 70° с.ш.

Таблица 4.5 – Относительные аномалии (%) сезонных и годовых сумм осадков в 2008/2009 году

Климатический район, широтная зона	Холодный период	Теплый период	Год
Атлантический	100,9	99,9	100,6
Североевропейский	101,6	98,6	100,3
Западносибирский	108,8	86,9	98,3
Восточносибирский	107,4	99,2	103,0
Чукотский	80,2	79,0	79,7
Аляскинский	124,3	89,7	105,7
Канадский	86,6	99,9	93,5
60-70° с.ш.	101,1	89,1	97,7
70-85° с.ш.	100,4	95,2	99,5
СПО, 60-85° с.ш.	101,3	90,1	98,1

Сопоставление годовых сумм осадков выпавших в 2008/09 г. в отдельных климатических районах обнаруживает, что менее всего осадков выпало в Чукотском районе (на 20 % ниже нормы), а более всего – в Аляскинском (на 6% выше нормы).

На рис. 4.5 приведены временные ряды аномалий годовых сумм осадков для районов арктических морей. В табл. 4.6 представлены оценки трендов в изменении сезонных и годовых сумм осадков с 1936 по 2009 гг. по северным (70-85° с.ш.), южным (60-70° с.ш.) частям климатических районов и для районов в целом.

Главной особенностью межгодовых изменений осадков за период 1936 – 2009 гг. в СПО является статистически значимое (уровень значимости 0,05) увеличение годовых сумм осадков. Однако весь рост осадков в СПО обеспечен их устойчивым увеличением в широтной зоне к югу от 70° с.ш. (на 8,5 % нормы). В южных частях Североевропейского, Западносибирского, Восточносибирского районов, а также в южной части Канадского Арктического архипелага рост годовых сумм осадков составил от 8 до 26% от нормы.

В районах арктических морей сохраняется тенденция к уменьшению годовых сумм осадков в морях азиатского сектора СПО (Карском, Лаптевых, Восточно-Сибирском и Чукотском). Уменьшение составляет от 8 до 37 % от нормы годовых сумм осадков.

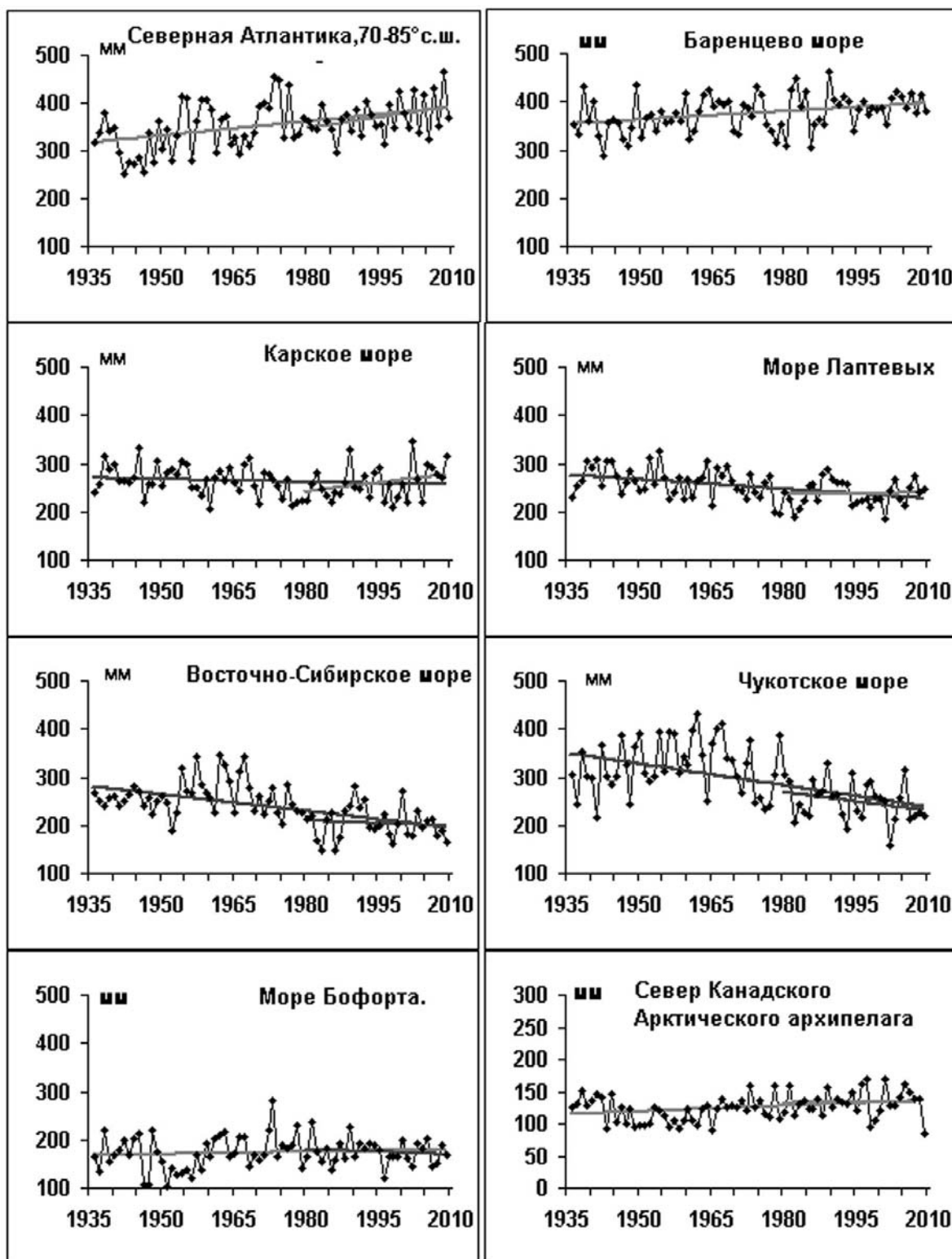


Рисунок 4.5 – Временные ряды годовых сумм осадков (мм) для районов арктических морей

Другая особенность касается соотношения количеств осадков теплого и холодного периодов в годовой сумме. Положительный рост годовых сумм осадков в СПО обеспечивается увеличением количества осадков в холодный период. В целом по СПО осадки холодного периода выросли на 12,2%, в основном, за счет увеличения в широтной зоне 60-70° с.ш. на 15,2 % (к северу от 70° с.ш. увеличение составило только 4,3 %). Из отдельных районов только в Чукотском районе в холодный период осадки уменьшились на 13,1%.

В теплый период 1936-2009 гг. осадки уменьшились в целом по региону СПО на 2,9%. Наибольшее их уменьшение отмечается в широтной зоне к северу от 70° с.ш. (на 6,2 % нормы). Статистически значимый (на уровне доверительной вероятности 95%) рост осадков в теплый период обнаруживается только в Канадском районе (на 16,4 % выше нормы).

В целом же за счет роста осадков холодного периода годовые суммы осадков к настоящему времени в регионе выросли на 5,7% относительно нормы за 1961-1990 гг.

Таблица 4.6 – Оценки коэффициентов линейного тренда сезонных и годовых сумм осадков за период 1936 - 2009 гг. по северным, южным частям климатических районов и для районов в целом

Район, широтная зона	Холодный период		Теплый период		Год	
	<i>b</i> , мм/10 лет	% от нормы	<i>b</i> , мм/10 лет	% от нормы	<i>b</i> , мм/10 лет	% от нормы
Южная часть Гренландского и Норвежского морей	9,16	8,0	-1,04	-2,1	8,12	4,9
Скандинавия и север ЕТР	16,20	39,5	2,75	8,3	18,95	25,5
Западная Сибирь	10,28	28,2	-3,21	-9,6	7,07	10,1
Восточная Сибирь	3,05	15,1	0,33	1,4	3,38	7,7
Чукотка	-0,21	-0,7	-1,68	-7,6	-1,89	-3,7
Аляскинский (южная часть)	2,45	10,6	-2,91	-11,0	-0,46	-0,9
Канадский (южная часть)	1,39	7,4	3,48	17,4	4,87	12,6
60-70° с.ш.	6,16	15,2	-0,26	-0,9	5,99	8,5
Сев. часть Гренландского и Норвежского морей	9,08	28,5	0,60	3,6	9,68	20,0
Баренцево море	6,24	20,4	-0,54	-2,6	5,70	11,1
Карское море	-0,18	-1,0	-1,78	-10,7	-1,96	-5,6
Море Лаптевых	-3,46	-21,0	-3,16	-18,5	-6,62	-19,7
Восточно-Сибирское и Чукотское моря	-8,43	-42,5	-5,51	-31,8	-13,94	-37,5
Аляскинский (северная часть)	-0,35	-5,8	1,74	18,5	1,39	9,0
Канадский (северная часть)	1,72	21,2	1,12	12,5	2,84	16,6
70-85° с.ш.	0,80	4,3	-0,94	-6,2	-0,14	-0,4
Атлантический	9,11	10,5	-0,49	-1,3	8,62	6,9
Североевропейский	12,11	32,7	1,55	5,5	13,66	20,9
Западносибирский	5,87	20,5	-2,61	-9,9	3,26	5,9
Востоносибирский	0,56	2,9	-1,01	-4,8	-0,45	-1,1
Чукотский	-3,38	-13,1	-3,18	-15,7	-6,56	-14,3
Аляскинский	1,98	9,8	-2,14	-9,1	-0,16	-0,4
Канадский	1,53	10,4	2,60	16,4	4,13	13,5
60-85° с.ш.	4,03	12,2	-0,71	-2,9	3,32	5,7

Примечание: *b* – значение коэффициента линейного тренда в мм/10 лет; % от нормы – суммарное изменение количества осадков за 74 года, выраженное в % от нормы (теплого/холодного периода и года, соответственно) за 1961-1990 гг.; жирным шрифтом выделены статистически значимые тренды при уровне значимости 0,05.

Морская Арктика. 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 изменения суммы положительных летних температур служит индикатором летнего теплового воздействия на лед, а сумма отрицательных температур за холодный

период года характеризует максимальное увеличение объема льда зимой. Для оценки изменений обоих показателей термического влияния приповерхностной температуры воздуха (ПТВ) на ледяной покров выбраны данные 38 станций, расположенных на островах и побережье Северного Ледовитого океана, откуда начинается летнее отступление морских арктических льдов. Средние зимние и летние ПТВ на этих станциях, начиная с 1951 года, показаны на рис. 4.6, из которого видно быстрое убывание отрицательных температур после 1990 года и рост положительных температур после 1996 года с абсолютным рекордом в 2007 году и понижением в 2008 году.

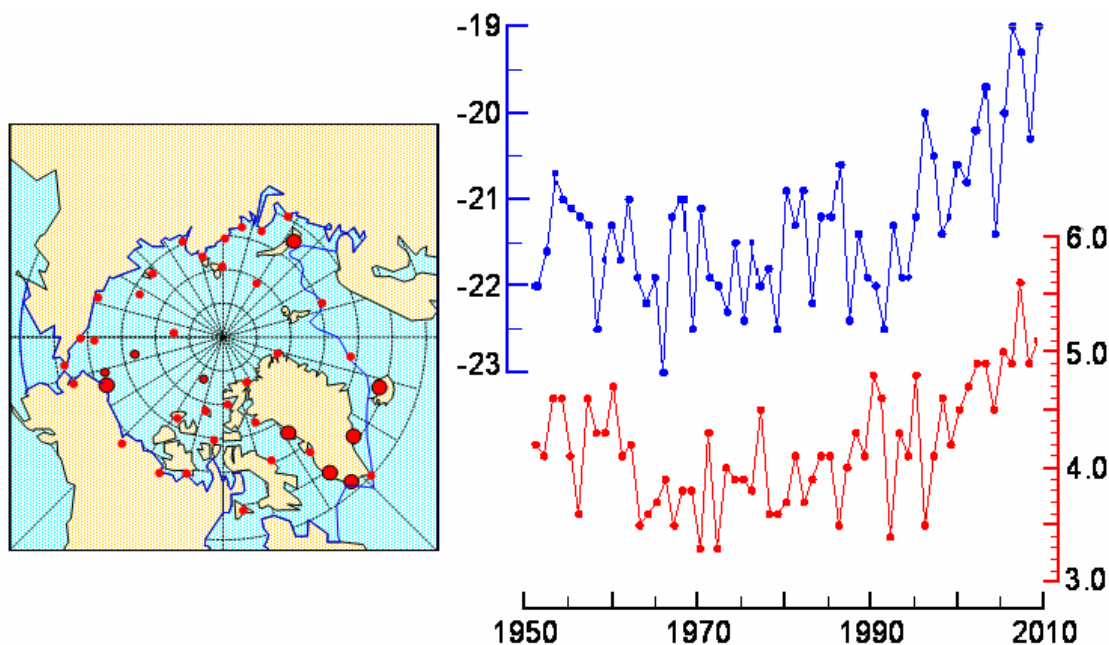


Рисунок 4.6 – Средние зимние (XI-III) и летние (VI-VIII) ПТВ на 38 станциях в морской Арктике в 1951-2008 гг. Положение станций в морской Арктике показано слева.

Морские льды. Морской ледяной покров играет важную роль во взаимодействии между Арктикой и остальной частью глобальной климатической системы и, в то же время, является индикатором изменений арктического климата. Наблюдаемое с начала 1980-х годов сокращение площади морского льда (ПМЛ), резко ускорилось в конце 1990-х годов и достигло абсолютного минимума (4,30 млн. км²) в сентябре 2007 года (рис. 4.7-4.8).

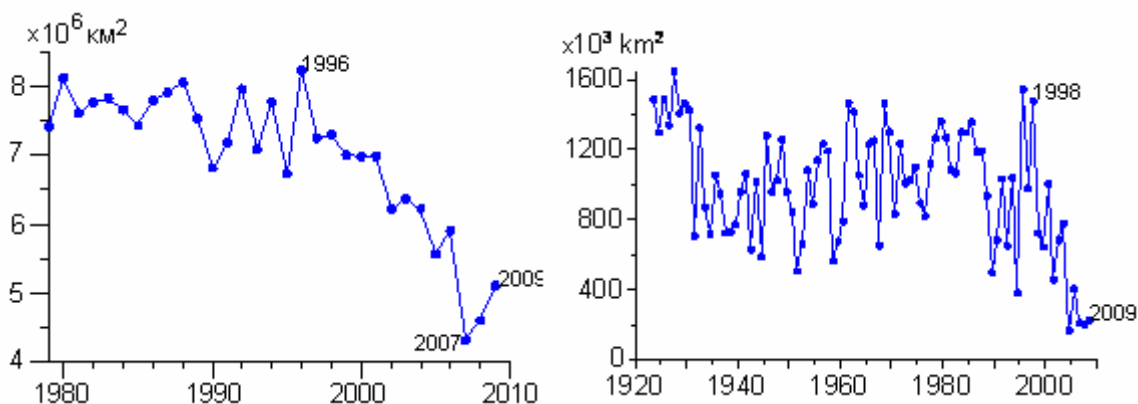


Рисунок 4.7. – Сентябрьская площадь льдов: в Арктике (слева: 1979-2009, данные NSIDC) и в Сибирских арктических морях (справа: 1924-2009, данные ААНИИ)

В сентябре 2008 года ПМЛ возросла до 4,70 млн. км², а в сентябре 2009 года до 5,20 млн. км². В сибирских арктических морях (Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское

и Чукотское моря) ПМЛ в сентябре сокращалась еще более быстрыми темпами, но в 2009 гг. дальнейшего сокращения не произошло.

Таким образом, общая площадь дрейфующих льдов в Северном Ледовитом океане в середине сентября 2009 года составила 5,2 млн. кв. км при норме 6,3 млн. кв. км, что на 17% меньше среднееголетних значений. При этом второй год подряд наблюдалось увеличение площади по сравнению с историческим минимумом, наблюдавшимся в 2007 году.

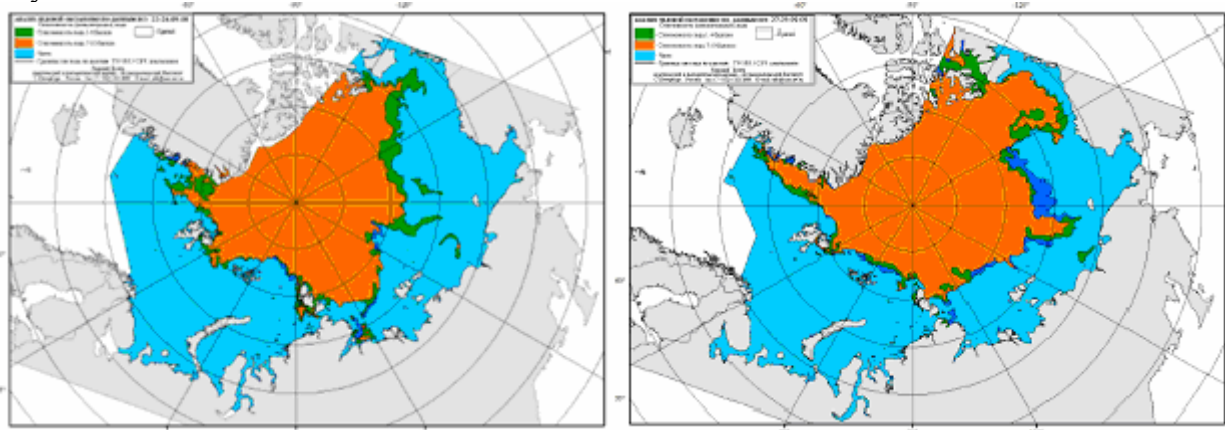
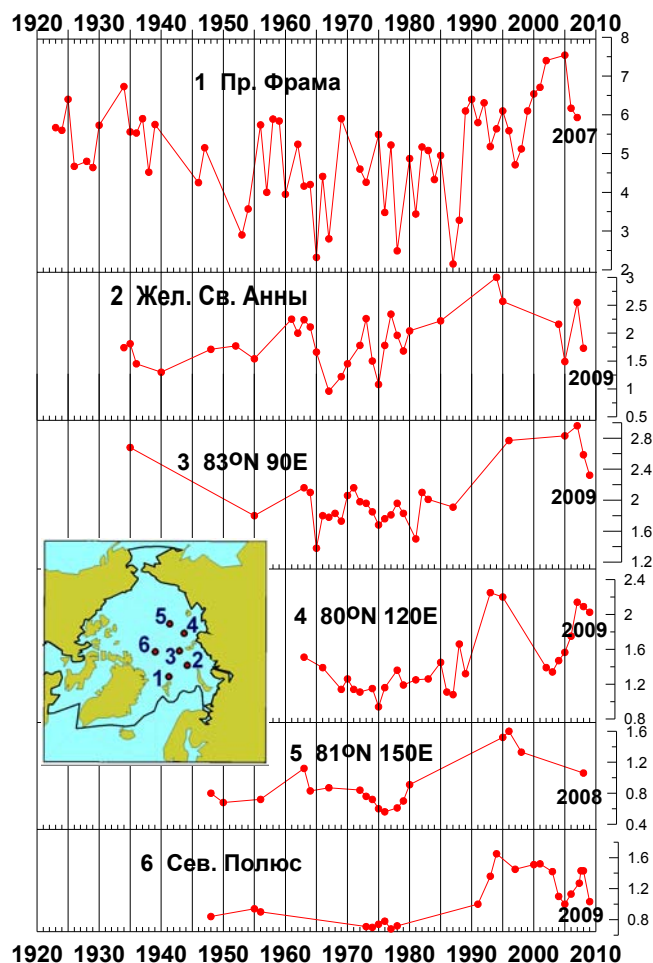


Рисунок 4.8 – Среднемесячное распределение сплоченности льда в сентябре 2008 г. (слева) и 2009 г. (справа)

Северный Ледовитый океан. Для мониторинга изменений климата в морской Арктике особое значение имеет слежение за поступлением атлантической воды (АВ) в Арктический бассейн – конечное звено североатлантической части глобального океанического «конвейера». Данные о температуре АВ, полученные в ходе экспедиционных исследований по программам МПГ 2007/2008гг. показывают сохранение положительных аномалий температуры АВ в Арктическом бассейне, но с определенной тенденцией к их уменьшению (рис. 4.9). Продолжение мониторинга покажет, сохранится ли эта тенденция в ближайшие годы.

Рисунок 4.9 – Изменения максимальной температуры в слое АВ по данным измерений в шести районах Арктического бассейна за 1920-2009 гг. (см. врезку).



Более детальные сведения о происходящих изменениях климата в Северной полярной области и Северном Ледовитом океане можно найти в квартальных и ежегодном обзорах на сайте ААНИИ <http://www.aari.nw.ru>.

5. ВЕЧНАЯ МЕРЗЛОТА

Вечная мерзлота, сформировавшаяся на территории России за последние 20 тысяч лет, постоянно испытывает воздействие изменений климата, которые сказываются на ее температуре, глубине сезонного оттаивания и мощности мерзлой толщи. Значительная термическая инерция приводит к тому, что состояние вечной мерзлоты меняется очень медленно. Единственной характеристикой, которая подстраивается под текущие гидрометеорологические условия, является мощность сезонно-талого слоя (СТС). Она достигает своей наибольшей величины в конце лета – начале осени. В России измерения этой величины в различные годы проводились на 45 площадках, большинство которых расположены вблизи арктического побережья. Длительность наблюдений на большинстве российских площадок невелика, за редким исключением не превышает 10 лет. Большинство наблюдений начинаются со второй половины или же с конца 90х годов. Данные не охватывают период наиболее интенсивного потепления начала и середины 1990х годов, так что по ним трудно судить о трендах, обусловленных масштабными климатическими изменениями. Вместе с тем, они позволяют оценить межгодовую изменчивость, в частности, определить, как особенности отдельных лет сказываются на мощности СТС.

На рис. 5.1 приведена карта распространения вечной мерзлоты на территории России и расположения российских площадок мониторинга мощности СТС. Различными символами здесь показаны четыре градации тренда мощности СТС, рассчитанного по данным за десятилетие 1999-2008 гг. Из-за небольшой продолжительности рядов надежность этих оценок весьма мала. В то же время, используя полный объем имеющихся данных, можно констатировать заметное увеличение мощности СТС в начале 21 века по сравнению с серединой 1990-х годов, имевшее место на большинстве площадок.

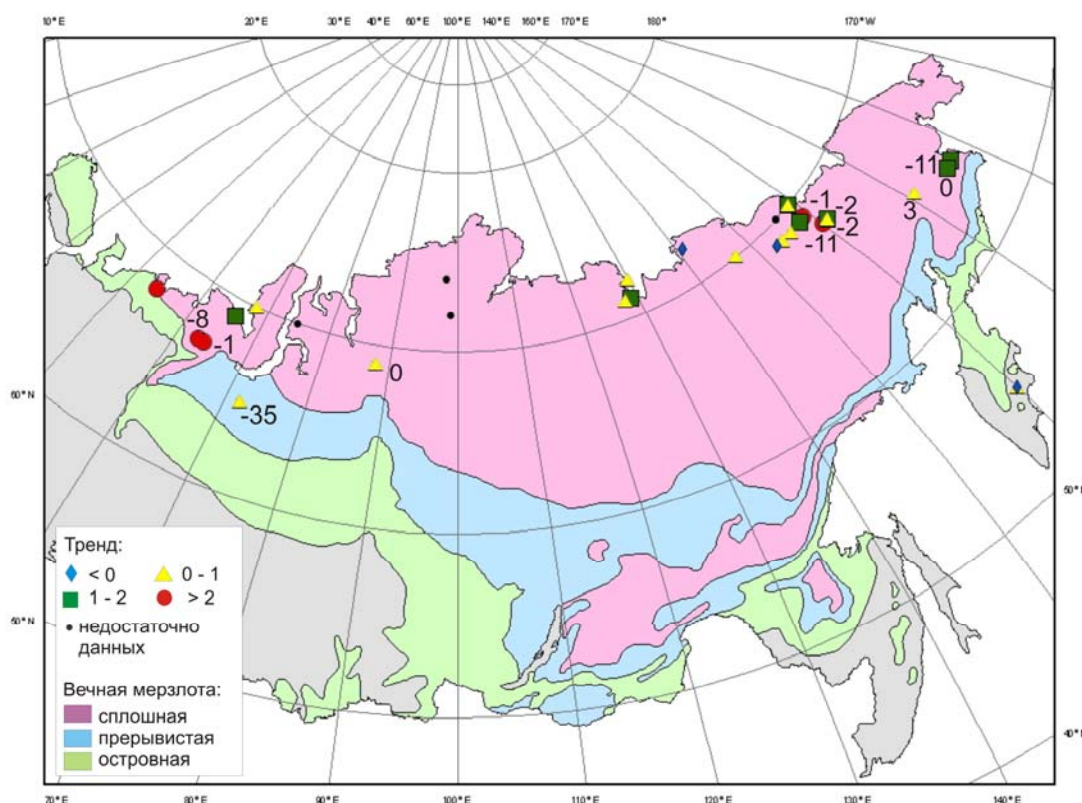


Рисунок 5.1 – Карта распространения вечной мерзлоты на территории России.

Значками показано расположение площадок мониторинга мощности СТС и оценка тренда мощности СТС за 1999-2008 гг. по 4 градациям (в см/10 лет). Числовые значения указывают изменение мощности СТС от 2008 к 2009 году. Условные обозначения см. на карте.

Для 11 площадок, где есть данные за последний год, на рис. 5.1 указано также изменение мощности СТС (в см) в 2009 году по сравнению с предыдущим годом. Только лишь на одной из них, расположенной на Чукотке (Лаврентий) в 2009 г. мощность СТС выросла на 3 см по сравнению с предыдущим годом. На всех остальных она либо уменьшилась, либо осталась без изменения. Это продолжает тенденцию уменьшения мощности СТС, начавшуюся в 2008 году.

В Западной и Восточной Сибири мощность СТС вернулась к тем значениям, которые наблюдались до конца 1990-х годов. В то же время в Центральной Сибири и на севере ЕТР мощность СТС в 2009 году была по-прежнему заметно выше средней за весь период наблюдений. Региональные особенности межгодовой изменчивости за период наблюдений таковы. На севере ЕТР мощность СТС подвержена значительной межгодовой изменчивости, ее минимальные значения за период наблюдений в 1.5 – 2.0 раза меньше максимальных.

При этом за весь период наблюдений положительный тренд наблюдается на всех площадках. Несмотря на то, что в 2009 году мощность СТС была меньше, чем в предыдущем, ее значение все же на 8-13% превышало среднее за десятилетие.

В Западной Сибири при меньшей, чем на ЕТР, межгодовой изменчивости, с конца 1990-х годов наметился положительный тренд мощности СТС. Однако из-за небольших величин СТС в 2006, 2007 и особенно в 2009 годах, тренд в целом также весьма слабый. В 2009 году мощность СТС оказалась до 25% ниже, чем в предыдущем, и до 20% ниже, чем в среднем за десятилетие.

В Центральной Сибири из-за коротких рядов наблюдений получить оценку тренда в настоящее время невозможно. В 2009 году СТС был примерно на 5% меньше, чем в среднем за предшествующее пятилетие.

На севере Восточной Сибири и на Чукотке в середине 1990-х начался небольшой положительный тренд мощности СТС, который достиг максимума в 2007 году. Позже мощность СТС вернулась к более низким значениям.

На Камчатке с 2005 года наблюдения не выявили каких-либо изменений мощности СТС. Данные за 2009 год здесь отсутствуют.

Таким образом, на большей части территории вдоль Арктического побережья России отмечается увеличение мощности сезонно-талого слоя (СТС) в начале 21 века по сравнению с серединой 1990-х годов. В 2009 году мощность СТС оказалась до 25% ниже, чем в предыдущем, и до 20% ниже, чем в среднем за десятилетие.

6. АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Тенденции текущих изменений агроклиматических условий земледельческой зоны России. В 2009 г. наблюдалось снижение валового урожая зерна на 14% по сравнению с рекордным урожаем зерновых культур в 2008 г. на фоне положительного в целом для России тренда «климатообусловленной урожайности, рассчитанной по моделям «погода-урожай» как функция меняющихся во времени агрометеорологических переменных при фиксированном уровне агротехники.

В табл. 6.1 представлены обновленные оценки климатообусловленных трендов урожайности зерновых и зернобобовых культур, полученные на основе физико-статистических моделей отклика продуктивности основных с/х культур на изменения агрометеорологических условий в регионах России. Валидация моделей выполнена по данным урожайной статистики за период 1975-2006 гг. и данным агрометеорологических наблюдений за тот же период. Оценки свидетельствуют, что на большей части территории земледельческой зоны наблюдаемые изменения климата способствуют росту урожайности зерновых культур. Исключение составляет территория нечерноземного центра, где тренды климатообусловленной урожайности отрицательны (небольшие по абсолютной величине).

Таблица 6.1 – Обусловленные изменением климата изменения урожайности зерновых и зернобобовых культур земледельческих районов РФ (1975 – 2006 гг.)

Регион	Оценки изменений урожайности (ΔY)		Доля объясненной дисперсии, D , %
	ц/га/10 лет	%/ 10 лет	
Приволжский ФО (север)	0,13	0,98	52,3
Приволжский ФО (юг)	0,51	3,77	64,3
Южный ФО	0,18	0,89	60,1
Центральный ФО (север)	-0,08	-0,74	27,9
Центральный ФО (центр)	-0,14	-0,99	37,0
Центральный ФО (юг)	0,24	1,32	48,2
Уральский ФО (юг)	0,75	5,63	41,3
Сибирский ФО (юго-запад)	0,71	5,92	29,6
Сибирский ФО (юго-восток)	0,21	1,72	34,8
Дальневосточный ФО (юг)	0,23	2,00	26,5

Примечание: Границы Федеральных округов РФ приведены на рисунках 6.1 – 6.7

Положительные тренды урожайности наблюдаются на фоне роста теплообеспеченности сельскохозяйственных культур, которая характеризуется суммой активных температур, т.е. суммой температуры воздуха за период с температурой выше 10°C (рис. 6.1). Суммы активных температур на территории РФ растут практически повсеместно, за исключением юго-восточных районов Оренбургской области.

Условия зимовки сельскохозяйственных культур в значительной мере определяются температурным режимом января. На рис. 6.2 представлены обновленные, с учетом данных 2009 г., наблюдаемые тренды (в °C/10 лет) январской температуры воздуха. Рост январской температуры и, следовательно, уменьшение риска вымерзания озимых культур наблюдаются на большей части территории земледельческой зоны России. Исключение составляют южные районы Западной Сибири.

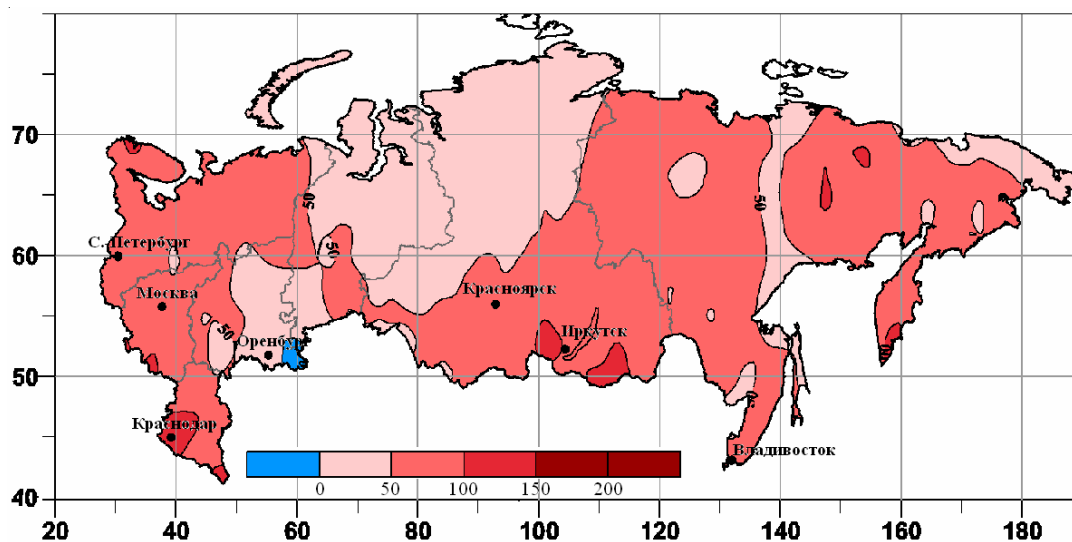


Рисунок 6.1 – Средняя скорость изменения (тренд) сумм активных температур выше 10°C за период с 1975 по 2009 гг. (в °С /10 лет)

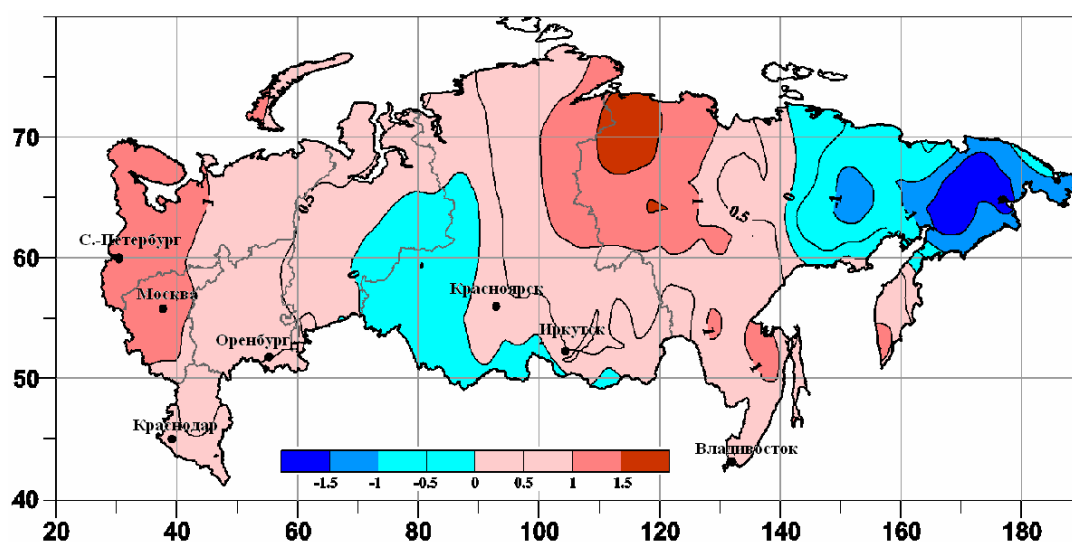


Рисунок 6.2 – Средняя скорость изменения (тренд) температуры января (°С /10 лет) за период с 1975 по 2009 гг.

Важнейшим фактором продуктивности сельского хозяйства является влагообеспеченность посевов, определяемая соотношением осадков и испарения, которое в свою очередь зависит от температуры воздуха.

Анализ трендов коэффициентов увлажнения Чиркова (отношение зимних и весенне-летних осадков к весенне-летней сумме температур), представленных на рис. 6.3, позволяет заключить, что в регионах, наиболее часто страдающих от засух (Поволжье, Северный Кавказ, юг Западной Сибири), изменения климата за период 1975 – 2009 гг. не привели к масштабному росту засушливости. Вместе с тем определенно просматривается тенденция к росту засушливости в Центральном ФО и южных районах Сибири.

Агрометеорологические условия 2009 г. Анализ агрометеорологических условий 2009 г. наиболее интересен в плане сопоставления с условиями предшествующего 2008 г., когда был получен рекордно высокий урожай зерновых. Прежде всего, сопоставим поля величин гидротермического коэффициента (ГТК) за май-август в 2009 и 2008 гг. – см. рис. 6.4. Значения ГТК за май-август в значительной степени определяют урожайность ранних яровых культур.

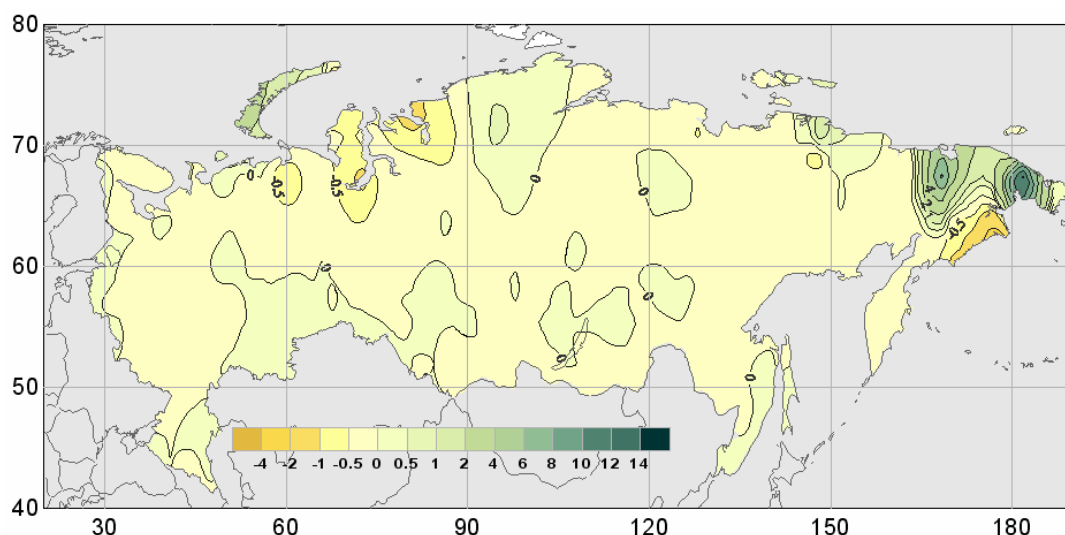


Рисунок 6.3 – Коэффициенты линейного тренда показателя увлажнения Чиркова по данным наблюдений за 1975-2009 гг.

В 2009 году районы с $ГТК < 0,75$, т.е. районы с явно выраженной весенне-летней засухой, охватили более одной трети территории Приволжского ФО, большую часть территории Южного ФО и заметную часть южных районов Центрального и Уральского ФО. В урожайном 2008 г. районы с $ГТК < 0,75$ занимали сравнительно небольшие площади в Центральном и Приволжском ФО и лишь на востоке Южного ФО площади таких территорий были значительными. Следует отметить явное уменьшение засушливости в зернопроизводящих районах Сибири в 2009 г. по сравнению с 2008 г., где в течение весенне-летнего периода отсутствовали сколько-нибудь масштабные проявления засухи.

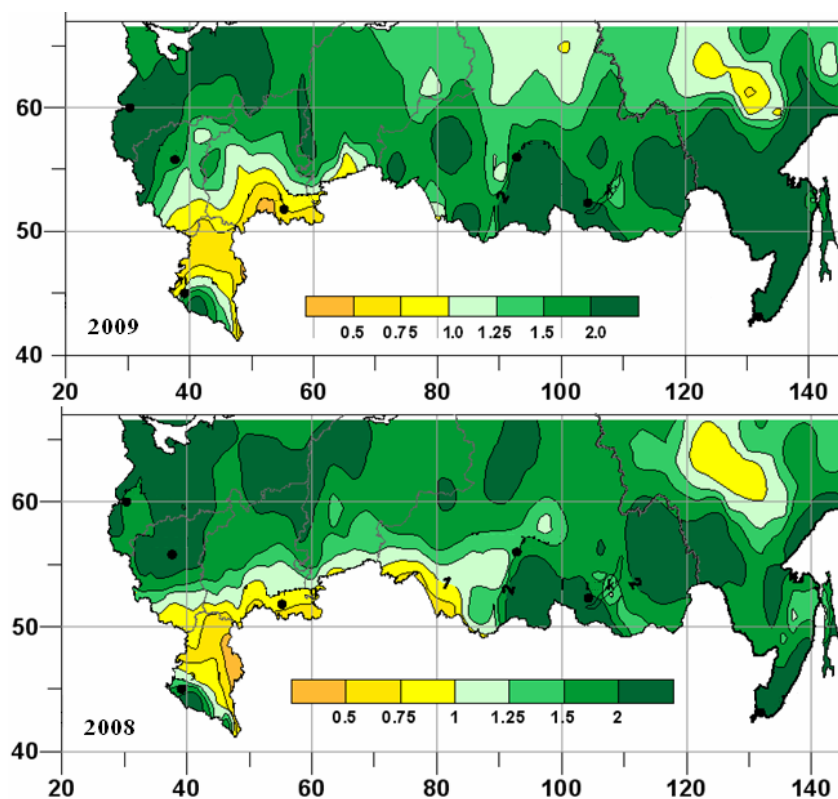


Рисунок 6.4 – Значения гидротермического коэффициента за май-август 2009 г. (сверху) и 2008 г. (снизу)

В дополнение к значениям ГТК приведем данные о величинах влагозапасов почвы. На рис. 6.5 представлены разности запасов продуктивной влаги в пахотном слое почвы в конце второй декады июня на территории России в 2009 и 2008 гг.

Можно видеть, что в июне 2009 г. запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы на территории Центрального, Южного, Приволжского и Уральского ФО оказались значительно ниже прошлогодних, тогда как в Сибири и на Дальнем Востоке, напротив, влагозапасы пахотного слоя в июне превышали прошлогодние за аналогичный период. И только в Забайкалье влагозапасы 2009 г. оказались ниже прошлогодних значений.

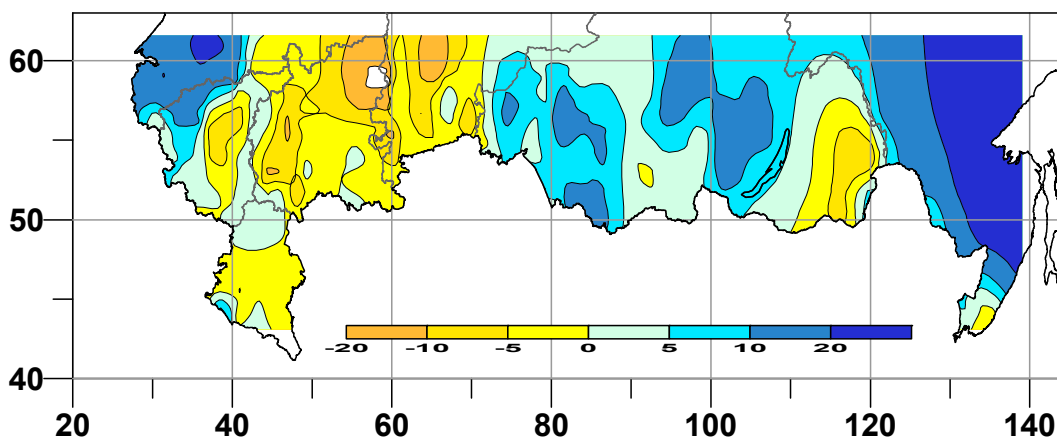


Рисунок 6.5 – Разность запасов продуктивной влаги пахотного слоя почвы (мм) в конце второй декады июня в 2009 г. и 2008 г.

Более детальная информация об условиях увлажнения весенне-летнего периода 2009 г. на территории основных зернопроизводящих регионов РФ приведена в табл. 6.2 (см. посевные площади). В сибирских регионах – Алтайском крае и Омской области значения ГТК в 2009 году оказались значительно выше и прошлогодних, и средних за 1975 -2005 гг. К этому следует добавить, что сумма осадков за весну и лето в Алтайском крае и Омской области заметно превысила прошлогодние значения этого показателя. Из основных зернопроизводящих регионов ЕТР засуха в 2009 г. охватила Оренбургскую область, республику Татарстан, Ростовскую область и часть территории Краснодарского края.

Таблица 6.2 – Сравнительные оценки гидротермического коэффициента в 2009, 2008 и в среднем за 1975 -2005 гг. для основных зернопроизводящих регионов России

Регион	Посевная площадь зерновых культур (га)	Значения ГТК		
		2009 г.	2008 г.	1975-2005 гг.
Алтайский край	3413	1,601	0,869	1,253
Оренбургская обл.	2768	0,531	0,928	0,801
Ростовская обл.	2553	0,569	0,621	1,111
Саратовская обл.	2375	0,848	0,830	0,911
Омская обл.	2072	2,093	1,172	1,342
Краснодарский край	2008	1,459	1,873	1,530
Ставропольский край	2004	1,729	0,959	1,286
Башкортостан	1604	1,154	1,078	1,209
Татарстан	1548	1,221	1,801	1,448

Помимо указанных выше субъектов РФ, пониженные (по сравнению с нормой) значения ГТК имели место в Нижегородской, Самарской, Пензенской и Саратовской областях, а также в республике Чувашия и Пермском крае. Таким образом, можно констатировать, что в 2009 г. весенне-летняя засуха охватила значительную территорию Приволжского и Южного ФО, а также Воронежскую область и некоторые другие районы Центрального ФО.

В заключение приведем поле нормированных разностей климатообусловленной урожайности яровых зерновых культур Δy , рассчитанной по метеорологическим данным с помощью модели «погода-урожай» (рис. 6.6). Величины Δy определялись по формуле:

$$\Delta y = (y_{2009} - y_{2008}) / y_{2008}$$

Данные рис. 6.6 позволяют оценить агрометеорологические условия формирования урожайности яровых зерновых культур в 2009 г. по сравнению с 2008 г. непосредственно в единицах климатообусловленной урожайности.

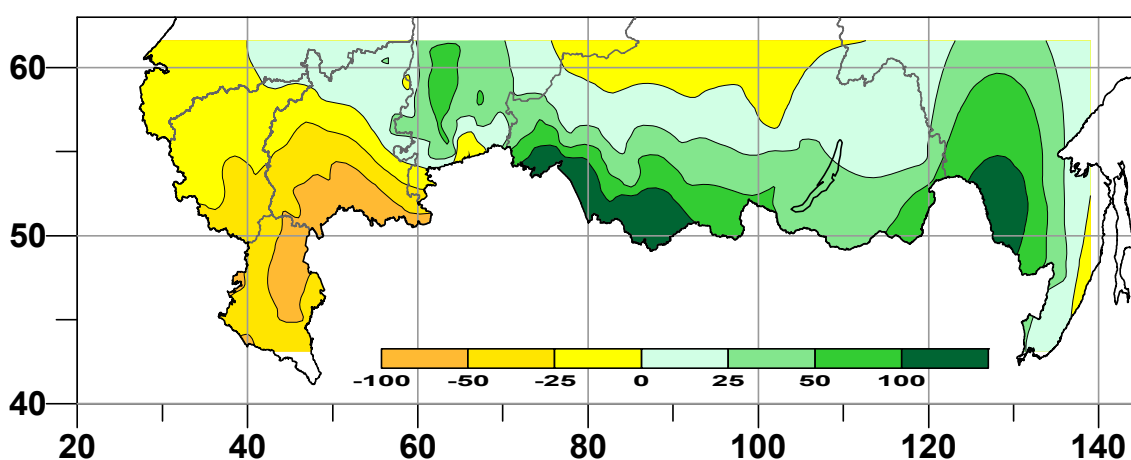


Рисунок 6.6 – Оценки (%) агрометеорологических условий формирования урожайности яровых зерновых культур на территории РФ в 2009 г. по сравнению с 2008 г. (при высоком уровне агротехники)

Анализ представленных материалов позволяет заключить, что агрометеорологические условия в 2009 году были менее благоприятными, чем средние многолетние, а по сравнению с высокоурожайным 2008 годом оказались существенно хуже в ряде зернопроизводящих регионов России. Основная причина снижения урожайности зерновых культур в 2009 г. – почвенная засуха на юге и юго-востоке Европейской части РФ, вероятность которой в этих районах не менее 20 – 25 %.

7. ОПАСНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

В 2009 году на территории России было зарегистрировано 390 случаев возникновения опасных метеорологических явлений (ОЯ). Ниже, в табл. 7.1 и 7.2, показано распределение ОЯ по месяцам и федеральным округам. Учитывались все опасные явления погоды, имевшие место на территории РФ, о которых были получены донесения, независимо от наличия информации об ущербе. Следует отметить, что суммарное количество ОЯ в табл. 7.1 и 7.2 может не совпадать, т.к. ОЯ часто охватывают большие территории и одновременно наблюдаются в двух и более округах.

Количество зарегистрированных ОЯ по сравнению с 2008 годом снизилось на 4% (14 случаев). Наиболее высокая повторяемость (95 случаев) приходится на сильные осадки. Часто наблюдался сильный ветер (75 случаев). Это явление, как правило, наносит наиболее значительный ущерб секторам экономики и частному сектору. КМЯ (комплексы метеорологических явлений) отмечались 80 раз и по своим параметрам они не достигали критериев ОЯ, но в значительной степени затрудняли жизненную и хозяйственную деятельность регионов.

Наибольшую повторяемость ОЯ и КМЯ имеют в теплый период года (с мая по сентябрь) – 220 случаев (56%). Это связано с тем, что в этот период возрастает число ОЯ, обусловленных активной конвекцией, которая наблюдается по всей территории России.

Таблица 7.1 - Распределение ОЯ за 2009 год по месяцам

Месяц	Явления												Всего ОЯ
	Сильный ветер	Осадки	Заморозки	Жара	Мороз	Туман	КМЯ	Гололедные явления	Метель	Град	Смерч	Пыльные бури	
Январь	8	4			4		2	1	7	-	-		26
Февраль	8	2			6		3	2	9	-	-		30
Март	7	5			2		4	-	6	-	-		24
Апрель	8	2	4				3	-	7	-	-		24
Май	11	6	5				7	-	1	1	-		31
Июнь	12	13	9	3			18	-	-	9	-		64
Июль	6	22	2	9			13	-	-	4	1		57
Август	1	22	6				9	-	-	2	2		42
Сентябрь	2	8	8				3	-	-	1	4		26
Октябрь	7	6	3				5	-	-	-	1		22
Ноябрь	4	2			3	1	4	-	1	-	1		16
Декабрь	1	3			8		9	3	4	-	-		28
ГОД-2009	75	95	37	12	23	1	80	6	35	17	9		390
ГОД-2008	<i>89</i>	<i>80</i>	<i>34</i>	<i>9</i>	<i>11</i>	<i>6</i>	<i>98</i>	<i>13</i>	<i>30</i>	<i>24</i>	<i>10</i>		<i>404</i>

По своим температурным характеристикам 2009 год был, в среднем, незначительно холоднее предыдущего 2008 г. Однако, периодов сильных морозов в 2009 году отмечено 23 случая (в 2008 г. – только 11), а периодов с аномально жаркой погодой – 12 случаев (в 2008 г. – 9). Наиболее холодным выдался декабрь 2009 г., когда на территории страны зарегистрированы 8 случаев экстремально низких температур. Количество заморозков в

вегетационный период в 2009 году наблюдалось на 9% больше, чем за аналогичный период 2008 года.

Таблица 7.2 - Распределение ОЯ за 2009 г. по территории федеральных округов

№	Явления	Федеральные округа							Всего
		СЗФО	ЦФО	ПрвФО	ЮФО	УрФО	СибФО	ДВФО	
1	Ветер	6	3	9	8	7	44	14	91
2	Сильные осадки	4	8	14	18	8	17	26	95
3	Метель	3	1	2		2	13	14	35
4	Пыльная буря								
5	Смерч			1	7	1			9
6	Мороз		2	4	1	-	13	3	23
7	Жара		2	3	3	1	2	1	12
8	Град		1	2	8	2	4		17
9	Гололедные явления			1	3	1	3	1	9
10	Заморозки	7	9	11	5	6	13	2	53
11	Туман		1	1					2
12	КНЯ	4	10	16	12	9	35	13	99
Всего - 2009		24	37	64	65	37	144	74	445
Всего - 2008		28	44	67	70	35	154	77	475

Из табл. 7.2 следует, что 32% всех ОЯ и КНЯ (144 случая) зарегистрированы на территории Сибирского федерального округа, что на 7% меньше, чем в 2008 г. Это связано с размерами территории и разнообразием циркуляционных процессов, приводящих к опасным явлениям. В большинстве федеральных округов в 2009 г. количество ОЯ и КНЯ снизилось на 5-15% по сравнению с прошлым 2008 г. В Уральском федеральном округе количество ОЯ и КНЯ выросло на 6%.

Динамика количества всех зарегистрированных ОЯ за период с 1998 по 2009 гг. приведена в табл. 7.3.

Таблица 7.3 – Динамика метеорологических ОЯ за период с 1998 по 2009 гг.

Годы	Месяцы												Всего за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1998	19	15	12	12	14	17	28	16	19	19	20	15	206
1999	20	10	9	9	14	10	15	15	16	8	14	12	152
2000	9	2	6	10	15	17	18	17	20	7	8	12	141
2001	12	12	4	5	27	30	30	25	17	14	16	19	211
2002	16	15	17	11	24	27	41	35	28	17	16	29	276
2003	21	17	13	14	16	35	41	36	27	17	18	17	272
2004	23	29	27	21	23	54	49	61	26	20	28	28	389
2005	19	19	49	31	28	52	48	38	21	24	14	21	364
2006	27	20	29	21	39	64	49	56	26	22	30	24	407
2007	39	40	21	9	56	61	56	52	38	25	28	20	445
2008	29	25	18	19	28	47	83	45	27	12	30	41	404
2009	26	30	24	24	31	64	57	42	26	22	16	28	390

На рис.7.1 приведены аналогичные данные о динамике количества ОЯ за 1996 – 2009 гг., но относящиеся лишь к опасным явлениям и комплексам метеорологических

явлений (включая гидрологические и агрометеорологические явления), которые являлись источником чрезвычайных ситуаций, угрожали жизнедеятельности населения или нанесли значительный экономический ущерб (общее число и количество непредусмотренных ОЯ).

На рис.7.2 информация об ОЯ – источниках чрезвычайных ситуаций в 2009 г. детализирована по месяцам.

Наибольшая активность возникновения опасных явлений на территории Российской Федерации, по-прежнему, наблюдается в период с мая по август.

В целом за 2009 год, число ОЯ, нанесших значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения, составило 385. Это на 36 больше, чем в 2008 году, но на 51 меньше, чем в рекордном 2007 году (см. рис. 7.1).

Общее число ОЯ и КМЯ (включая агрометеорологические и гидрологические) в 2009 году составило 923. Это на 15% меньше, чем в 2008 году, когда их было 1090.

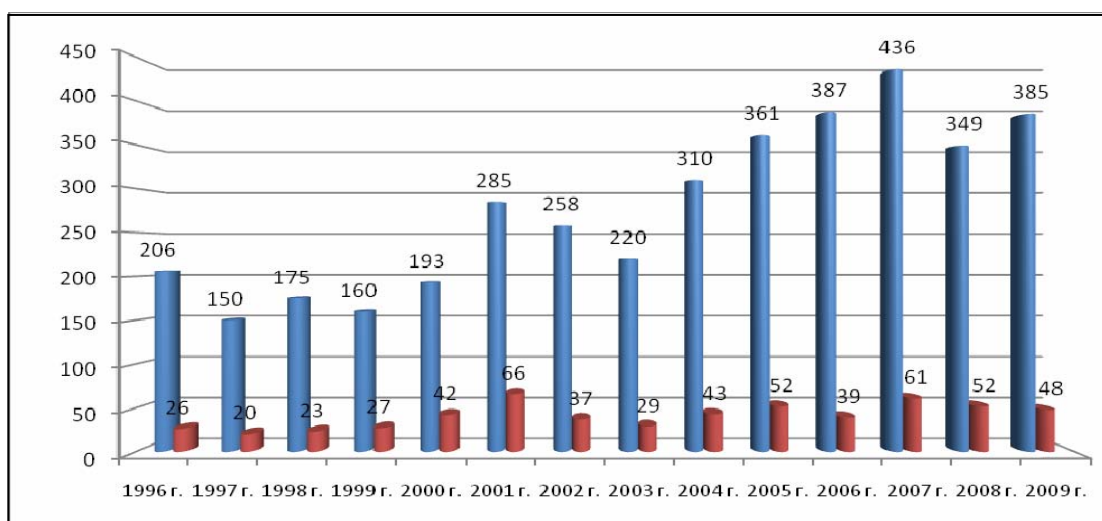


Рисунок 7.1 – Распределение ОЯ по годам: общее количество и количество непредусмотренных ОЯ

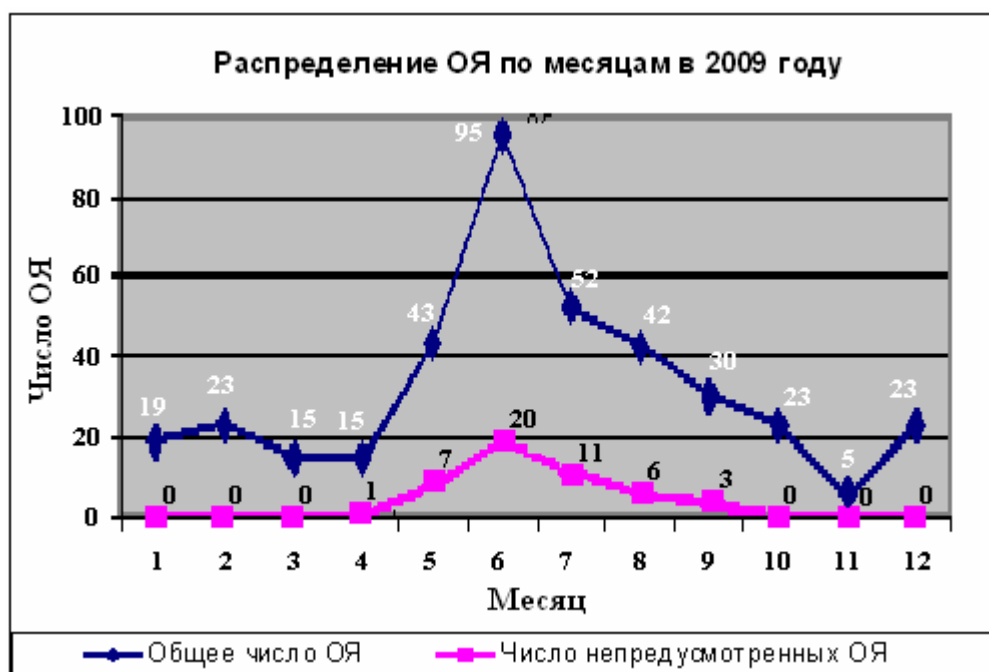


Рисунок 7.2 – Распределение ОЯ по месяцам в 2009 году

8. РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ

Основным источником данных для слежения за климатическими изменениями составляющих радиационного баланса земной поверхности, существенно зависящих от особенностей облачного покрова и прозрачности атмосферы, определяемой вариацией ее газового и аэрозольного состава, являются ряды наземных актинометрических наблюдений. В качестве характеристик радиационного режима анализируются приходящая суммарная и прямая солнечная радиация, месячные и годовые суммы которых рассчитываются по данным наблюдений об интенсивностях различных потоков радиации в фиксированные сроки (так называемых «срочных» наблюдений), поступающих с актинометрической сети станций.

Из двух видов актинометрических наблюдений, выполняемых по полной программе, и дающих информацию не только о суммарной радиации, но и об отдельных составляющих радиационного баланса, предпочтение отдано именно срочным наблюдениям в силу большей плотности подсети этих станций – как на настоящем этапе, так и в 60-х годах 20 века. Для большинства станций со срочными наблюдениями (в отличие от станций, ведущих наблюдения с помощью регистраторов) могут быть рассчитаны нормы за базовый период 1961-1990 гг.

Аномалии сумм радиации рассчитаны как отклонения от норм базового периода 1961-1990 гг. и выражены в процентах от этих норм. Временные ряды аномалий годовых сумм радиации продлены по 2008 г., последний полный календарный год с доступными для обобщения радиационными данными. Оценки условий 2009 г. получены по данным 81 (из 91) российских станций со срочными наблюдениями, для которых своевременно поступила оперативная информация.

Анализ *многолетних* колебаний регионально-осредненных аномалий годовых сумм прямой радиации на интервале 1961-2008 гг. (рис.8.1) показывает, что все рассматриваемые ряды содержат долгопериодную составляющую, изменения которой, однако, не являются монотонными. В конце 80-х – начале 90-х гг. 20 века повсеместно отмечается пониженное поступление солнечной радиации (возможно, связанное с воздействием крупных вулканических извержений), при этом на интервале 1961-1990 гг. диагностируется отрицательный тренд. В последнее десятилетие 20 столетия и начале 21в. происходит возврат к значениям приходящей радиации, близким к норме. Включение в анализ годовых сумм за 2008 г. подтверждает этот вывод.

В *зимний* период 2008/2009 гг. на территории РФ образовались три крупных очага отрицательных аномалий прямой радиации – в западной половине Европейской части, в северных районах Сибири, оказавшихся под влиянием активных атлантических циклонов, и на Дальнем Востоке. В отдельных районах аномалии достигали 50% от нормы (рис. 8.2).

В восточной половине Европейской части наблюдалась хорошо выраженная положительная аномалия, которая распространялась на юг Сибири и далее на северо-восток вплоть до 70°с.ш., захватив всю территорию Якутии.

В приходе суммарной радиации (рис. 8.3) в зимний период на Европейской части, в Сибири и на Дальнем Востоке также отмечались отрицательные аномалии. В северных же районах Сибири преобладание циклонической циркуляции привело к увеличению облачности и резкому возрастанию рассеянной радиации, что способствовало повышенному суммарному приходу радиации и формированию хорошо выраженной положительной аномалии.

В *весенний* сезон фон поля аномалий прямой солнечной радиации на территории России в целом был более спокойным, чем зимой. Очагов глубоких аномалий того или другого знака не наблюдалось. В северной и северо-восточной частях Европейской России отмечалась слабая отрицательная аномалия, а в южной – за исключением Волгоградской, Саратовской и Самарской областей - положительная.

Суммарный приход радиации весной на большей части территории России был ниже нормы. Наблюдавшийся несколько повышенный приход прямой радиации на Европейской территории и в южных областях Сибири не привел к росту суммарного прихода.

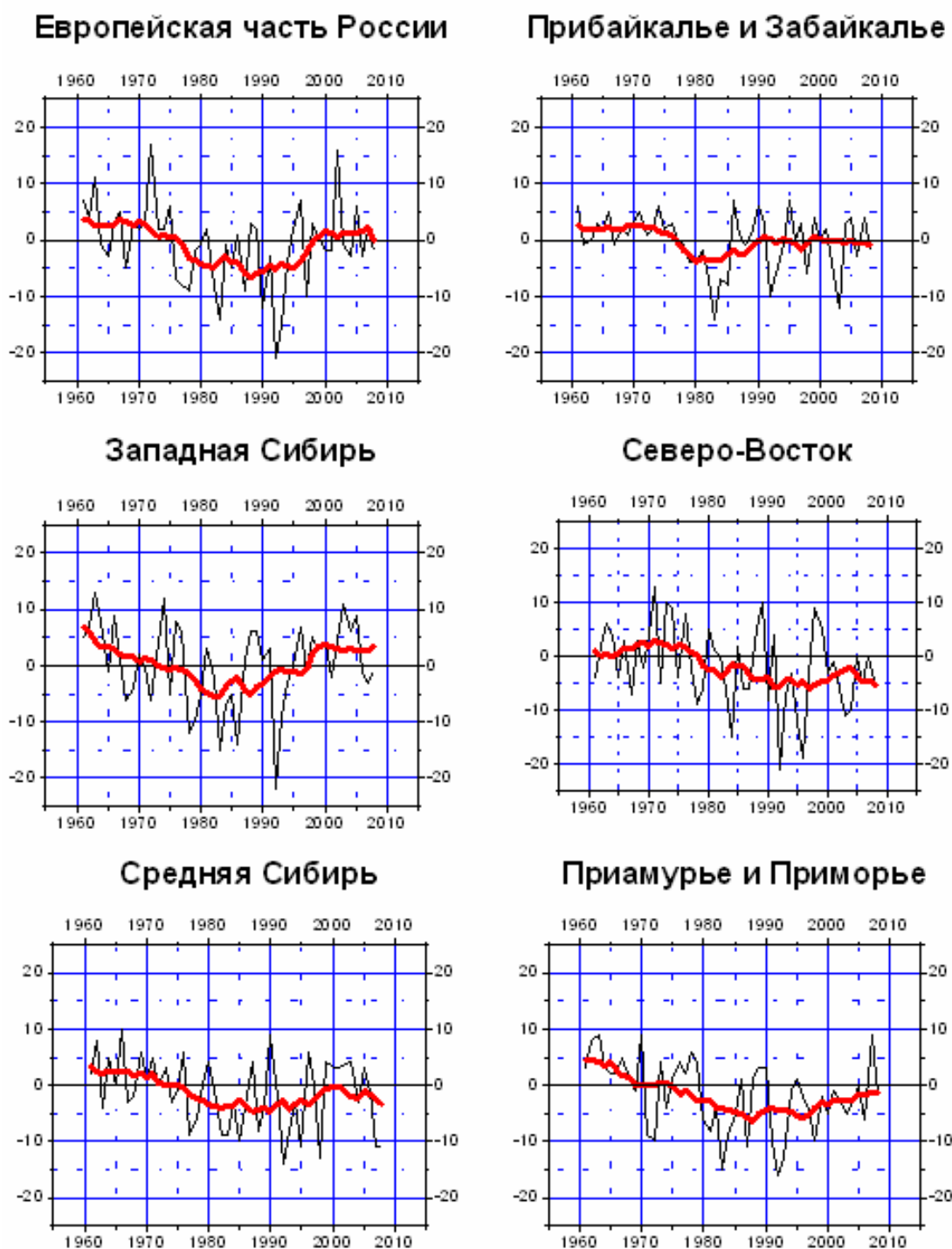


Рисунок 8.1 – Регионально осредненные аномалии (в процентах от среднего за 1961-1990 гг.) годовых сумм прямой солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность.

Красная кривая показывает сглаженный ход (11-летние скользящие средние)

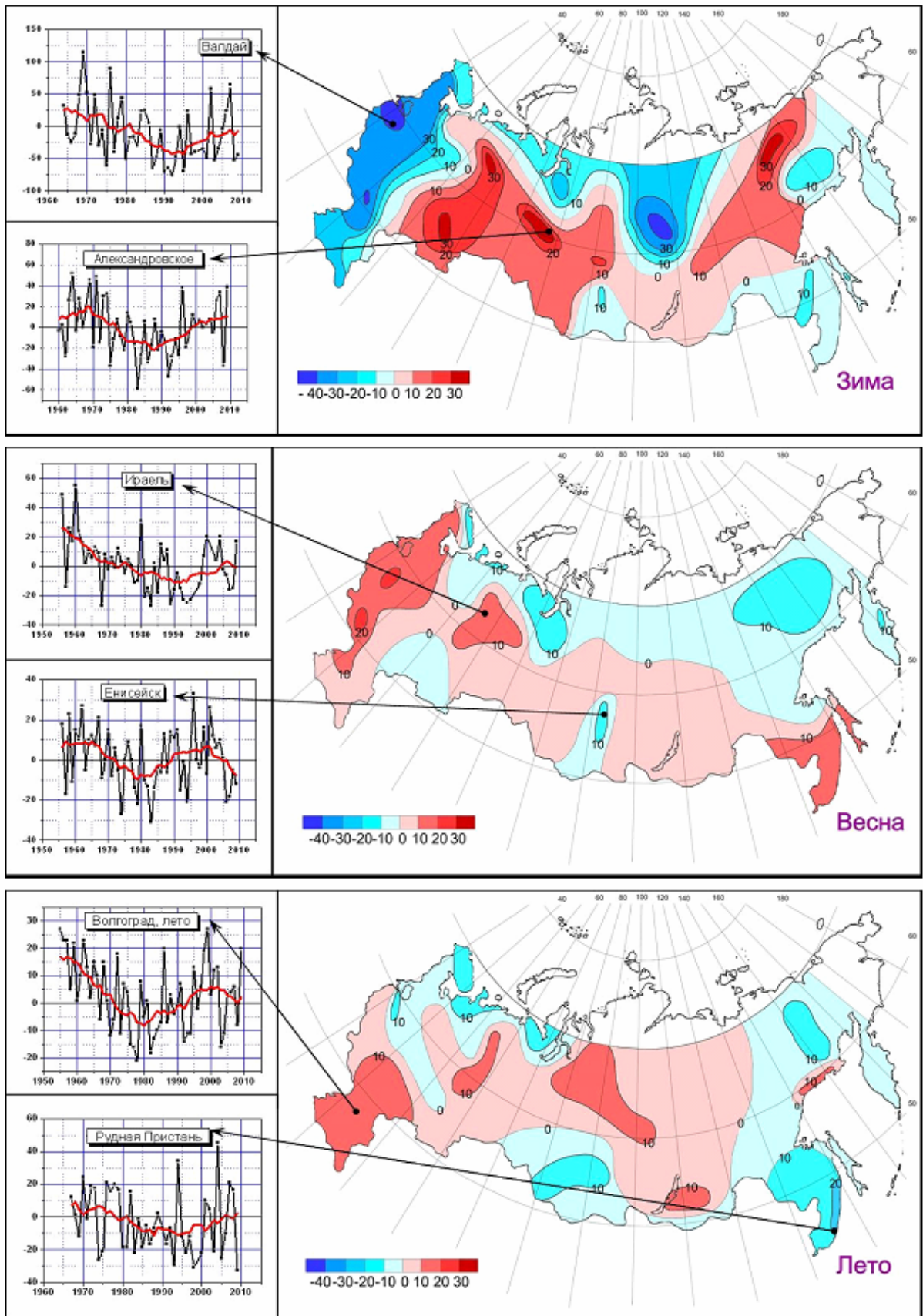


Рисунок 8.2 – Аномалии (в процентах от среднего за 1961-1990 гг.) сезонных сумм прямой солнечной радиации в 2009 г.

Белым цветом выделены районы, не освещенные данными наблюдений.

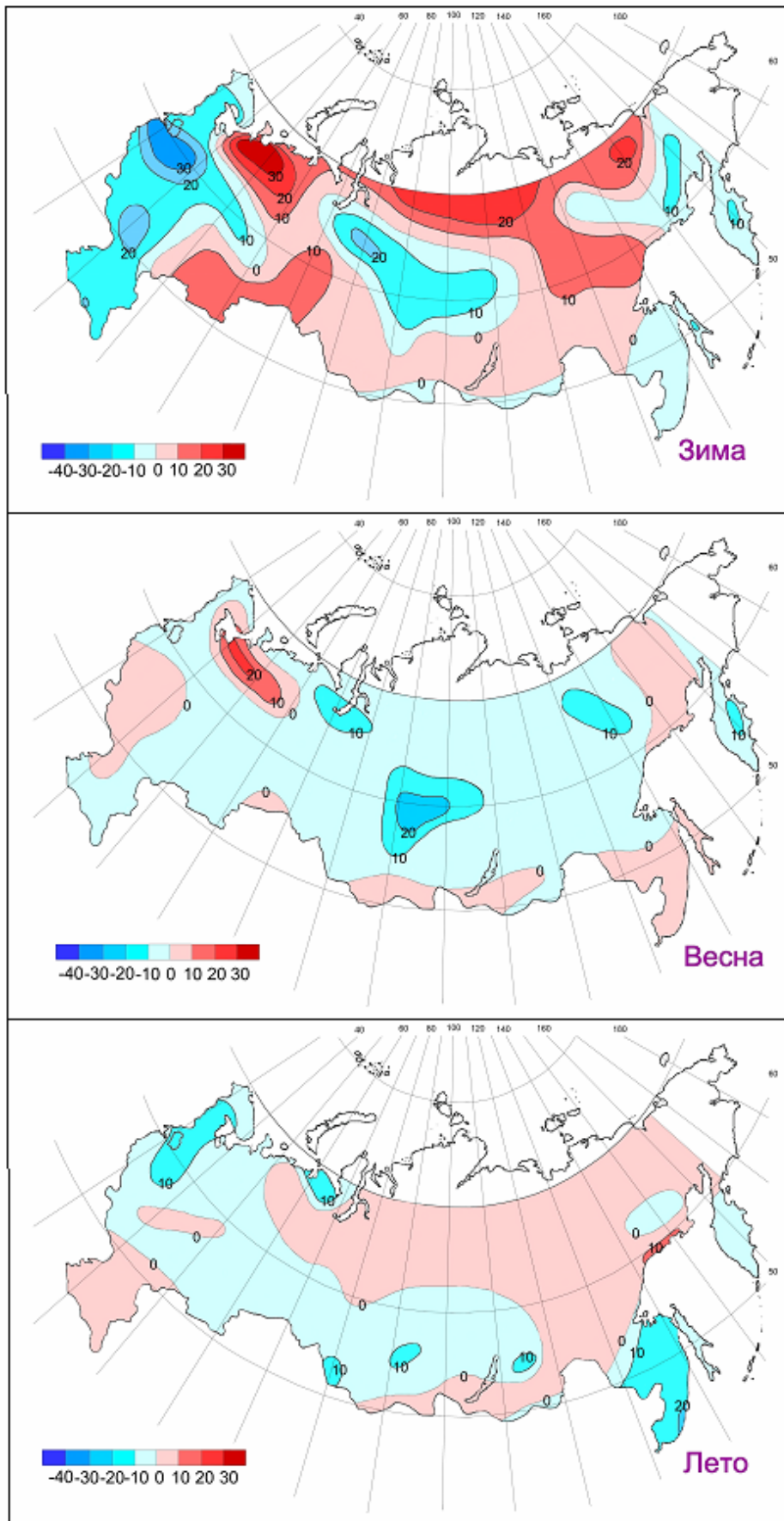


Рисунок 8.3 – Аномалии (в процентах от среднего за 1961-1990 гг.) сезонных сумм суммарной радиации в 2009 г.

Белым цветом выделены районы, не освещенные данными наблюдений.

В *летний* сезон на территории России наблюдались обширные аномалии прямой радиации обоих знаков. Южные районы Европейской территории России и большая часть Сибири находились в зоне повышенного прихода радиации, а обширная территория Дальнего Востока и прилегающих районов - в области отрицательных аномалий. На формирование сезонной положительной аномалии на Европейской части наибольшее влияние оказал высокий приход прямой радиации в июне и июле (рис. 8.4). Отрицательная аномалия на Дальнем Востоке отмечалась в течение всех летних месяцев. Особенно глубокой она была в Приморье, юге Хабаровского края и в Амурской области.

В суммарном приходе радиации прослеживалось уменьшение интенсивности положительной аномалии (по сравнению с прямой радиацией) на юге Европейской части и в Сибири. Большую часть Европейской территории России занимала отрицательная аномалия, распространившаяся на всю южную часть Азиатской территории, включая Приморье.

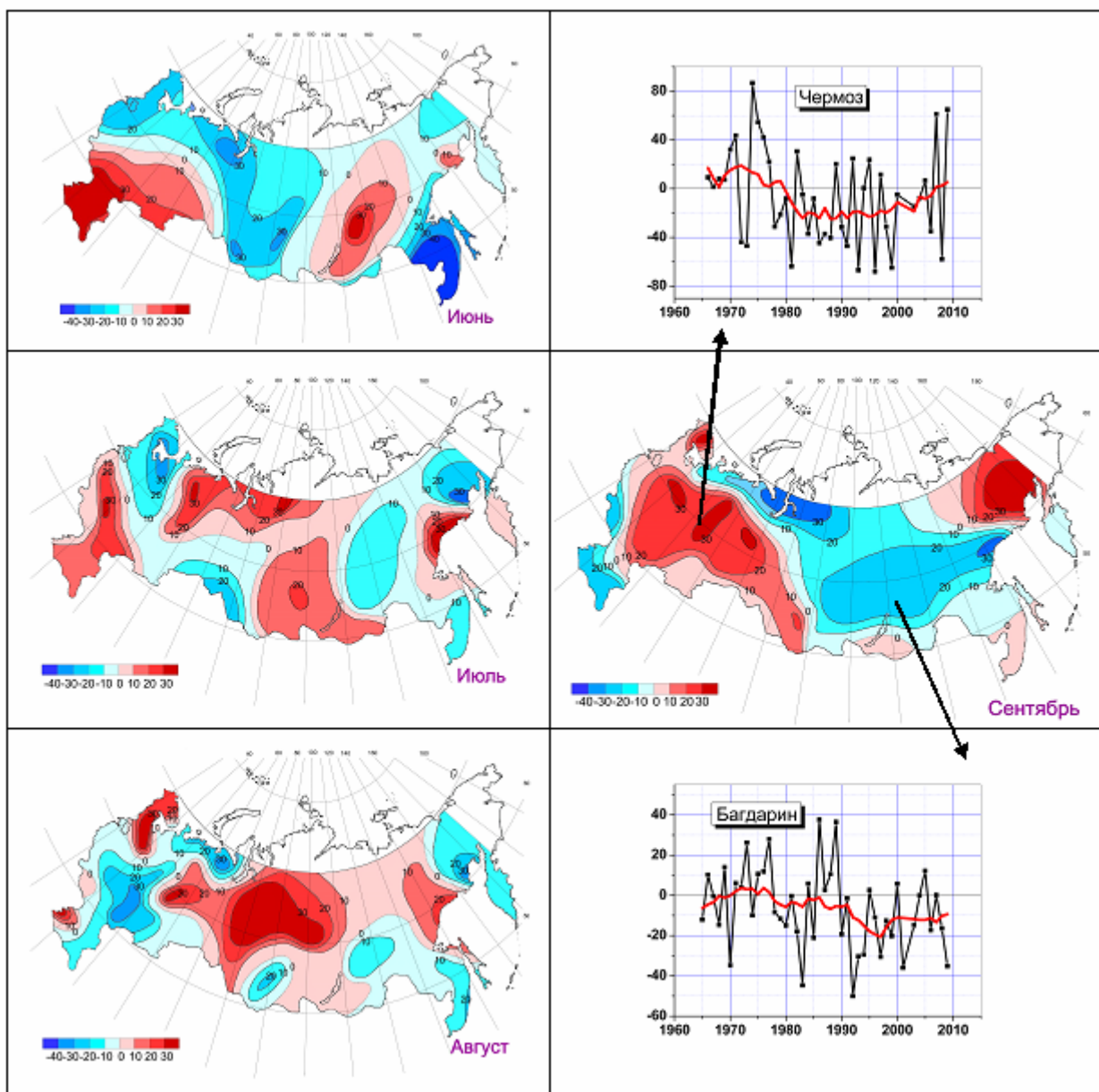


Рисунок 8.4 – Аномалии (в процентах от среднего за 1961-1990 гг.) месячных сумм прямой солнечной радиации в 2009 г.

Белым цветом выделены районы, не освещенные данными наблюдений.

В начале *осени* (рис. 8.4) произошло заметное перераспределение прихода прямой радиации. На Европейской территории, за исключением южных и крайних западных областей, образовалась хорошо выраженная положительная аномалия, распространившаяся на южную часть Западной Сибири. Интенсивная положительная аномалия в Сибири, наблюдавшаяся в августе, сменилась на отрицательную. Особенно глубокий очаг ее сформировался на севере Западной Сибири. Значительно изменилась ситуация на Дальнем Востоке. От августа к сентябрю произошла смена знака аномалий по всему дальневосточному региону. В северных районах приход радиации стал существенно выше нормы, в центральных районах он резко снизился. В Приморском крае устойчивая отрицательная аномалия, сохранявшаяся в течение всего лета, сменилась на слабую положительную.

Анализ *сезонных* аномалий прямой радиации (рис. 8.5), осредненных по территории России, показывает, что по отношению к радиационному режиму 2009 год, как и предыдущие годы 21 века, незначительно отличается от нормы. Регистрируемые аномалии характеризуют, в основном, короткопериодные колебания.

Таким образом, можно констатировать, что после пониженных значений прямой радиации в начале 90-х гг. 20 века произошел переход к значениям прямой радиации, близким к норме. В настоящее время имеющиеся данные еще не позволяют говорить о какой-либо иной однонаправленной тенденции в изменении приходящей радиации.

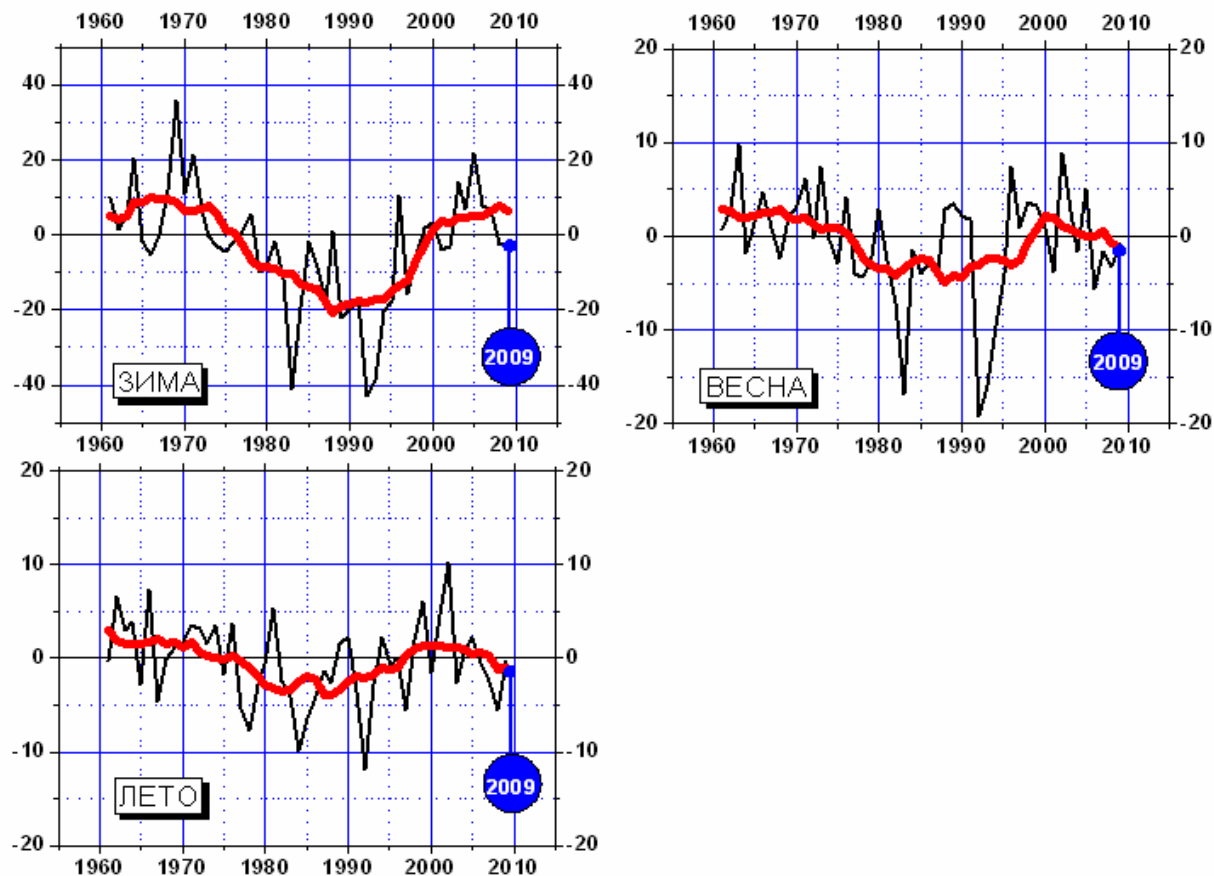


Рисунок 8.5 – Аномалии (в процентах от среднего за 1961-1990 гг.) сезонных сумм прямой радиации, поступающей на горизонтальную поверхность, осредненные по территории РФ, 1961-2009 гг.

9. ОЗОНовый СЛОЙ

В качестве характеристик общего содержания озона (ОСО) рассматриваются средние месячные значения ОСО в е.Д. (единицы Добсона) и их аномалии, т.е. отклонения от многолетних средних (норм), выраженные в процентах от нормы. Многолетние средние значения ОСО (нормы) рассчитаны по данным спутникового прибора TOMS за период 1978 - 1988 г.

Наиболее существенные аномалии в содержании озона проявляются, как правило, в зимне-весенний период. На рис. 9.1 приведено распределение среднемесячных аномалий ОСО в феврале и марте 2009 года над территорией РФ по данным WOUDC (World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Center). Поля ОСО рассчитаны по данным как спутниковых, так и наземных измерений озона.

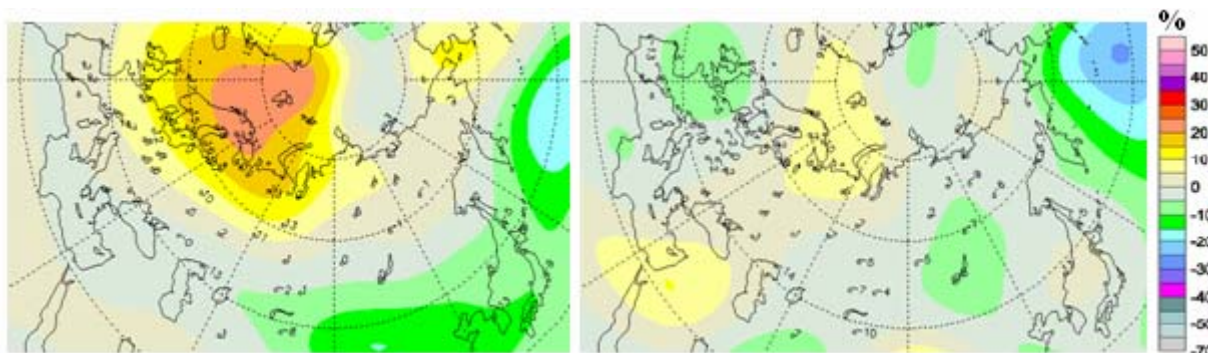


Рисунок 9.1 – Аномалии средних месячных значений ОСО (% от нормы) в феврале (слева) и марте (справа) 2009 года (данные WOUDC)

В целом, зимой 2009 года над территорией РФ не наблюдалось сколько-нибудь значительных отклонений от нормы. В январе небольшой дефицит ОСО (до 10%) наблюдался над Чукоткой, Камчаткой и восточной Сибирью. На северо-западе России в это же время наблюдалось повышенное (на 5-10%) содержание озона. В феврале область повышенных значений ОСО сместилась к юго-востоку, захватив европейскую часть РФ и часть западной Сибири. В марте распределение ОСО над территорией РФ было близко к климатической норме (отклонения от нормы в отдельных регионах не превышали $\pm 5\%$).

На рис. 9.2 представлены временные ряды ОСО, рассчитанные по данным измерений на двух высокоширотных станциях – Салехард (66.5 с.ш., 66.7 в.д.) и Жиганск (66.8 с.ш., 123.4 в.д.). Для расчета среднемесячных значений ОСО до 1998 года использовались данные спутникового прибора TOMS, после 1998 года – данные наземного высокоточного спектрофотометра SAOZ.

Из рис. 9.2 видно, что примерно до середины 90-х годов над обеими станциями наблюдался отрицательный тренд величины ОСО, сменившийся затем небольшим положительным трендом. Анализ временных рядов ОСО с помощью статистического метода «Гусеница» показал, что изменение знака тренда произошло в начале 1996 года. Величина тренда ОСО составляла около -2.0 е.Д./год до 1996 года на обеих станциях; +1.3 е.Д./год с 1996 по 2002 год и практически нулевое значение после 2002 года на ст. Салехард. На ст. Жиганск после 1996 года наблюдался незначительный положительный тренд величины ОСО +0.4 е.Д./год. Следует отметить, что величина тренда ОСО на ст. Салехард хорошо согласуется с трендами зонально осредненного ОСО выше 40°с.ш. за тот же период, рассчитанными по спутниковым данным.

На рис. 9.3 представлен ход аномалий среднемесячных значений ОСО в феврале и марте на ст. Салехард. Изменчивость величины ОСО является результатом совокупного действия химических и динамических процессов. Следует отметить, что с начала 90-х до середины 2000-х годов в феврале и марте на ст. Салехард и Жиганск преобладали отрицательные отклонения от нормы (дефицит озона), достигающие в отдельные годы

величины более 20% (до 40% на ст. Жиганск). Примерно с середины 2000-х годов на ст. Салехард и Жиганск наблюдаются среднемесячные значения ОСО, близкие к климатической норме. Зимой 2009 года по данным измерений на этих станциях также не отмечено каких-либо существенных аномалий ОСО – в феврале среднемесячный уровень ОСО на 5-8% выше нормы, и лишь в марте на ст. Жиганск наблюдался дефицит ОСО на 10% ниже климатической нормы.

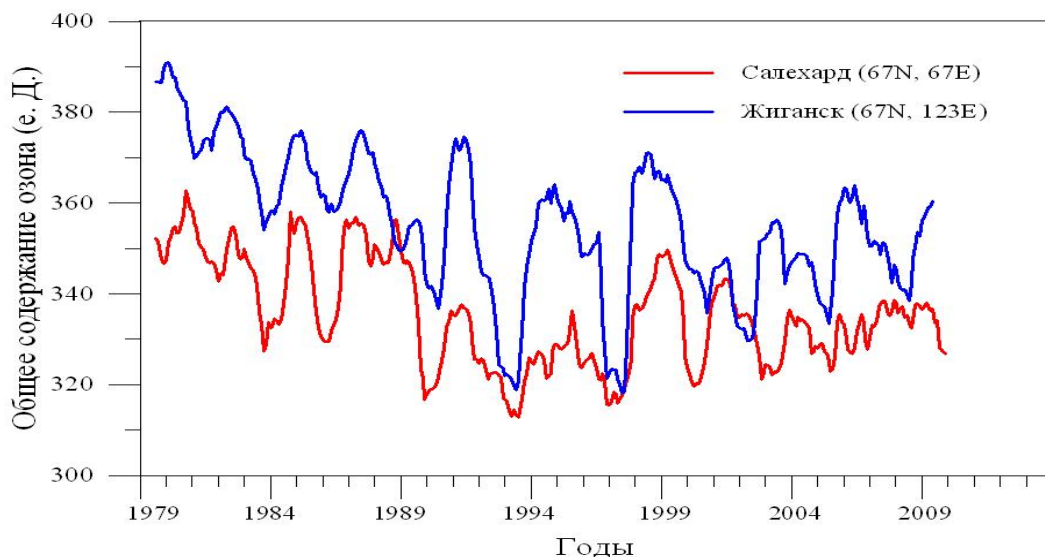


Рисунок 9.2 – Временной ряд величины ОСО над станциями Салехард и Жиганск, 1979-2009 гг. (скользящие 12-месячные средние с шагом месяц, е.Д.)

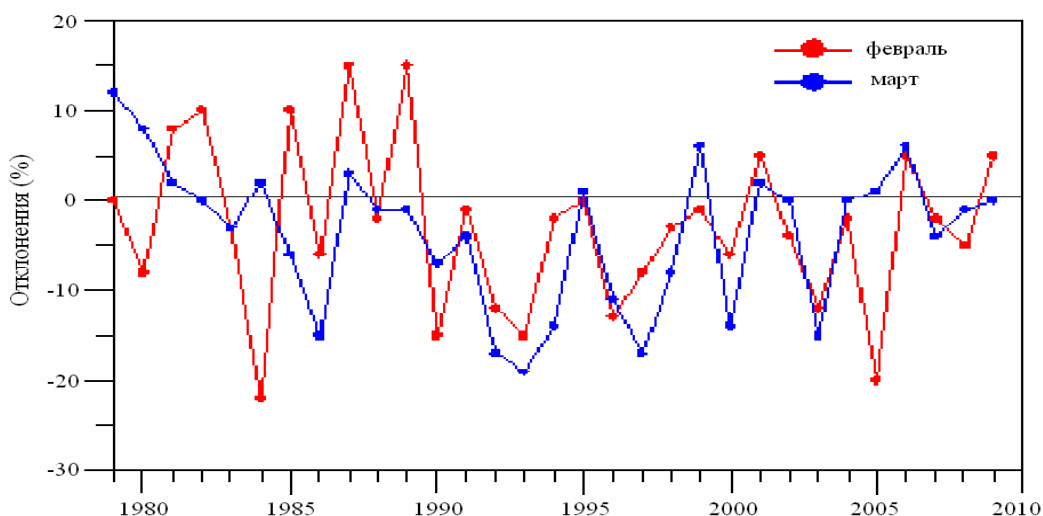


Рисунок 9.3 – Временной ряд аномалий среднемесячных значений ОСО (%) в феврале и марте на ст. Салехард, 1979-2009 гг.

В зимне-весенний период 2008/2009 гг. Центральная аэрологическая обсерватория продолжала осуществлять наблюдения за арктической озоновой аномалией. Для оценок химических потерь озона (ХПО) в полярном стратосферном циклоне использовались данные измерений озона спутниковым прибором MLS-AURA. На рис. 9.4 представлена величина химических потерь ОСО (е.Д.) в полярном циклоне за отдельные годы.

Сильная изменчивость метеорологических условий в Арктике, вызванная высокой активностью планетарных волн в северном полушарии, приводит к заметной межгодовой изменчивости величины химических потерь ОСО в арктическом полярном циклоне – от нулевых значений потерь в теплые зимы (например, 1998/1999 году.) до 30% и более в

холодные зимы (1999/2000, 2004/2005 годы). По метеорологическим условиям зиму 2008/2009 года в Арктике можно считать достаточно необычной: очень холодное начало зимы в конце января трансформировалось в одну из самых теплых зим в последнюю декаду. Холодное начало зимы в декабре и январе сопровождалось интенсивным образованием полярных стратосферных облаков (ПСО), но полярный циклон в это время располагался над полюсом в неосвещенной области. В течение января холодный циклон постепенно смещался от полюса в освещенную область, создавая предпосылки для химического разрушения озона, однако в конце января температура в стратосфере резко поднялась в результате мажорного стратосферного потепления и до конца сезона уже не опускалась до пороговых для образования полярных стратосферных облаков значений.

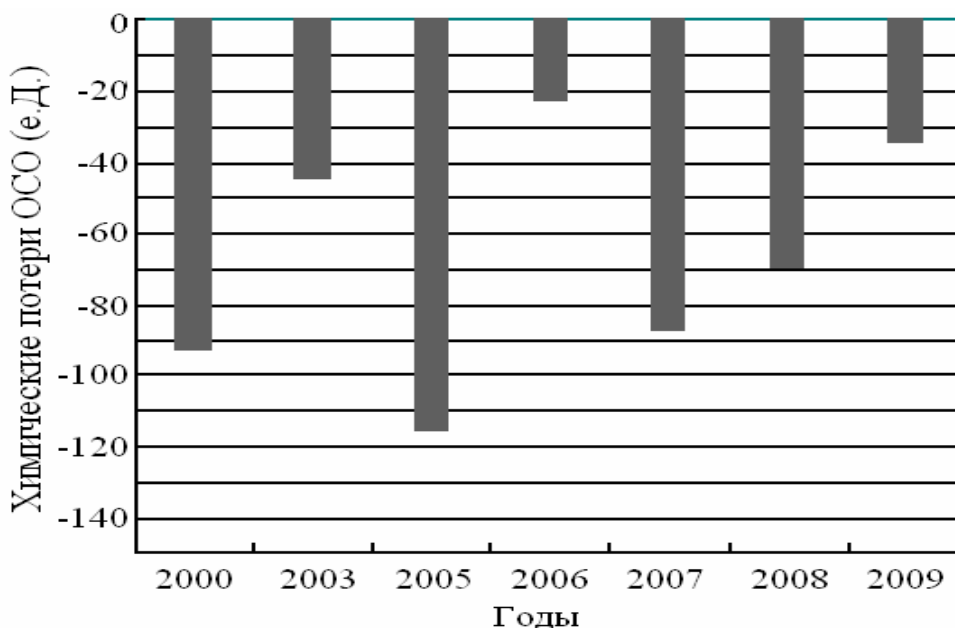


Рисунок 9.4 – Величина химических потерь ОСО (ХПО, е.Д.) в полярном циклоне.

Расчеты ХПО проведены по данным баллонных измерений озона на российских станциях Салехард (2000, 2003, 2007), СП-35 (2008) и данным спутниковых измерений SAGE III (2005) и MLS-AURA (2006). В 2001, 2002 и 2004 году расчеты ХПО не проводились.

Таким образом, благоприятный для химического разрушения озона период был очень коротким – примерно с середины января до конца первой декады февраля. К тому же площадь образования ПСО зимой 2008/2009 гг. была весьма ограниченной. Вследствие этих причин химические потери ОСО в полярном циклоне зимой 2008/2009 года составили 35 ± 8.8 е.Д., т.е. существенно меньшую величину по сравнению со значительными потерями ОСО в холодные зимы последнего десятилетия (93 ± 13 е.Д. в 1999/2000 гг., 116 ± 10 е.Д. в 2004/2005 гг.).

ВЫВОДЫ

1. 2009 год оказался для России существенно менее теплым (аномалия 0.55°C) в сравнении с предшествующим 2008 годом (аномалия $+1.88^{\circ}\text{C}$) и со всеми (кроме 2006 г.) годами начавшегося столетия. В ранжированном (по убыванию) временном ряду среднегодовых температур, осредненных по территории России за период наблюдений с 1936 г., он занимает всего лишь 23 место. Лишь для Восточной Сибири 2009 год попал в число десяти самых теплых лет рассматриваемого периода. Наиболее обширные области положительных аномалий отмечались в сентябре. Самыми аномально холодными месяцами оказались февраль и декабрь.

Существенных изменений в тенденциях климатических изменений температуры с добавлением 2009 г. не выявлено. Как и в период 1976-2008 гг., линейный тренд температуры за 1976-2009 гг. положителен по всем регионам и во все сезоны, кроме Восточной Сибири зимой. В Западной Сибири тренд практически отсутствует во все сезоны, кроме весеннего. Тенденция к похолоданию на территории России по-прежнему отмечается лишь в зимний период в северо-восточном регионе (Чукотка, Магаданская область, восточные районы Якутии).

2. По количеству выпавших осадков в целом по России 2009 год был влажным (на 11 месте по рангу влажных лет за период 1936-2009 гг.). Годовые суммы осадков в 2009 г. были выше нормы во всех регионах. К аномально влажным сезонам можно отнести зиму и осень в Прибайкалье и Забайкалье (ранги 2 и 3), зиму и лето в Приамурье и Приморье (ранг 3), весну и лето в Средней Сибири (ранг 3). Дефицит осадков отмечался в Поволжье во все сезоны, кроме весеннего.

Линейные тренды в ходе осадков на интервале 1976-2009 гг. выражены значительно слабее, чем в ходе температуры. Как правило, они ответственны за слишком малую долю межгодовой изменчивости и указывают на наличие *в некоторых регионах России в отдельные сезоны* слабой тенденции к увеличению осадков, а также на намечающуюся тенденцию к уменьшению осадков в регионе Восточной Сибири в экстремальные сезоны (Чукотка, Хабаровский край).

3. В начале 21 века вдоль Арктического побережья России отмечается увеличение мощности сезонно-галога слоя (СТС) по сравнению с серединой 1990-х годов. В 2009 году мощность СТС оказалась до 25% ниже, чем в предыдущем, и до 20% ниже, чем в среднем за десятилетие.

4. В 2009 г. значение пространственно осредненной аномалии средней годовой температуры воздуха СПО составило $1,2^{\circ}\text{C}$ и 2009 год стал одиннадцатым теплым годом по рангу теплых лет за период с 1936 г. Очаги крупных аномалий температуры располагались преимущественно на территории Атлантического, Североевропейского, Западносибирского, Чукотского и Канадского районов. В целом для СПО в течение 1936-2009 гг. в колебаниях температуры наблюдается положительный линейный тренд. Повышение температуры воздуха за 74 года составило $0,6^{\circ}\text{C}$. В изменении осадков этого периода (в целом по региону) отмечается тенденция к увеличению осадков, в основном, за счет увеличения их в холодном периоде (с октября по май). Количество осадков в 2008/2009 году оказалось на 2% ниже нормы (в т.ч. в Чукотском районе – на 20 % ниже нормы, а в Аляскинском – на 6 % выше нормы).

Площадь дрейфующих льдов в Северном Ледовитом океане в середине сентября 2009 года составила 5,2 млн. кв. км (в 2008 году 4,7 млн. кв. км) при норме 6,3 млн. кв. км. Таким образом, второй год подряд наблюдается увеличение площади льда по сравнению с историческим минимумом в 2007 г. (4,3 млн. кв. км).

5. Агрометеорологические условия в 2009 году были менее благоприятными, чем средние многолетние, и в ряде зернопроизводящих регионов России существенно хуже высокоурожайного 2008 года. Основная причина снижения урожайности зерновых

культур в 2009 году – почвенная засуха на юге и юго-востоке Европейской части РФ, вероятность которой в этих районах не менее 20 – 25 %.

6. В целом за 2009 год, число ОЯ, нанесших значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения, составило 385. Это на 36 больше, чем в 2008 году, но на 51 меньше, чем в рекордном 2007 году. Общее число ОЯ и КМЯ (включая агрометеорологические и гидрологические) в 2009 году составило 923, что на 15% меньше, чем 2008 году, когда их было 1090. Наибольшая активность возникновения опасных явлений на территории Российской Федерации, по-прежнему, наблюдается в период с мая по август.

7. В отношении радиационного режима 2009 год, как и предыдущие годы 21 века, незначительно отличается от нормы. В целом, можно отметить, что после пониженных значений прямой радиации в начале 1990-х гг. произошел переход к значениям прямой радиации, близким к норме. В настоящее время имеющиеся данные еще не позволяют говорить о какой-либо иной однонаправленной тенденции в изменении приходящей радиации.

8. В стратосфере Арктики зима 2008/2009 года характеризовалась очень холодным началом в конце января, трансформировавшимся в одну из самых теплых зим в последнюю декаду. Благоприятный для химического разрушения озона период был очень коротким – примерно с середины января до конца первой декады февраля. В результате, химические потери общего содержания озона (ОСО) в полярном циклоне составили минувшей зимой 35 ± 8.8 е.Д., т.е. существенно меньшую величину по сравнению со значительными потерями ОСО в холодные зимы последнего десятилетия (93 ± 13 е.Д. в 1999/2000 г., 116 ± 10 е.Д. в 2004/2005 г.). Распределение ОСО над территорией РФ было близко к климатической норме.