

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И
МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(РОСГИДРОМЕТ)

ДОКЛАД
ОБ ОСОБЕННОСТЯХ КЛИМАТА
НА ТЕРРИТОРИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЗА 2012 ГОД

Москва, 2013 г.

RUSSIAN FEDERAL SERVICE FOR HYDROMETEOROLOGY
AND ENVIRONMENTAL MONITORING
(ROSHYDROMET)

A REPORT
ON CLIMATE FEATURES
ON THE TERRITORY
OF THE RUSSIAN FEDERATION
IN 2012

Moscow, 2013

УДК 551.5
ББК 26.2
Д 63

**Д 63 Доклад об особенностях климата на территории
Российской Федерации за 2012 год. – Москва, 2013. –
86 стр.**

В Докладе представлены результаты регулярного мониторинга климата Российской Федерации, ведущегося НИУ Росгидромета, за 2012 г. Приводятся данные о наблюдавшихся в 2012 году аномалиях различных климатических переменных, агроклиматических условиях и опасных гидрометеорологических явлениях года, а также тенденции современных изменений климата на территории России и над Северным полушарием (температура свободной атмосферы). Доклад является официальным изданием Росгидромета.

УДК 551.5
ББК 26.2

Настоящий ДОКЛАД подготовлен коллективом НИУ Росгидромета:

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН»
(ФГБУ ИГКЭ, головной)

Г.В. Груза
М.Ю. Бардин
Э.Я. Ранькова
Э.В. Рочева
Т.В. Платова
О.Ф. Самохина

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт»
(ФГБУ ААНИИ)

Г.В. Алексеев
В.Ф. Радионов

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации –
Мировой центр данных»
(ФГБУ ВНИИГМИ-МЦД)

О.Н. Булыгина
А.М. Стерин
Н.Н. Коршунова

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной метеорологии»
(ФГБУ ВНИИСХМ)

О.Д. Сиротенко
Е.В. Абашина
В.Н. Павлова

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственный гидрологический институт»
(ФГБУ ГГИ)

О.А. Анисимов
А.Л. Шалыгин

Федеральное государственное бюджетное учреждение
ГУ «Главная Геофизическая обсерватория»
(ФГБУ ГГО)

Е.И. Хлебникова
И.А. Салль
В.В. Стадник

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации»
(ФГБУ Гидрометцентр РФ)

Н.С. Сидоренков
А.Д. Голубев
Т.Р. Жемчугова
Б.М. Гинзбург
С.В. Борщ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Центральная аэрологическая обсерватория»
(ФГБУ ЦАО)

А.М. Звягинцев
Н.С. Иванова
Г.М. Крученицкий

с участием и при координации Управления научных программ, международного сотрудничества и информационных ресурсов Росгидромета

Начальник УМНР Росгидромета
Главный специалист-эксперт УНМР Росгидромета

В.Г. Блинов
В.В. Кузнецова

СОДЕРЖАНИЕ
TABLE OF CONTENTS

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО.....	6
OPENING ADDRESS	
ВВЕДЕНИЕ	8
INTRODUCTION	
1. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА	10
SURFACE AIR TEMPERATURE	
2. АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ	21
PRECIPITATION	
3. СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ ЗИМОЙ 2011/2012 гг.	32
SNOWCOVER IN WINTER 2011/12	
4. ЗАМЕРЗАНИЕ И ВСКРЫТИЕ РЕК	42
RIVER FREEZE-UP AND SPRING BREAK	
5. СЕВЕРНАЯ ПОЛЯРНАЯ ОБЛАСТЬ	44
NORTH POLAR REGION	
6. ВЕЧНАЯ МЕРЗЛОТА	53
PERMAFROST	
7. АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	56
CLIMATIC AGRICULTURE CONDITIONS	
8. ОПАСНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ	63
DANGEROUS HYDROMETEOROLOGICAL EVENTS	
9. РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ	68
SOLAR RADIATION	
10. ОЗООНОВЫЙ СЛОЙ	74
OZONE LAYER	
11. ТЕМПЕРАТУРА В СВОБОДНОЙ АТМОСФЕРЕ.....	76
TEMPERATURE IN FREE ATMOSPHERE	
ВЫВОДЫ	83

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО

Перед вами очередной выпуск “Доклада об особенностях климата на территории Российской Федерации в 2012 году”. Доклад является официальным изданием Росгидромета. Первый выпуск Доклада был подготовлен Росгидрометом в 2005 г. в связи со значительным ростом потребности в достоверной информации об аномалиях и изменениях климата как в нашей стране, как и во всем мире. Сегодня “Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации” является признанным авторитетным источником информации о состоянии и тенденциях изменения климата на территории Российской Федерации для правительственных кругов, научного сообщества, средств массовой информации и широкой общественности. Подготовка Доклада осуществляется Росгидрометом во исполнение Климатической доктрины Российской Федерации, обязательств Российской Федерации по Рамочной конвенции ООН об изменении климата и Конвенции Всемирной метеорологической организации.

Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации подготовлен на основе данных государственной наблюдательной сети Росгидромета и содержит сведения об основных особенностях климатического режима на территории Российской Федерации и ее регионов в 2012 году.

В целом, 2012 год в России оказался двенадцатым из самых теплых лет за период инструментальных наблюдений (с 1886 г.), среднегодовая аномалия температуры составила $+1.07^{\circ}\text{C}$ (аномалия глобальной температуры, по данным Группы исследования климата Университета Восточной Англии (CRU UEA), составила $+0.40^{\circ}\text{C}$). На территории РФ продолжается потепление (несколько замедлившееся в зимний сезон), являющееся проявлением глобальной тенденции. Средняя скорость роста среднегодовой температуры воздуха с 1976 по 2012 гг. в целом по России ($0.43^{\circ}\text{C}/10$ лет) более чем в два раза превысила аналогичный показатель для глобальной температуры. Основные сезонные особенности 2012 года в России - очень теплое лето ($+1.61^{\circ}\text{C}$: 2-я по величине аномалия с 1936 г.) и теплая осень ($+1.78^{\circ}\text{C}$: 6-я с 1936 г.). Крупные области отрицательной аномалии приземной температуры воздуха наблюдались в начале года (январь-март); в феврале экстремально холодные условия сложились на Северном Кавказе.

В весенний и летний сезоны в умеренных широтах Северного полушария наблюдались большие положительные аномалии температуры тропосферы (вторые по величине в соответствующих рядах с 1958 г.). Весной, летом и осенью здесь наблюдался рост температуры от 0.11 до $0.16^{\circ}\text{C}/10$ лет. В нижней стратосфере продолжается похолодание; в 2012 г. в Северном полушарии средняя температура воздуха оказалась аномально низкой (3-й из наиболее холодных лет с 1958 г.).

Значение аномалии среднегодовой (декабрь – ноябрь) температуры воздуха, в среднем по территории Северной полярной области, составило 2.2°C (второй самый

теплый год с 1936 г.). Продолжилось резкое сокращение площади морского льда: в сентябре 2012 года было достигнуто минимальное значение - площадь морского льда составила 3.61 млн. км²; предыдущий минимум – 4.30 млн. км² в 2007 году.

На большей части территории РФ первый снег зимой 2011/12 года выпал позже обычных сроков (на северо-западе ЕЧР – с опозданием более чем на 20 дней). В период с 1976 по 2012 гг. на территории РФ преобладала тенденция к уменьшению продолжительности залегания снежного покрова

Агрометеорологические условия 2012 г. были несколько хуже, чем в среднем за период 2006–2010 гг., но в сравнении с засушливым 2010 годом они были более благоприятны. Засухой в 2012 г. были охвачены значительно меньшие площади, чем в 2010 г. Основные площади сельскохозяйственных культур, которые подверглись действию засушливых явлений в мае и в июне, находились на юго-востоке ЕЧР, на Северном Кавказе, в Алтайском крае и в Западной Сибири.

Надеюсь, что данные, приведенные в Докладе, окажутся полезными для широкого круга потребителей: в управленческих структурах, секторах народного хозяйства и бизнесе, в науке и найдут практическое применение в ходе выработки мер по адаптации к изменению климата и смягчению неблагоприятных последствий при реализации единой государственной политики в области климата.



Руководитель Росгидромета,
А.В. Фролов

ВВЕДЕНИЕ

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

В настоящем Докладе приводится информация о состоянии климата на территории Российской Федерации и ее регионов в 2012 году. В частности, приводятся данные об основных климатических аномалиях температуры и осадков, об особенностях радиационного режима и агроклиматических условий, о состоянии снежного покрова, о вскрытии и замерзании рек, об экстремальных погодных и климатических явлениях. Представлены данные о современном состоянии вечной мерзлоты и озонового слоя. Рассмотрены особенности климатических условий в северной полярной области и Северном Ледовитом океане. Данные приводятся для различных масштабов временного и пространственного осреднения (в целом за год и по сезонам, поля локальных значений и их региональные обобщения).

Для характеристики климатических изменений в Докладе приводятся временные ряды климатических переменных (температура приземного воздуха, атмосферные осадки, высота снежного покрова, протяженность морского льда и др.) за достаточно длительный период времени (как правило, несколько десятилетий), кончающийся 2012 годом. Временные ряды приводятся, в основном, для средних годовых и сезонных аномалий рассматриваемых величин, осредненных по всей территории России и по территории избранных физико-географических регионов (рис.1) и Федеральных округов Российской Федерации (рис.2).



Рисунок 1 – Физико-географические регионы России, рассматриваемые в Докладе

Впервые в Докладе появился раздел «Температура в свободной атмосфере», где рассматриваются наблюдаемые аномалии и изменения температуры в тропосфере и нижней стратосфере; в связи со спецификой процессов в свободной атмосфере рассматриваются обобщения более крупного масштаба, чем территория РФ: северное полушарие в целом и отдельные широтные зоны.

В разделе «Агроклиматические условия» добавлены оценки современных тенденций изменения характеристик тепло- и влагообеспеченности сельскохозяйственных культур.

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). Аномалии определены как отклонения наблюдаемых значений от «нормы», за которую принято многолетнее среднее за базовый период (1961-1990 гг.).



Рисунок 2 – Федеральные округа Российской Федерации

Доклады за предыдущие годы можно найти на Интернет-сайте Росгидромета <http://www.meteorf.ru> и ИГКЭ: <http://climatechange.igce.ru>. Дополнительная информация о состоянии климата на территории России и бюллетени оперативного мониторинга климата регулярно размещаются на веб-сайтах НИУ Росгидромета: ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» (<http://climatechange.igce.ru/>), ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» (<http://www.meteo.ru/climate>), ФГБУ «Гидрометцентр России» (<http://meteoinfo.ru>, <http://seakc.meteoinfo.ru>), ФГБУ «ГТО» (<http://voeikovmgo.ru>), ФГБУ «АНИИ» (<http://www.aari.ru/main.php>).

1. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА

Данные. В докладе использованы данные о температуре приземного воздуха месячного разрешения на сети 455 метеостанций России, стран СНГ и Балтии (каталог станций см. на сайте <http://climatechange.su>), из которых 310 станций расположены на территории РФ.

Приводятся оценки метеорологических величин, показателей аномальности и изменений климата в точках расположения станций и их региональные обобщения для всей территории РФ и регионов, изображенных на рис. 1 и 2. Рассматриваются в первую очередь осредненные оценки для календарных сезонов и года в целом, месячные данные анализируются для детализации. Зимний сезон включает декабрь предыдущего года. Среднегодовые значения относятся к календарному году, т.е. к интервалу времени с января по декабрь рассматриваемого года.

Осреднение по площади выполняется как взвешенное осреднение станционных аномалий климатических переменных с весами, учитывающими плотность сети в окрестности станции. Территория региона покрывается сеткой 2.5 градуса широты на 5 градусов долготы и в каждой ячейке сетки рассчитывается среднее арифметическое из значений аномалий на попавших в эту ячейку станциях (таким образом, каждая станция получает вес, обратно пропорциональный плотности сети). Затем выполняется взвешенное осреднение полученных средних по ячейкам с весами, пропорциональными площади пересечения ячейки с территорией региона.

Оценки температурного режима 2012 года получены по данным станционных сводок КЛИМАТ и СИНОП, своевременно поступивших по каналам связи в оперативном потоке.

Особенности температурного режима в 2012 г.

2012 год в целом был теплым: средняя годовая температура воздуха, осредненная по территории России, в 2012 году, превысила норму за 1961-1990 гг. на 1.07°C. Особенно теплыми были лето (+1.61°C: 2-я по величине аномалия с 1936 г.) и осень (+1.78°C: 6-я с 1936 г.). Ход средних годовых и сезонных аномалий температуры, осредненных по территории России, приведен на рис. 1.1. Там же показан линейный тренд с 95%-й доверительной полосой, а также значение коэффициента линейного тренда b (°C/10 лет) и его вклад в суммарную дисперсию D (%).

Географические распределения средних годовых и сезонных аномалий температуры 2012 года представлены на рис. 1.2. Градации аномалии показаны цветной заливкой. Кружками белого и желтого цвета указано местоположение станций, на которых осуществились отрицательные аномалии ниже 5-го процентиля и положительные выше 95-го процентиля; значения процентилей были получены для каждого месяца/сезона/года и для каждой станции по данным за 1936-2011 гг.

В дополнение к точечным оценкам (рис. 1.2), в таблице 1.1 приведены количественные данные об аномалиях температуры, осредненных по площади шести крупных физико-географических регионов России, восьми Федеральных округов РФ и территории России в целом (границы регионов приведены на рис. 1 и 2 Введения). Для каждого региона в таблице приведены региональные значения аномалии (средние за год и за каждый сезон) и вероятности непревышения (рассчитаны по данным за 1936-2011 гг.); в тексте иногда также приводятся ранги за период 1936-2012 гг. Данные таблицы 1.1 характеризуют региональные особенности температурных условий в целом для территории региона.

Для более детальной характеристики изменений температурных условий в течение 2012 года (от месяца к месяцу), на рис. 1.4 приведены поля аномалий среднемесячной температуры, сгруппированные по сезонам (с декабря 2011 г. по ноябрь 2012 г.). На рис. 1.3 и 1.5 дополнительно приведены данные о температуре в феврале и декабре 2012 г.

На основе приведенных материалов можно выделить основные особенности температурного режима на территории Российской Федерации в 2012 г.

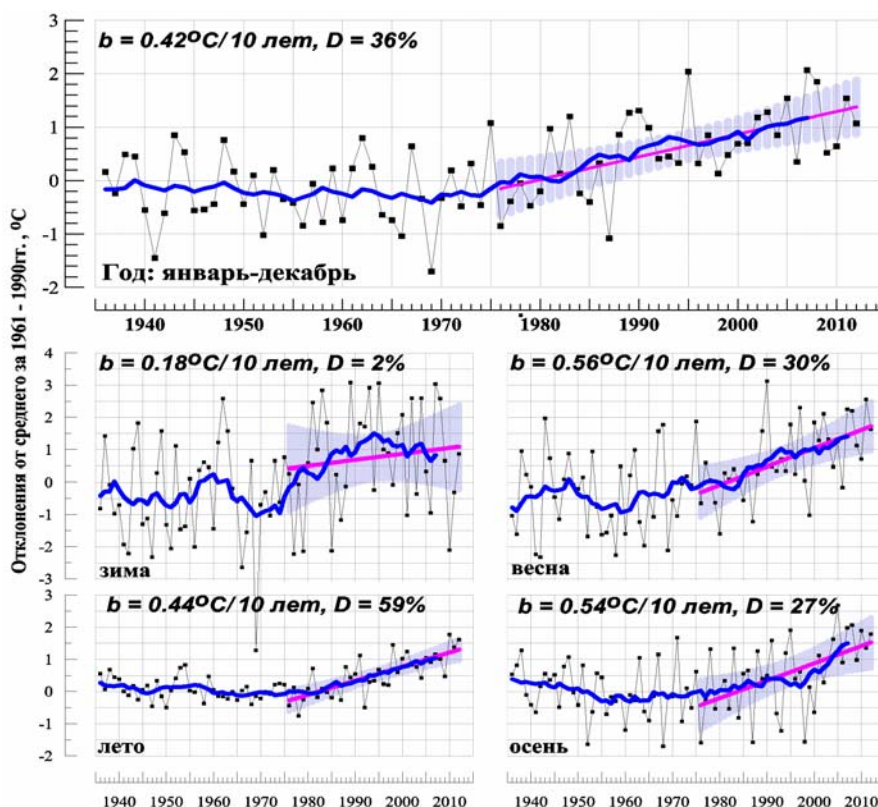


Рисунок 1.1 – Средние годовые (вверху) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории РФ, 1936-2012 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961-1990 гг. Показаны также 11- летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976-2012 гг. с 95%-й доверительной полосой; b - коэффициент тренда ($^{\circ}\text{C}/10$ лет), D - вклад в суммарную дисперсию (%).

Год по России в целом был теплым, но не экстремальным (ранг 12, причем все кроме одной аномалии, превышающие текущую, относятся к периоду после 1976 г.). На большей части территории страны наблюдались положительные аномалии среднегодовой температуры воздуха (верхний фрагмент рис. 1.2), максимальные (до $+5^{\circ}\text{C}$) на Арктическом побережье от Ямала до Таймыра, в основном за счет зимы 2011/12 гг., хотя в остальные сезоны здесь также было тепло. Здесь и в Якутии, а также на Южном Урале отмечены 95%-е экстремумы. Небольшие отрицательные аномалии отмечены лишь на юге азиатской части страны и на Чукотке – преимущественно за счет зимних месяцев 2012 г., которые, таким образом, определили основные особенности распределения среднегодовой температуры.

Зима. Зимняя температура 2011/12 года в среднем по территории РФ была умеренно выше нормы: сезонная аномалия $+0.87^{\circ}\text{C}$ – 27-я в ряду с 1936 г. Основной особенностью температурного режима было разделение территории на обширную теплую северную и узкую холодную южную части. Максимальные положительные аномалии температуры наблюдались на Полярном Урале, севере Западной Сибири и на западе Таймыра, где аномалии температуры были выше $+8^{\circ}\text{C}$ и повсеместно зафиксированы 95%-е сезонные экстремумы. Самым теплым месяцем зимы был декабрь 2011 г.

Холодно было везде вдоль южных границ страны и на севере Дальнего Востока восточнее 150° в.д. в Чукотском АО и Камчатской обл. с минимумом в бассейне Анадыря (аномалии температуры ниже -4°C).

Основные центры распределения тепла и холода сохранялись во все месяцы сезона (рис. 1.4).

Январь. Тепло почти на всей территории Европейской части РФ, в центральных и северных районах азиатской России - экстремально теплые условия (аномалии до $+7.7^{\circ}\text{C}$) наблюдались в Якутии и Хабаровском крае.

Холодно было в азиатской части России, южнее $60-65^{\circ}$ с.ш., особенно на Алтае (аномалии ниже -5°C), и на Дальнем востоке (в бассейне Анадыря и на Чукотке аномалии до -8°C).

Февраль. Тепло в центральных и северных районах Сибири от Урала (на западе) до 135° в.д. (на востоке). На многих станциях низовьев Оби и Енисея, на Таймыре температуры были выше 95-го перцентиля.

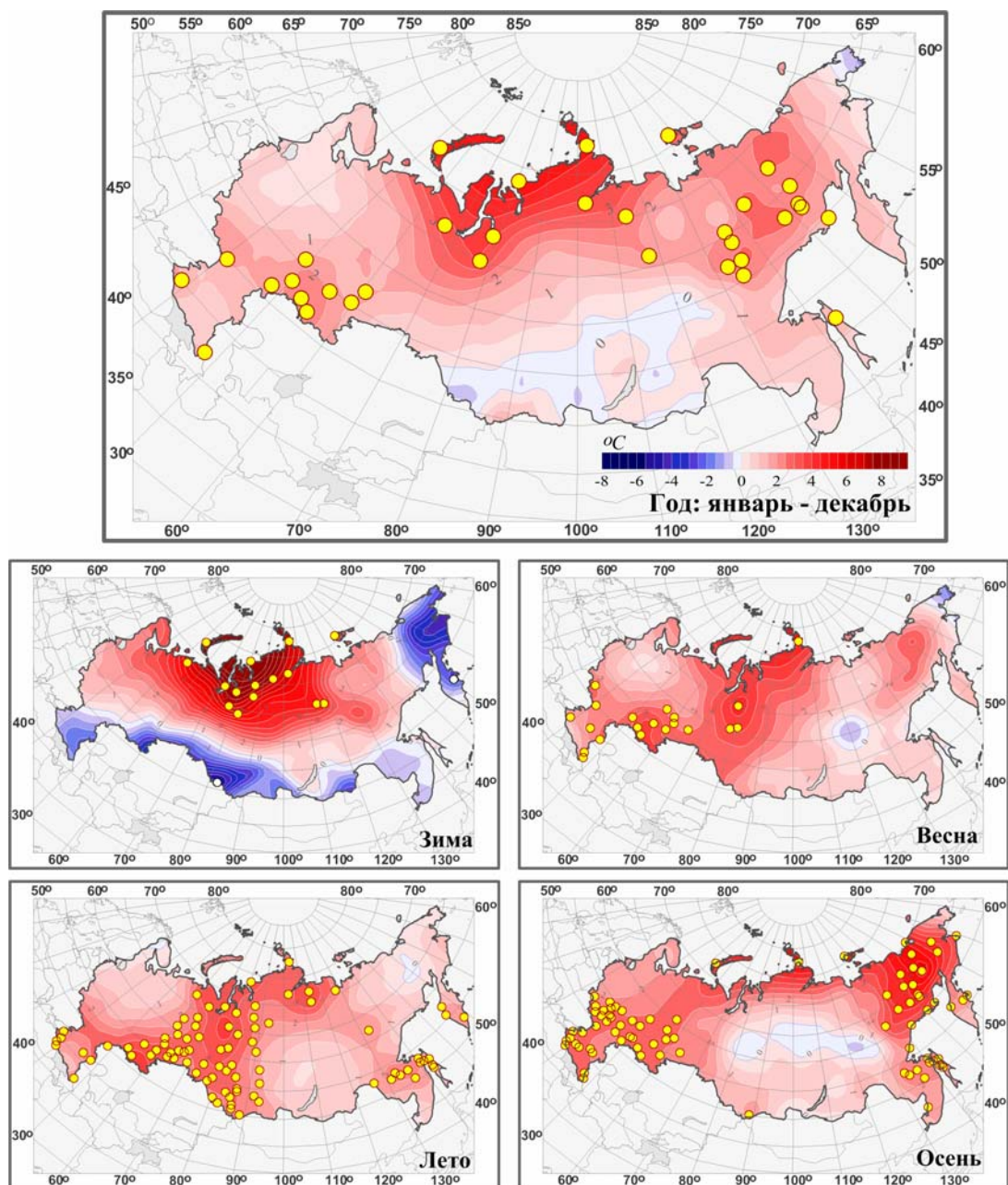


Рисунок 1.2 – Аномалии средней годовой и сезонных температур приземного воздуха на территории России в 2012 г. (отклонения от средних за 1961-1990 гг.) с указанием локализации экстремальных аномалий. Кружками белого и желтого цвета показаны станции, на которых наблюденная температура оказалась ниже 5-го или выше 95-го перцентиля.

Очень холодно было в Европейской части России, особенно на юге, на Южном Урале, на Алтае и в Саянах. В Южном ФО экстремально холодно (аномалии до -9.8°C , на большинстве станций температура ниже 5-го перцентиля). На Северном Кавказе прошедший февраль стал самым холодным в истории наблюдений (?). На востоке область отрицательных аномалий наблюдалась восточнее $130^{\circ} - 135^{\circ}$ в.д. На всех станциях Сахалина температура были ниже 5-го перцентиля.

Во многих городах в области холода с 8 по 13 февраля были перекрыты абсолютные минимумы суточной температуры (рис. 1.3). А на арктическом побережье Ямала, Таймыра и на островах отмечены положительные аномалии ($10-15^{\circ}\text{C}$); местами перекрыты суточные максимумы. Этот очаг тепла устойчиво просуществовал над северными районами Западной Сибири в течение трех зимних месяцев.

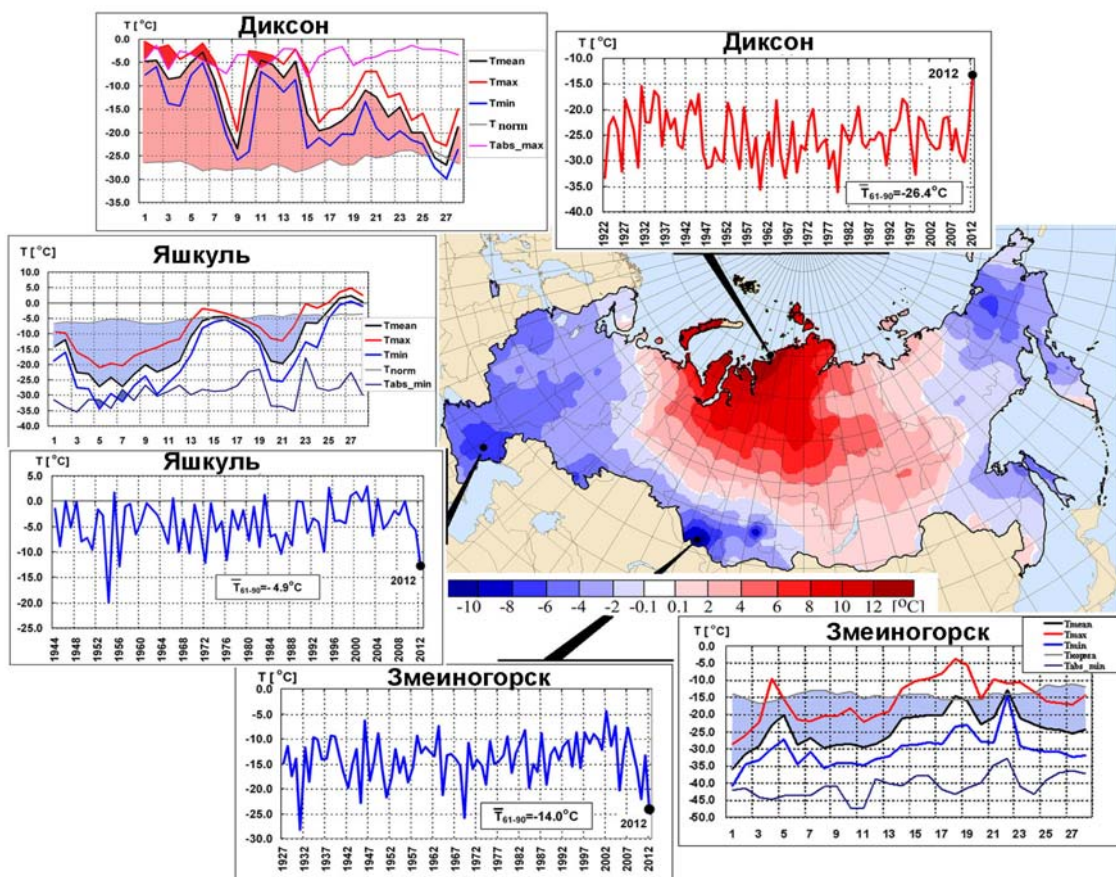


Рисунок 1.3 Аномалии температуры воздуха в феврале 2012 г. На врезках ряды среднемесячной февральской температуры воздуха и среднесуточной температуры воздуха в феврале 2012 г. на метеостанциях Диксон, Яшкуль, Змеиногорск.

Весна. Весна в среднем была теплой (аномалия $+1.62^{\circ}\text{C}$, ранг 12). На большинстве станций страны температура существенно превышала норму (вероятность непревышения 70-90%). Экстремумы выше 95-го перцентиля наблюдались в основном на юге ЕЧР и юге Уральского ФО, а также в западной части Сибирского ФО (аномалии до $+4.6^{\circ}\text{C}$).

Таблица 1.1 – Средние годовые и сезонные аномалии температуры приземного воздуха, осредненные по территории России, ее регионов и Федеральных округов в 2012 г.: νT_{2012} - отклонения от средних за 1961-1990 гг. ($^{\circ}\text{C}$); **P** - вероятности непревышения $P(t \leq T_{2012})$, рассчитанные по данным за 1936-2011 гг. (%).

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	νT_{2012}	P	νT_{2012}	P	νT_{2012}	P	νT_{2012}	P	νT_{2012}	P
Российская Федерация (РФ)										
	1.07	85.5	0.87	65.8	1.62	85.5	1.61	98.7	1.78	93.4
Физико-географические регионы России										
Европейская часть РФ	1.17	85.5	1.12	60.5	1.88	94.7	1.64	89.5	2.44	98.7
Западная Сибирь	1.34	88.2	1.10	67.1	2.82	94.7	2.81	100	1.35	80.3
Средняя Сибирь	0.93	69.7	2.59	80.3	1.32	75.0	1.50	94.7	0.54	59.2
Прибайкалье и Забайкалье	-0.07	40.8	-0.56	38.2	0.61	61.8	0.87	76.3	0.57	67.1
Приамурье и Приморье	0.76	77.6	-0.32	38.2	0.58	71.1	1.59	96.1	1.75	96.1
Восточная Сибирь	1.65	96.1	-0.35	42.1	1.40	80.3	0.91	81.6	3.29	98.7
Федеральные округа РФ										
Северо-Западный	0.89	68.4	3.01	76.3	1.36	85.5	0.79	67.1	2.18	93.4
Центральный	1.04	76.3	1.32	60.5	1.66	85.5	1.53	84.2	2.28	96.1
Приволжский	1.60	94.7	0.36	53.9	2.53	96.1	2.36	93.4	2.64	100
Южный	1.34	93.4	-0.78	34.2	2.27	98.7	2.48	97.4	2.76	100
Северо-Кавказский	1.03	93.4	-1.23	23.7	1.67	98.7	1.41	90.8	2.98	100
Уральский	2.04	94.7	3.02	81.6	2.96	93.4	2.93	100	1.67	81.6
Сибирский	0.42	55.3	0.44	52.6	1.70	80.3	1.58	98.7	0.72	67.1
Дальневосточный	1.28	89.5	0.38	60.5	0.99	76.3	1.24	92.1	2.19	96.1

Примечание. Жирным курсивом выделены положительные аномалии, попавшие в число трех наибольших значений (ранг 1, 2 или 3).

Март. В марте наблюдалось чередование меридионально расположенных областей тепла и холода. Тепло было на западе Северо-Западного и Центрального ФО (аномалии до $+3^{\circ}\text{C}$: Мурманск), в секторе от Оби на западе до Якутии и Прибайкалья на востоке (до $+4^{\circ}\text{C}$ на Таймыре), небольшая область тепла в бассейне Колымы. Холодно в Европейской части РФ восточнее 45° в.д. и на Среднем, Северном Урале (до -4°C); в нижнем и среднем течении Лены (аномалии ниже -5°C); на п-ове Чукотка (до -5°C). В целом большая часть территории находилась под отрицательными аномалиями.

Апрель. На всей территории страны наблюдались положительные аномалии температуры. Практически на всех станциях юга страны западнее 90° в.д. температура была выше 95-го перцентиля. Наиболее теплые условия сложились на Южном и Северном Урале (аномалии температуры более $+7^{\circ}\text{C}$). Апрельская аномалия температуры, осредненная по территории России, составила $+2.87^{\circ}\text{C}$ – пятая величина в ряду наблюдений с 1936 года.

Май. Тепло на всей территории страны, исключая Чукотский п-ов, на четверти станций температура выше 95-го перцентиля. Экстремумы тепла наблюдались на юге и севере Европейской части РФ (аномалии выше $+4^{\circ}\text{C}$), на значительной части Дальневосточного ФО (температуры на станциях выше климатической нормы на $3-6^{\circ}\text{C}$).

Майская аномалия температуры, осредненная по территории России: $+2.39^{\circ}\text{C}$ – максимальная величина в ряду наблюдений с 1936 г.

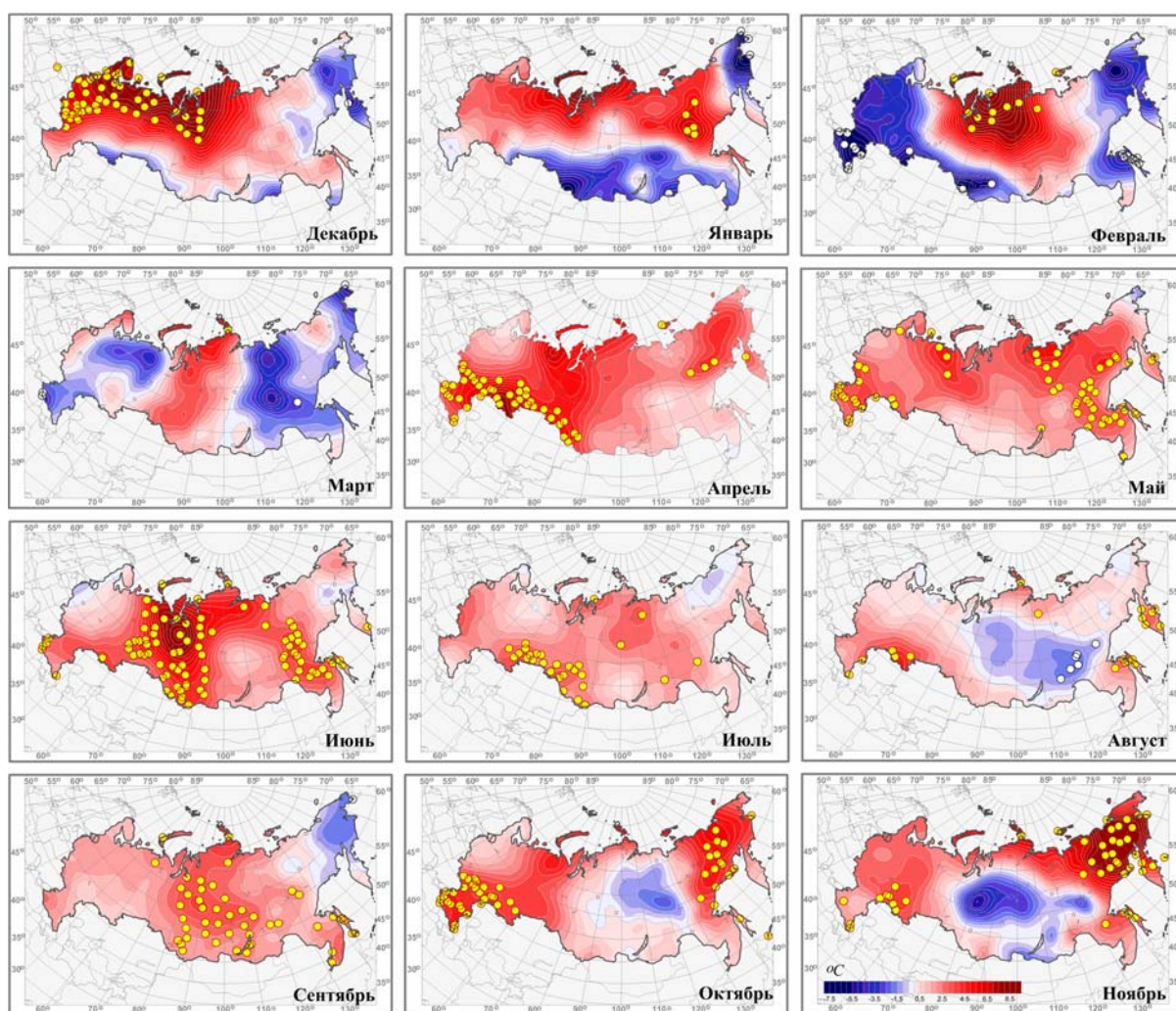


Рисунок 1.4 – См. рис. 1.2, но для среднемесячных аномалий (с декабря 2011 г. по ноябрь 2012 г.)

Лето. Лето было очень теплым ($+1.61^{\circ}\text{C}$: 2-я по величине аномалия с 1936 г.; самым теплым было лето 2010 г.: $+1.77^{\circ}\text{C}$). Крупные положительные аномалии температуры наблюдались в основном в азиатской части страны (в июне и июле). Почти на третьей части станций РФ, по которым поступили данные, наблюдались экстремальные сезонные температуры выше 95-го перцентиля. Основные области экстремальных температур: Урал и Западная Сибирь (аномалии в бассейне Оби около $+4^{\circ}\text{C}$); экстремумы тепла наблюдались также на Северном Кавказе, на Дальнем Востоке и севере Центральной Сибири.

Слабые отрицательные аномалии летней температуры (до -0.4°C) наблюдались на западе Чукотского АО и северо-западе Мурманской области.

Июнь. Самый аномально теплый месяц сезона в целом по РФ: аномалия $+2.74^{\circ}\text{C}$ (самый теплый июнь с 1936 г.) на 0.7°C превосходит значения 2006 и 2011 гг. (2 - 3 из самых теплых лет). На большинстве станций наблюдались положительные аномалии температуры, более чем на трети станций температура была выше 95-го перцентиля - экстремальные условия сложились в азиатской части страны в полосе от Обской губы до Алтая (аномалии местами выше $+8^{\circ}\text{C}$) и на Дальнем Востоке. Июньские аномалии температуры, осредненные по регионам составили: Западная Сибирь - $+5.34^{\circ}\text{C}$ (ранг 1, т.е.

максимальное значение, с 1936 г.), Средняя Сибирь - $+3.29^{\circ}\text{C}$ (ранг 2), Приамурье и Приморье - $+2.73^{\circ}\text{C}$ (ранг 2).

Слабые отрицательные аномалии (до -1.3°C) наблюдались на крайнем западе страны, в Корьякском и на юге Чукотского АО.

Июль. Для России в целом – 3-й из самых теплых июлей ($+1.57^{\circ}\text{C}$) после рекордного июля 2010 г. ($+2.05^{\circ}\text{C}$) и 1998 г. ($+1.66^{\circ}\text{C}$). На большинстве станций наблюдались положительные аномалии, значительные аномалии (вероятность превышения выше 70%) - на трех четвертях станций. Экстремально теплые условия наблюдались на Южном Урале, на юге Западной Сибири (аномалии от $+3^{\circ}\text{C}$ до $+4^{\circ}\text{C}$), на Среднесибирском плоскогорье (аномалии до $+3.3^{\circ}\text{C}$).

Август. В среднем по России – умеренно теплый. На азиатской территории от низовья Оби на западе, до побережья Охотского моря на востоке наблюдались отрицательные аномалии температуры, на многих станциях Забайкалья и юга Якутии температура была ниже 5-го перцентиля (аномалии до -2.4°C). Слабые отрицательные аномалии наблюдались на Кольском полуострове и на севере Чукотки (аномалии температуры до -0.7°C).

На остальной территории температуры были выше нормы. Наиболее теплые условия наблюдались в Нижнем и Среднем Поволжье, на Южном Урале (аномалии до $+5.0^{\circ}\text{C}$, на многих станциях экстремально тепло), в нижнем течении Амура и на Камчатке (аномалии до $+3.1^{\circ}\text{C}$).

Осень. Осень 2012 г. в целом по России была очень теплая – аномалия температуры $+1.78^{\circ}\text{C}$: 6-я с 1936 г. На большей части страны – положительные аномалии. Особенно тепло было в Восточной Сибири и на Арктическом побережье (аномалии от $+3^{\circ}\text{C}$ до $+6^{\circ}\text{C}$). На большинстве станций этих районов температура была выше 95-го перцентиля. В центре азиатской части РФ наблюдались отрицательные аномалии до -1°C . Такое географическое распределение очагов тепла и холода сложилось осенью за счет октября и ноября.

Сентябрь. На значительной части страны - положительные аномалии температуры, почти на трети станций страны температура была выше 95-го перцентиля - экстремально теплые условия на Среднесибирском плоскогорье (аномалии до $+3.9^{\circ}\text{C}$). Сентябрьские аномалии температуры, осредненные по территории регионов: Россия в целом $+1.60^{\circ}\text{C}$, Средняя Сибирь $+2.45^{\circ}\text{C}$, Прибайкалье и Забайкалье $+1.99^{\circ}\text{C}$, Приамурье и Приморье $+1.72^{\circ}\text{C}$ – это вторая, первая, третья, пятая положительные величины в соответствующих рядах. Отрицательные аномалии температуры – на востоке Якутии, на Чукотке и Камчатке.

Октябрь. Обширные области положительной аномалии температуры располагались на юге ЕЧР и на Урале (аномалии до $+5.7^{\circ}\text{C}$), а также на дальнем северо-востоке (максимум – в низовьях Колымы - до $+6.6^{\circ}\text{C}$). Повсеместно на ЕЧР к югу от 55°с.ш. наблюдались экстремальные аномалии температуры (выше 95-го перцентиля); экстремумы наблюдались также на многих станциях Восточной Сибири и Южного Урала. Отрицательные аномалии температуры – в Якутии (аномалии до -2.6°C) и Красноярском крае.

Ноябрь. От западных границ страны до Оби, а также восточнее Лены – тепло, экстремально теплые условия наблюдались в Восточной Сибири (аномалии температуры на станциях до $+15^{\circ}\text{C}$; восточнее 140°в.д. повсеместно экстремумы выше 95-го перцентиля) и между Волгой и Южным Уралом (аномалии до $+4^{\circ}\text{C}$). Осредненные по регионам Европейская часть России и Восточная Сибирь аномалии температуры составили $+2.74^{\circ}\text{C}$ (ранг 5) и $+6.57^{\circ}\text{C}$ (ранг 2). В Сибири в обширной области холода от Оби до Лены и Алдана температуры были ниже нормы; особенно холодно было на востоке Западной Сибири (аномалии ниже -4°C).

Декабрь 2012 г. (рис.1.5). Очень холодно на большей части территории страны. Практически на всей Европейской части РФ наблюдалась отрицательная аномалия

температуры, ниже -3°C севернее 55°ш. , преимущественно при дефиците осадков (особенно на севере). В азиатской части – резкий контраст между областью холода на юге и юго-западе и тепла вдоль побережья Северного Ледовитого океана и в Восточной Сибири: здесь же наблюдался избыток осадков. Экстремальные отрицательные аномалии ниже 5-го процентиля наблюдались на юге Западной и Средней Сибири (аномалии здесь достигали -11°C), в Прибайкалье, а также на юге Приморья.

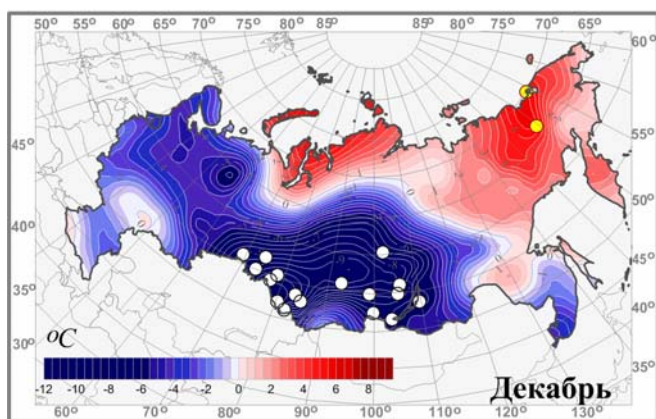


Рисунок 1.5 – Аномалии среднемесячной температуры воздуха в декабре 2012 г. на территории России.

Тенденции современных изменений температуры воздуха

Региональные оценки трендов, полученные по временным рядам регионально осредненных аномалий температуры, приведены в таблице 1.2 для всех рассматриваемых регионов (территория РФ, физико-географические регионы, федеральные округа РФ), а сами временные ряды приведены рис. 1.1 (для России в целом) и 1.7, 1.8 (для регионов). На всех временных рядах показан линейный тренд за 1976 - 2012 гг. с 95%-й доверительной полосой.

На рис. 1.5 представлено географическое распределение коэффициентов линейных трендов температуры воздуха на территории России за 1976-2012 гг. Оценки получены по стационарным временным рядам средних годовых и сезонных аномалий температуры методом наименьших квадратов и выражены в градусах за десятилетие ($^{\circ}\text{C}/10$ лет). Коэффициент тренда является характеристикой средней скорости изменения температуры на рассматриваемом отрезке времени. 1976 год выбран в качестве условного начала современного потепления.

В целом за год и во все сезоны (рис. 1.5), кроме зимы, на территории РФ продолжается потепление. Рост осредненной по России среднегодовой температуры (линейный тренд) составил $0.43^{\circ}\text{C}/10$ лет (вклад в общую изменчивость 36%). Наиболее быстрый рост наблюдается весной и осенью (около $0.55^{\circ}\text{C}/10$ лет), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделяется летом (59% суммарной дисперсии).

Наибольшая скорость роста среднегодовой температуры наблюдается на побережье Северного Ледовитого океана (более $+0.8^{\circ}\text{C}/10$ лет на Таймыре): здесь максимум потепления наблюдается во все сезоны, кроме лета. Летом самое быстрое потепление происходит на западе ЕЧР южнее 55°ш. Весной и осенью еще один максимум потепления – на дальнем северо-востоке, а зимой – на северо-западе ЕЧР. Скорость роста средней по региону Восточная Сибирь температуры осенью $+0.8^{\circ}\text{C}/10$ лет, и весной $+0.74^{\circ}\text{C}/10$ лет – максимальные региональные величины потепления. Следует также отметить очень интенсивное потепление летом в Южном и Центральном ФО ($+0.78^{\circ}\text{C}/10$ лет и $+0.75^{\circ}\text{C}/10$ лет).

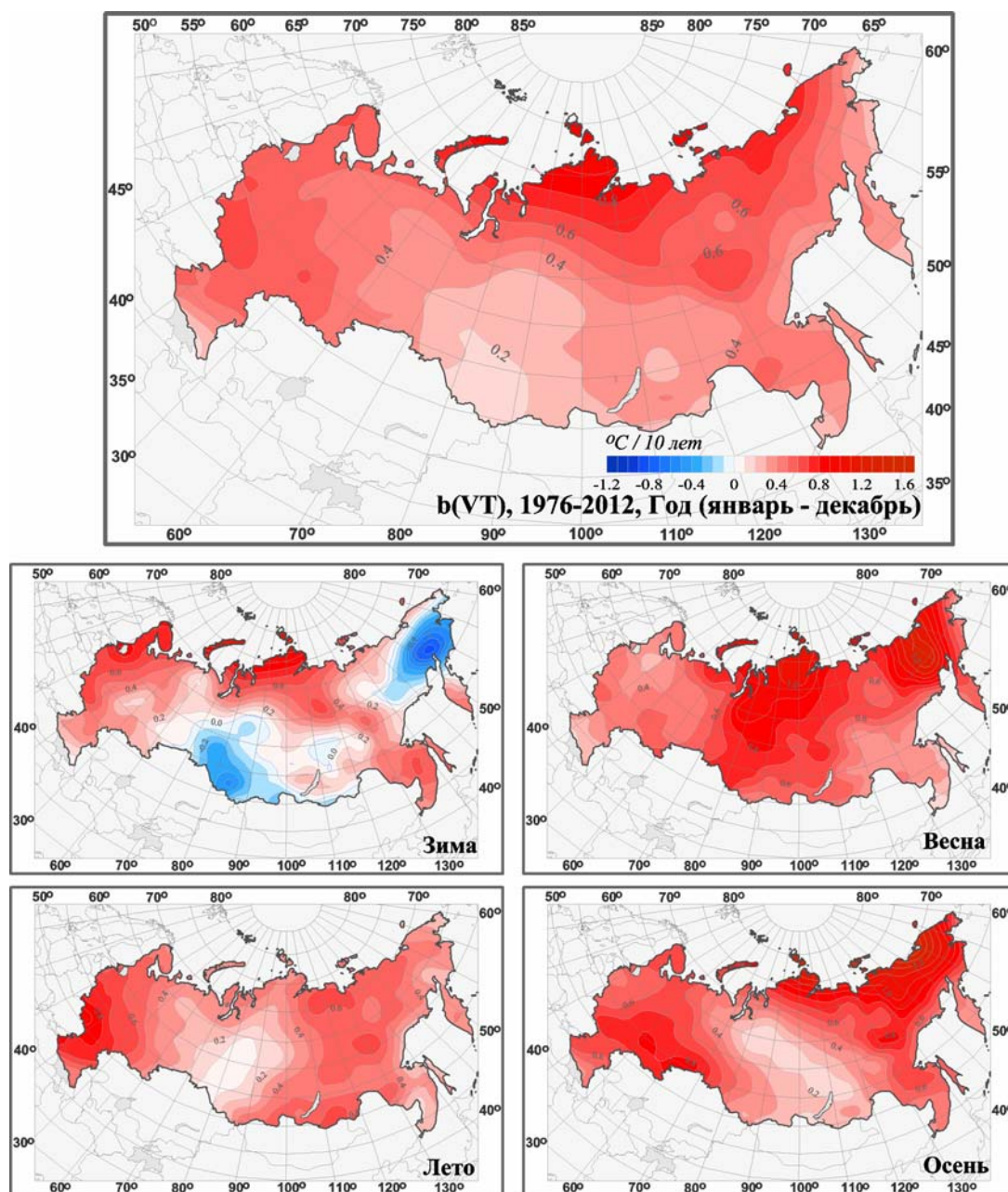


Рисунок 1.5 – Распределение коэффициентов линейного тренда среднегодовой и средних сезонных значений температуры приземного воздуха на территории России за период 1976-2012 гг. (в $^{\circ}\text{C}/10$ лет)

Минимум потепления в среднем за год и летом – на юге Западной Сибири: зимой же здесь наблюдается область похолодания, впервые проявившаяся в 2010 г.: в настоящее время скорость похолодания в центре этой области достигает $-0.6^{\circ}\text{C}/10$ лет. Другая область похолодания зимой – на дальнем северо-востоке (до $-0.8^{\circ}\text{C}/10$ лет) – устойчиво наблюдается все последние годы.

Выводы. В целом для России 2012 год был теплым – среднегодовая аномалия температуры составила $+1.07^{\circ}\text{C}$ – 12-ая величина в ряду наблюдений с 1936 г. Значительные, на многих станциях экстремальные (вероятность неперевышения 95%) аномалии наблюдались вдоль побережья Северного Ледовитого океана от Ямала до Таймыра, на Южном Урале, юге Якутии и Магаданской области.

Основными сезонными особенностями года были очень теплое лето (+1.61°C: 2-я по величине аномалия с 1936 г.: самым теплым было лето 2010 г. - +1.77°C) и теплая осень (+1.78°C: 6-я с 1936 г.). Следует отметить холодный декабрь 2012 г. на большей части территории РФ: на всей Европейской части России и в южной половине азиатской, где аномалии температуры достигали -9°C и на многих станциях наблюдались экстремумы ниже 5-го перцентиля. Крупные области отрицательной аномалии наблюдались в начале года (январь-март); в феврале экстремально холодные условия сложились на Северном Кавказе.

В целом за год и во все сезоны, кроме зимы, потепление за период с 1976 г. наблюдается на всей территории РФ; зимой имеются области похолодания на дальнем северо-востоке и на юге Сибири. Средняя по России зимняя температура росла до середины 1990-х гг., после чего наблюдается слабое относительное уменьшение.

Таблица 1.2 – Оценки линейного тренда температуры приземного воздуха, осредненной за год и по сезонам и осредненной по территории России, ее регионов и Федеральных округов за 1976-2012 гг.:

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

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	b	D	b	D	b	D	b	D	b	D
Российская Федерация (РФ)										
	0.43	36	0.18	2	0.56	30	0.44	59	0.54	27
Физико-географические регионы России										
Европейская часть РФ	0.52	36	0.43	5	0.41	16	0.59	34	0.64	29
Западная Сибирь	0.29	12	-0.09	0	0.68	22	0.19	5	0.45	9
Средняя Сибирь	0.43	21	0.25	1	0.66	22	0.43	33	0.39	6
Прибайкалье и Забайкалье	0.32	18	0.06	0	0.53	17	0.52	43	0.26	6
Приамурье и Приморье	0.39	40	0.44	10	0.28	8	0.36	30	0.53	33
Восточная Сибирь	0.50	40	-0.04	0	0.74	30	0.46	43	0.80	40
Федеральные округа РФ										
Северо-Западный	0.51	28	0.58	5	0.41	12	0.48	32	0.59	19
Центральный	0.59	37	0.53	6	0.44	14	0.75	34	0.64	25
Приволжский	0.50	28	0.29	2	0.46	13	0.55	19	0.74	27
Южный	0.54	33	0.37	5	0.37	10	0.78	40	0.65	27
Северо-Кавказский	0.40	26	0.27	5	0.25	9	0.54	32	0.53	20
Уральский	0.36	12	0.11	0	0.64	17	0.25	6	0.48	8
Сибирский	0.30	15	-0.02	0	0.66	24	0.34	32	0.31	5
Дальневосточный	0.48	45	0.20	4	0.58	26	0.46	54	0.67	38

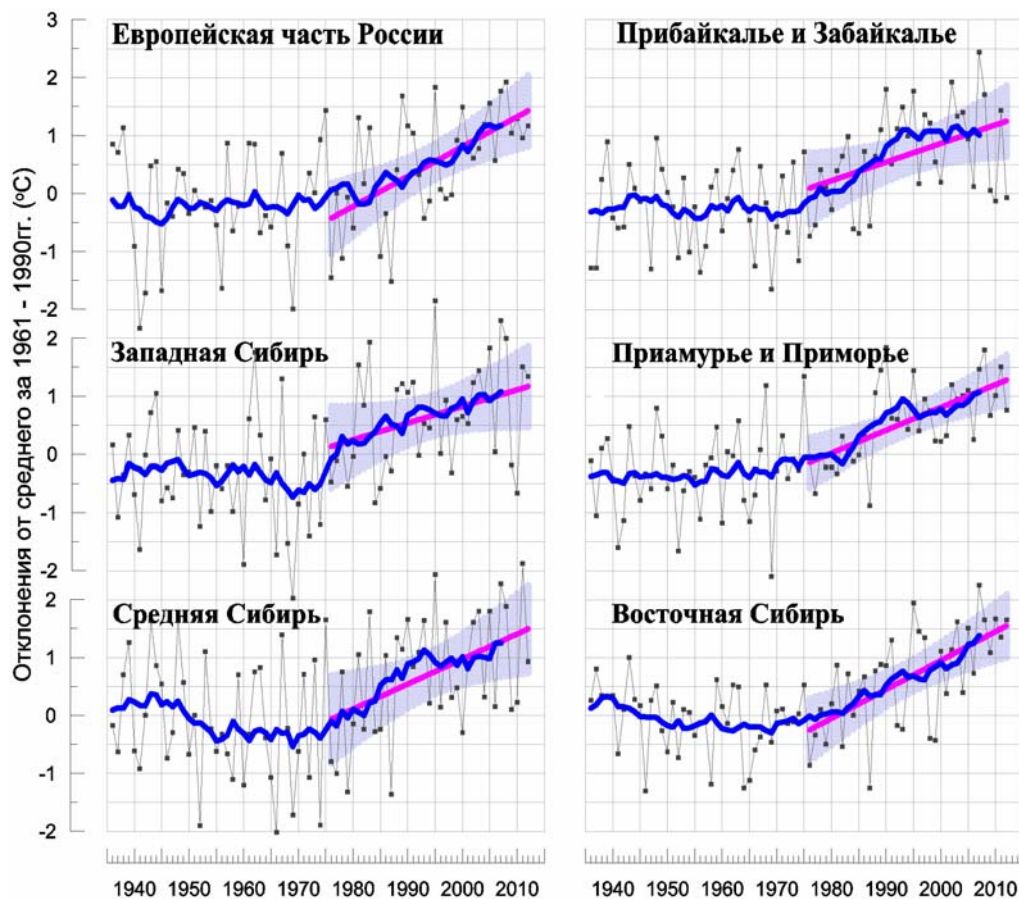


Рисунок 1.7 – Средние годовые аномалии температуры приземного воздуха (°C) для регионов России за 1936-2012 гг. Усл. обозначения см. на рис. 1.1.

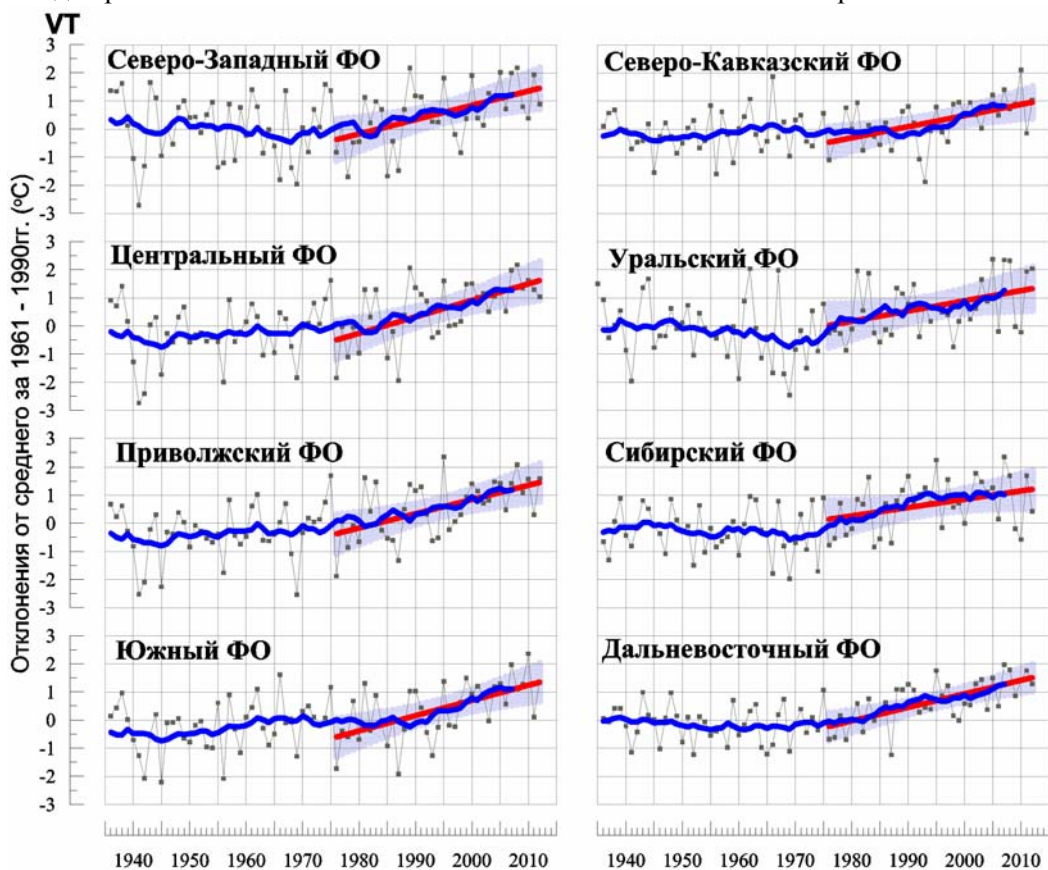


Рисунок 1.8 – См. рис. 1.7, но для федеральных округов РФ.

2. АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ

Данные. Использованы данные о месячных суммах осадков на 455 станциях из базового массива ИГКЭ, расположенных на постсоветской территории (из них 310 станций - российские). За 2012 год использованы оперативные данные 315 станций, своевременно поступившие с каналов связи. Данные усреднены внутри календарных сезонов каждого года и за год в целом. В результате, годовые и сезонные суммы осадков выражены в мм/месяц, т.е. приведены к масштабу месячных сумм осадков. Зимний сезон включает декабрь предыдущего года.

Особенности режима атмосферных осадков 2012 г.

Количество осадков, выпавших в целом за год по всей территории России, в 2012 году было значительно выше нормы (аномалия +2.9 мм/месяц, ранг 5), особенно много осадков выпало осенью (+6.9 мм/месяц) – максимум с 1936 г., и весной. Значительно выше нормы годовые суммы осадков были в регионах: Европейская часть России (аномалия +6.0 мм/месяц, ранг 3) и Прибайкалье и Забайкалье (аномалия +6.6 мм/месяц, ранг 4). Мало осадков выпало в регионе Западная Сибирь (аномалия -2.5 мм/месяц, 12-ая минимальная величина в ряду, наибольшая по величине отрицательная аномалия наблюдалась зимой).

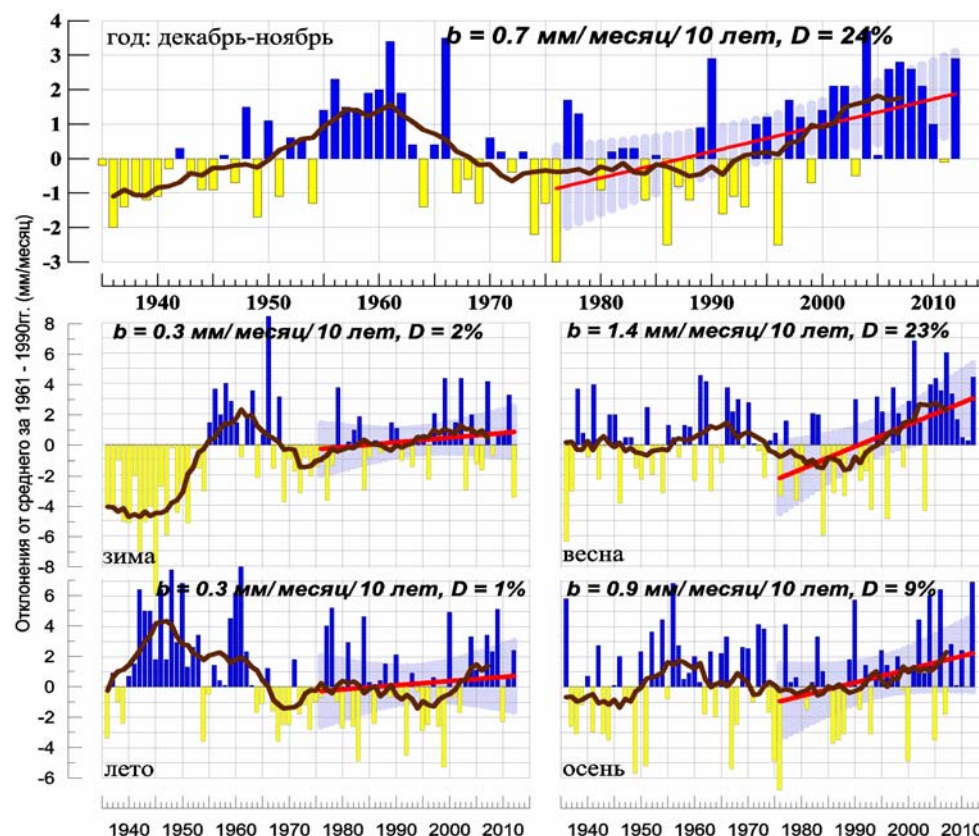


Рисунок 2.1 – Средние годовые и сезонные аномалии осадков (мм/месяц), осредненные по территории РФ, 1936-2012 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976-2012 гг.; b - коэффициент тренда (мм/мес/10 лет), D - вклад в суммарную дисперсию (%).

Географические распределения годовых и сезонных аномалий осадков в 2012 г. представлены на рис. 2.2 в процентах от соответствующих норм. Внутрисезонные

особенности режима осадков показаны на рис. 2.3, где на фоне месячных аномалий показано местоположение станций с 5%- и 95%-экстремумами – значения осадков на этих станциях попали в 5%-ые хвосты соответствующих распределений (ниже 5-го или выше 95-го процентилей), рассчитанных по периоду 1936-2011 гг.

В таблице 2.1 приведены количественные данные о пространственно осредненных аномалиях осадков для шести крупных физико-географических регионов России, восьми Федеральных округов РФ и для территории России в целом (границы регионов приведены на рис. 1, 2 Введения). Для каждого региона в таблице приведены региональные значения аномалии (средние за год и за каждый сезон) и вероятности непревышения (рассчитаны по данным за 1936-2011 гг.). Аномалии, попавшие на одно из первых или последних 3 мест по рангу убывания осадков, выделены жирным курсивом.

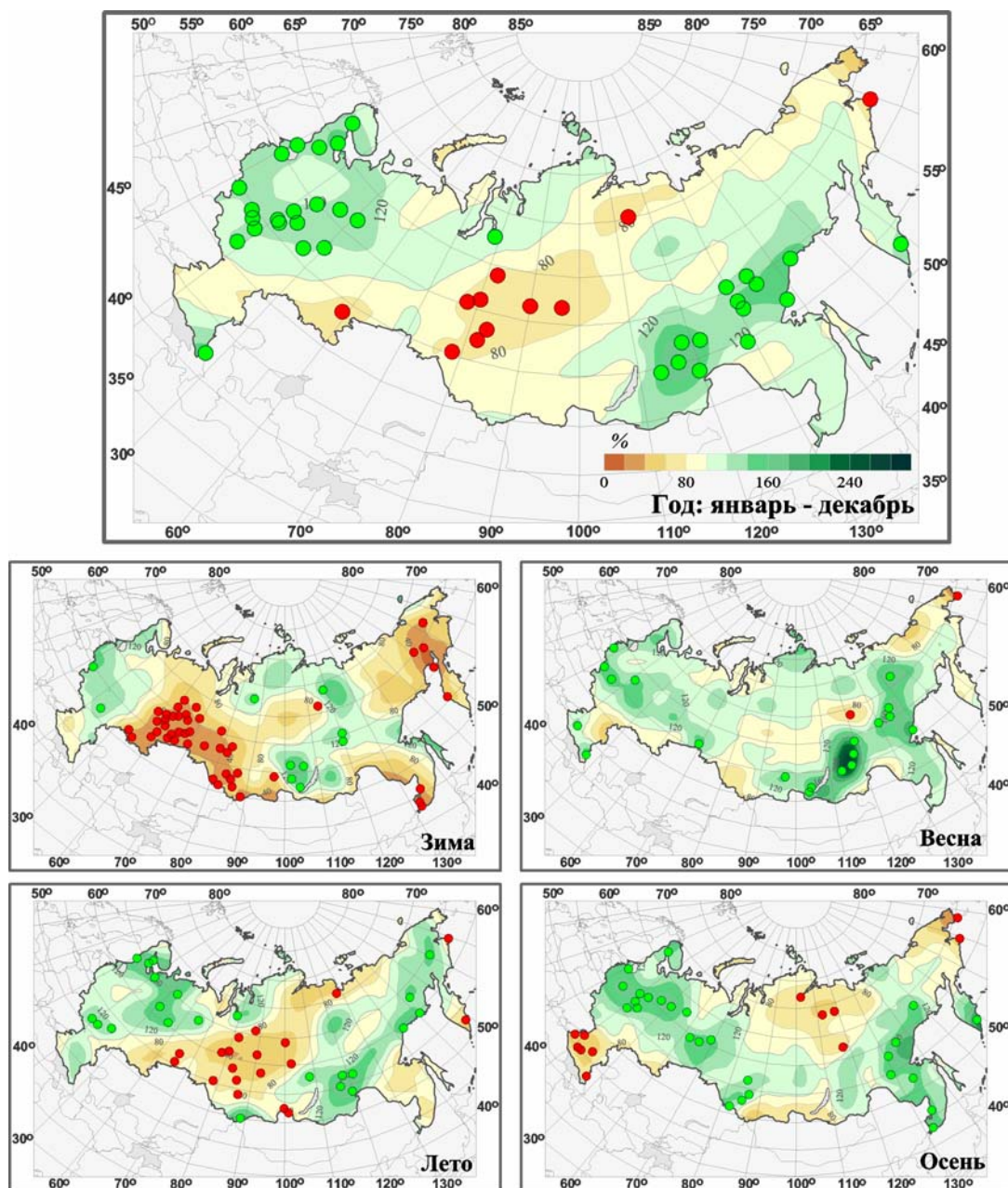


Рисунок 2.2 – Аномалии годовых и сезонных сумм осадков на территории России в 2012 г. (% от нормы 1961-1990 гг.). Кружками красного и зеленого цвета показаны станции, на которых осадки оказались соответственно ниже 5-го или выше 95-го процентилей.

В целом за год (рис. 2.2) наблюдался значительный избыток осадков (на многих станциях экстремальный) в центре и северной половине ЕЧР (во все сезоны), в Забайкалье и Хабаровском крае (весна, лето, осень). Полоса дефицита осадков с максимумом в Западной Сибири разделяет две области избытка.

Таблица 2.1 – Средние годовые и сезонные аномалии месячных сумм осадков, осредненные по территории России и ее регионов, в 2012 году:
 νR (мм/месяц) - отклонения от средних за 1961-1990 гг, P - вероятности непревышения $P(r \leq R_{2012})$, рассчитанные по данным за 1936-2011 гг. (%)

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	νR	P	νR	P	νR	P	νR	P	νR	P
Российская Федерация (РФ)										
	2.9	92.1	-3.4	17.1	4.5	96.1	2.4	73.7	6.9	100
Физико-географические регионы России										
Европейская часть России	6.0	97.4	-1.0	46.1	7.3	88.2	10.7	90.8	7.8	86.8
Западная Сибирь	-2.5	9.2	-10.8	1.3	1.2	51.3	-9.7	6.6	6.9	93.4
Средняя Сибирь	-0.4	38.2	0.7	63.2	1.3	69.7	-0.6	32.9	-0.6	36.8
Прибайкалье и Забайкалье	6.6	94.7	1.5	73.7	10.1	100	13.4	85.5	1.7	50.0
Приамурье и Приморье	4.7	81.6	-0.2	56.6	4.2	72.4	-7.2	39.5	16.8	94.7
Восточная Сибирь	4.1	88.2	-8.4	5.3	3.7	93.4	3.4	68.4	12.4	96.1
Федеральные Округа РФ										
Северо-Западный	10.3	100	0.2	52.6	6.5	84.2	21.5	97.4	18.4	100
Центральный	11.8	100	11.7	93.4	11.7	89.5	9.7	78.9	19.6	93.4
Приволжский	1.9	73.7	-6.8	25.0	5.9	73.7	5.3	73.7	4.0	69.7
Южный	-5.1	13.2	-1.0	50.0	-1.0	42.1	-3.2	39.5	-16.1	5.3
Северо-Кавказский	8.4	40.8	-10.2	17.1	21.4	98.7	12.7	86.8	-21.9	2.6
Уральский	-0.2	31.6	-10.1	1.3	5.3	72.4	-7.2	15.8	7.0	85.5
Сибирский	-0.5	32.9	-3.3	10.5	2.4	72.4	-2.6	18.4	2.5	68.4
Дальневосточный	3.9	90.8	-3.9	15.8	3.7	92.1	-2.5	60.5	9.8	98.7

Примечание. Жирным курсивом выделены положительные аномалии, попавшие в число трех старших экстремумов (максимумов или минимумов).

Зима. Существенно преобладали осадки ниже нормы: аномалия по РФ составила -3.4 мм/мес; при этом в областях дефицита режим осадков носил в значительной мере экстремальный характер. Значительный дефицит осадков (до 20% нормы) наблюдался начиная с 50° в.д., включая Урал, центральные и южные районы Западной Сибири, Алтай, Саяны. На большинстве станций в южной половине этой области количество выпавших осадков было меньше 5-го перцентиля. Для Западной Сибири и Уральского ФО это была одна из самых малоснежных зим (2-я). Дефицит осадков здесь наблюдался во все месяцы сезона, особенно в январе и феврале (эти месяцы определили распределение сезонных осадков). Дефицит осадков наблюдался также в восточной части Якутии, в Магаданской области, на Чукотке и Камчатке (во все месяцы сезона), в бассейне Амура.

Избыток среднесезонных осадков (до 180% нормы) наблюдался в северо-западных и центральных областях Европейской части России, в низовьях Оби, Енисея, Хатанги и Лены, в Прибайкалье и Забайкалье.

Декабрь. В декабре не было крупномасштабных аномалий осадков; определенный избыток осадков наблюдался в центральных и северо-западных областях Европейской части России, в низовье Енисея, в Иркутской области и на Сахалине.

Дефицит осадков на Урале, в южных районах Западной Сибири, на Алтае, на Дальнем Востоке (восточнее 130° в.д.).

Январь. Дефицит осадков (80% - 10% нормы) наблюдался на большей части территории РФ. Крупный и на обширной территории экстремальный дефицит осадков (до 10% нормы) наблюдался на Урале, в центральных и южных районах Западной Сибири. На большинстве станций этой области количество выпавших осадков было меньше 5-го перцентиля. Дефицит осадков (80% - 20%) - в восточной части Якутии, в Магаданской области, на Чукотке и на севере Камчатки.

Избыток осадков (до 2.5 нормы) наблюдался в районе Байкала; выпало более 3-х месячных норм осадков. На побережье Охотского моря (включая Сахалин) и далее (на запад) полосой на материке до низовья Хатанги выпало более 3-х норм в центральных и северо-западных областях Европейской части России.

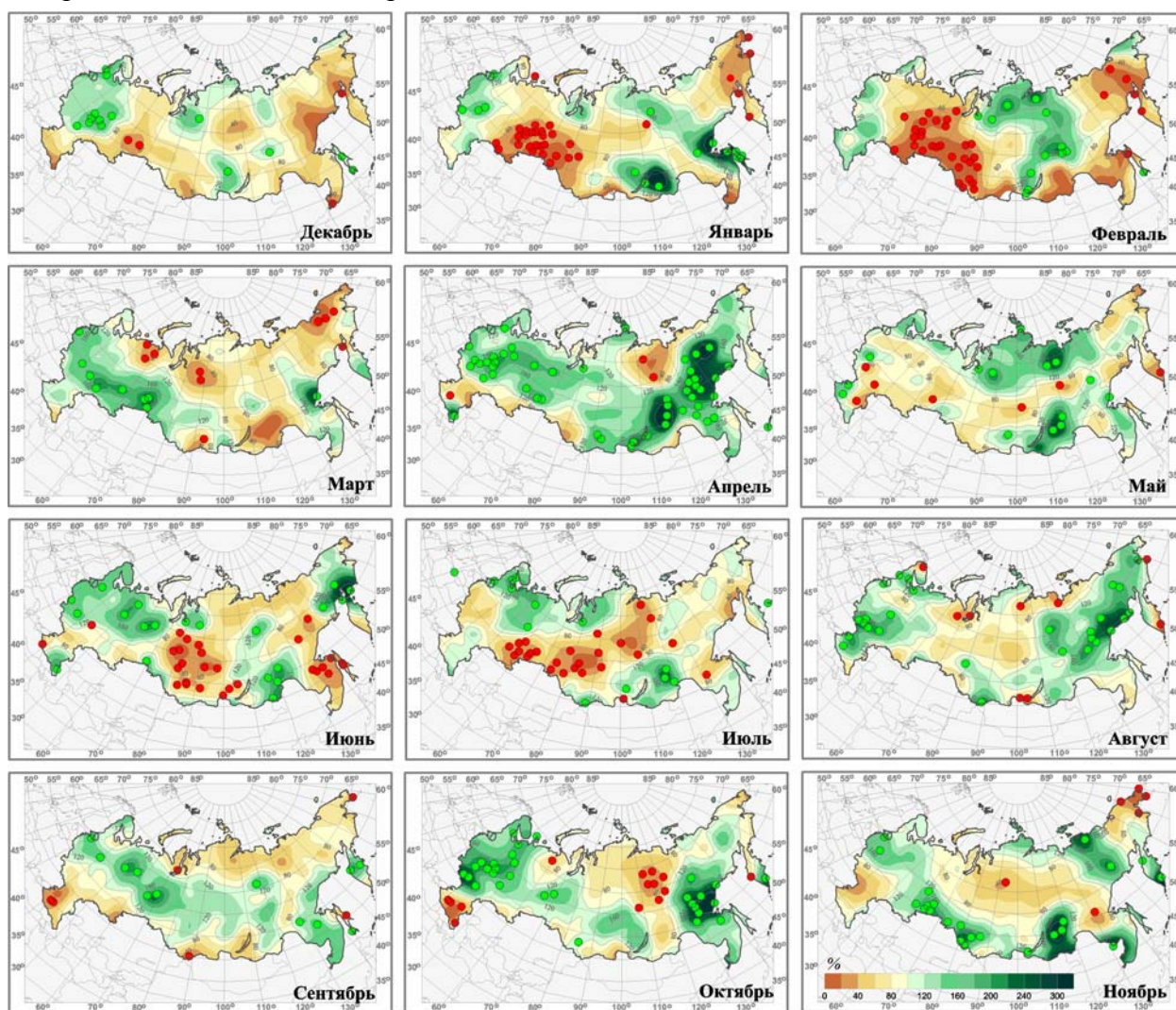


Рисунок 2.3 – См. рис. 2.2, но для среднемесячных аномалий (с декабря 2011 г. по ноябрь 2012 г.).

Февраль. В феврале в основном сохранялось географическое распределение и интенсивность осадков, с незначительным смещением центров очагов аномалии. По-прежнему основная область дефицита - на Урале, в центральных и южных районах Западной Сибири – расширилась на север: здесь на большинстве станций количество

выпавших осадков было меньше 5-го перцентиля. На юге Дальневосточного ФО область дефицита – от Забайкалья вдоль Амура до Сахалина.

Весной на территории РФ преимущественно наблюдался избыток осадков: в целом по стране выпало 116% сезонной нормы (ранг 4). Очаги осадков - в центре Европейской части страны (за счет марта и апреля), значительный избыток (более 160% нормы) в Забайкалье, на востоке Якутии, в Хабаровском крае (в основном, за счет апреля и мая). Экстремальные сезонные осадки наблюдались северо-восточнее Байкала. Самым аномальным месяцем был апрель.

Март. Режим осадков был неоднородным. Значительный избыток осадков (более 2-х норм) наблюдался в центральных областях Европейской части РФ, в центральных и южных областях Сибири до течения Оби. Здесь местами количество выпавших осадков превысило 95-й перцентиль. Избыток осадков в Хабаровском крае и на юго-востоке Якутии (местами выпало более 3-х норм).

В то же время существенный, местами экстремальный дефицит осадков (до 20% нормы) наблюдался на севере: в республике Коми и Ненецком АО, в нижнем течении Енисея, на севере и востоке Якутии, на Чукотке. Другие области дефицита - на Алтае и в Забайкалье.

Апрель. На большей части страны наблюдался избыток осадков, на значительной территории экстремальный; месячная сумма осадков в целом по РФ оказалась максимальной с 1936 г. Наиболее влажно было к северо-востоку от Байкала, в Хабаровском крае и Якутии (более 250% нормы). До 200% месячной нормы осадков выпало в центре ЕЧР. В этих областях на большинстве станций осадки превысили 95-й перцентиль.

Апрельские аномалии осадков, осредненные по территории Прибайкалья и Забайкалья и Восточной Сибири составили +14.0 мм/месяц и +11.7 мм/месяц: это соответственно максимальное и четвертое значения в ряду наблюдений с 1936 г.; апрель в регионе Приамурье и Приморье вошел в десять самых влажных.

Дефицит осадков (до 10% нормы) в районе нижнего и среднего течения Лены, в Южном ФО, на Южном Урале, на Алтае.

Май. Избыток осадков наблюдался на севере РФ до Индигирки и в Забайкалье, на остальной территории преобладал незначительный дефицит.

В ряде областей Южного ФО (Астраханской, Волгоградской, Ростовской, Республике Калмыкия) на фоне высоких температур и недостаточного увлажнения сложились условия сильной засухи, продлившейся до конца лета.

Летом в целом по РФ наблюдался умеренный избыток осадков. В ряде регионов он был значительным (более 140% нормы): на территории Северо-Западного ФО, в Забайкалье (в основном, за счет июня и июля), в Хабаровском крае (за счет августа).

На Южном Урале, в Западной и Средней Сибири наблюдался значительный дефицит осадков (меньше 60% нормы), в основном, за счет июня и июля; на многих станциях этих районов количество выпавших летом осадков было меньше 5-го перцентиля.

Сильные засухи в летний период наблюдались на большей части Южного ФО, ряде областей Северо-Кавказского ФО (республики Северная Осетия, Дагестан, Ставропольский край), Саратовской, Самарской, Челябинской областях, Алтайском крае.

Июнь. В целом по стране осадки были около нормы. Значительный избыток осадков наблюдался на большей части ЕЧР: в Северо-Кавказском, Центральном, Северо-Западном ФО и на западе Уральского ФО (выпало 140%-200% нормы). Местами количество выпавших осадков было больше 95-го перцентиля. Крупные положительные аномалии осадков наблюдались в Читинской области, а также в Магаданской области и на севере Камчатки (140%-300% нормы).

Серьезный дефицит осадков наблюдался в междуречье Оби и Енисея (в отдельных местах меньше 20% нормы, на многих станциях экстремальный – ниже 5-го перцентиля),

на Северо-Сибирской низменности, в низовьях рек Лены и Индигирки (меньше 60% нормы), на юго-востоке Якутии, в Хабаровском и Приморском краях (до 40% нормы). Осредненная по региону Приамурье и Приморье июньская аномалия осадков -24.6 мм/месяц (69% нормы).

Значительные отрицательные аномалии осадков наряду с высокими температурами привели к засухе в Алтайском крае, Новосибирской области. На фоне аномалий температуры выше 95-го перцентиля продолжилась засуха в областях Южного ФО, возникла сильная засуха в Саратовской области.

Июль. В июле в целом осадки были значительно ниже нормы. Основная особенность режима осадков – широкая полоса дефицита от западной границы страны через Южный Урал до побережья моря Лаптевых; значения относительной аномалии достигали 20% нормы и на многих станциях наблюдались экстремумы ниже 5-го перцентиля. Осредненная по региону Западная Сибирь июльская аномалия -22.5 мм/месяц (66% нормы) – третья минимальная величина после -29.6 мм/месяц (1989 г.) и -23.4 мм/месяц (1974 г.). В Магаданской области осадки составили 60%-40% нормы.

Сильные засухи (на фоне высоких температур и экстремального дефицита осадков) наблюдались почти везде на юге страны до Иркутской области, с максимальным развитием в 3-й декаде июля.

Избыток осадков (120%-180% нормы) в Северо-Западном ФО, в низовье Енисея и в Забайкалье.

Август характеризовался существенным избытком осадков на западе страны и дальнем Востоке. Осредненные по территории России, Европейской части России и по Восточной Сибири аномалии составили +13.6 мм/месяц (120% нормы), +18.3 мм/месяц (130% нормы) и +24.9 мм/месяц (141% нормы) – первая, вторая и третья величины в соответствующих рядах. Напротив, от Уральских гор до Приленского плато – дефицит осадков.

Избыток осадков на Дальнем Востоке достигал местами 250% нормы, на многих станциях севера Хабаровского края, Магаданской области, Чукотского АО количество выпавших осадков превышало 95-й перцентиль. Избыток осадков наблюдался также в Центральном и Южном ФО, на Алтае.

В первой декаде августа продолжились сильные засухи в юго-западных областях страны, а во второй декаде они охватили практически всю территорию ЕЧР к югу от Москвы; средняя засуха охватила почти всю территорию РФ. Однако в 3-й декаде на фоне избытка осадков в ЕЧР засуха практически прекратилась (исключая ЮФО и Северный Кавказ).

Осень была экстремальной по избытку выпавших на территории РФ осадков (1-я с 1936 г.). Осадки превышали норму на большей части РФ, в средней полосе ЕЧР – значительно (на многих станциях ниже 95-го перцентиля). Дефицит осадков наблюдался на юге ЕЧР и севере Средней Сибири.

Сентябрь. В сентябре в целом осадки незначительно отклонялись от нормы. Дефицит осадков на севере и юге (исключая Приморье) страны; в средней полосе страны осадки превышали норму.

Сильные засухи наблюдались лишь в отдельных областях ЮФО и Ставропольском крае во 2-й декаде, в Северной Осетии – в 3-й декаде.

Октябрь. Избыток осадков, во многих местах экстремальный, наблюдался на большей части ЕЧР (максимум – на границе с Украиной – более 240% нормы). В обширной области в Хабаровском крае избыток осадков превышал 200% и достигал 300% на отдельных станциях.

В Южном и Северо-Кавказском ФО – дефицит осадков до 20% нормы.

Октябрьские аномалии осадков, осредненные по территории регионов составили: Россия в целом +14.1мм/месяц (135%: максимальная величина в ряду с 1936 г.), Европейская часть России +23.0мм/месяц (145%, ранг 5), Приамурье и Приморье

+25.3мм/месяц (151%, ранг 5), Восточная Сибирь +26.4мм/месяц (170%, максимальная аномалия в ряду).

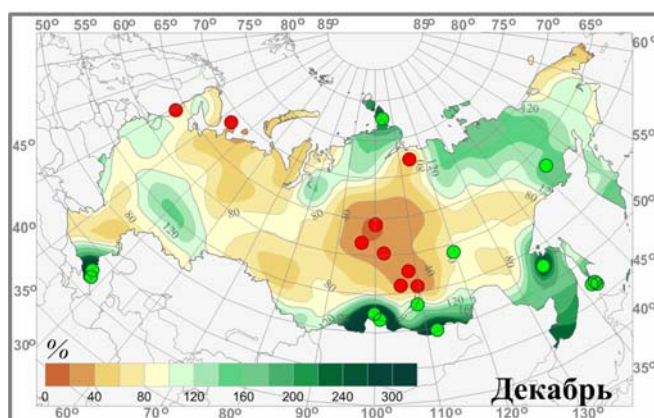


Рисунок 2.4 –Аномалия осадков (% нормы) в декабре 2012г. на территории России.

Ноябрь. Избыток осадков наблюдался на юге Азиатской части России (АЧР): выше 250% к северо-западу от Байкала, на севере ЕЧР, в Магаданской области.

Максимальный дефицит осадков – на юге ЕЧР и Чукотке.

Декабрь. В декабре 2012 г. (рис. 2.4) дефицит осадков наблюдался на большей части страны. Крупная отрицательная аномалия - на большей части Средней Сибири (ниже 60%, местами до 20% нормы).

Значительный избыток осадков в Северо-Кавказком ФО, вдоль границы с Монголией, в Приморье, в Магаданской области, вдоль побережья Восточно-Сибирского моря.

Тенденции современных изменений режима осадков

На рис. 2.5 представлено пространственное распределение коэффициентов линейных трендов атмосферных осадков на территории России для 2011 года в целом и для сезонов года. Оценки получены по стационарным временным рядам годовых и сезонных аномалий осадков за 1976-2012 гг. в точках расположения станций.

Численные оценки трендов (значения коэффициентов линейного тренда и доля объясненной им дисперсии ряда) для регионально осредненных значений количества выпавших осадков приведены в таблице 2.2. Временные ряды аномалий осадков (мм/месяц) представлены на рис. 2.2 для России (в среднем за год и за каждый сезон) и на рис. 2.6, 2.7 для регионов России (годовые суммы). На всех временных рядах показаны 11-летние скользящие средние, линейные тренды за 1976 – 2012 гг. с 95%-й доверительной полосой, оцененные методом наименьших квадратов.

В изменении годовых сумм осадков (рис. 2.5) на территории России преобладает тенденция к росту. Скорость роста почти нигде не превышает 5%/10 лет, исключая часть Северокавказского ФО и ряд областей в Сибири и на Дальнем Востоке. Крупная область убывания годовых осадков (также менее 5%/10 лет) – в южной (южнее 60°с.ш.) половине ЕЧР и на Южном Урале. Осадки также убывают в полосе вдоль южной границы Дальневосточного ФО и на севере Якутии и Чукотского АО.

Тренд среднегодовых осадков, осредненных по территории РФ, составляет +0.8мм/мес/10 лет и вклад в дисперсию – 24%, т.е. тренд формально значим на уровне 1%. Тренды региональных среднегодовых осадков наиболее существенны в Средней Сибири (вклад в дисперсию 25%), Прибайкалье и Забайкалье (14%), Сибирском, Дальневосточном и Северо-Западном ФО (13-20%). Отрицательный, очень малый и незначимый тренд -

лишь в Приволжском и Центральном ФО. В Средней Сибири положительный значимый тренд отмечается во все сезоны, кроме зимы.

Количество осадков на территории РФ растет в основном за счет весеннего сезона (1.4 мм/мес/10 лет, вклад в дисперсию ряда 23%). Положительный и на обширных территориях превышающий 5%/10 лет тренд наблюдается на всей территории страны (рис. 2.6.). Значимые тренды наблюдаются весной для ряда регионов, однако они значительно менее выражены, чем тренды температуры.

Положительные изменения преобладают также осенью, с максимумом в Дальневосточном ФО. Зимой и летом имеются большие области, где осадки уменьшаются: зимой на севере Дальневосточного ФО и в Средней Сибири. Летом убывают осадки на ЕЧР (кроме севера), на Арктическом побережье (Таймыр и восточнее), Камчатке и на юге Дальневосточного ФО (последняя тенденция сохраняется и для осени).

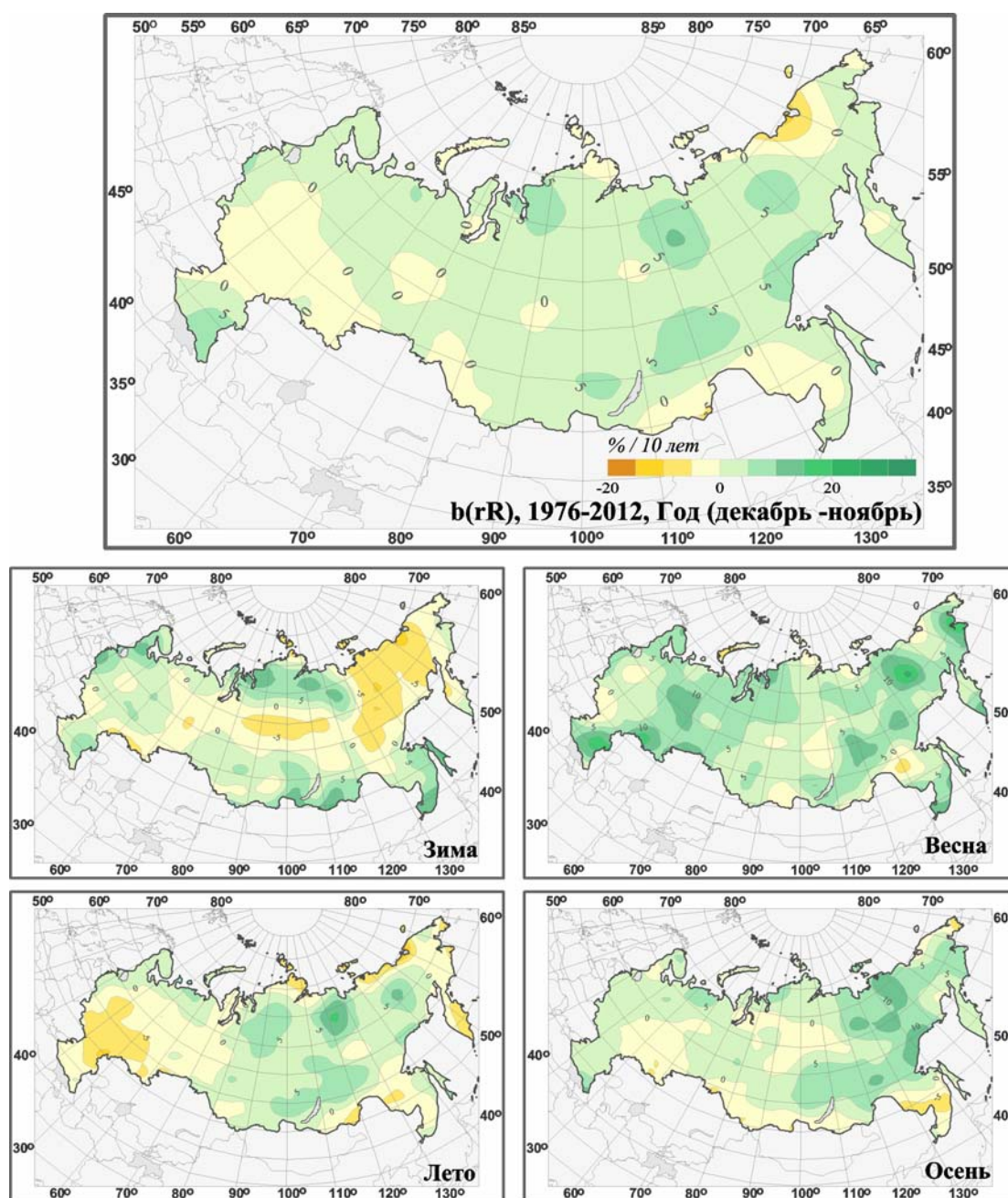


Рисунок 2.5 – Пространственные распределения локальных коэффициентов линейного тренда годовых и сезонных сумм атмосферных осадков за 1976-2012 гг. на территории России (% от нормы за 10 лет).

Следует иметь в виду, что региональные тренды выявляются на фоне очень значительных колебаний с периодом нескольких десятилетий, так что нельзя с уверенностью утверждать именно о наличии тренда, а не определенной фазы таких колебаний (хотя для Сибирского ФО на рис.2.7 изменения после 1976 г. явно монотонны). Тренд осенних сумм осадков за 1976-2012 гг. в среднем по России положительный, но объясняет лишь 9% межгодовой изменчивости.

Таблица 2.2 – Оценки линейного тренда регионально осредненных годовых и сезонных сумм атмосферных осадков в регионах Российской Федерации за 1976-2012 гг.: *b* – коэффициент линейного тренда (мм/мес /10 лет), *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>
Российская Федерация (РФ)										
	0.8	24	0.3	3	1.4	23	0.3	1	0.9	9
Физико-географические регионы России										
Европейская часть РФ	0.5	3	0.7	3	1.9	14	-1.5	4	0.6	1
Западная Сибирь	0.7	5	0.2	0	1.9	19	0.4	0	0.3	0
Средняя Сибирь	1.1	25	0.0	0	0.8	12	2.7	18	1.1	13
Прибайкалье и Забайкалье	1.1	14	0.5	9	0.9	6	1.9	5	1.2	8
Приамурье и Приморье	0.5	1	1.1	8	1.6	4	-0.8	0	-0.1	0
Восточная Сибирь	0.9	10	-0.4	1	1.1	18	-0.1	0	2.1	17
Федеральные Округа РФ										
Северо-Западный	1.3	13	1.3	6	1.9	15	0.4	0	1.1	2
Центральный	-0.1	0	0.8	1	0.8	1	-3.2	6	0.8	1
Приволжский	-0.4	1	-0.2	0	2.2	9	-2.8	6	-0.8	1
Южный	0.2	0	0.2	0	1.8	5	-1.9	3	0.9	1
Северно-Кавказский	1.9	11	1.7	4	2.8	7	0	0	1.9	2
Уральский	0.7	4	0.1	0	2.5	22	-0.5	1	0.7	1
Сибирский	0.8	20	0.2	1	0.8	7	1.9	16	0.6	4
Дальневосточный	0.9	14	0.1	0	1.3	23	0.4	0	1.4	15

Выводы.

Для России в целом год вошел в число пяти самых влажных лет (аномалия осадков составила 2.9 мм/месяц). Осенью и весной в целом по РФ осадки намного превышали норму (ранги 1 и 4), во многих районах наблюдались сезонные экстремумы выше 95-го перцентиля. Значительный избыток осадков наблюдался в Европейской части России (третий экстремум после рекордного 1990 г. и 2004 г.), в особенности в Центральном ФО (во все сезоны) и Северо-Западном ФО (кроме зимы); в Прибайкалье и Забайкалье (ранг 4) за счет весны, в Восточной Сибири (ранг 9) за счет весны и осени. С другой стороны, следует отметить исключительно малоснежную зиму на юге Урала и Западной Сибири.

Тренд годовых сумм осадков за период 1976 - 2012 гг. положительный на большей части территории России. Преимущественно положительный тренд наблюдается и в отдельные сезоны; уменьшение осадков заметно в восточных районах России зимой и летом, и на ЕЧР - летом. Наиболее выражен рост осадков весной, когда линейный тренд средних осадков по РФ объясняет 23% суммарной изменчивости осадков. Максимум роста годовых осадков наблюдается в Средней Сибири, где растет количество осадков для всех сезонов, кроме зимы. Весенние осадки растут почти на всей территории страны, на обширных территориях со скоростью, превышающей 5%/10 лет.

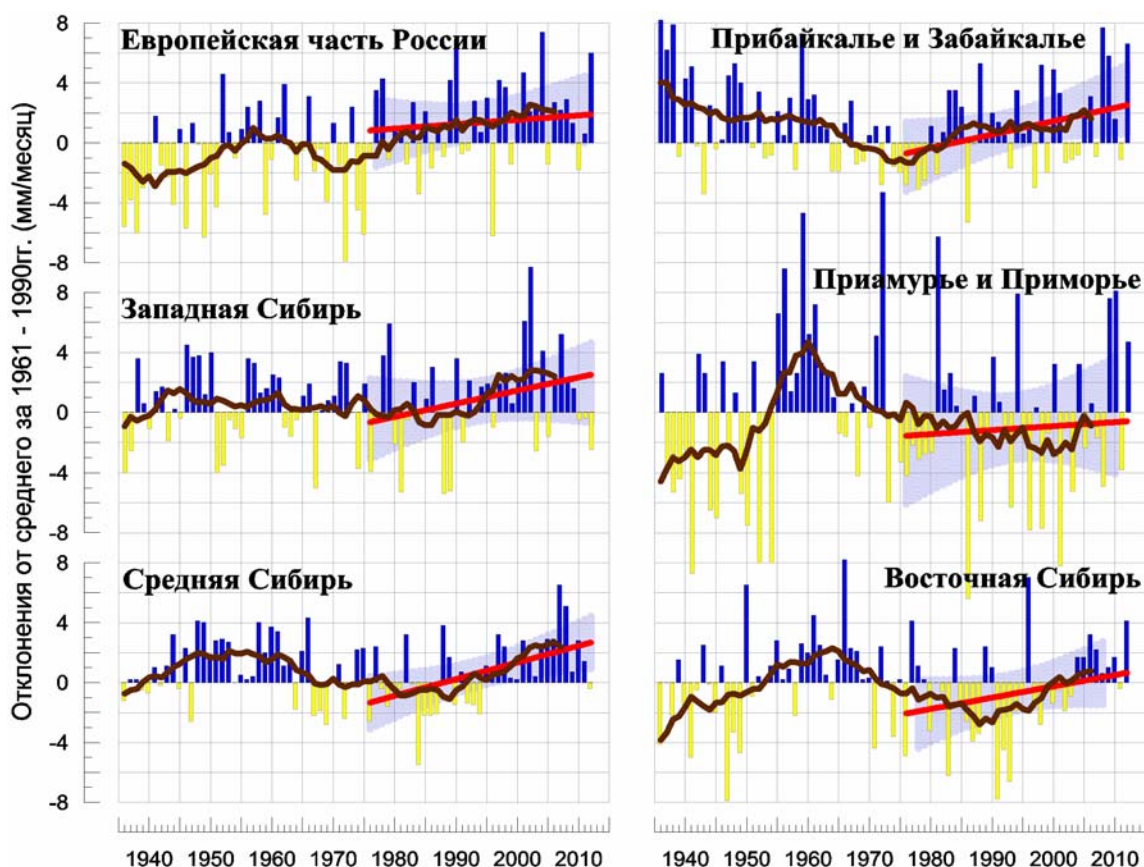


Рисунок 2.6 – Осредненные за год и по территории регионов России аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц) за 1936-2012 гг. Сглаженная кривая соответствует 11-летнему скользящему осреднению. Линейный тренд показан за 1976-2012 гг. с 95%-й доверительной полосой.

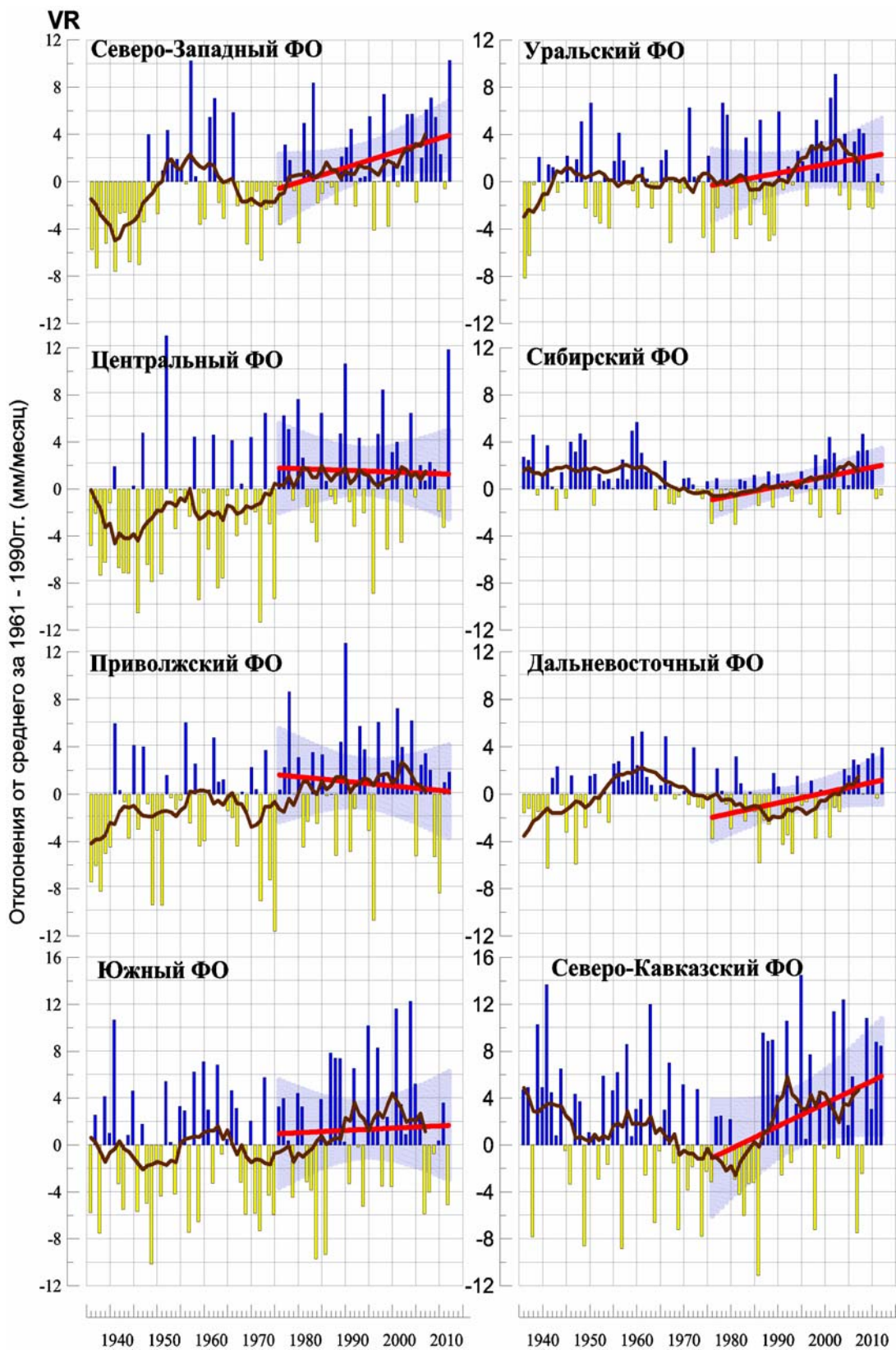


Рисунок 2.7 – То же, что на рис. 2.8., но для Федеральных округов РФ.

3. СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ ЗИМОЙ 2011/2012 г.

Для описания состояния снежного покрова использовались следующие характеристики:

- число дней с покрытием снегом более 50 % территории вокруг метеостанции по данным ежедневных наблюдений (для оценки продолжительности залегания снежного покрова);
- дата появления первого снега;
- максимальная за зимний сезон высота снежного покрова;
- запас воды в снеге по данным маршрутных снегосъемок.

Анализ изменений характеристик снежного покрова проводился по данным в точке и по рядам средних для 9 квази-однородных климатических регионов характеристик. Региональный анализ проводился по регионам, выбранным на основании классификации Алисова (Алисов, 1956). Средние для регионов значения характеристик получены следующим способом. Аномалии на метеостанциях арифметически осреднялись по квадратам сетки (1°N x 2°E), а затем с весовыми коэффициентами в зависимости от широты квадрата проводилось осреднение по регионам, показанным на рис 1, и территории России. Методика наблюдений за характеристиками снежного покрова неоднократно изменялась. После 1965 года нарушений однородности, вызванных изменением процедуры наблюдений, не было, поэтому исследование многолетних характеристик снежного покрова проведено по данным за период с 1966 г.

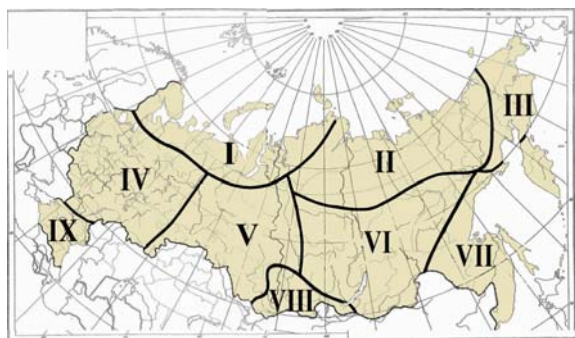


Рисунок 3.1 - Квазиоднородные климатические регионы:

I - Север ЕЧР и Западной Сибири, II - Северная часть Восточной Сибири и Якутии, III - Чукотка и север Камчатки, IV - Центр ЕЧР, V - Центр и юг Западной Сибири, VI - Центр и юг Восточной Сибири, VII - Дальний Восток, VIII- Алтай и Саяны, IX- Юг ЕЧР.

В табл. 3.1 приведены значения пространственно осредненных аномалий характеристик снежного покрова зимой 2011-2012 гг. для регионов России и их ранги по данным за 1939-2012 гг.

Особенности состояния снежного покрова зимой 2011-2012 гг.

Зимой 2011-2012 *продолжительность залегания снежного покрова* в среднем по России была на 4 дня больше нормы (табл. 3.1). В южных, центральных и юго-восточных областях ЕЧР, горных районах Алтая, на юге Забайкалья, Камчатки, Сахалина, в бассейне реки Лена снег пролежал дольше обычного (рис.3.2). Число дней со снежным покровом, осредненное по IX району (юг ЕЧР), стало 3 по величине с 1966 года. Однако, на огромной территории, охватывающей западные и северные области ЕЧР, большую часть Западной и Восточной Сибири, число дней со снежным покровом было значительно меньше, чем в среднем многолетнем. Гораздо меньше обычного снег пролежал на Чукотке, в континентальных районах Магаданской области и на побережье залива Шелихова.

Первый снег в южной половине ЕЧР появился раньше климатических сроков из-за очень холодного ноября (рис. 3.3). Первый снег появился уже в первой декаде ноября, а в горных и предгорных районах Северного Кавказа – в третьей декаде октября. Также

раньше обычного снег лег в Забайкалье и на большей части Дальневосточного ФО. На северо-западе ЕЧР из-за преобладания теплой погоды в ноябре-декабре снежный покров появился значительно позже климатических сроков. На остальной части ЕЧР, большей части Западной и Восточной Сибири снег также лег позже, но разница с климатическими сроками в этих районах гораздо меньше. Раньше всего – уже в первой декаде сентября – снег появился в Якутии и континентальных районах Магаданской области. Это значительно раньше климатических сроков, и этот факт стал определяющим в увеличении продолжительности залегания снежного покрова на большей части Якутии.

Таблица 3.1 – Средние за зимний период 2011/12 гг. аномалии характеристик снежного покрова, осредненные по территории квазиоднородных климатических регионов России:

Δ - отклонения от средних за 1961-1990 гг.;

R – ранг текущих значений в ряду убывающих характеристик за 1966-2012 гг.;

σ – среднеквадратическое отклонение.

Р е г и о н	Максимальная высота			Число дней со снегом		
	Δ	R	σ	Δ	R	σ
Россия	+1.1	25	3.5	+4.1	18	7.1
Север ЕЧР и Западной Сибири	-1.5	36	6.3	-10.4	40	10.9
Сев. часть Восточной Сибири и Якутии	-5.3	43	4.6	-3.1	31	12.8
Чукотка и север Камчатки	+12.3	10	9.6	-14.0	42	12.4
Центр ЕЧР	+6.4	13	6.8	+9.4	11	11.7
Центр и юг Западной Сибири	-9.2	42	9.8	-6.0	33	11.6
Центр и юг Восточной Сибири	+0.7	20	4.2	+2.7	21	8.0
Дальний Восток	+8.5	11	7.8	+6.9	22	10.2
Алтай и Саяны	-5.0	37	6.6	-0.3	29	12.2
Юг ЕЧР	+2.6	11	3.7	+22.0	3	13.5

Примечание. Жирным шрифтом выделены аномалии, попавшие в 10 самых больших положительных или отрицательных значений за 1966-2012

Таяние снега из-за холодной погоды в марте на большей части ЕЧР задержалось относительно нормальных сроков, в центральных областях еще в первой декаде апреля лежал снег. В результате, число дней со снежным покровом на значительной площади ЕЧР было несколько больше нормы. На большей части Западной Сибири и в северных районах Восточной Сибири из-за аномально теплой погоды в апреле снег растаял в сроки близкие к экстремально ранним. Это отразилось на продолжительности периода со снегом, в этом регионе получены отрицательные аномалии числа дней со снежным покровом.

В зимний период 2011-2012 гг *максимальная высота снежного покрова* в среднем по России была незначительно выше нормы. Наибольшие положительные аномалии максимальной за зиму высоты снежного покрова получены в восточных областях ЕЧР, на севере Западной Сибири, Камчатке, Сахалине, на западном побережье Охотского моря, а также на восточном побережье Чукотского АО. Малоснежной зима была на юге Западной Сибири, севере Якутии и в континентальных районах Магаданской области. Это обусловлено тем, что из-за значительного дефицита осадков в этих районах в январе-феврале практически не происходило нарастание высоты снежного покрова. Во II квазиоднородном регионе (Северная часть Восточной Сибири и Якутии) отрицательная аномалия стала 4 по величине с 1966 года (рис. 3.6).

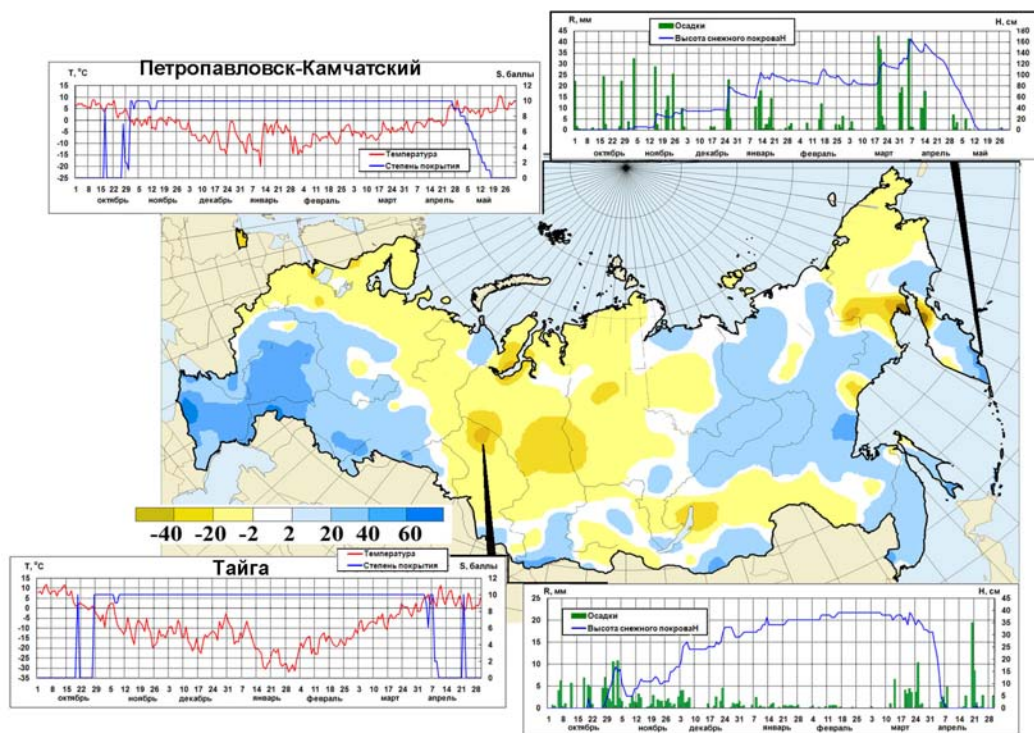


Рисунок 3.2 - Аномалии числа дней с покрытием снегом более 50 % территории вокруг метеостанции зимой 2011-2012 гг. (отклонения от средних значений за период 1961-1990 гг.). На врезках среднесуточные значения температуры воздуха, степени покрытия снегом окрестности метеостанции, высоты снежного покрова и сумма осадков за сутки на метеостанциях Тайга и Петропавловск-Камчатский.

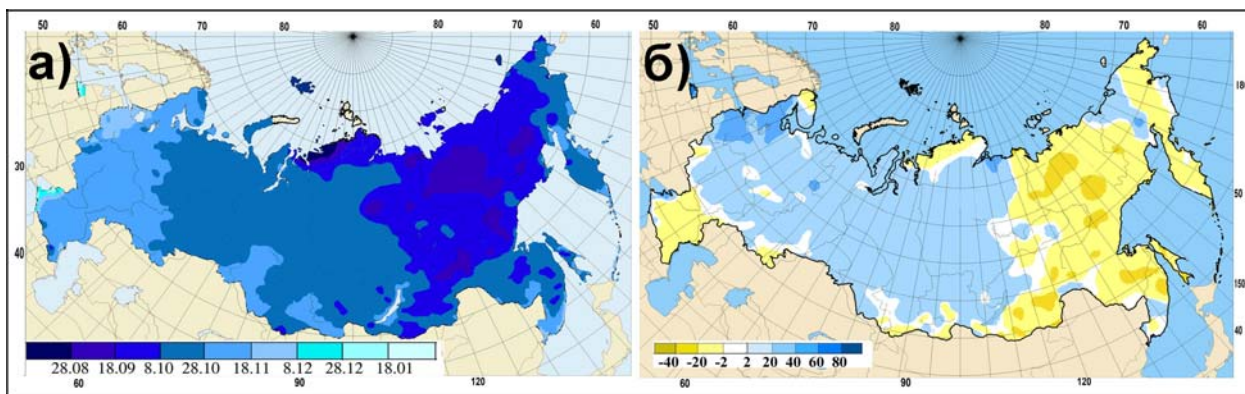


Рисунок 3.3 - а) Даты появления первого снега на территории России в зимний период 2011-2012 гг. б) Аномалии в датах появления первого снега на территории России в зимний период 2011-2012 гг. (от норм 1961-1990 гг.)



Рисунок 3.4 –Аномалия максимальной за зимний период высоты снежного покрова, осредненная по территории Российской Федерации, 1966-2012 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961-1990 гг.

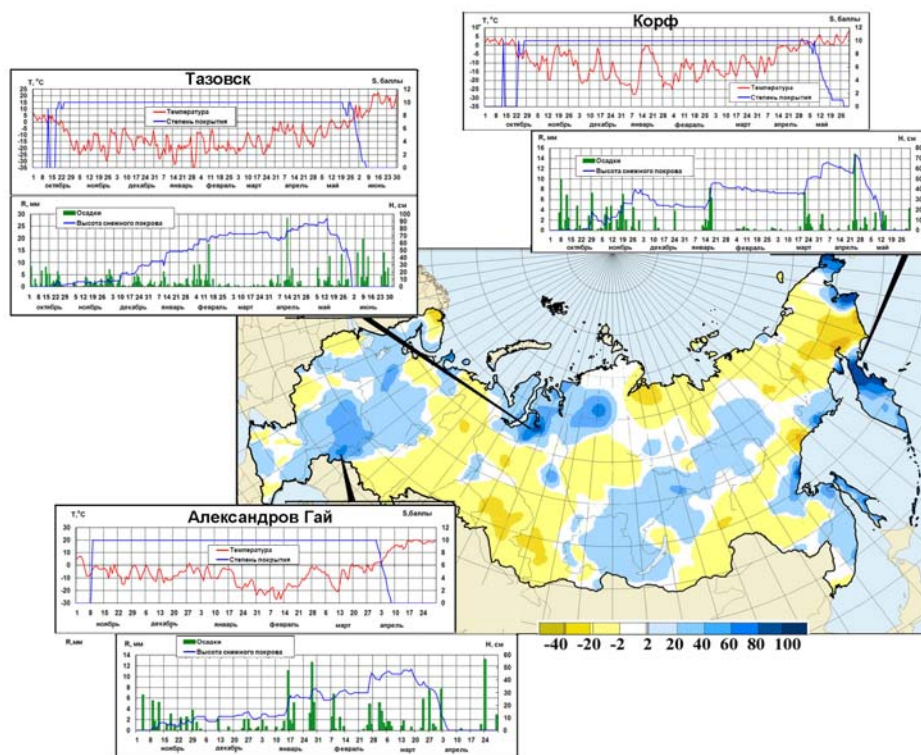


Рисунок 3.5 - Аномалии максимальной высоты снежного покрова зимой 2011-2012 гг. (от среднегоголетних значений за период 1961-1990 гг.). На врезках среднесуточные значения температуры воздуха, степени покрытия снегом окрестности метеостанции, высоты снежного покрова и сумма осадков за сутки на метеостанциях Александров-Гай, Тазовск и Корф.

Еще одной важной характеристикой является *запас воды в снеге*. Наблюдения за этой характеристикой осуществляются по программе маршрутных снегомерных съемок в поле и в лесу. Регулярные наблюдения маршрутных снегомерных съемок доступны с 1966 года, поэтому в качестве норм использованы средние многолетние значения запаса воды в снеге за период 1971-2000гг.

Средняя по территории России аномалия максимального за зимний период запаса воды в снеге по данным маршрутных снегомерных съемок в лесу стала второй по величине отрицательной аномалией с 1967 года. (табл.3.2.). Рекордно низкими оказались прошедшей зимой значения запаса воды в снеге в I, II, V и VIII регионах по данным наблюдений на лесных маршрутах.

На Дальнем Востоке запас воды в снеге как в лесу, так и в поле выше климатической нормы (табл.3.2.). В центре ЕЧР и Восточной Сибири в поле также отмечены положительные аномалии запаса воды в снеге. На севере и востоке ЕЧР отмечены отрицательные аномалии запаса воды в снеге, причем в лесу они гораздо больше, чем в поле (рис.3.7).

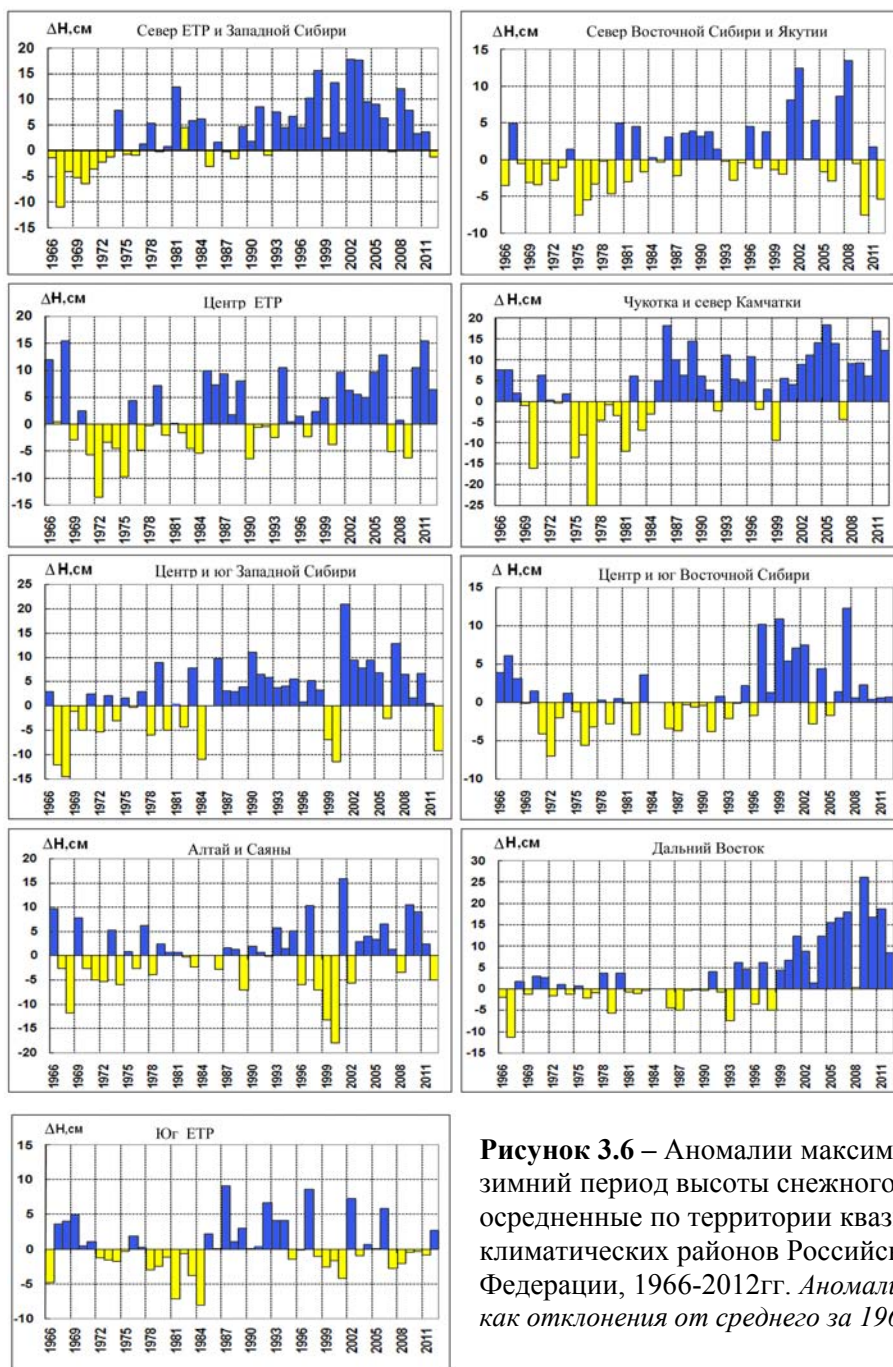


Рисунок 3.6 – Аномалии максимальной за зимний период высоты снежного покрова, осредненные по территории квази-однородных климатических районов Российской Федерации, 1966-2012гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961-1990 гг.

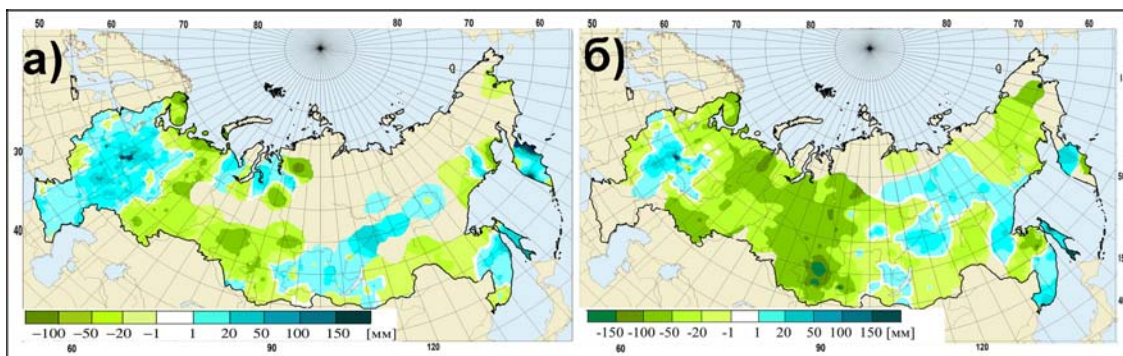


Рисунок 3.7 - Аномалии максимального запаса воды в снеге (мм) зимой 2011-2012 гг. (от среднееголетних значений за период 1971-2000 гг.) в поле (а) и в лесу (б).

Таблица 3.2 – Аномалии максимального за зимний период запаса воды в снеге, осредненные по территории квазиоднородных климатических регионов России, в 2012

Δ - отклонения от средних за 1971-2000 гг.;

R – ранг текущих значений в ряду убывающих характеристик за 1967-2012 гг.;

σ – среднеквадратическое отклонение.

Р е г и о н	Запас воды в снеге (поле)			Запас воды в снеге (лес)		
	Δ	ранг	σ	Δ	ранг	σ
Россия	+0.9	20	8.1	-21.0	45	7.7
Север ЕЧР и Западной Сибири	-27.1	42	17.2	-48.8	46	26.0
Север Восточной Сибири и Якутии	-	-	-	-19.2	46	12.4
Чукотка и север Камчатки	-	-	-	-28.8	42	24.6
Центр Европейской части России	+16.6	11	17.9	-12.5	37	18.8
Центр и юг Западной Сибири	-31.1	45	15.1	-64.6	46	23.3
Центр и юг Восточной Сибири	+4.3	16	6.7	-3.3	30	8.4
Дальний Восток	+14.0	14	19.9	+11.8	16	22.0
Алтай и Саяны	-11.0	38	12.8	-64.3	46	30.2
Юг Европейской части России	+10.3	9	10.9	-	-	-

Примечание. Жирным шрифтом выделены аномалии, попавшие в 10 самых больших положительных или отрицательных значений за 1967-2012. Прочерк означает отсутствие маршрутных наблюдений данного типа

В таблице 3.3. приведены подробные данные о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ РФ по состоянию на 20 марта 2012 г. Для сравнения в той же таблице приведены значения норм и данные о запасах воды на 20 марта 2011 г.

По состоянию на 20 марта 2012 года в большинстве речных бассейнов Европейской части страны накопленные запасы воды в снеге были близки к норме. В бассейне Волги в целом они составили 110 мм или 94% нормы, при этом в бассейнах рек Оки, Суры, Ветлуги, Костромы и Унжи, Чебоксарского и Волгоградского водохранилищ запасы воды в снеге на 10 – 30% превышали обычные значения, а на Верхней Волге, в бассейнах рек Москвы, Вятки, Камы и Белой были ниже нормы. Особенно низкими (порядка 60% нормы) они были в бассейнах рек Камы и Белой. В целом по территории волжского бассейна в 2012 году снеговой запас на 26% (38 мм) уступал значению 2011 года. В бассейне Дона выше Цимлянского водохранилища из-за задержки весны накопленные запасы воды в снеге превышали норму почти в два раза. На азиатской части страны в бассейнах большинства крупных рек накопленные запасы воды в снеге были меньше нормы и повсеместно меньше прошлогодних значений.

Таблица 3.3 - Сведения о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ РФ по состоянию на 20 марта 2012 г. (в сравнении с нормой и с влагозапасами 2011 г.): *w2011*, *w2012* – запасы воды в снеге в 2011 и 2012 гг.

№ п/п	Бассейны рек	Запасы воды в снеге на 20 марта				
		норма	<i>w2011</i>	<i>W2012</i>		
		мм	мм	мм	% от нормы	% от <i>w2011</i>
1	ВОЛГА, в т.ч.	117	148	110	94	74
2	до Рыбинского водохр.	101	150	95	94	63
3	р. Кострома и Унжа	128	156	140	109	90
4	р. Москва	93	105	78	84	74
5	р. Ока, включая бассейн р.Москвы	89	133	101	113	76
6	р. Сура	89	166	123	138	74
7	р. Ветлуга	140	153	158	113	103
8	Чебоксарское водохранилище	91	142	113	124	80
9	р. Вятка	147	166	138	94	83
10	Куйбышевское водохранилище	133	174	131	98	75
11	Саратовское водохранилище	89	97	90	101	93
12	Волгоградское водохранилище	57	80	103	181	129
13	р. Кама	179	162	113	63	70
14	р. Белая	137	159	83	60	52
15	ДОН, в т.ч.	39	63	73	185	116
16	Хопер	49	99	118	240	119
17	Медведица	47	52	89	190	171
	Реки севера					
18	Северная Двина	121	128	137	113	107
19	Сухона	125	147	143	114	97
20	Вага	124	128	122	98	95
21	Юг	115	125	150	130	120
22	Пинега	101	111	134	133	121
23	Вычегда	139	128	136	98	106
24	Мезень	140	121	136	97	112
25	Нарва	47	134			
26	Волхов	60	149			
	Реки и водохранилища Сибири					
27	Верхняя Обь	189	182	92	49	51
28	Тобол	60	68	42	70	62
29	Енисей (Саяно-Шушенское в-ще)	121	150	74	61	49
30	Енисей (Красноярское в-ще)	137	176	95	69	54
31	Ангара (оз. Байкал)	78	93	63	81	68
32	Ангара (Братское в-ще)	70	88	83	119	94
33	Ангара (Усть-Илимское в-ще)	112	108	93	83	86

Многолетние изменения характеристик снежного покрова

Географическое распределение локальных оценок трендов, характеризующих тенденцию (среднюю скорость) изменений максимальных за зимний период значений

высоты снежного покрова на интервале 1976 - 2012 гг., рассчитанных по данным станционных наблюдений на территории России, показано на рисунке 3.8. Тренд рассчитан методом наименьших квадратов и выражен в см/10 лет. По-прежнему наблюдается увеличение максимальной за зиму высоты снежного покрова на севере Западной и значительной части Восточной Сибири, на побережье Охотского моря и дальневосточном юге, в центральных областях Европейской России. Усилился очаг отрицательных значений коэффициентов линейного тренда в центре Западной Сибири. Обнаружена тенденция уменьшения максимальной за зиму высоты снежного покрова на северо-востоке ЕЧР и в отдельных областях Восточной Сибири (рисунок 3.8а).

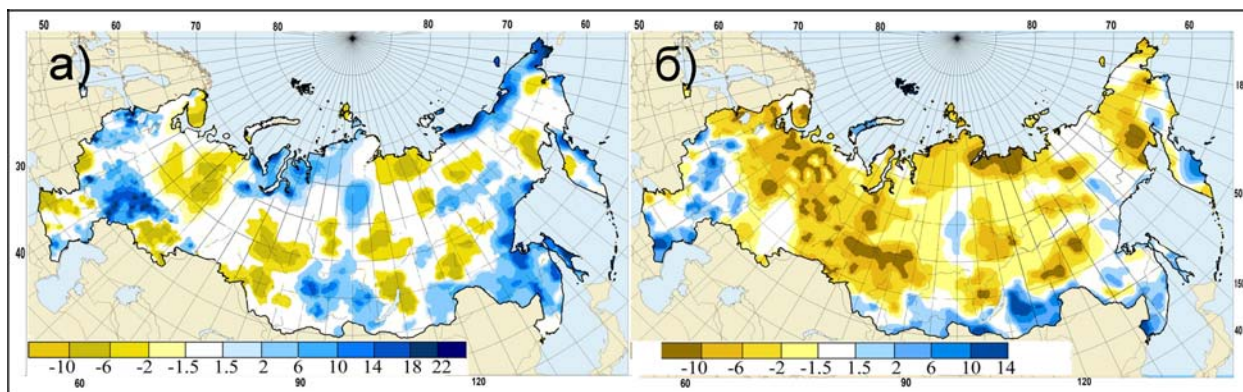


Рисунок 3.8 - Коэффициенты линейного тренда за 1976-2012 гг. (а) в рядах максимальной за зимний период высоты снежного покрова, см/10лет; (б) в рядах числа дней со степенью покрытия окрестностей станции снегом более 50% (дни/10лет).

Пространственное распределение коэффициентов линейного тренда в рядах **числа дней с покрытием снегом более 50 % территории вокруг метеостанции** приведено на рисунке 3.8 (в анализе использованы оценки, статистически значимые на 5%-уровне значимости). В период с 1976 по 2012 гг. в целом по территории РФ преобладает тенденция к уменьшению продолжительности залегания снежного покрова. Тенденция уменьшения числа дней со степенью покрытия окрестностей станции снегом более 50% обнаружена в северной половине ЕЧР, в Западной Сибири, на Таймыре, на большей части Восточной Сибири и Якутии. Увеличилась продолжительность залегания снежного покрова на крайнем юге Восточной Сибири, в Забайкалье, Приморье и на восточном побережье Камчатки. В отличие от предыдущего периода выявлена тенденция увеличения числа дней со снежным покровом в отдельных районах центральных областей ЕЧР, восточных районах Южного и Северо-Кавказского ФО. Однако при осреднении по регионам, статистически значимые на 5%-уровне значимости коэффициенты линейного тренда получены только для IV, V и VII квазиоднородных регионов России (табл. 3.4).

Тенденции изменений максимального за зиму запаса воды в снеге в последние десятилетия (1976-2012 гг.) по данным маршрутных наблюдений в поле во многом совпадают с тенденциями изменений максимальной за зиму высоты снежного покрова. Наблюдается увеличение в центральных районах Европейской территории, на севере Западной и на значительной части Восточной Сибири, на острове Сахалин и в Приморье (рис. 3.9а). В западных и северо-восточных областях Европейской части России, в отдельных районах на юге Западной Сибири запас воды в снеге на полевых маршрутах уменьшается.

По данным маршрутных наблюдений в лесу (рис. 3.9б) на большей части Европейской части и Западной Сибири наблюдается уменьшение максимального за зиму запаса воды в снеге. В Восточной Сибири, на северо-востоке Якутии, в Приморье и на

Сахалине выделяются области с положительными значениями коэффициентов линейного тренда.

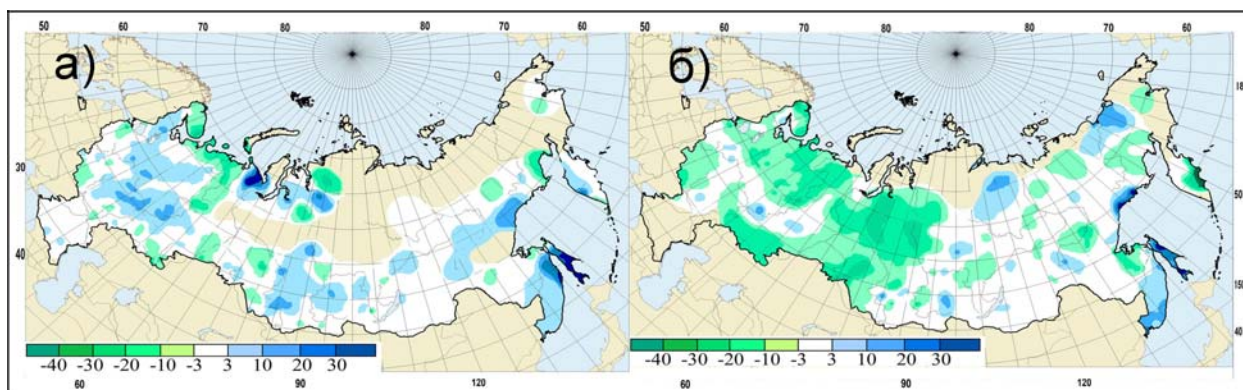


Рисунок 3.9 - Коэффициенты линейного тренда (мм/10лет) в рядах запаса воды в снеге за зимний период в поле (а) и в лесу (б). 1976-2012

Таблица 3.4 – Оценки линейного тренда (статистически значимые на 5%-уровне значимости) регионально осредненных характеристик снежного покрова для регионов России за 1976-2012 гг.:

Hmax, см/10 лет – максимальная за зимний период высоты снежного покрова

Nd, дни/10лет - число дней со снежным покровом

SWEп, мм/10лет - запас воды в снеге (в поле)

SWEл, мм/10лет - запас воды в снеге (в лесу)

Регион	<i>Hmax</i>	<i>Nd</i>	<i>SWEп</i>	<i>SWEл</i>
Россия	+1.80	-	+1.96	-3.18
Север ЕЧР и Западной Сибири	+1.66	-	-	-7.96
Сев. Восточной Сибири и Якутии	-	-	-	-
Чукотка и север Камчатки	+4.97	-	-	-
ЦентрЕЧР	+1.65	-1.79	-	-5.78
Центр и юг Западной Сибири	-	-3.22	-	-1.02
Центр и юг Восточной Сибири	+1.80	-	-	-
Дальний Восток	+5.29	+3.02	+9.09	-
Алтай и Саяны	-	-	+2.81	-
Юг ЕЧР	-	-	-	-

Выводы

Зимой 2011-2012 продолжительность залегания снежного покрова в среднем по России была на 4 дня больше нормы. Гораздо меньше обычного снег пролежал на Чукотке, в континентальных районах Магаданской области и на побережье залива Шелихова. Однако, в южной части ЕЧР, горных районах Алтая, на юге Забайкалья, Камчатки, Сахалина, в бассейне реки Лена снег пролежал дольше обычного. В зимний период 2011-2012 гг. **максимальная высота снежного покрова** в среднем по России была незначительно выше нормы. Наибольшие положительные аномалии максимальной за зиму высоты снежного покрова получены в восточных областях ЕЧР, на севере Западной Сибири, Камчатке, Сахалине, на западном побережье Охотского моря, а также на восточном побережье Чукотского АО. Малоснежной зима была на юге Западной Сибири, севере Якутии и в континентальных районах Магаданской области. Средняя по территории России аномалия максимального за зимний период запаса воды в снеге по

данным маршрутных снегосъемок в лесу стала второй по величине отрицательной аномалией с 1967 года. Рекордно низкими оказались прошедшей зимой значения запаса воды в снеге в I, II, V и VIII регионах по данным наблюдений на лесных маршрутах. На Дальнем Востоке, в центре ЕЧР и Восточной Сибири в поле отмечены положительные аномалии запаса воды в снеге. По состоянию на 20 марта 2012 года в большинстве речных бассейнов Европейской части страны накопленные запасы воды в снеге были близки к норме.

В период 1976 – 2012 гг. обнаружена тенденция уменьшения продолжительности залегания снежного покрова в северной половине ЕЧР, в Западной Сибири, на Таймыре, на большей части Восточной Сибири и Якутии. Увеличилась продолжительность залегания снежного покрова на крайнем юге Восточной Сибири, в Забайкалье, Приморье и на восточном побережье Камчатки. Увеличивается максимальная за зиму высота снежного покрова на севере Западной и на значительной части Восточной Сибири, на побережье Охотского моря и дальневосточном юге, в центральных областях Европейской части РФ. Усилился очаг отрицательных значений коэффициентов линейного тренда максимальной высоты снежного покрова и числа дней со степенью покрытия окрестностей станции снегом более 50% в центре Западной Сибири.

4. ЗАМЕРЗАНИЕ И ВСКРЫТИЕ РЕК

Особенности вскрытия рек ото льда весной 2012 года.

В весенний период 2012 года вскрытие рек ото льда началось в первой декаде марта в сроки близкие к норме на западе страны - в Калининградской области. В это же время начался ледоход на реках Ростовской и на большинстве рек Саратовской областей. В целом процесс разрушения ледяного покрова на реках юга и центра Европейской части страны был недружным.

Позже среднемноголетних дат вскрылись ото льда большинство рек Пензенской, Новгородской, Псковской, Ленинградской областей, малые реки Ульяновской области, реки севера Красноярского края, юга и центра Приморского и Камчатского краев, севера Забайкалья (на 2-12 дней), реки юга Ростовской области (на 11-17 дней).

Разрушение ледяного покрова на реках Челябинской, Курганской и Архангельской областей, юга и центра Забайкалья и преимущественно на р. Лена произошло в сроки близкие к норме.

Вскрытие большинства рек Азиатской части страны и севера Европейской части проходило преимущественно в ранние, а в отдельных случаях в аномально ранние сроки. На 4-12 дней раньше средних многолетних сроков началось вскрытие рек Оренбургской области, востока Ленинградской области, большей части Мурманской области, Кольского полуострова, севера Тюменской области и Красноярского края, Якутии, Свердловской области, юга Кемеровской, Новосибирской и Иркутской областей, Алтайского края, северо-запада Камчатского края, севера Хабаровского края. В наиболее ранние сроки (на 13-20 дней раньше нормы) произошло разрушение ледяного покрова на Оби, Васюгане, Тyme (в пределах Томской области), устьевом участке Яны и Лены, в верховьях Печоры. Раньше экстремально ранних сроков (на 2-3 суток) начался ледоход в верховьях рек Яна и Индигирка. Вскрытие рек Бердь, Иня (Новосибирская область) происходило в сроки также близкие к экстремально ранним (повторяемость 1 раз в 80 лет).

Вскрытие ото льда отдельных рек Пермского, Красноярского, Камчатского, Забайкальского и Приморского краёв, рек северо-запада европейской части страны, Саратовской области, юга Самарской области, реки Белой и ее притоков, Северной Двины, Печоры и др. сопровождалось образованием заторов льда малой и средней мощности и не вызвавших обширные наводнения.

Долгосрочными прогнозами и уточнениями в основном правильно предусматривался характер и сроки вскрытия ото льда рек России. Однако, хотя прогноз сроков вскрытия для рек Сибири и предусматривал ранние сроки разрушения ледяного покрова, но прогнозируемые аномалии по абсолютной величине были меньше фактических, которые для 10 участков сибирских рек оказались близкими к экстремальным. Такие аномалии невозможно предусмотреть в долгосрочном прогнозе. Почти по всем участкам, где ошибки основного прогноза превышали допустимые пределы, составлялись уточнения с заблаговременностью более 10 суток.

Оправдываемость долгосрочных прогнозов сроков вскрытия ото льда рек и очищения ото льда водохранилищ оправдались на 78%, с уточнениями – 90%, при оправдываемости по «норме» – 62% (в 2011г. – 63 и 89% соответственно).

Особенности замерзания рек России осенью 2012 года

В связи с повышенными температурами воздуха процесс ледообразования на реках России осенью 2012 года происходил преимущественно в поздние сроки и недружно.

В первой половине октября появился лед на реках бассейнов Индигирки (в сроки близкие к норме), Колымы и Яны (на 4-8 дней позже нормы). Также в сроки близкие к норме началось ледообразование на Лене, Енисее ниже с. Ворогово и в верховьях Амура.

В конце октября, в сроки близкие к норме появился плавающий лед на Енисее у г. Кызыл и в среднем течении Оби, на Амуре до с. Ленинск и его притоке Зее, началось

ледообразование на Северной Двине и Вычегде, на Костроме и Унже. На 9-14 дней позже нормы началось ледообразование в низовьях Оби и на Печоре. Процесс замерзания рек Ямало-Ненецкого и большинства рек Ханты-Мансийского АО проходил также в конце октября в сроки близкие к среднемуголетним датам за исключением рек Надым, Полуи, где плавучий лед появился на 10-12 дней позже обычных сроков, а также Оби у г. Нижневартовск, где ледообразование началось на 4 дня раньше нормальных сроков. В конце октября в сроки близкие к средним многолетним установился ледостав на Енисее на участке с. Потапово – г. Дудинка, на 4 дня позже нормы - у г. Игарка, на 2-5 дней раньше нормы на участке с. Курейка – с. Селиваниха. На 4-5 дней позже нормы появился плавучий лед на Ангаре на участке с. Богучаны – д. Каменка и на 8 дней раньше обычных сроков установился ледостав у с. Рыбное.

В первой декаде ноября позже обычного появился плавучий лёд на всех реках Омской и юга Тюменской областей (на 3-7 дней), на реках Конда и Северная Сосьва (на 11-13 дней). В это же время позже нормы на 8-15 дней установился ледостав на реках, впадающих в Обскую губу, на Иртыше (у п. Черлак), Конда (у д. Чантырья и п. Выкатное), Тоболе с притоками (Исеть, Тура, Пышма). Также в первой декаде ноября позже обычных сроков начался ледоход на Верхней Каме, Оби выше Новосибирского водохранилища (на 4-10 суток), на Среднем Амуре (на 1-4 суток).

Во второй декаде ноября позже нормы на 7-13 суток появился лед на р. Белая и образовался ледостав на Камском водохранилище, а также на 13 дней позже обычного ледоход начался на Амуре у г. Хабаровск (это самая поздняя дата начала ледохода у Хабаровска за 117 летний период наблюдений). На 7-15 дней позже нормы установился ледостав на реках Кия, Хор, Тунгуска, Амгунь, Уда, Мая.

В третьей декаде ноября в экстремально поздние сроки (на 24-29 суток позже нормы) появился лед на Сухоне и Ветлуге ниже г. Шарья и на 7-12 дней позже обычного установился ледостав на Нижнем Амуре на участке с. Нижнетамбовское – г. Николаевск.

В конце ноября и в первой декаде декабря на 8-16 суток позже нормы появился лед на реках запада Европейской части России, на Неве, в верховьях Волги; образовался ледостав на водохранилищах Верхней и Средней Волги, а также на Воткинском и Нижнекамском водохранилищах. В это же время позже нормы появился лед на Оке и р. Москва (на 14-22 суток), в экстремально поздние сроки на Суре (на 26 суток).

Во второй декаде декабря появился лед на Нижней Волге и Дону ниже Цимлянского водохранилища в сроки близкие к норме; на Верхнем и Среднем Дону на 16-27 суток позже нормы. Образовался ледостав на Саратовском и Волгоградском водохранилищах на 8 суток позже нормы.

Долгосрочные прогнозы появления льда и установления ледостава на водохранилищах в 2012 году оправдались на 62%, с учетом уточнений оправдываемость прогнозов составила 90%, при прогнозе «по норме» - 42%, в 2011 г. – 77/99%.

5. СЕВЕРНАЯ ПОЛЯРНАЯ ОБЛАСТЬ

Мониторинг климата приземной атмосферы Северной полярной области (СПО) ведется как для области в целом, так и для отдельных ее частей (рис. 5.1) на основе постоянно пополняемой базы приземных метеорологических данных для полярных районов (<http://www.aari.nw.ru>). Ниже приводятся оценки изменения температуры воздуха и количества осадков СПО за период 1936–2012 гг.

Исходными данными послужили результаты наблюдений 250 стационарных метеорологических станций, а также данные, поступающие с дрейфующих буев и дрейфующих станций СП-39 и СП-40, которые позволили уточнить значения температуры воздуха в околополюсном районе.

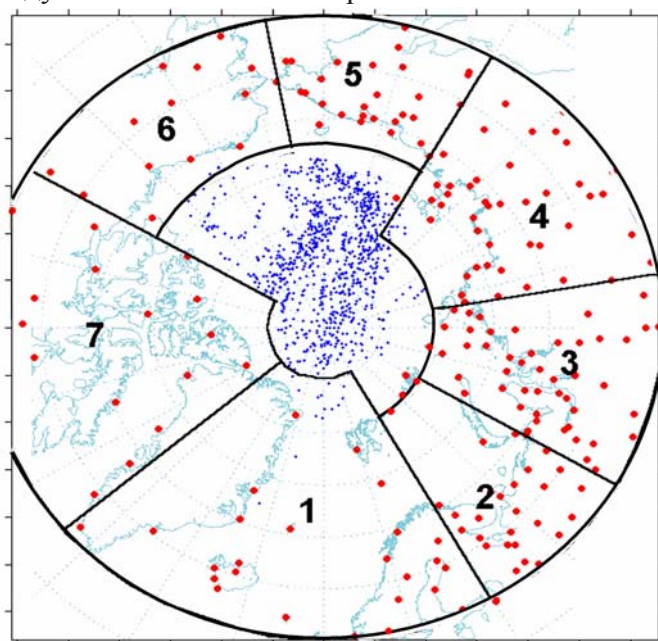


Рисунок 5.1 - Положение метеорологических станций (красные точки), дрейфующих станций и буев (синие точки) в СПО и границы рассматриваемых районов: 1 – Атлантический; 2 – Североевропейский; 3 – Западносибирский; 4 – Восточносибирский; 5 – Чукотский; 6 – Аляскинский; 7 – Канадский

Температура воздуха. Для расчета аномалий температуры воздуха, осредненных по территории СПО и территориям климатических районов использован метод оптимального осреднения. Оценки аномалий получены относительно рекомендованного ВМО стандартного базового 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.

Оценка аномалий средних сезонных и среднегодовой температуры воздуха за 2012 г. по отдельным широтным зонам (60–85, 60–70 и 70–85° с.ш.) представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Аномалии температуры воздуха в 2012 г., осредненные по территории СПО и по широтным зонам, в среднем за год (декабрь 2011 - ноябрь 2012) и за сезоны: ΔT , °C – отклонения от средних за 1961-1990; R - ранг в ряду убывающих температур за 1936-2012 гг.

Широтная зона, °с.ш.	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	ΔT	R	ΔT	R	ΔT	R	ΔT	R	ΔT	R
70-85	2.9	2	3.9	2	2.2	6	2.0	1	3.6	1
60-70	1.5	6	2.1	5	1.2	17	1.2	4	1.6	7
60-85	2.2	2	2.9	1	1.6	11	1.5	1	2.6	2

Значение пространственно осредненной аномалии среднегодовой температуры воздуха СПО составило 2.2°C, и 2012 г. стал вторым теплым годом по рангу теплых лет за период с 1936 г. Предыдущим наиболее теплым годом был 2011 г. с аномалией температуры 2.3°C. Прошедший год оказался вторым теплым годом в широтной зоне 70-85° с.ш. за весь период с 1936 г.

Пространственное распределение аномалий среднегодовой и средних сезонных температур воздуха на территории СПО приведено на рисунке 5.2. Числовые значения регионально осредненных аномалий температуры, наблюдавшихся в 2012 году, по отдельным климатическим районам СПО приведены в таблице 5.2. Более подробные данные для северных и южных частей районов см. на сайте <http://www.aari.ru/main.php>

Можно видеть, что в 2012 г. году области крупных положительных аномалий температуры располагались преимущественно в евразийском секторе, на территории Североευропейского, Западносибирского и Восточносибирского районов. Самые крупные аномалии наблюдались на территории Западносибирского района в целом, а также в районе морей Баренцева, Карского и Лаптевых.

Временные ряды пространственно осредненных аномалий среднегодовой температуры воздуха для районов широтной зоны 60-85° с.ш. и их линейные тренды за весь период с 1936 года, за последние тридцать и десять лет, представлены на рисунке 5.3, а для районов арктических морей (70-85° с.ш.) – на рисунке 5.4.

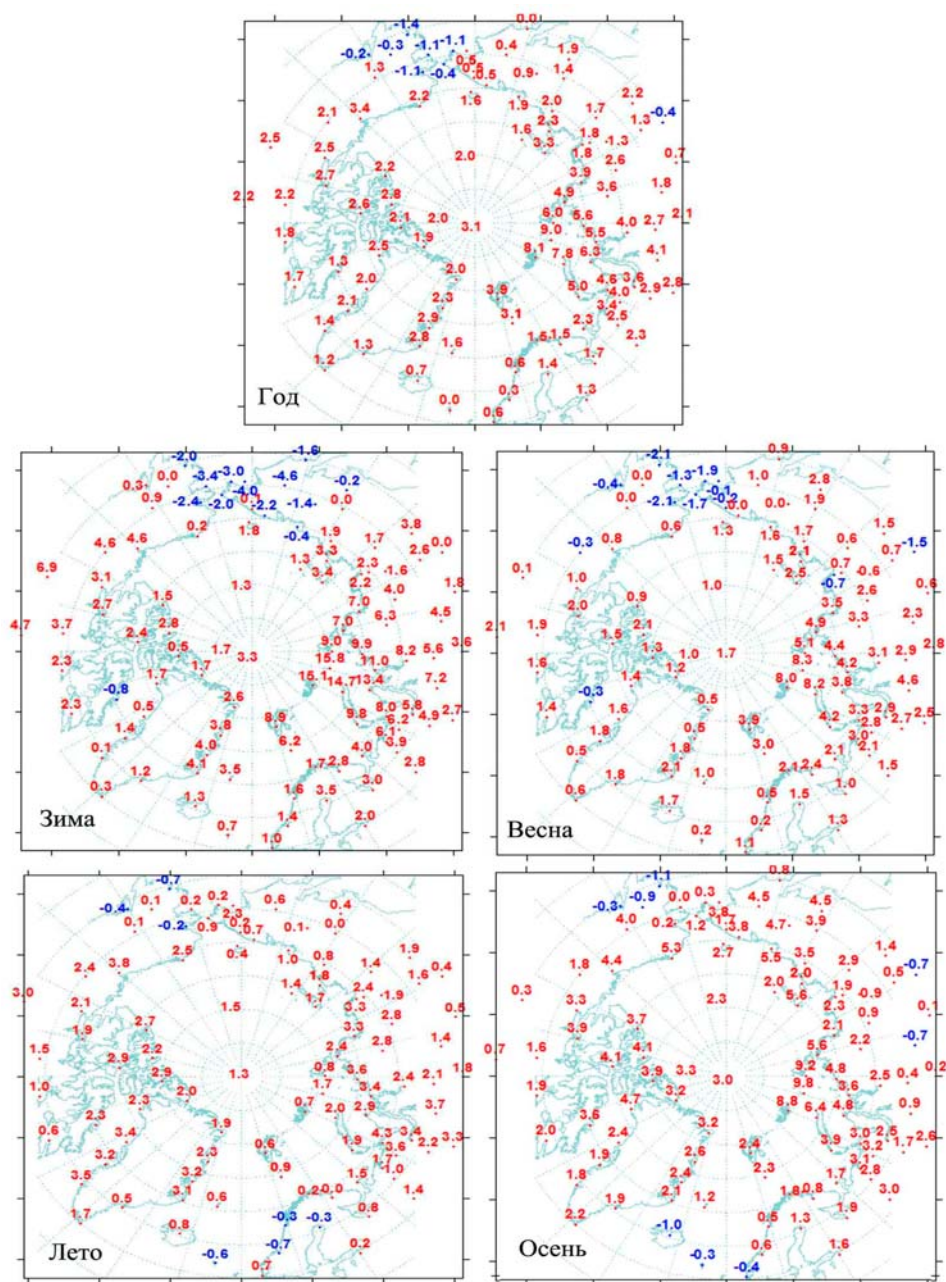


Рисунок 5.2 – Аномалии среднегодовой и средних сезонных температур воздуха на станциях СПО, °С.

Таблица 5.2 – Аномалии температуры воздуха в 2012 г. (отклонение от нормы за 1961-1990 гг.) для отдельных районов СПО (в среднем за год и сезоны)

Климатический район СПО	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	ΔT	R	ΔT	R	ΔT	R	ΔT	R	ΔT	R
Атлантический	1.7	4	2.9	3	1.4	14	1.0	15	1.4	11
Североевропейский	2.9	1	5.2	3	2.7	5	1.0	22	2.9	3
Западносибирский	4.6	1	7.6	1	4.2	5	2.7	1	3.7	4
Восточносибирский	2.3	3	3.4	4	1.6	20	2.0	1	2.2	16
Чукотский	0.9	22	-0.7	50	0.7	30	0.5	25	3.0	7
Аляскинский	0.5	21	-0.2	45	-0.6	59	0.7	17	2.0	15
Канадский район	2.1	4	2.3	10	1.2	26	2.3	1	2.7	5
Канадский район (северная часть)	2.3	4	1.3	22	1.3	25	2.7	1	3.8	2
Гренландское и Норвежское моря (северная часть)	2.7	3	4.7	3	1.8	13	1.8	5	2.6	6
Баренцево море	4.0	1	7.4	2	3.9	2	1.0	17	3.7	2
Карское море	6.0	1	9.7	2	5.3	4	2.7	1	6.2	1
Море Лаптевых	3.4	2	4.6	1	2.5	10	2.5	2	3.9	3
Восточно-Сибирское море	1.7	11	1.3	19	1.4	24	0.9	18	3.3	7
Чукотское море	0.6	34	-0.1	41	-0.2	50	0.5	29	2.0	12
Море Бофорта	2.3	11	2.2	15	1.1	26	2.5	1	3.5	5

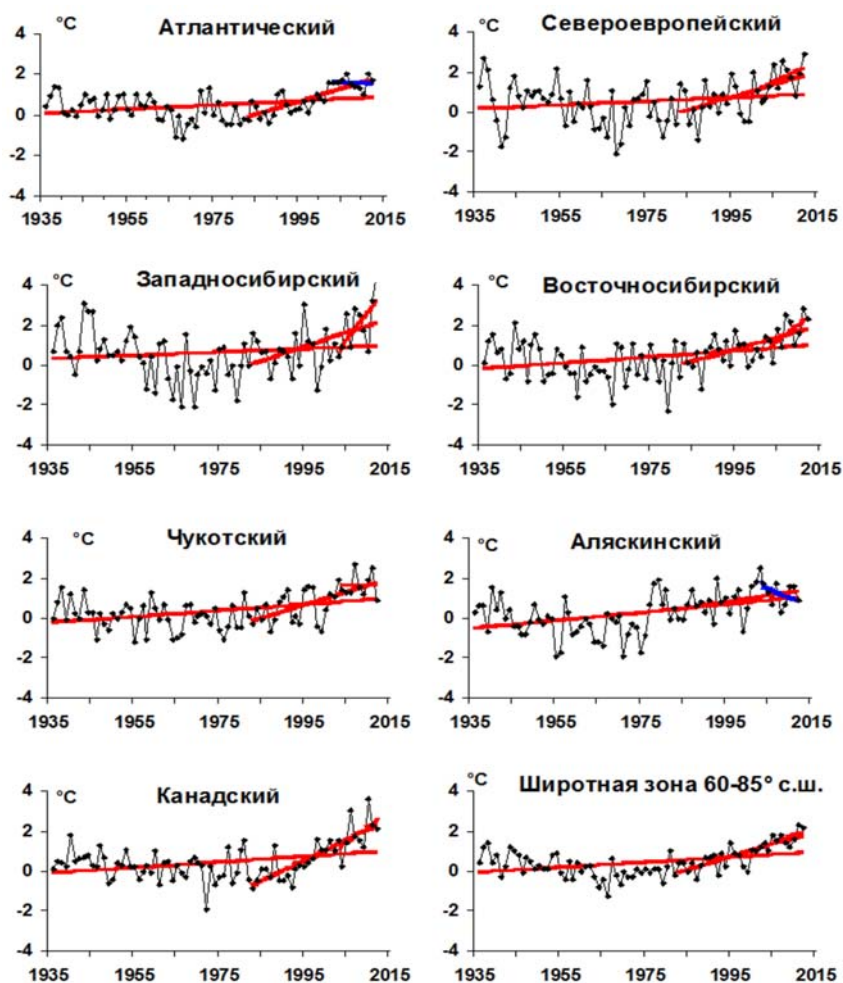


Рисунок 5.3 – Временные ряды аномалий среднегодовой температуры воздуха для отдельных районов и широтной зоны 60-85° с.ш.

Характеристики линейного тренда, оцененные по этим рядам за 1936-2012 гг., приведены в таблице 5.3. В течение 1936-2012 гг. наблюдается статистически значимый (на 5-% уровне значимости) положительный линейный тренд среднегодовой температуры в целом для СПО и для отдельных широтных зон (60-70 и 70-85° с.ш.). Линейное (по тренду) повышение температуры воздуха за 77 лет составило в этих широтных зонах 0.92, 0.92 и 1.0 °С, соответственно. Значимый годовой тренд потепления прослеживается во всех районах, за исключением Североευропейского и Западносибирского. Потепление за 77 лет составляет в районах от 0.62 до 1.54 °С. Для СПО в целом значимый тренд обнаруживается в зимнем, весеннем и летнем сезонах (линейное повышение температуры составило, соответственно, около 0.77, 1.39 и 0.85 °С за 77 лет).

В течение последних тридцати лет (1983-2012 гг.) температура росла во всех регионах СПО (см. рис. 5.3). В целом для СПО линейный рост среднегодовой температуры составил около 1.8 °С за 30 лет (или 0.61 °С/10 лет).

В районах арктических морей (рис. 5.4) в течение 1936-2012 гг. всюду знак тренда положительный. Наиболее высокими темпами повышение температуры происходит в районах морей вблизи северных частей Атлантического и Тихого океанов. В районе моря Бофорта повышение среднегодовой температуры по тренду за 77 лет составило около 1.7 °С, а в северной части Гренландского и Норвежского морей – около 1.4 °С.

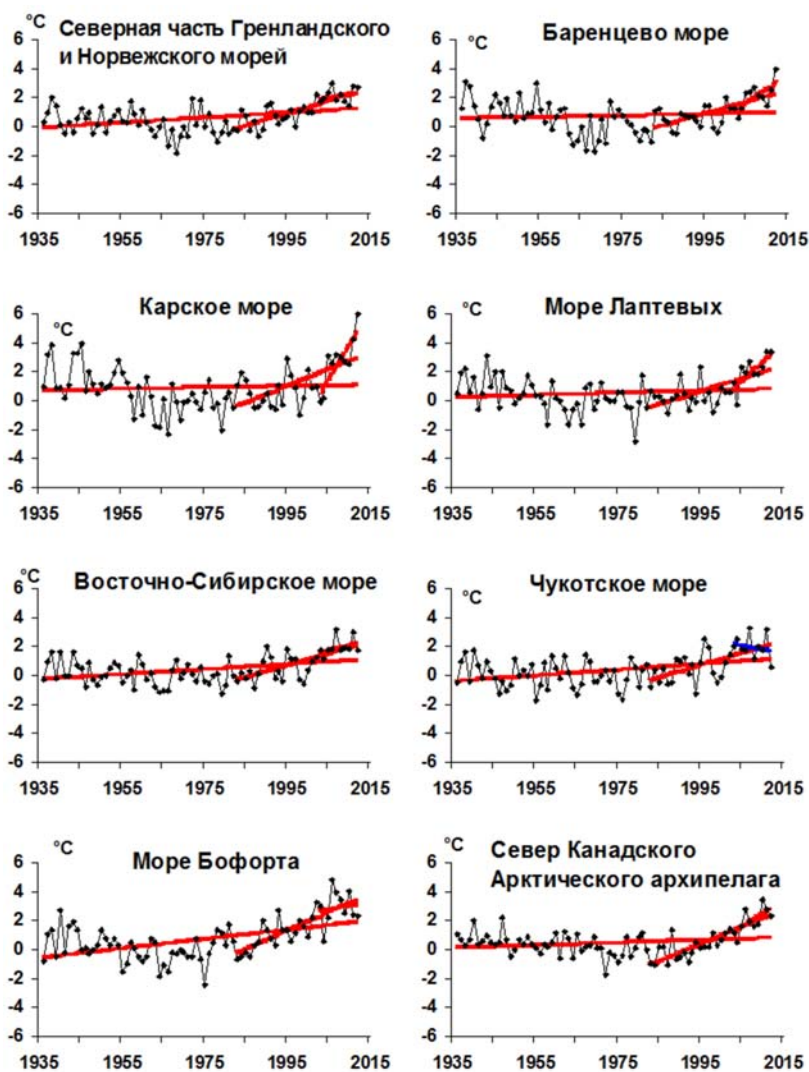


Рисунок 5.4 – Временные ряды аномалий среднегодовой температуры воздуха для районов арктических морей

Таблица 5.3 – Коэффициенты линейного тренда средней за сезон и за год (декабрь-ноябрь) температуры воздуха за период 1936-2012 гг. по регионам СПО *b*, °C/10 лет – коэффициент линейного тренда, *D%* – вклад тренда в дисперсию

Район, широтная зона	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>
<i>Широтные зоны</i>										
60-85° с.ш.	0.10	22.4	0.18	41.8	0.11	48.7	0.10	23.7	0.12	40.3
70-85° с.ш.	0.08	13.8	0.18	37.1	0.11	45.3	0.10	18.7	0.12	30.5
60-70° с.ш.	0.14	29.4	0.18	42.7	0.11	50.0	0.09	23.7	0.13	46.2
<i>Районы СПО</i>										
Атлантический	0.15	25.7	0.14	34.6	0.09	35.4	0.05	15.0	0.10	31.9
Североевропейский	0.03	2.3	0.25	37.1	0.06	16.1	0.04	7.1	0.09	18.9
Западносибирский	-0.04	3.5	0.23	25.9	0.08	21.8	0.04	5.4	0.08	14.0
Восточносибирский	0.18	22.6	0.23	31.9	0.11	30.3	0.08	11.4	0.15	33.4
Чукотский	0.03	4.0	0.22	31.6	0.17	47.9	0.21	31.6	0.16	39.7
Аляскинский	0.33	32.2	0.20	26.2	0.15	44.9	0.10	15.1	0.20	46.1
Канадский	0.22	27.1	0.05	8.6	0.11	35.1	0.19	35.3	0.14	34.3
<i>Моря как часть климатического района</i>										
Северная часть Гренландского и Норвежского морей	0.20	22.6	0.22	40.0	0.17	54.7	0.10	19.7	0.18	38.3
Баренцево море	-0.07	6.1	0.18	26.9	0.05	16.0	0.04	6.7	0.05	9.4
Карское море	-0.11	7.8	0.23	24.0	0.05	14.7	0.03	3.6	0.05	6.9
Море Лаптевых	0.01	1.4	0.18	23.2	0.09	23.1	0.01	1.6	0.07	14.1
Восточно-Сибирское море	0.13	19.7	0.21	28.8	0.15	38.4	0.17	23.2	0.16	38.2
Чукотское море	0.18	20.1	0.23	27.8	0.17	44.3	0.19	29.6	0.20	40.1
Море Бофорта	0.39	49.5	0.14	25.3	0.15	42.1	0.19	29.2	0.22	50.9
Северная часть Канадского района	0.11	13.0	0.02	3.0	0.07	18.2	0.15	28.2	0.09	21.3

Примечание. Жирным шрифтом выделены значения, статистически значимые на уровне значимости 5%

Атмосферные осадки. Оценка многолетних изменений количества осадков в СПО проводится по тем же климатическим районам, что и для температуры воздуха. За холодный сезон принимается период с октября по май, а за теплый – с июня по сентябрь. В табл. 5.4 представлены относительные аномалии сезонных и годовых сумм осадков в 2011/12 г. для СПО и для отдельных климатических районов.

В целом для СПО в 2011/12 г. годовая сумма осадков была выше нормы (на 7.5 %) – главным образом, за счет более влажного теплого периода к югу от 70° с.ш. (на 14 % выше нормы).

Менее всего осадков выпало в Чукотском районе (на 14 % ниже нормы) из-за существенно меньшего количества осадков в холодном периоде (на 30 % ниже нормы), а более всего – в Североевропейском районе (на 24 % выше нормы).

На рисунке 5.5 приведены временные ряды аномалий годовых сумм осадков для районов арктических морей. В таблице 5.5 представлены оценки трендов в изменении сезонных и годовых сумм осадков с 1936 по 2012 г. по северным (70–85° с.ш.), южным (60–70° с.ш.) частям климатических районов, а также для районов в целом.

В многолетних изменениях годовых сумм осадков за период 1936–2012 гг. в СПО наблюдается тенденция их статистически значимого их увеличения со средней скоростью около 3 мм/10 лет. При этом рост осадков преимущественно отмечается в канадско-европейском секторе, включая Атлантику, и, в основном, в холодный период года.

Тенденция к убыванию осадков уверенно обнаруживается в Чукотском районе в течение всего года и в районах арктических морей азиатского сектора СПО в теплый период года. Более всего рост осадков выражен в южной части Североевропейского района (15.5 мм/10 лет для осадков холодного периода и 18.8 мм/10 лет для годовых

сумм), а уменьшение – в Восточно-Сибирском и Чукотском морях (11,3 и 13.8 мм/10 лет для годовых сумм осадков).

Таблица 5.4 – Относительные аномалии (%) сезонных и годовых сумм осадков в 2011/12 г. (в % от нормы 1961-1990 гг.)

Климатический район, широтная зона	Холодный период	Теплый период	Год
Атлантический	115.1	98.8	110.1
Североевропейский	122.0	126.0	123.8
Западносибирский	101.5	110.6	105.9
Восточносибирский	104.0	84.4	93.6
Чукотский	70.0	107.0	86.2
Аляскинский	99.9	126.0	113.9
Канадский	90.4	107.3	99.2
60-70° с.ш.	110.6	113.6	111.9
70-85° с.ш.	106.4	100.8	103.9
60-85° с.ш.	106.6	108.7	107.5

Таблица 5.5 – Оценки линейного тренда регионально осредненных сезонных и годовых сумм осадков за период 1936-2012 гг., *b*, мм/10 лет – коэффициент линейного тренда, *D*,% – вклад тренда в полную дисперсию.

Район, широтная зона	Холодный период		Теплый период		Год	
	<i>b</i>	<i>D</i> %	<i>b</i>	<i>D</i> %	<i>b</i>	<i>D</i> %
Южная часть (60-70° с.ш.)						
Южная часть Гренландского и Норвежского морей	5.24	4.7	-0.50	-1.0	4.73	3.0
Североевропейский (южная часть)	15.52	39.4	3.29	10.3	18.81	26.4
Западносибирский (южная часть)	9.02	25.8	-2.52	-7.8	6.50	9.7
Восточносибирский (южная часть)	2.56	13.2	0.39	1.7	2.95	7.0
Чукотский (южная часть)	-1.12	-3.9	-0.70	-3.3	-1.82	-3.7
Аляскинский (южная часть)	2.77	12.5	-1.53	-6.0	1.24	2.6
Канадский (южная часть)	0.60	3.3	3.39	17.6	3.99	10.7
60-70°с.ш.	5.00	12.8	0.31	1.1	5.31	7.9
Северная часть (70-85° с.ш.)						
Северная часть Гренландского и Норвежского морей	9.12	29.8	0.15	0.9	9.27	19.9
Баренцево море	6.15	20.9	-0.09	-0.4	6.05	12.2
Карское море	0.44	2.6	-1.10	-6.8	-0.66	-2.0
Море Лаптевых	-3.07	-19.4	-3.00	-18.2	-6.08	-18.8
Восточно-Сибирское море	-7.03	-43.2	-4.27	-28.1	-11.30	-35.9
Чукотское море	-10.25	-45.1	-3.55	-21.1	-13.80	-34.9
Море Бофорта	-0.66	-6.7	0.58	5.0	-0.26	-1.1
Канадский (северная часть)	0.86	11.0	0.65	7.6	1.52	9.3
70-85°с.ш.	1.07	5.9	-0.84	-5.7	0.23	0.7
СПО (60-85° с.ш.)						
Атлантический	6.74	8.1	-0.29	-0.8	6.45	5.3
Североевропейский	11.70	32.9	2.04	7.5	13.74	21.9
Западносибирский	5.40	19.6	-1.93	-7.6	3.48	6.6
Восточносибирский	0.40	2.2	-0.91	-4.5	-0.50	-1.3
Чукотский	-3.90	-15.7	-2.38	-12.3	-6.29	-14.2
Аляскинский	1.99	10.3	-1.46	-6.4	0.53	1.3
Канадский	0.72	5.0	2.36	15.5	3.08	10.5
60-85°с.ш.	3.35	10.5	-0.33	-1.4	3.02	5.4

Примечание. Жирным шрифтом выделены значения, статистически значимые на уровне значимости 5%

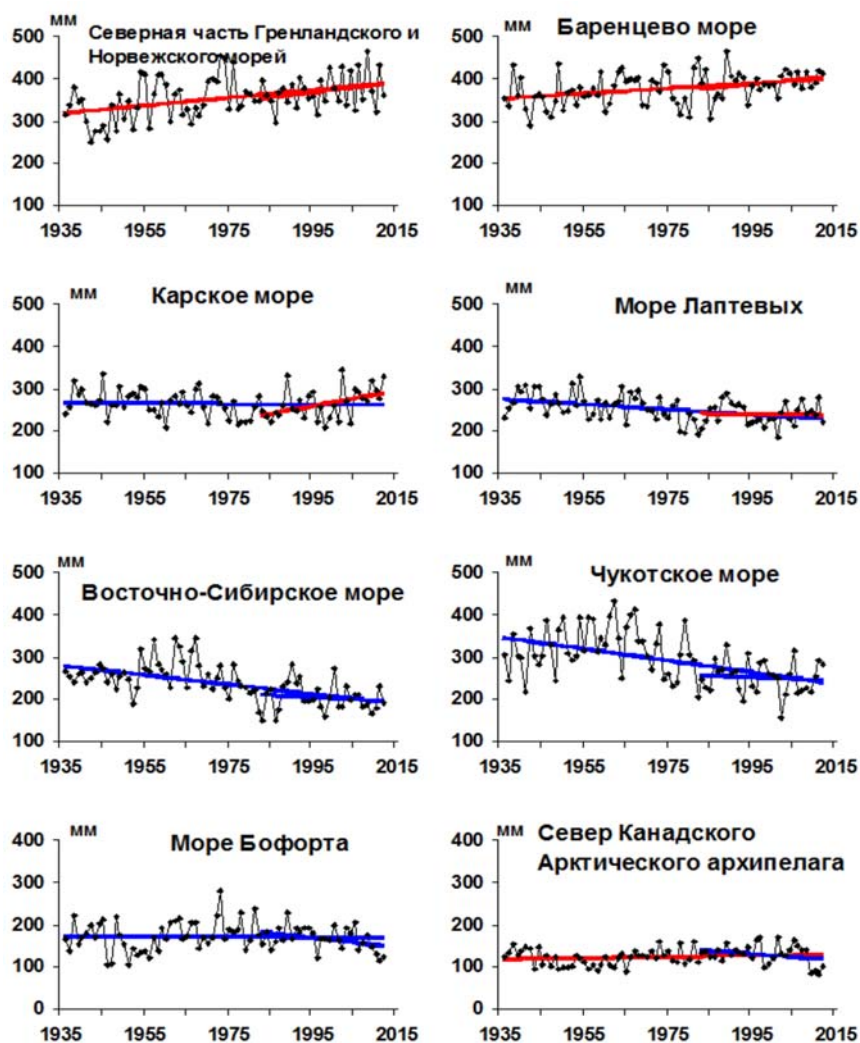


Рисунок 5.5 – Временные ряды регионально осредненных годовых сумм осадков.

В заключение отметим, что результаты мониторинга состояния приземной атмосферы в Северной полярной области позволяют сделать вывод о сохранении в последние годы тенденции к потеплению в высоких широтах.

Морская Арктика.

Изменения температуры в области морской Арктики, включающей покрытую льдами в зимний период акваторию Северного Ледовитого океана, влияют на зимнее разрастание ледяного покрова и его летнее таяние. Для оценки изменений приповерхностной температуры воздуха (ПТВ) в этой области использованы данные 41 метеорологической станции на островах и побережье Северного Ледовитого океана (рис. 5.6).

Средняя за летние месяцы (июнь-август) температура воздуха в 2012 году здесь достигла наибольшего значения за весь период наблюдений. Средняя за ноябрь-март ПТВ на этих станциях оказалась ниже, чем в 2011 году. Из рис. 5.6 видно, что рост обеих температур ускорился после 1990 года.

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 постепенное сокращение летней площади морского льда (ПМЛ) в Арктике также ускорилось в конце 1990-х годов. В результате усиления потепления в последние годы сентябрьская площадь арктического морского льда сократилась с 2000 г. почти в два раза.

За последнее десятилетие был отмечен ряд последовательно углубляющихся сентябрьских минимумов площади льда: в 2002, 2005, 2007 гг., завершившийся самым глубоким минимумом в сентябре 2012 года (рис. 5.7, и 5.8). В сентябре 2012 года средняя площадь льда составила 3.61 млн. кв. км с минимальным значением 3.37 млн. кв. км 22-25 сентября.

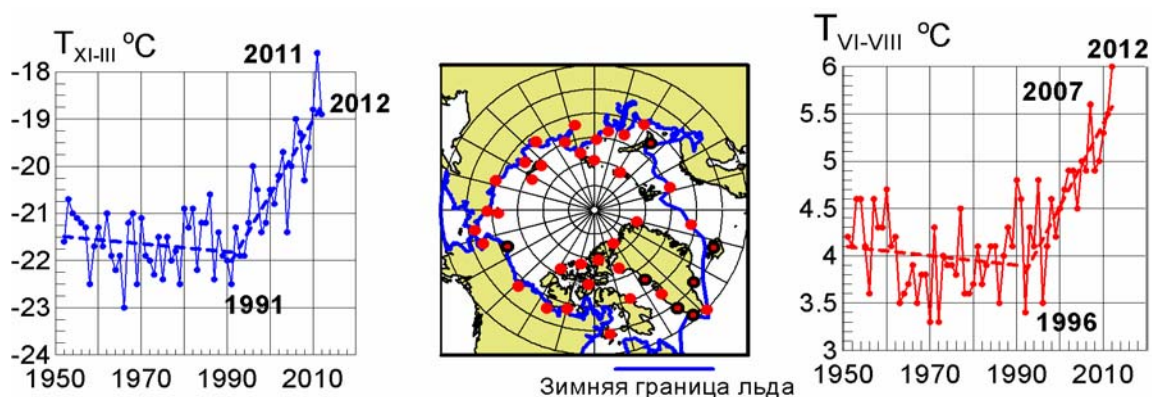


Рисунок 5.6 – Средняя за ноябрь-март (XI-III) и за июнь-август месяцы (VI-VIII) ПТВ на 41 станции в морской Арктике в 1951-2011 гг. Положение станций показано в центре. Пунктирными линиями показаны тренды на отрезках ряда до начала потепления и в период потепления.

В Сибирских арктических морях (Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское моря) сентябрьская ПМЛ после 1998 года сокращалась еще более быстрыми темпами до 2005 года. В последующие годы сентябрьская площадь льда колеблется около 250 тыс. кв. км в пределах от 400 до 132 тыс. кв. км (рис. 5.7).

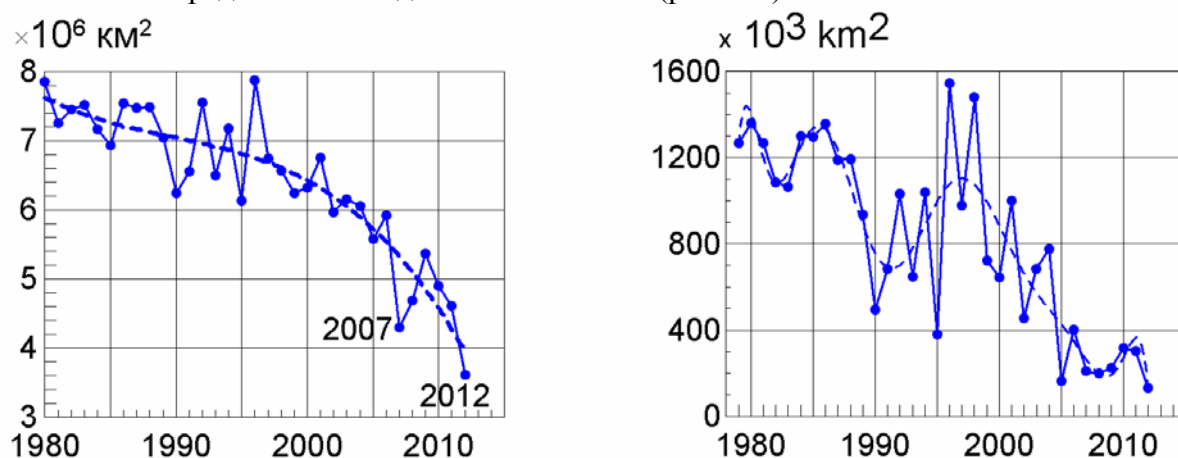


Рисунок 5.7 – Средняя площадь морского льда в сентябре в Арктике (слева, по данным NSIDC http://nsidc.org/data/seaice_index/index.html) и в Сибирских арктических морях (справа, по данным АНИИ <http://www.aari.nw.ru/>) в 1979-2012 гг. Пунктирной кривой показан ход, сглаженный ортогональными полиномами 3 степени (слева) и 10 степени (справа).

Северный Ледовитый океан. Для мониторинга изменений климата в морской Арктике особое значение имеет слежение за атлантической водой (АВ), поступающей в Арктический бассейн (конечное звено североатлантической части глобального океанического «конвейера»). Данные о температуре АВ, полученные в ходе экспедиционных исследований по 2012 год включительно (рис. 5.9) показывают сохранение повышенных значений температуры АВ в Арктическом бассейне, установившихся с середины 1990-х годов. В то же время данные инструментальных измерений температуры и объема АВ на разрезе из притопленных буйковых станций

через пролив Фрама, установленных в 1997 году немецкими и норвежскими океанографами показывают постепенное снижение этих показателей после 2007 года (<http://www.arctic.noaa.gov/reportcard/>).

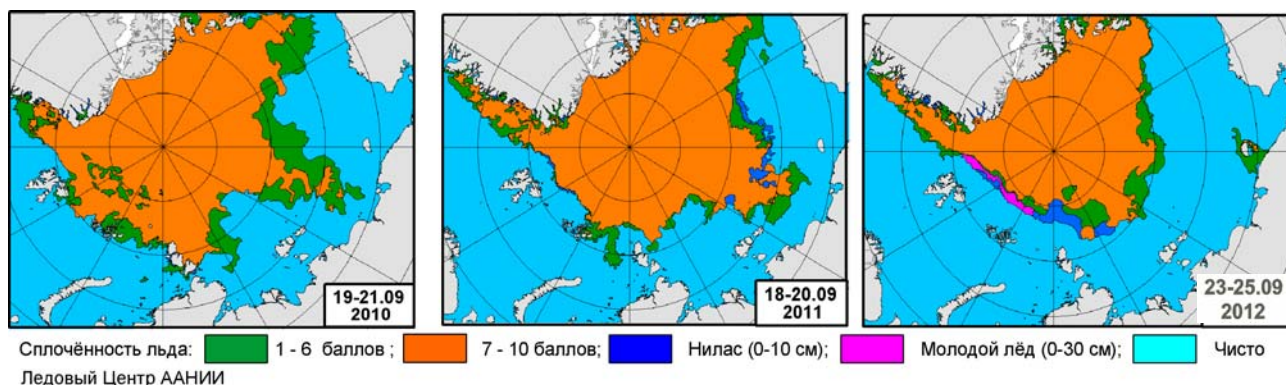


Рисунок 5.8 – распределение сплоченности льда во второй половине сентября в 2010, 2011 и 2012 гг. (Данные сайта ААНИИ <http://www.aari.ru/projects/ЕСІМО/index.php>). Эта тенденция подтверждается данными инструментальных измерений температуры и объема АВ на разрезе из притопленных буйковых станций через пролив Фрама, установленных в 1997 году немецкими и норвежскими океанографами (<http://www.arctic.noaa.gov/reportcard/>).

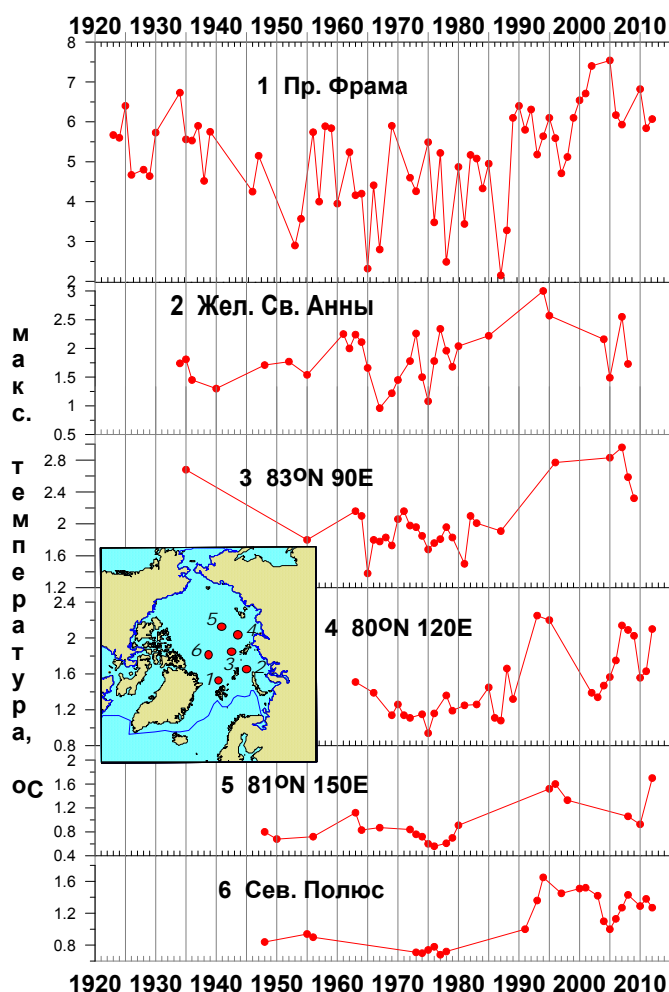


Рисунок 5.9 - Изменения температуры АВ по данным измерений в шести районах Арктического бассейна за 1920-2012 гг. (см. врезку). Данные за 2012 год получены в экспедициях «ПАЛЭКС», «Арктика- 2012 и в немецкой экспедиции на «Поларштерне»

Более детальные сведения о происходящих изменениях климата в Северном Ледовитом океане можно найти в ежеквартальном «Обзоре гидрометеорологических процессов в Северном Ледовитом океане» на сайте ААНИИ <http://www.aari.nw.ru>.

6. ВЕЧНАЯ МЕРЗЛОТА¹

В предшествующих докладах за 2011 и 2010 годы были приведены исчерпывающие сведения о площади распространения многолетнемерзлых пород на территории России в рамках международного проекта циркумполярного мониторинга мощности сезонно-талого слоя (CALM), в основе которого лежат измерения мощности сезонно-талого слоя (СТС) на площадках, характеризующих типичные ландшафтно-топографические условия различных участков криолитозоны. Измерения проводятся в конце теплого периода в соответствии со стандартным протоколом в 121 узле регулярной сетки с шагом 100 метров на площадках размером 1×1 км или 10 м на площадках размером 100×100 м погружением щупа в грунт до упора о мерзлый слой. Из 58 российских площадок, на которых когда-либо проводились измерения, в 2012 году были задействованы 43, в том числе 5 площадок на севере ЕЧР (3 из них с рядами наблюдений более 10 лет), по 6 в Западной и в Центральной Сибири (из них по 3 с длинными рядами), 19 площадок на севере Восточной Сибири (все с длинными рядами), 5 площадок на Чукотке (3 с длинными рядами) и 3 на Камчатке.

На рисунке 6.1 приведена карта расположения 34 российских площадок CALM с наблюдениями не менее чем 7 лет, причем необязательно в непрерывной последовательности (см. таблицу 6.1). Различия в обозначающих их символах на карте характеризуют тренд мощности СТС, рассчитанный по имеющимся данным в период с 1999 по 2012 г. Данные до 1999г. немногочисленны, по этой причине они не учитывались при расчете тренда, как и данные остальных площадок. Вместе с тем, используя отрывочные данные за более ранние годы, в том числе и по другим площадкам, можно констатировать заметное увеличение мощности СТС в первом десятилетии 21 века по сравнению с серединой 1990х годов, имевшее место на большей части криолитозоны.

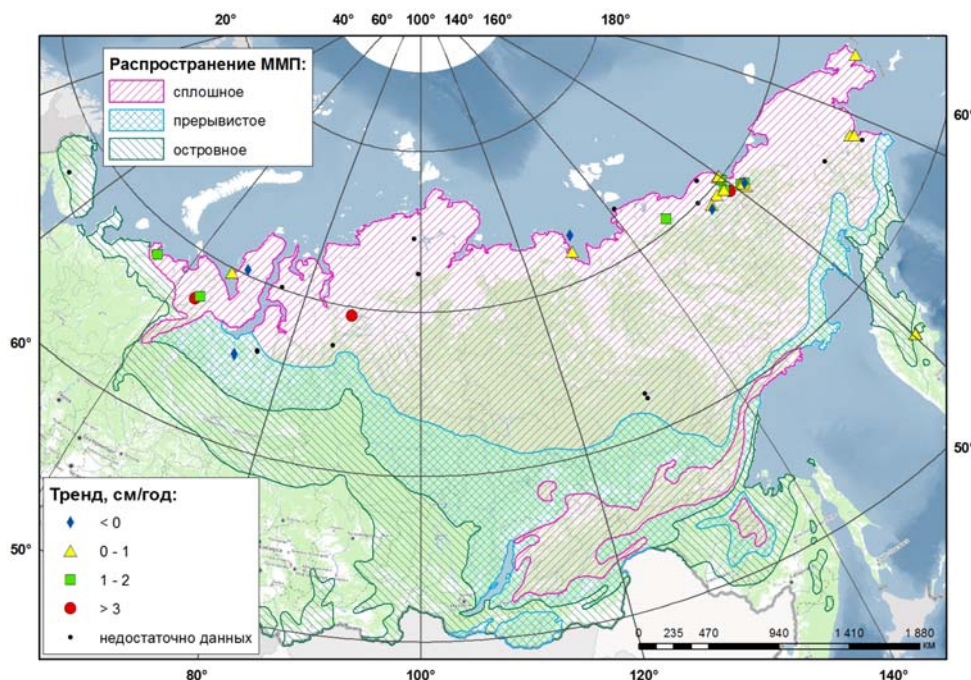


Рисунок 6.1 – Расположение российских площадок CALM с указанием величины тренда мощности СТС (см/год), рассчитанного по данным за период 1999-2012 г. (см. пояснения к символам на карте).

¹ В сборе данных о состоянии вечной мерзлоты и в подготовке текста большую помощь оказал Д.А. Стрелецкий, координатор международной программы CALM по измерению мощности СТС (Институт Криосферы Земли СО РАН)

Таблица 6.1 – мощность СТС, тренды за период 1999-2012 гг. (a , см/год), разница трендов по рядам до 2011 и 2012 г. (Δn) и изменения СТС в 2012 г. по сравнению с 2011 г. (Δz , см)

Код	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	$a/\Delta n$	Δz
Европейский север																
R2	64	69	73	76	77	78	81	84	89	87	86	89	88	91	1.9/-0.1	3
R23	91	111	111	110	113	125	131	137	138	152	144	138	144	161	4.2/0.2	17
R24	89	106	106	104	113	120	115	114	125	124	112	104	107	>135	1.6/0.5	28
Западная Сибирь																
R1	129	126	132	143	126	134	141	129	129	136	101 ¹	114	129	134	-0.7/0.4	5
R3	92	106	111	115	109	114	116	116	114	114	85 ¹	98	102	127	0.2/0.7	25
R5	87	92	92	92		94	97	94	92	93	76 ¹	87	87	102	-0.1/0.5	15
Центральная Сибирь																
R29A			27		35	25	33	35	44	38	28	38	39	33	0.7/-0.3	-6
R29B						26	33	32	44	37	25	28	35	30	-0.1/-0.1	-5
R32							81	91	90	94	94	94	96	104	2.4/0.4	8
Северо-Восточная Сибирь																
R13A	36	33	38	44	49		50	42	55	50	36	52	46	43	0.7/-0.2	-3
R13B	-	31	39		48		46	32	56	37	25	50	46	41	0.4/-0.1	-5
R14	38	41					47	44		40	46	49	47	46	0.6/-0.1	-1
R15A	32		36					30	60	38	28	48	32	30	0.1/-0.3	-2
R15B	36		32					44	54	44	39	45	54	46	1.2/-0.2	-8
R16	30						54	42	75	49	43	56	72	54	2.1/-0.4	-18
R17	-	45	47		51	55	54	53	60	49	47	56	61	53	0.7/-0.2	-8
R18	74	75	75	76	81	85	82	83	86	80	78	84	84	77	0.5/-0.2	-7
R18A					91	97	100	96	104	98	96	104	104	97	0.7/-0.4	-7
R19	67	72			84	92	95	93		92	92	103	94	83	1.7/-0.7	-11
R20	52	46	50		48	56	53	54	57	55	49	53	59	54	0.5/-0.1	-5
R21	83	84	84		96	103	113	101	117	100	96	110	105	92	1.5/-0.7	-13
R22	46					51	53		57	53	51	57	50	52	0.4/-0.1	2
R25	23	37	38				55	45	65	43	42	65	60	41	1.9/-0.7	-19
R31						39	42	44	48	47	49	52	53	50	1.6/-0.4	-3
R36							38	37	43	43	41	31	35	34	-0.8/0	-1
R38A					115	129	148	137	151	133	122	145	149	130	1.2/-0.9	-19
R38B					148	155	167	156				154	157	139	-0.9/-1.1	-18
R38C					72	77	80	81	84	79	78	82	79	72	0.1/-0.6	-7
Чукотка																
R9	39	42	44	46	50	57	57	53	59	52	52	52	51	53	0.9/-0.1	2
R11	53	46	47	52	55	64	62		67	61	60	53	57	54	0.6/-0.2	-3
R27		59	60	62	64	65	67	59	74	61	64	74	65	67	0.7/-0.1	2
Камчатка																
R30A					78	67	71	73	72	73	80	76	72	76	0.4/0	4
R30B						49	56	54	53	56	63	58	59	57	1.0/-0.3	-2
R30C								44	45	49	49	50	50	48	0.8/-0.5	-2

¹ – измерения проводились 1 августа (примерно на 25 дней раньше обычного срока в конце теплого периода)

В таблице 6.1 приведены данные по площадкам с длительностью наблюдений более 7 лет, по которым рассчитывались тренды, а также отличия СТС в 2012 году от предыдущего года. Показаны лишь коды площадок по номенклатуре CALM, географические координаты приведены в докладах Росгидромета за предыдущие годы. При анализе данных нужно принимать во внимание экспедиционный характер измерений в рамках программы CALM. Притом, что максимальной мощности СТС достигает в конце теплого периода года, сроки измерений заметно рознятся. Так, в 2009 году на всех трех площадках Западной Сибири измерения были проведены 1 августа, более чем за месяц до окончания теплого периода. Очевидно, эти данные занижают фактически достигнутую к сентябрю мощность СТС. Некоторые особенности связаны и с применяемой техникой измерений. Так, в 2012 году на площадке R24 на ЕЧР измерения проводились щупом длиной 135 см и не выявили упорного слоя при полном его погружении в грунт, поскольку он находился на большей глубине.

Из-за небольшой продолжительности рядов тренды несколько меняются с добавлением каждого последующего года наблюдений. Это видно из данных предпоследнего столбца таблицы 6.1, где в числителе указан тренд, рассчитанный по данным за период 1999-2012 гг., а в знаменателе – его отличие от тренда, рассчитанного по данным, ограниченным 2011 г. Небольшие относительные отличия свидетельствуют об устойчивости тренда, которая имеет место на многих, хотя и не на всех, площадках.

Особенности состояния вечной мерзлоты в 2012 году. В последнем столбце таблицы указаны отличия мощности СТС 2012 года от предыдущего. Повсеместно на севере ЕЧР и в Западной Сибири мощность СТС была выше, чем в предыдущий год, отличия достигали 30 см, что составляет около 25% среднемноголетней нормы. На всех площадках ЕЧР и на двух из трех площадок в Западной Сибири в 2012 году были достигнуты абсолютные максимумы СТС за весь период наблюдений (см. таблицу 6.1). При этом долгопериодные изменения на севере ЕЧР характеризовались повсеместно положительным трендом, более монотонным ростом и относительно небольшой межгодовой изменчивостью по сравнению с Западной Сибирью, где имеют место слабо отрицательные и близкие к нулю тренды и более выраженные межгодовые изменения.

На подавляющем большинстве площадок в Центральной и Восточной Сибири мощность СТС в 2012 году была на несколько сантиметров ниже, чем в предыдущий год, отличия в среднем не превышали 10% от многолетней нормы, лишь на 4 из 22 площадок достигая 20%. Лишь на двух площадках, R32 и R16 положительные тренды СТС превысили 2 см/год, еще на 6 площадках в Восточной Сибири они превысили 1 см/год, на большинстве остальных тренды были слабо положительными.

На Чукотке и на Камчатке отличия мощности СТС в 2012 от предыдущего года были незначительными, в пределах первых сантиметров.

7. АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Оценки агроклиматических условий 2012 года получены с использованием данных наблюдений за температурой воздуха месячного разрешения и месячных сумм осадков на сети 455 метеорологических станции России, СНГ и Балтии, из которых 198 станций расположены в земледельческой зоне РФ. Расчеты выполнялись в рамках системы Климат – Почва – Урожай, разработанной ФГБУ «ВНИИСХМ». Система позволяет осуществлять мониторинг агроклиматических показателей, непосредственно характеризующих условия формирования урожайности, а также рассчитывать показатели продуктивности – климатообусловленную урожайность и биоклиматический потенциал территории.

Текущие изменения агроклиматических условий на территории России

Общие тенденции изменений основных агроклиматических характеристик рассчитаны за периоды 1976 – 2000 гг. и 1976 – 2012 гг. Осредненные по Федеральным округам оценки коэффициентов линейных трендов агроклиматических показателей, полученных по стационарным временным рядам, представлены в таблице 7.1. Распределение линейных трендов показателей в ед./10 лет по территории показаны на рисунках 7.1–7.2.

Таблица 7.1 – Оценки трендов показателей термического и влажностного режима на территории земледельческой зоны России (ед./10 лет)

Федеральный округ	Характеристики термического режима			Характеристики влажностного режима			
	Сумма температур		период >10 °С	ИС	W _{воз.вег.}	W _{июль}	N _{w10}
	>10 °С	>5 °С					
	°С	°С	сут	б/р	мм	мм	сут.
1976 – 2000 гг.							
Северо-Западный	74,8	102,78	1,7	0,02	-0,7	-3,2	2,6
Центральный	94,9	135,87	3,4	0,06	-0,8	-2,9	5,0
Приволжский	60,5	106,96	1,4	0,04	-0,7	-2,4	5,0
Южный	111,6	66,53	4,2	-0,03	0,7	-0,6	-1,4
Северо-Кавказский	97,6	40,19	6,0	-0,11	-0,2	0,8	-0,1
Уральский	34,0	84,08	0,2	0,00	0,1	-1,4	1,2
Сибирский	56,9	86,90	2,0	0,01	0,0	-2,1	2,4
Дальневосточный	71,1	75,40	4,1	0,01	-0,4	-0,6	0,0
Россия	65,3	90,48	2,3	0,01	-0,3	-2,0	2,6
1976 – 2012 гг.							
Северо-Западный	111,9	113,90	5,1	0,02	-0,7	-2,6	0,9
Центральный	145,9	149,38	5,3	0,06	-1,2	-2,8	4,5
Приволжский	112,4	123,73	3,8	0,06	-0,9	-1,6	4,7
Южный	152,5	150,52	3,8	0,01	-0,4	-0,6	0,5
Северо-Кавказский	138,9	130,08	4,5	-0,03	-0,6	0,1	-1,7
Уральский	83,7	85,96	4,3	0,04	-0,2	-1,4	2,2
Сибирский	62,6	71,18	2,9	0,01	-0,1	-0,5	1,2
Дальневосточный	75,5	68,12	3,9	0,01	-0,6	-1,2	1,1
Россия	95,9	98,89	4,0	0,03	-0,5	-1,4	2,4
<p><i>Примечание.</i> ИС – отношение испаряемости к осадкам за год, W_{июль} – влагозапасы пахотного слоя почвы в июле, W_{воз.вег.} – влагозапасы почвы на дату возобновления вегетации, N_{w10} – число дней вегетационного периода, когда влажность пахотного слоя почвы не превышает 10 мм</p>							

Основная характеристика *теплообеспеченности* сельскохозяйственных культур, используемая в агрометеорологии, – суммы среднесуточных значений температуры воздуха превышающих 10°C (сумма активных температур) за период от даты перехода через +10°C весной до перехода через +10°C осенью. Оценки линейного тренда сумм температур воздуха по федеральным округам РФ, представленные в таблице 7.1, показывают, что за период с 1976 по 2000 г. скорость роста этого показателя изменялась в диапазоне от 32°C/10 лет в Уральском ФО до 112°C/10 лет в Южном ФО. Противоположная тенденция – уменьшение сумм активных температур в этот период наблюдается в северной части Уральского ФО и на северо-западе Сибирского ФО. Тенденция к повышению сумм активных температур усиливается с 1976 по 2012 г. Минимальная и максимальная скорости роста сумм активных температур составляют 63°C/10 лет (в Сибири) и 152°C/10 лет (в Южном ФО). Полностью исчезают регионы с падением сумм активных температур. В целом для России оценки линейной скорости роста этого показателя следующие: 65°C/10 лет за период 1976 – 2000 гг. и 96°C/10 лет за период 1976 – 2012 гг.

Слабее выражен рост сумм температур воздуха выше 5°C для всей территории РФ (таблица 7.1). Соответствующие оценки показателя: 90°C/10 лет (1976 – 2000 гг.) и 99°C/10 лет (1976 – 2012 гг.).

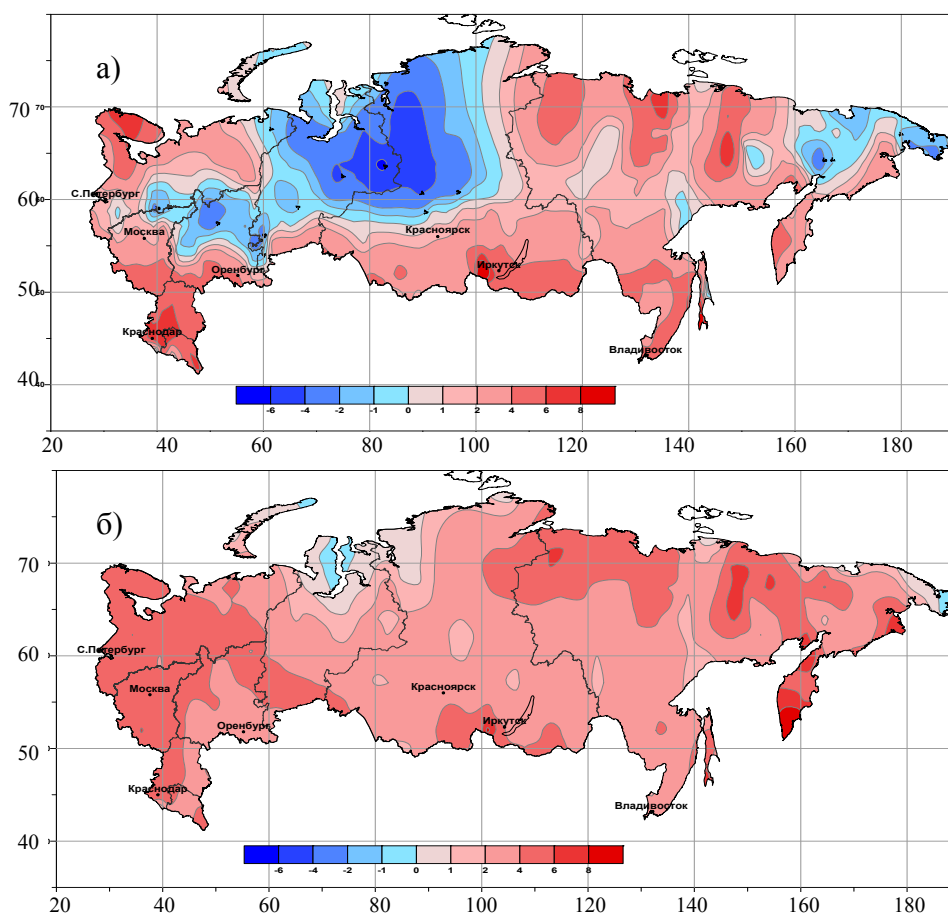


Рисунок 7.1 – Средняя скорость изменения (тренд) числа дней с температурой выше 10°C (сут./10 лет) за период: а) с 1976 по 2000 г.; б) с 1976 по 2012 г.

Важным показателем является *продолжительность периода с температурой воздуха выше 10°C (N10)*, которая для многих сельскохозяйственных культур совпадает с периодом вегетации. Линейные тренды продолжительности вегетационного периода с 1976 по 2000 гг. (рисунок 7.1а) отрицательны в отдельных областях центрального региона (Московская, Нижегородская Кировская и др.), на востоке Европейской части России, на севере Уральского и Сибирского ФО (севернее 60°с.ш., 60–100°в.д.). Продолжительность

этого периода с 1976 г. растет уже повсеместно (рисунок 7.2б) и средняя оценка для территории России составляет 4.0 сут./10 лет, достигая максимальной величины в Центральном (5.3 сут./10 лет) и Северо-Западном ФО (5.1 сут./10 лет) (таблица 7.1). Следует отметить также, что на территории Северо-Западного ФО и на Урале, для периода 1976-2012 год значительно увеличилась скорость роста тренда величины N_{10} , по сравнению с периодом 1976-2000 гг. (таблица 7.1, рисунок 7.1б).

Рост *температуры воздуха* самого теплого месяца года – июля, можно рассматривать как фактор, благоприятствующий продвижению теплолюбивых сельскохозяйственных культур (кукурузы и др.) в северные районы. Для первого периода (1976–2000 гг.) и второго периода (1976–2012 гг.) наблюдается повсеместный рост июльских температур, достигающий в среднем по России 0,5 – 0,6°C за 10 лет. Следует отметить, что для Уральского и Сибирского ФО темпы роста июльской температуры замедлились с 0,6–0,7°C в первый период с 1976 по 2000 до 0,2–0,3°C/10 лет за период с 1976 по 2012 гг. В то же время тенденция роста температуры июля за период с 1976 по 2012 гг. усилилась в Северо-Западном, Центральном и Северо-Кавказском ФО (от 0.4 до 1.1°C/10 лет).

Условия зимовки сельскохозяйственных культур в значительной степени определяются температурным режимом самого холодного месяца года, января. Положительная скорость роста январских температур в течение 1976 – 2000 гг. наблюдалась на всей территории земледельческой зоны России. В нечерноземной зоне Европейской части России январские температуры повышаются более, чем на 1.0°C за 10 лет. Следует отметить, что за период 1976 – 2012 гг. в ряде районов Сибири и Урала скорость роста январских температур замедлилась и местами стала отрицательной.

Влагообеспеченность сельскохозяйственных культур определяется увлажненностью почвы, которая складывается в зависимости от соотношения приходной и расходной составляющих водного баланса – осадков и испарения, которое тесно связано с температурой воздуха. В таблице 7.1 представлены оценки тренда для комплекса показателей увлажненности территории: сезонных сумм осадков, индекса сухости М.И. Будыко (ИС), влажности почвы на начало возобновления вегетации ($W_{\text{воз.veg.}}$), влажности почвы в июле ($W_{\text{июль}}$) и числа дней вегетационного периода с влажностью пахотного слоя менее 10 мм (N_{w10}). Индекс сухости Будыко (безразмерная величина) это отношение испаряемости к годовой сумме осадков, т.е. изменение ИС характеризует изменения степени засушливости климата в масштабе года. Географическое распределение трендов N_{w10} за последние десятилетия, оценки которых получены для двух временных интервалов (1976–2000 гг. и 1976–2012 гг.), показано на рисунке 7.2.

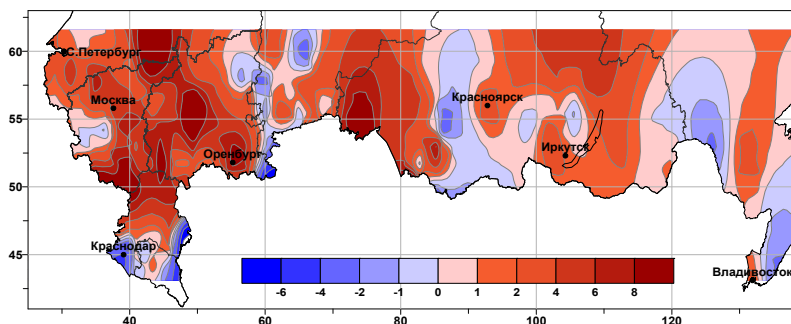
Анализ трендов показателей увлажненности, представленных в таблице 7.1 и на рисунке 7.2, позволяет сделать вывод, что за период 1976-2012 гг. по сравнению с периодом 1976–2000 гг. скорость роста засушливости сохраняется. Исключение составляют Приволжский и Южный ФО. Обращает на себя внимание практически повсеместный рост осадков весной (за исключением Центрального ФО), а также рост осенних осадков в районах возделывания озимых зерновых культур (Северный Кавказ, Центральный ФО). Следует отметить рост числа дней с влажностью ниже 10 мм в пахотном слое за теплый период года, что является свидетельством некоторого нарастания аридности климата. За исключением районов Северного Кавказа, этот показатель имеет положительную тенденцию для всей земледельческой зоны (таблица 7.1, рисунок 7.2) и величина тренда составляет в среднем 2,4 суток для территории РФ.

Агрометеорологические условия 2012 года

Сравнительная характеристика агрометеорологических условий 2012 года и соответствующих средних величин за пятилетие (2006 – 2010 гг.) представлена в таблице 7.2 (данные относятся к земледельческой зоне РФ южнее 66,5°с.ш.). Более 60 % сельскохозяйственной продукции России производится в четырех федеральных округах:

Южном, Приволжском, Северо-Кавказском и Центральном, которые выделены жирным шрифтом в таблице 7.2 как наиболее значимые в сельскохозяйственном отношении.

а) с 1976 по 2000 г;



б) с 1976 по 2012 г;

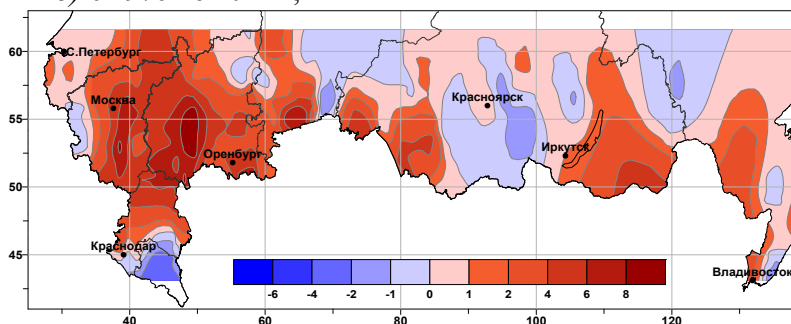


Рисунок 7.2 – Средняя скорость изменения (тренд) числа дней за вегетационный период (сут./10 лет) с влагозапасами пахотного слоя почвы ниже 10 мм:

Таблица 7.2 – Агрометеорологические условия вегетации сельскохозяйственных культур в 2012 году и в среднем за период 2006 – 2010 гг.

Федеральный округ	Средняя температура воздуха, °С				Длина вегетационного периода	Сумма температур выше 5 °С	Сумма осадков за период, мм			
	зима	весна	лето	осень			зима	весна	лето	осень
2012 год										
Северо-Западный	-5,9	4,9	16,4	6,3	192	2492	136	140	260	274
Центральный	-6,9	7,2	19,1	7,4	208	3099	150	147	248	200
Приволжский	-10,9	6,7	20,3	6,4	204	3180	96	123	203	166
Южный	-1,4	12,3	24,9	14,4	250	4727	181	172	150	108
Северо-Кавказский	-4,1	10,4	21,8	12,2	234	4026	64	126	249	66
Уральский	-15,4	4,6	19,2	3,6	190	2749	17	103	153	153
Сибирский	-19,5	2,1	18,3	0,7	169	2414	45	72	156	130
Дальневосточный	-18,9	2,4	18,6	3,6	175	2636	24	122	328	223
Россия	-12,4	5,3	19,3	5,2	195	2942	85	117	205	171
Среднее за 2006 – 2010 гг.										
Северо-Западный	-5,9	5,2	17,1	5,9	191	2531	137	122	249	203
Центральный	-6,9	6,9	19,3	6,8	201	2952	115	118	181	166
Приволжский	-10,6	5,8	19,7	5,5	187	2867	111	114	159	143
Южный	0,1	11,5	24,8	13,3	271	4580	184	193	132	186
Северо-Кавказский	-2,0	9,3	22,5	10,8	237	3780	79	157	154	134
Уральский	-14,6	3,5	17,3	3,1	173	2358	66	104	187	107
Сибирский	-19,1	1,3	16,8	1,2	159	2152	66	83	202	112
Дальневосточный	-17,1	2,6	18,4	3,1	176	2586	45	146	346	138
Россия	-11,8	4,7	18,7	4,8	187	2723	96	116	199	143

Зима на большей части рассматриваемой территории в 2012 г. была холоднее на 0,3–2,1°C по сравнению с периодом 2006–2010 гг. По всей территории России количество выпавших зимних осадков составило 89 % от соответствующей величины за период 2006–2010 гг. Лишь в Центральном ФО зимой 2012 года осадков выпало на 25 % больше чем в пятилетии 2006–2010 гг. На территории Уральского и Сибирского ФО зима была малоснежной. Количество осадков составило соответственно 17 и 45 мм, что составляет 25 и 68 % от уровня 2006–2010 гг.

Весна на Европейской части РФ в 2012 г. была теплее на 0,3 – 1,1°C, а в Сибири и на Урале на 0,8 – 1,1°C по сравнению с периодом 2006 – 2010 гг. В то же время в Центральном, Северо-Западном ФО и в наиболее подверженном засухам Приволжском ФО весной 2012 г. выпало в среднем на 20 мм больше осадков, чем в среднем за период 2006 – 2010 гг. На юге земледельческой зоны РФ (Южный и Северо-Кавказский ФО) количество выпавших весенних осадков составляло 93 % от уровня 2006 – 2010 гг.

Агрометеорологические условия летнего периода 2012 г. в Уральском и Сибирском ФО были менее благоприятными для произрастания сельскохозяйственных культур, чем условия предшествующего пятилетия (2006 – 2010 гг.). В этих регионах в 2012 г. температура воздуха за летний период превысила температурный фон периода 2006 – 2010 гг. в среднем на 2,0°C на фоне меньшего количества выпавших осадков. В среднем для всей земледельческой зоны РФ вегетационный период 2012 г. оказался на 7 дней продолжительнее, чем за период 2006 – 2010 гг., а сумма температур выше 5°C за вегетацию на 200°C превысила уровень периода 2006 – 2010 гг.

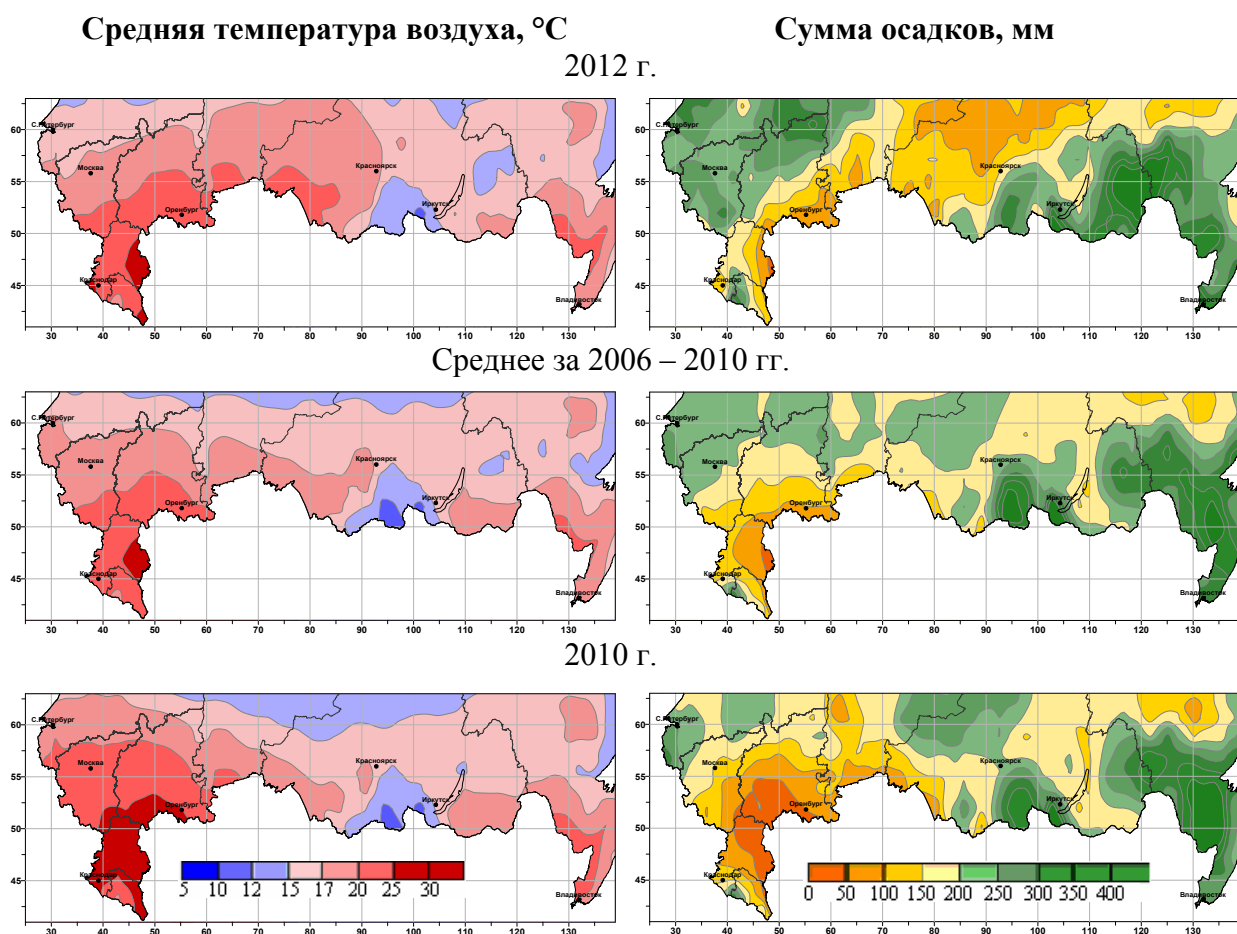


Рисунок 7.3 – Средняя температура воздуха и сумма осадков за летний период в 2012 г. (вверху) и в 2010 г. (внизу); средние за период 2006 – 2010 гг.

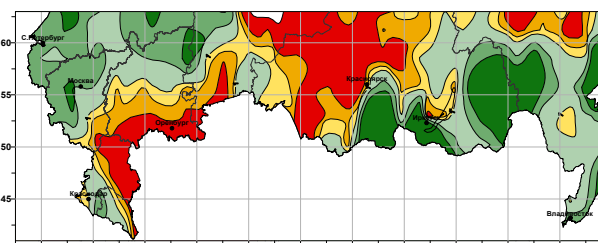
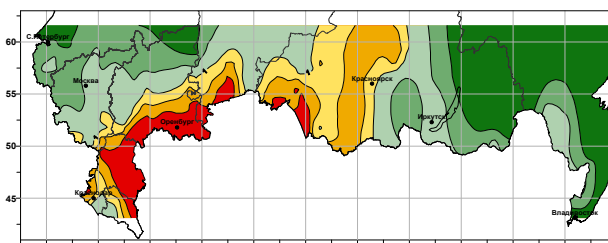
Термический режим весеннего периода 2012 года в основных сельскохозяйственных районах РФ сравним с термическим режимом 2008 г. и средними величинами за период с 2006 по 2010 гг. Таким образом, фенологическое развитие озимых и яровых сельскохозяйственных культур весной проходило в средние сроки и не оказало какого либо отрицательного влияния на их дальнейший рост и развитие. Распределение весенних осадков по территории земледельческой зоны РФ в 2012 г. в целом повторяет условия 2006 – 2010 гг., за исключением отдельных регионов юга-востока ЕЧР и южных областей Уральского ФО.

Пространственное распределение температуры воздуха и месячных сумм осадков по территории РФ летом 2012 г. представлено на рисунке 7.3. Для сравнения приведены аналогичные карты в среднем за пятилетний период 2006 – 2010 гг. Температурный режим летнего периода 2012 г. на Европейской части России, как показывают данные на рисунке 7.3, сложился более напряженным по сравнению со средними условиями за 2006 – 2010 гг., но более благоприятным для зерновых культур, чем 2010 г. особенно на территории Северного Кавказа и в центрально-черноземных областях РФ.

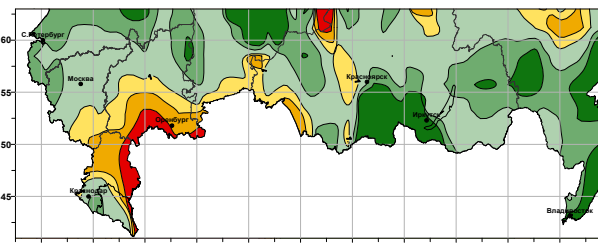
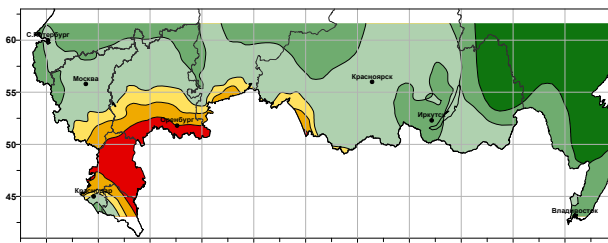
ГТК, вегетационного периода
(от 5°C весной до 5°C осенью)

ГТК, май-июнь

2012 г.



Средние за 2006 – 2010 гг.



2010 г.

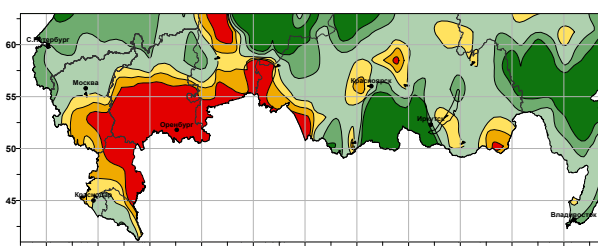
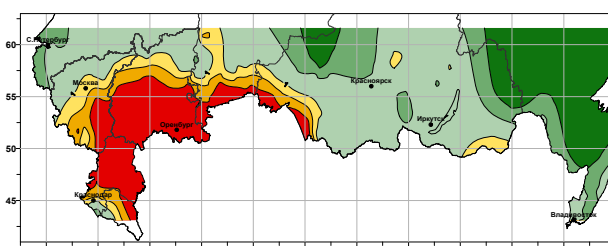


Рисунок 7.4 – Распределение гидротермического коэффициента вегетационного периода (от 5°C весной до 5°C осенью) и за май-июнь в 2012 г. 2010 г.; средние за период 2006 – 2010 гг.

Одной из характеристик режима увлажнения посевов сельскохозяйственных культур является величина **гидротермического коэффициента (ГТК)**, представляющего собой отношение суммы осадков к сумме среднесуточных температур воздуха выше 10°C, умноженной на 0,1. На рисунке 7.4 представлены значения ГТК за вегетационный период (от даты перехода температуры воздуха через 5°C весной до даты перехода через 5°C

осенью) и за май-июнь. Величина ГТК за период с мая по июнь характеризует условия увлажнения за наиболее критический период роста и развития растений и тесно связан с урожайностью ранних яровых культур. Считается, что при значениях ГТК менее единицы урожайность зерновых культур снижается вследствие засухи.

Данные, представленные на рисунке 7.4, показывают, что засухой в 2012 г. были охвачены значительно меньшие площади, чем в 2010 г. Основные площади сельскохозяйственных культур, которые подверглись действию засушливых явлений, находятся на юго-востоке ЕЧР, на Северном Кавказе, в Алтайском крае и в Западной Сибири (май-июнь).

Сравнение со средними значениями ГТК показывает, что агрометеорологические условия 2012 г. на Европейской части РФ, в Восточной Сибири и Дальнем Востоке сформировались на уровне средних за 2006 – 2010 гг., а на территории южного Урала и Западной Сибири менее благоприятными, чем в 2010 г. и в среднем за пятилетие. Динамику развития засухи в 2012 г. иллюстрируют карты запасов почвенной влаги, представленные на рисунке 7.5. Можно видеть, что в 2012 г. засушливые явления наблюдались на территории Северного Кавказа, Нижней Волги, Южного Урала и на юге Сибири.

Интегральным показателем агрометеорологических условий вегетационного периода является **климатообусловленная урожайность**. Климатообусловленная урожайность зерновых культур рассчитана с помощью динамической модели «погода-урожай» на основании метеорологических данных, что дает возможность исключить влияние факторов, не связанных с погодными условиями (удобрения, сроки сева, условия уборки урожая и т.д.).

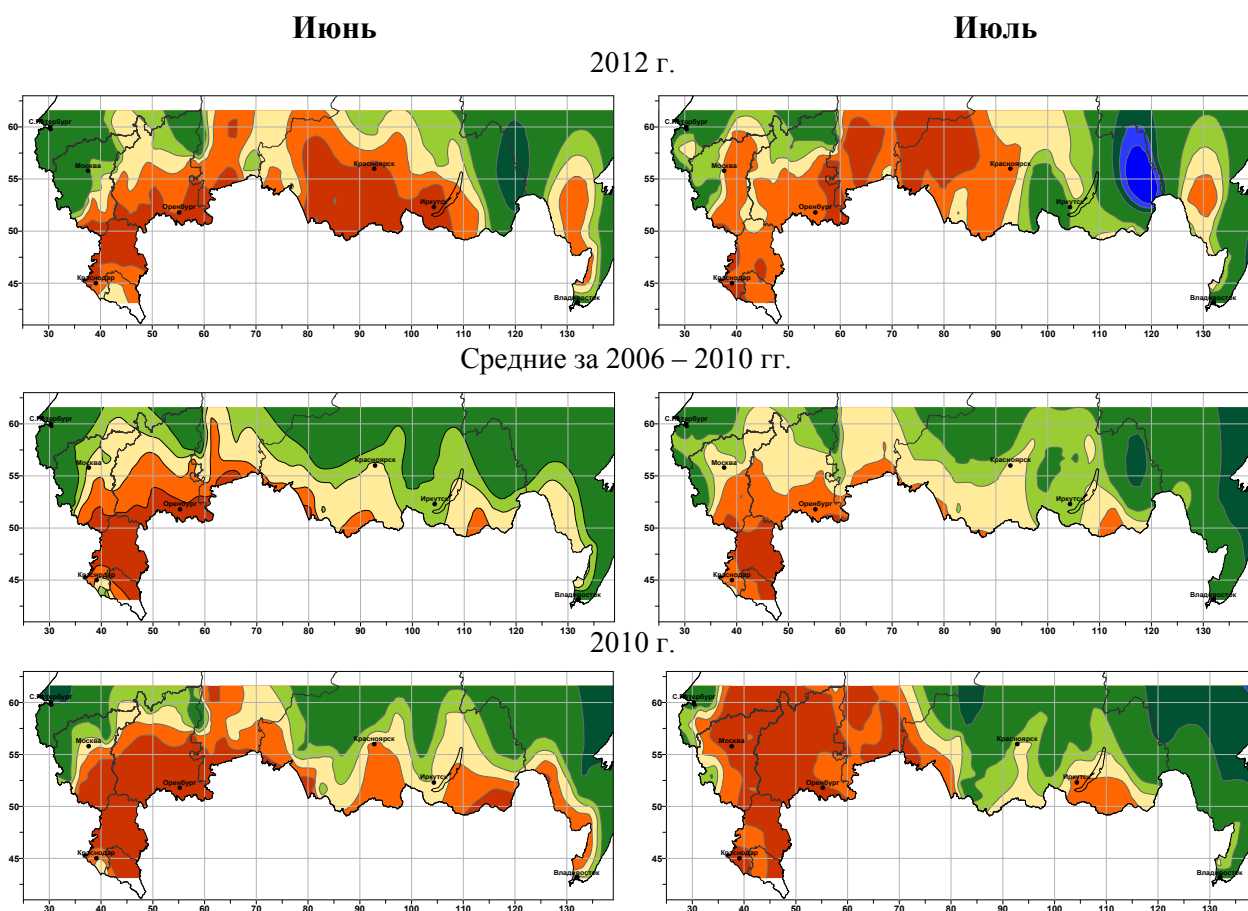


Рисунок 7.5 – Запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы в июне, июле 2012 г., 2010 г., в среднем за период 2006–2010 гг.

На рисунке 7.6 приведены карты распределения расчетной климатообусловленной урожайности яровых зерновых культур в 2012 г. в виде отклонений от средней расчетной урожайности за 2006 – 2010 гг.

Агрометеорологические условия 2012 г. в целом были несколько хуже, чем в среднем за период 2006 – 2010 гг. (рисунок 7.6). Положительные отклонения климатообусловленной урожайности от соответствующих средних величин за последние пять лет наблюдались в Северо-Западном, Центральном и на части территории Приволжского ФО. Условия вегетационного периода на территории Южного, Северо-Кавказского и большей части Приволжского ФО, а также практически на всей Азиатской части России были менее благоприятными для произрастания сельскохозяйственных культур, чем в среднем за период с 2006 по 2010 гг. Сравнение климатообусловленной урожайности 2012 года с соответствующими величинами 2010 г. (неурожайный год) показывает, что агрометеорологические условия 2012 г. были существенно лучше практически на всей Европейской части России. Отрицательные отклонения отмечались на территории Уральского, Сибирского и в отдельных регионах Дальневосточного ФО, которых практически не коснулась сильнейшая засуха 2010 г. В целом для всей земледельческой зоны РФ сложившиеся агрометеорологические условия 2012 года были менее благоприятными, чем в урожайном 2008 г.

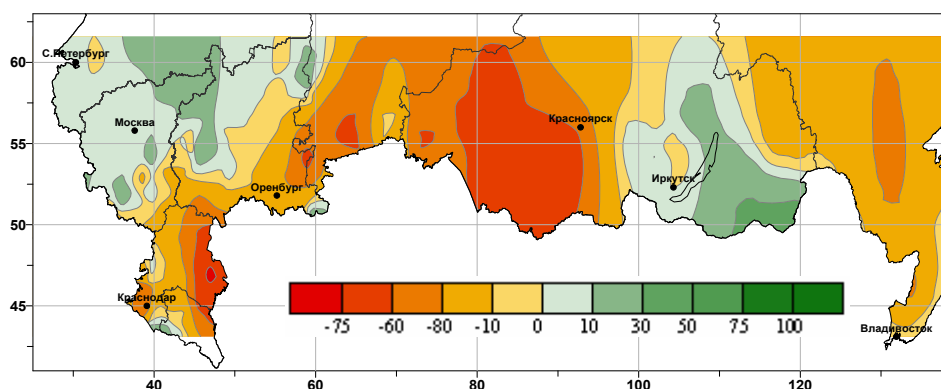


Рисунок 7.6 – Отклонения климатообусловленной урожайности яровых зерновых культур (%) в 2012 г. от среднего за 2006 – 2010 гг.

8. ОПАСНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

По данным Росгидромета общее число опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ) (включая агрометеорологические и гидрологические) в 2012 г. составило 987. Это на 30% больше, чем в 2011 году, когда их было 760. Напомним, что в более ранние годы общее число гидрометеорологических ОЯ составило: в 2010 г. 972, 2009 г. 923, и в 2008 г. 1090. Из всех 987 ОЯ в 2012 г. 469 явления нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения.

На рис. 8.1 приведены данные Росгидромета о динамике количества гидрометеорологических ОЯ за 1996 – 2012 гг., относящиеся лишь к опасным явлениям и комплексам гидрометеорологических явлений (включая гидрологические и агрометеорологические явления), которые нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения (общее число и количество непредусмотренных ОЯ). 2012 г. стал рекордным по количеству ОЯ за прошедшие 17 лет.

В 2012 г. отмечалось 469 гидрометеорологических ОЯ, нанесших ущерб, а в 2010 г. – 467 ОЯ (Рис. 8.1).

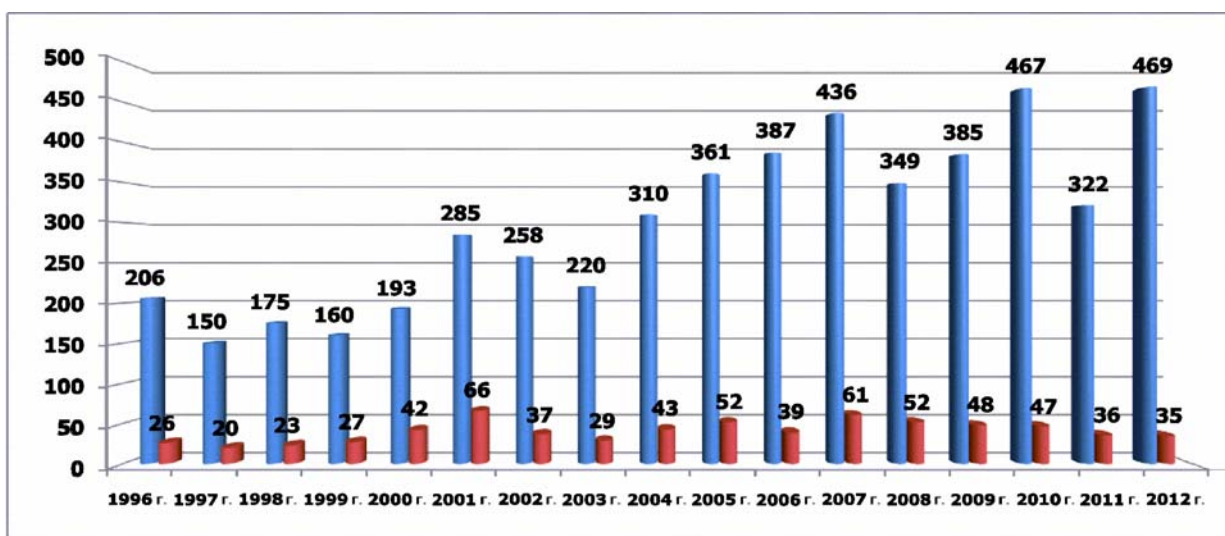


Рисунок 8.1 – Распределение гидрометеорологических ОЯ по годам: общее количество (синий) и количество непредусмотренных ОЯ (красный).

На рис. 8.2 информация о гидрометеорологических ОЯ в 2012 году детализирована по месяцам. Наибольшая частота возникновения опасных явлений на территории Российской Федерации, по-прежнему, наблюдалась в период с мая по август, причем количество гидрометеорологических ОЯ на 65% (121 случай) увеличилась по сравнению с аналогичным периодом прошлого года.

В Гидрометцентре России ведется статистика отдельно только опасных метеорологических явлений (ОЯ). В 2012 году на территории России было зарегистрировано **536** случаев возникновения метеорологических (ОЯ) и комплексов метеорологических явлений (КМЯ). В таблицах 8.1 и 8.2 показано распределение метеорологических ОЯ и КМЯ 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 метеорологических ОЯ в табл. 8.1 и 8.2 может не совпадать, т.к. ОЯ часто охватывают большие территории и одновременно наблюдаются в 2-х и более округ

Распределение ОЯ, нанесших ущерб, по месяцам в 2012 г.

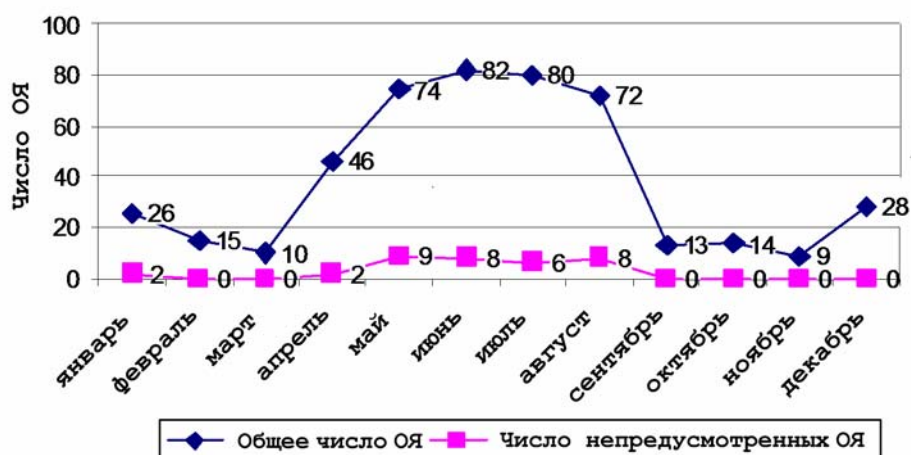


Рисунок 8.2 – Распределение гидрометеорологических ОЯ, нанесших ущерб, по месяцам в 2012 году.

Количество зарегистрированных метеорологических ОЯ по сравнению с 2011 годом увеличилось на 34% (135 случаев). Высокой была повторяемость сильных осадков и КМЯ (113 и 106 случаев соответственно). Это составляет почти половину от всех опасных метеорологических явлений. КМЯ по своим параметрам не достигали критериев ОЯ, но в значительной степени затрудняли хозяйственную деятельность регионов. Часто наблюдался сильный ветер (91 случаев или 17%). Эти явления, как правило, наносили наиболее значительный ущерб секторам экономики и частному сектору.

Таблица 8.1 - Распределение метеорологических ОЯ по месяцам за 2012 год

Месяц	Сильный ветер	Сильные осадки	Налипание мокрого снега	Заморозки	Сильная жара	Сильный мороз	Аномально жаркая погода	Аномально холодная погода	Туман	КМЯ	Гололедные явления	Метель	Град	Смерч	Мгла	Всего ОЯ и КМЯ
I	6	3	2			3		3		2	2	2		1		24
II	3					4		3		1	1	2				14
III	4	2	4							3	1	4				18
IV	9	3			1		2			5		1	1			22
V	15	8	1	9	2		2			12			3	1		53
VI	11	18		5	7		6			14			9	1		71
VII	8	25			18		6			15			7	2	1	82
VIII	7	31		13	7		2			20			5	4		89
IX	1	6		22						2				1		32
X	6	8		5					1	11	4	1		1		37
XI	7	5	2			1		1		6	3	3				28
XII	14	4	2			5		11		15	3	12				66
ГОД 2012	91	113	11	54	35	13	18	18	1	106	14	25	25	11	1	536
ГОД 2011	75	84	14	32	13	10	10	16	1	86	8	23	17	12	-	401

Наибольшую повторяемость метеорологические ОЯ и КНЯ имеют в теплый период года (с мая по сентябрь) – 327 случаев (61%). Это связано с тем, что в этот период возрастает число ОЯ, обусловленных активной конвекцией, которая наблюдается по всей территории России.

Периоды сильных морозов и аномально холодной погоды в 2012 г. отмечались в 31 случаях, то есть на 19% больше, чем в 2011 году, когда их было 26 случаев. Наиболее холодным выдался декабрь 2012 г., когда было зарегистрировано 11 случаев с аномально холодной погодой и 5 случаев сильных морозов. Периодов с сильной жарой и аномально жаркой погодой в 2012 г. было 53, что на 230% больше, чем в 2011 году, когда их было всего 23 случая. Почти половина жарких периодов (24 случая) отмечалось в июле. В вегетационный период в 2012 году наблюдалось 54 заморозка, что на 69% больше, чем за аналогичный период 2011 года, когда их было 32.

Из таблицы 8.2 следует, что на территории Сибирского и Дальневосточного федеральных округов зарегистрировано 225 случаев (40%) всех ОЯ и КМЯ. Это связано с тем, что территория этих округов обладает наибольшими размерами и характеризуется очень активными атмосферными процессами. В 2011 г. там было на 49 случаев (28%) ОЯ и КМЯ меньше, чем в 2012 г.. В Уральском, Поволжском, Южном, Северо-Кавказском федеральных округах в 2012 г. количество ОЯ и КМЯ уменьшилось (на 14-35%) по

сравнению с прошлым 2011 г., что обусловлено уменьшением циклонической и конвективной активности в этих округах в 2012 г. В Центральном, Сибирском и Дальневосточном федеральных округах количество ОЯ и КМЯ увеличилось на 18-44% по сравнению с предыдущим годом.

Таблица 8.2 - Распределение метеорологических ОЯ в 2012 году по территории федеральных округов

№	Явления	Федеральные округа								Всего
		СЗФО	ЦФО	ПФО	ЮФО	СКФО	УФО	СФО	ДФО	
1	Ветер	6	4	9	6	8	9	31	17	90
2	Сильные осадки	3	15	12	19	17	3	15	36	120
3	Метель	3		1			2	5	12	23
4	Пыльная буря									
5	Смерч				10		1			11
6	Сильный мороз			1	2		3	5	3	14
7	Аномально холодная погода	4	1	1	3		1	7	1	18
8	Жара	1	13	5	4	1	6	6	2	38
9	Аномально тёплая погода		4	6	1		2	8		21
10	Град	1	4	5	3	6		6		25
11	Гололедные явления		2	1	1	1		4	1	10
12	Налипание мокрого снега		1		2	1		2	5	11
13	Заморозки	10	16	10	2		10	10	4	62
14	Туман		1					1*		1 (1)*
15	КМЯ	12	18	12	11	11	10	30	14	118
Всего – 2012		40	79	63	64	45	47	130	95	563
Всего – 2011		37	63	73	78	69	61	110	66	557

* - мгла

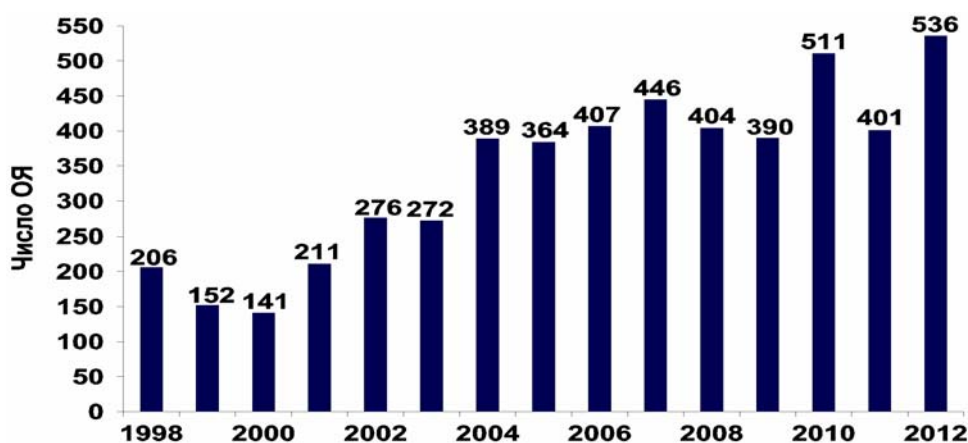


Рисунок 8.3 – Распределение метеорологических ОЯ по годам.

Динамика количества всех зарегистрированных метеорологических ОЯ за период с 1998 по 2012 год приведена с годовой дискретностью на рис. 8.3 и с месячной в таблице 8.3. Видно, что в 2012 году отмечалось 534 метеорологических ОЯ. Это рекордное количество ОЯ за все 15 лет наблюдений. Даже в жарком 2010 году было на 25 случаев ОЯ меньше.

Таблица 8.3 - Динамика количества всех метеорологических ОЯ за период с 1998 по 2012 годы

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
2010	39	23	33	28	31	68	73	64	35	16	35	66	511
2011	28	53	23	29	33	39	71	46	23	16	23	17	401
2012	24	14	18	22	53	71	82	89	32	37	28	66	536

9. РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ

Изменение климата Земли в значительной степени определяется глобальным энергетическим балансом. Однако в отличие от радиационных потоков на верхней границе атмосферы, оцениваемых с высокой степенью точности современными спутниковыми системами, о распределении энергии внутри климатической системы и величине различных составляющих радиационного баланса у поверхности земли известно гораздо меньше.

Закономерности изменения солнечной радиации, достигающей земной поверхности, наряду с астрономическими факторами, существенно зависят от особенностей изменения облачности и прозрачности атмосферы, определяемой вариацией ее газового и аэрозольного состава. Основным источником данных для мониторинга климатических изменений составляющих радиационного баланса земной поверхности являются ряды наземных актинометрических наблюдений. Для понимания причин наблюдаемых климатических изменений первостепенное значение имеет слежение за разными компонентами радиационного баланса подстилающей поверхности. На настоящем этапе в системе регулярного мониторинга анализируются приходящая суммарная и прямая солнечная радиация, месячные и годовые суммы которых рассчитываются по данным наблюдений, поступающих с актинометрической сети станций, об интенсивностях различных потоков радиации в фиксированные сроки (так называемых «срочных» наблюдений).

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 в начале 21 в, так и в 60-х годах 20-го столетия. Для большинства действующих 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. Оценки условий зимы 2011/2012 г. получены по данным 88 российских станций со срочными наблюдениями. Для остальных месяцев 2012г. использовались данные 83 станций, для которых своевременно поступила оперативная информация.

Многолетние изменения приходящей солнечной радиации на интервале 1961-2012гг. имеют определенные особенности, которые делают нецелесообразным оценку линейного тренда на всем рассматриваемом интервале. В конце 80-х – начале 90-х гг. 20в. на территории России (как и в других регионах Земного шара) было отмечено пониженное поступление солнечной радиации (возможно, связанное с воздействием крупных вулканических извержений), при этом на интервале 1961-1990 гг. диагностируется отрицательный тренд. Анализ многолетних колебаний регионально-осредненных аномалий годовых сумм прямой радиации (рис. 9.1) показывает, что в последнее десятилетие 20 столетия произошел возврат к значениям приходящей радиации, близким к норме. В начале 21 в. и в последние годы на большей части территории России сохраняются значения, близкие к норме. В большей степени, чем для других регионов, отклоняются от нормы годовые суммы прямой радиации на территории Средней Сибири (рис. 9.1), где в течение ряда лет регистрируются отрицательные аномалии. В 2011г. – последнем полном календарном году с доступными данными – здесь также наблюдалась отрицательная аномалия.

В **зимний сезон** 2011/12 г.г. отмечался мощный положительный очаг аномалии прямой радиации (рис. 9.2а), захвативший большую часть территории ЕЧР, за исключением южных районов (Волгоградской, Ростовской, Астраханской областей, Краснодарского края и республик Северного Кавказа). Этот очаг распространился на

Западную Сибирь, Алтайский край, южные района Красноярского края и Иркутской области и далее на восток, включая Хабаровский край, Приморье и Сахалин. Наибольшая интенсивность аномалии (до 70-90%) наблюдалась в восточных районах ЕЧР и на Урале. К востоку интенсивность аномалии уменьшалась. Около Байкала аномалия была слабая (7-8%), в дальневосточных областях интенсивность ее увеличилась до 20-25%).

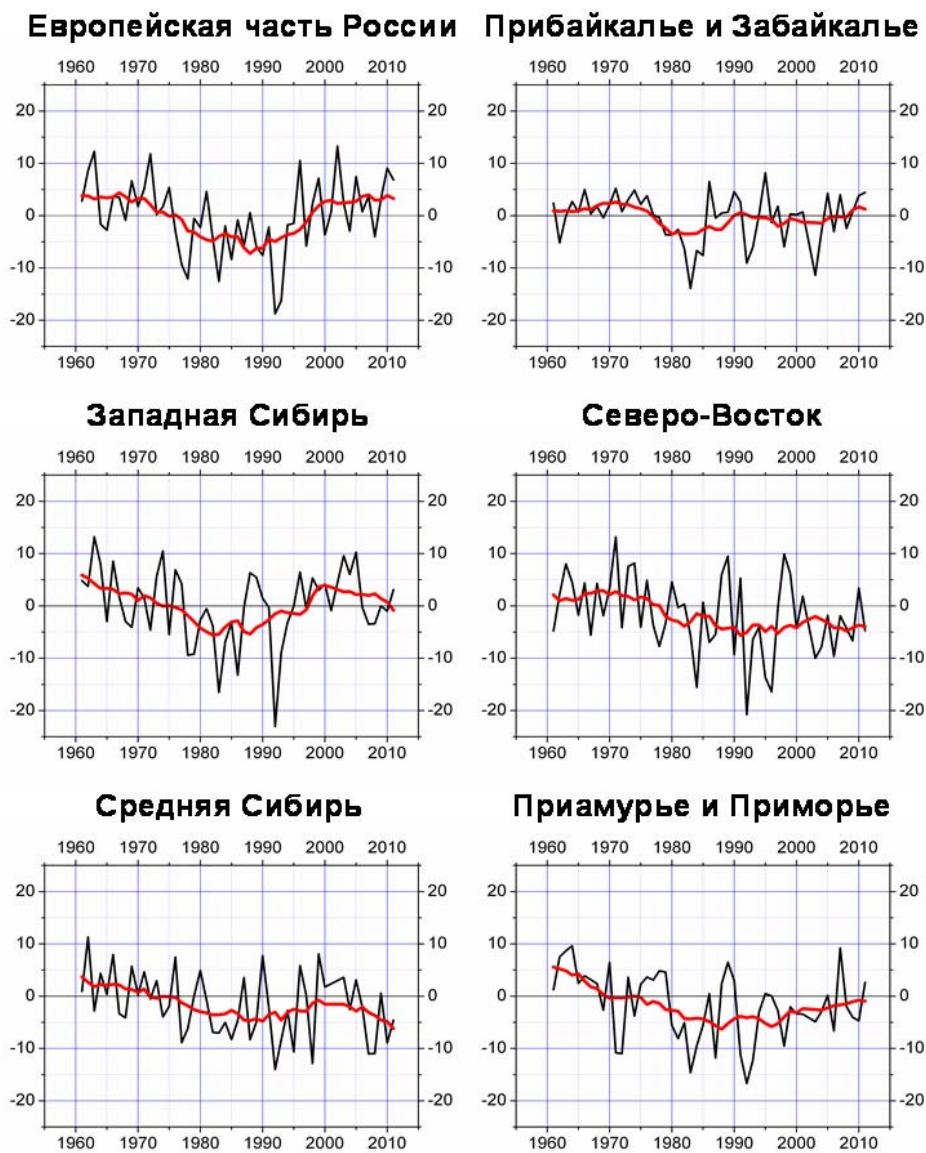


Рисунок 9.1 - Регионально-осредненные аномалии (в процентах от среднего за 1961-1990 гг.) годовых сумм прямой солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность.

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

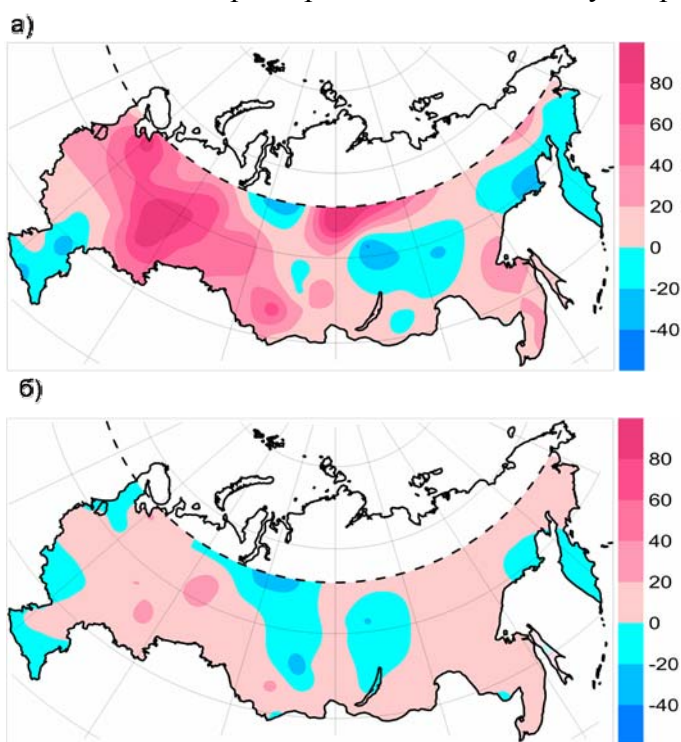
Отрицательная аномалия прямой радиации была менее выраженной. В южных районах Европейской части России величина аномалии составляла, в основном, около 10%. Лишь в отдельных пунктах в силу особых местных условий количество прямой радиации было ниже сезонной нормы на 25-30%. Значения отрицательной аномалии в Восточной Сибири и прибрежных районах Охотского моря преимущественно были в пределах 20-30%

На формирование поля аномалий прямой радиации зимнего сезона оказал влияние, в основном, повышенный ее приход в январе и феврале. В декабре практически на всей

территории России приход прямой радиации был ниже нормы, за исключением южных районов Урала, Западной и Восточной Сибири (юг Свердловской области, Челябинская, Омская, Иркутская, Читинская, Амурская, Хабаровский и Приморский края). Глубина отрицательной аномалии находилась в пределах 15-30%. В отдельных пунктах в условиях пересеченной местности при большой повторяемости облачной погоды уменьшение месячной суммы радиации достигало 60-80%. В январе в поле аномалий прямой радиации произошла перестройка. Вся территория страны оказалась в зоне повышенного прихода прямой радиации и обширная отрицательная аномалия сменила знак на противоположный. В феврале в Европейской части России повышенный приход радиации сохранился, наибольшее превышение нормы (до 90-100%) отмечалось в восточной части. В центральных областях Восточной Сибири положительная аномалия сменилась на отрицательную и только в Магаданской области приход радиации, как и в январе, был ниже нормы, причем снижение было более существенным (до 40%).

Такой изменчивый характер приходящей солнечной радиации в зимний сезон 2011-2012 г.г. был обусловлен особенностями циркуляционных процессов на территории России. Весь декабрь 2011 года Европейская часть страны находилась под влиянием мощных атлантических циклонов, которые один за другим перемещались с запада на восток и способствовали образованию обширных по площади облачных полей. Влияние атлантических циклонов распространялось и на северные районы Сибири. Изменение атмосферных процессов произошло во второй декаде января в результате усиления влияния арктического циклона, и, следовательно, уменьшения облачности. Увеличению повторяемости малооблачной погоды на азиатской территории способствовал малоподвижный антициклон. В феврале преобладание малооблачной погоды и повышенный приход солнечной радиации были связаны со смещением зоны циклонической деятельности к северу, чему способствовал сибирский антициклон, часто распространявший свои гребни далеко на запад. Пути атлантических циклонов проходили по арктическим морям, куда и выносились теплые массы воздуха.

Зимой характер поля аномалий суммарной радиации (рис. 9.2б), в основном,



повторяет особенности поля прямой радиации, но величина аномалий суммарной радиации меньше. Так, например, на южном Урале прямая радиация превышала норму на 70-100%, а суммарная радиация - только на 15-25%.

Рисунок 9.2 - Аномалии (в процентах от среднего за 1961-90 гг.) сезонных сумм прямой (а) и суммарной (б) солнечной радиации. Зима 2011/2012 гг.

В отличие от зимы *весенний* сезон характеризовался низким приходом прямой радиации на большей части территории России (рис. 9.3). Этому способствовало преобладание пониженного фона атмосферного давления и увеличение повторяемости

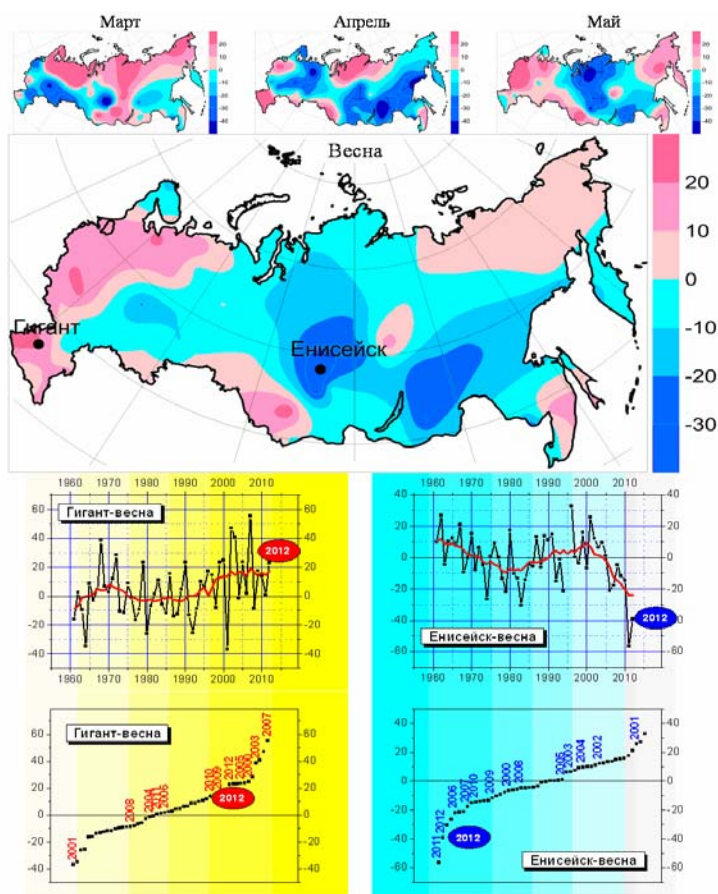
облачной погоды во многих районах. Область отрицательных аномалий прямой радиации занимала большую часть азиатской территории, за исключением крайних северо-восточных районов и юга Дальнего Востока.

Повышенный приход прямой радиации (10-20%) отмечался весной только на западе Европейской части РФ, крайних южных районах Западной Сибири и в Приморье. В южных районах ЕЧР (Ростовской и Астраханской областях, северокавказских республиках) отрицательная аномалия, отмечавшаяся зимой, сменилась на довольно интенсивную положительную аномалию (35-55%).

Описанные особенности пространственного распределения прихода прямой радиации в весенний сезон сформировались в результате смены циркуляционных процессов от месяца к месяцу, характерной для весны, которая привела к большой изменчивости соответствующих месячных полей аномалий.

В марте в северных регионах России отмечался повышенный приход прямой радиации, который был особенно заметен на территории ЕЧР. Здесь месячные суммы радиации были выше нормы, в основном, на 40-50%, а в Архангельской области - практически в два раза (на 100%). В то же время в южных районах ЕЧР наблюдалось существенное снижение (на 25-45%). Низким приходом прямой радиации отличался март на юге Якутии, в Амурской области, в Хабаровском и Приморском краях. Здесь сформировался слабый очаг отрицательных аномалий, интенсивность которого в Приморском крае составляла 6-7%, а на юге Якутии - 15-20%.

В апреле произошло значительное уменьшение площади области положительных аномалий на севере России и появление обширной области с пониженным приходом радиации, которая охватила большую часть территории России. Наиболее заметное снижение месячного прихода прямой радиации имело место в Забайкалье и на побережье Охотского моря (до 50%). Среди областей с аномалиями положительного знака наибольшей интенсивностью отличался очаг положительных аномалий на юге ЕЧР. В Краснодарском крае месячный приход радиации был выше нормы на 40-60%.



В мае существенно изменилось поле аномалий на ЕЧР. Положительная аномалия сохранилась только в западных и южных районах ЕЧР, на остальной территории она сменилась на отрицательную. Резко уменьшился приход прямой радиации на азиатской территории. Вся Восточная Сибирь оказалась в зоне низкого поступления прямой радиации. Наибольшее снижение наблюдалось в Красноярском крае (40-45%).

Рисунок 9.3 - Аномалии (в процентах от среднего за 1961-90 гг.) месячных и сезонных сумм прямой солнечной радиации. Весна 2012 г.

Весной на большей части территории страны аномалии суммарной радиации – как и аномалии прямой радиации - имели отрицательный знак (рис. 9.4), т.е. низкий приход прямой радиации не был скомпенсирован рассеянной радиацией. Особенно заметно это проявилось на территории Западной Сибири, где в поле аномалий суммарной радиации прослеживается столь же глубокая область отрицательных значений, как и в поле аномалий прямой радиации.

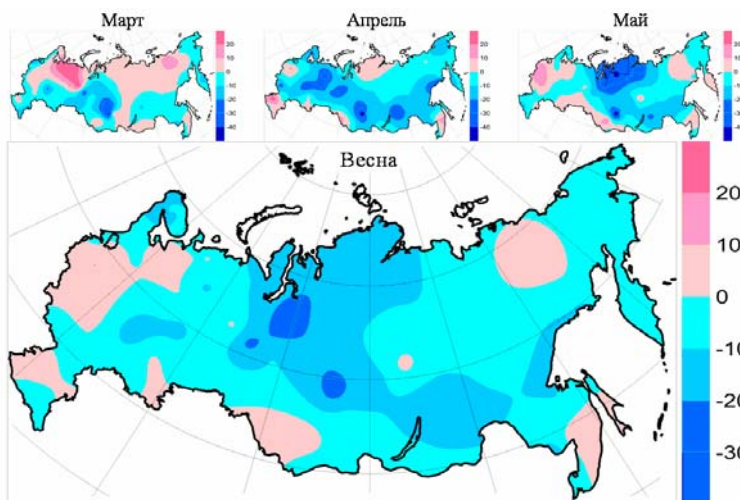
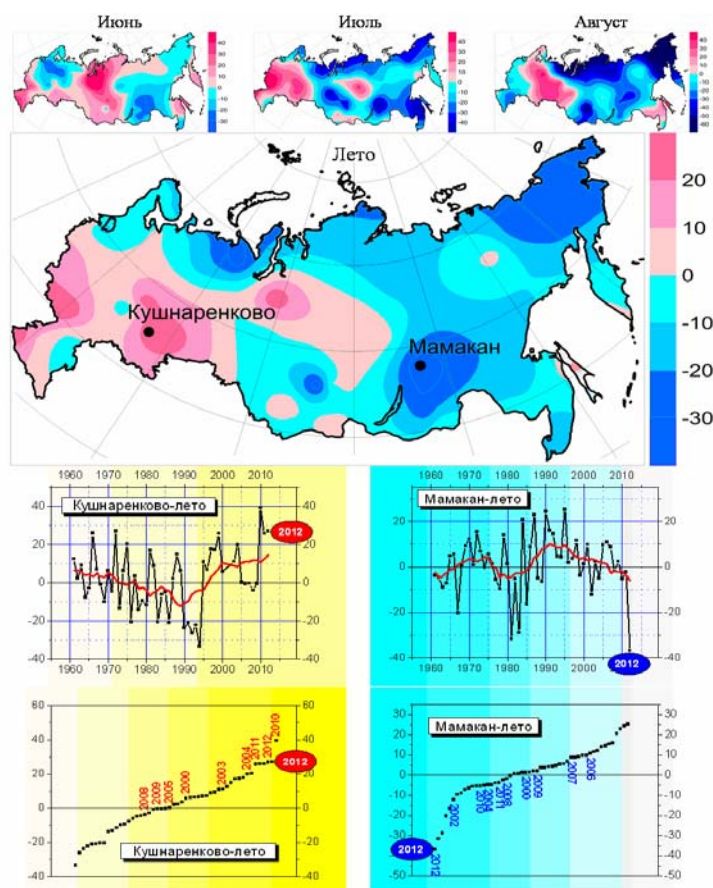


Рисунок 9.4 - Аномалии (в процентах от среднего за 1961-90 гг.) месячных и сезонных сумм суммарной солнечной радиации. Весна 2012 г.

Поле аномалий прямой радиации в **летний сезон** отличалось довольно большой степенью неоднородности (рис. 9.5). К западу от 100°в.д. наблюдались разные по площади очаги аномалий обоих знаков. Основную часть территории ЕЧР занимала область положительных аномалий. Наибольшая интенсивность аномалий отмечалась в центрально-черноземных областях и на южном Урале (до 30%), которые оказались в зоне действия отрогов Азорского антициклона с преобладанием малооблачной погоды. В то же время практически вся восточная часть страны (расположенная к востоку от 100°в.д.) летом характеризовалась пониженным приходом радиации.



В июне на территории России наблюдалась обширная область положительных аномалий прямой радиации, центр которой находился в Западной Сибири. Наибольшие превышения нормы отмечались в Западной Сибири, центрально-черноземных областях и ЮФО (свыше 30%). При этом Северо-запад и центр ЕЧР, Забайкалье, Магаданская область находились под влиянием циклонической циркуляции, с часто повторяющейся облачной и дождливой погодой, что привело к снижению месячных сумм прямой радиации в отдельных районах на 30%.

Рисунок 9.5 - Аномалии (в процентах от среднего за 1961-90 гг.) месячных и сезонных сумм прямой солнечной радиации. Лето 2012 г.

В июле произошла перестройка атмосферных процессов. Практически на всей территории АЧР, оказавшейся в зоне низкого атмосферного давления, а также на севере и северо-востоке ЕЧР, месячные суммы прямой радиации оказались ниже нормы. Область отрицательных аномалий, в основном, сохранилась и в августе. В августе в отдельных районах снижение прямой радиации было очень значительным. В Магаданской области месячные суммы прямой радиации были ниже нормы на 50-55%, в отдельных пунктах северо-востока ЕЧР и на юге Красноярского края - на 70%.

Летом на территории АЧР поле аномалий суммарной радиации (рис. 9.6) практически идентично полю аномалий прямой радиации. На территории ЕЧР поля аномалий заметно различаются. Так, например, в центральных районах, где отмечалась интенсивная положительная аномалия прямой радиации, сформировался очаг отрицательной аномалии суммарной радиации.

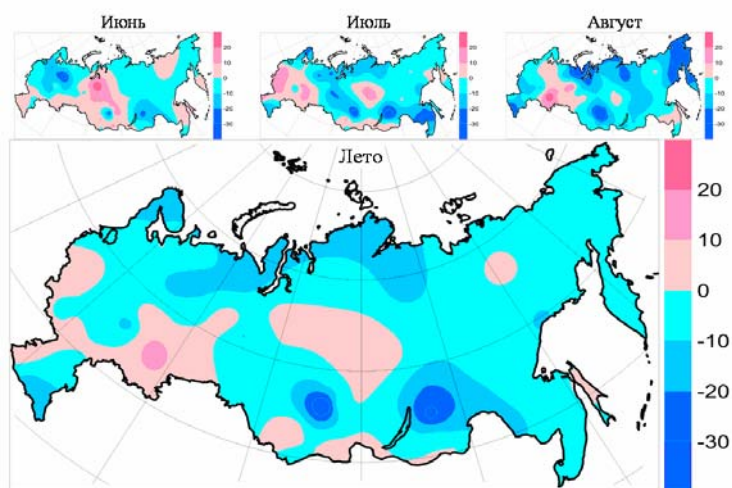


Рисунок 9.6 - Аномалии (в процентах от среднего за 1961-90 гг.) месячных и сезонных сумм суммарной солнечной радиации. Лето 2012 г.

Анализ *сезонных* аномалий прямой радиации (рис. 9.7), осредненных по территории России, показывает, что по отношению к радиационному режиму 2012 г. повторяет особенности предыдущего года. В зимний сезон отмечается положительная аномалия, а весной и летом – отрицательная. По величине аномалии – и положительная, и отрицательная, - не достигают рекордных значений, которые были зарегистрированы в 20-м столетии.

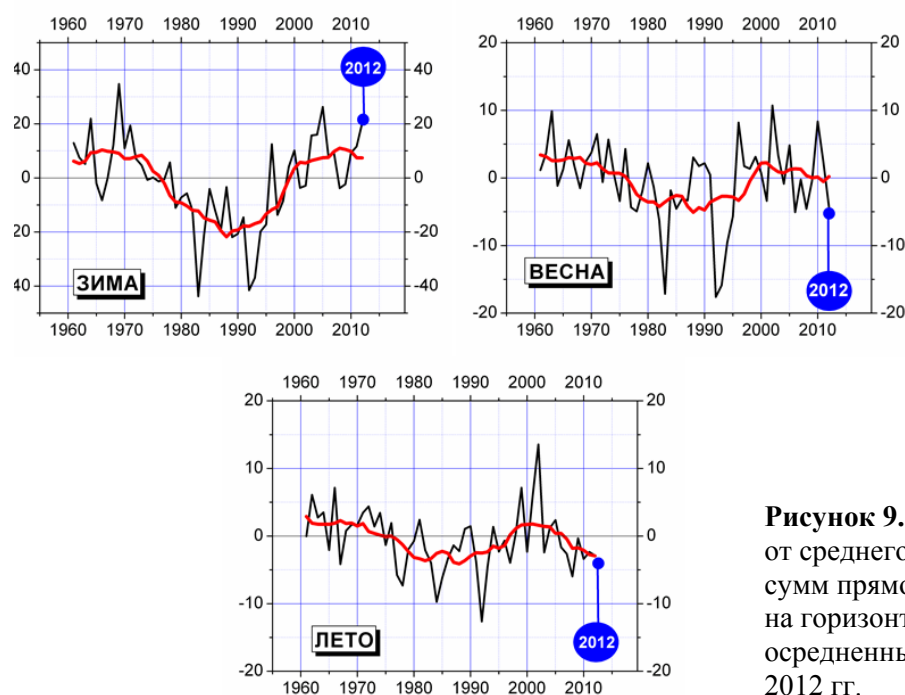


Рисунок 9.7 - Аномалии (в процентах от среднего за 1961-1990 гг.) сезонных сумм прямой радиации, поступающей на горизонтальную поверхность, осредненные по территории РФ. 1961-2012 гг.

Таким образом, основные особенности радиационного режима 2012г. связаны с преобладанием пониженного прихода прямой радиации в весенний и летний сезоны в Азиатской части России и крупной положительной аномалии прямой радиации в зимний сезон на территории Европейской части России.

10. ОЗОНОВЫЙ СЛОЙ

Анализ общего содержания озона (ОСО) выполнен по данным отечественной сети фильтровых озонметров М-124 с привлечением данных мировой озонметрической сети, поступающих в Мировой центр данных ВМО по озону и ультрафиолетовой радиации (WOUDC) в Канаде, а также данных спутниковой аппаратуры OMI (США). Более подробная информация о поведении ОСО в различные месяцы с указанием отдельных аномалий в различные месяцы ежеквартально публикуется в журнале «Метеорология и гидрология».

ОСО является важнейшей характеристикой озонового слоя, которая определяет поглощение ультрафиолетового (УФ) излучения Солнца в области длин волн 290-315 нм (так называемая УФ-Б область). Количественно ОСО выражают приведенной толщиной слоя озона, которая получилась бы, если бы весь содержащийся в атмосфере озон привести к нормальному давлению и температуре 0° С. В среднем по земному шару она равна 3 мм, но может изменяться от 1 мм (в Антарктиде в период весенней озоновой аномалии) до 6 мм (в конце зимы – начале весны над Дальним Востоком). ОСО измеряют в так называемых единицах Добсона (е.Д.); приведенная толщина слоя озона 3 мм соответствует 300 е.Д.

В целом за 2012 г. поле отклонений среднегодовых значений ОСО от нормы (рис. 10.1), в основном, отрицательное. Отклонения среднегодовых значений ОСО от нормы для всех анализируемых станций лежат в интервале от -8 до 3 %. Наибольший дефицит среднегодового значения ОСО (8 %) зарегистрирован на станции Большая Елань на юге Сахалина. Максимальное превышение среднегодового значения ОСО над нормой (3 %) зарегистрировано на станции Оленек на севере Центральной Сибири.

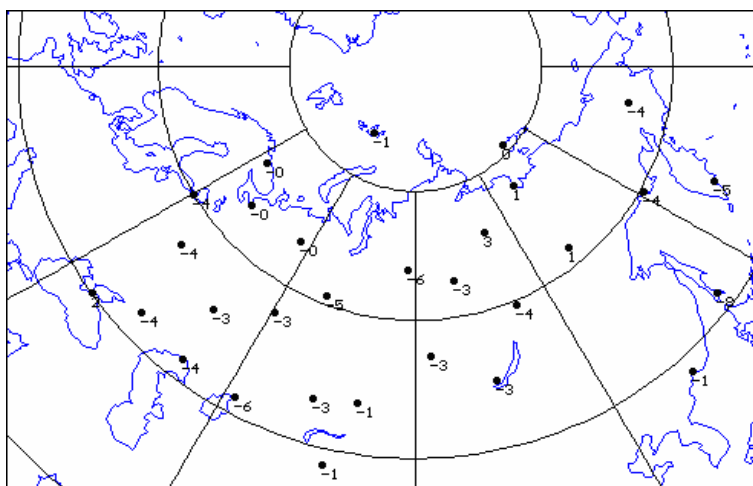


Рисунок 10.1 - Поле отклонений (%) общего содержания озона от многолетних средних в целом за 2012 г. по данным озонметрической сети СНГ.

В течение 2012 года отдельные существенные отклонения ежедневных значений ОСО от нормы отмечались в апреле и декабре:

- 4 и 5 апреля повышенные на 26-31 % значения ОСО над северными районами Европейской части России (521-555 ед. Д.).

- с 15 по 23 апреля пониженные на 26-37 % значения ОСО над юго-восточными районами Европейской части России, Уралом, Западной Сибирью и Казахстаном (228-281 ед. Д.).

- 18 и 19 декабря пониженные на 28-40 % значения ОСО над северными районами Европейской части России (194-232 ед. Д.).

- с 27 по 29 декабря пониженные на 26-35 % значения ОСО над южными районами Европейской части России, Уралом, Казахстаном и Западной Сибирью (217-248 ед. Д.).

Наиболее крупные среднемесячные аномалии ОСО обычно наблюдаются в марте, реже в апреле. В 2012 г. апрельские среднемесячные аномалии ОСО (рис. 10.2) были больше, чем мартовские. Самая крупная аномалия наблюдалась над югом Западной Сибири и Казахстаном.

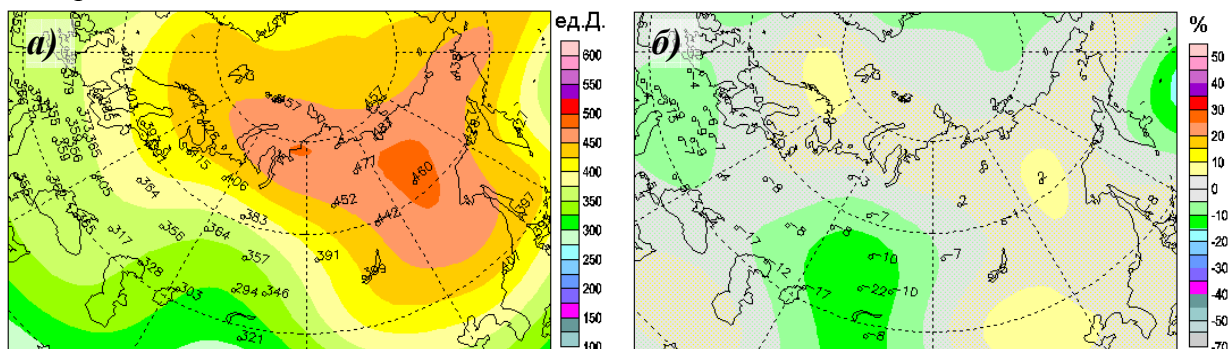


Рисунок 10.2 - Поле общего содержания озона (ед.Д.) в апреле 2012 г. (а) и его отклонения (%) от соответствующих средних значений за 1978-1988 гг. (б) по данным WOUDC, Канада

Долговременные изменения ОСО над территорией России иллюстрируются ходом среднегодовых значений в отдельных пунктах наблюдений (рис. 10.3). На всех российских станциях ОСО в 2012 г. было выше, чем в предыдущем году. Ход ОСО в целом над станциями наблюдений в России удовлетворительно согласуется со среднезональным ходом ОСО в средних широтах Северного полушария (35–60° с.ш.).

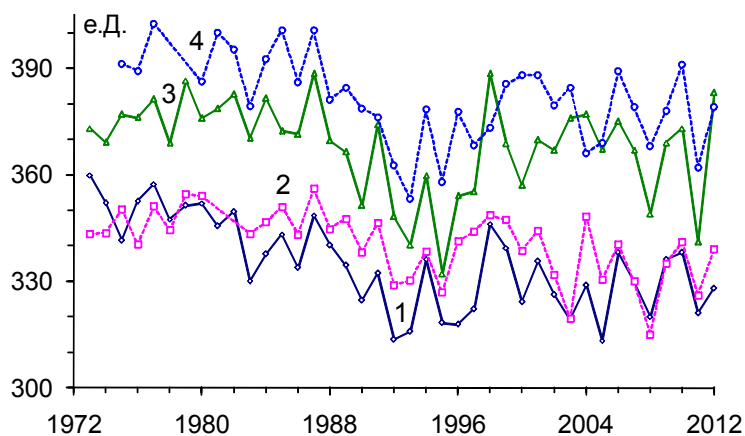


Рисунок 10.3 - Ход среднегодовых значений ОСО в пунктах наблюдений С.-Петербург (1; 60° N, 30° E), Екатеринбург (2; 57° N, 61° E), Якутск (3; 62° N, 130° E), Нагаево (4; 60° N, 151° E).

Как и в последние 30 лет, также имела место весенняя Антарктическая озоновая аномалия (ВАОА). Основной объем данных о характеристиках ВАОА (максимальная площадь, минимальное значение ОСО в ней и общий дефицит озона за время существования ВАОА) получают с помощью спутниковых наблюдений аппаратурой производства США и западноевропейских стран. Площадью, занятой ВАОА, считают площадь территории, над которой ОСО меньше 220 ед.Д., ее временной ход в 2012 г., по данным НОАА, США, приведен на рис. 10.4. Особенности ВАОА 2012 г. является ее позднее начало (как и в 2010 г., рост ВАОА начался практически лишь в конце августа – на полмесяца позже, чем в среднем за предыдущие 10 лет) и очень раннее окончание – в начале ноября. Основные характеристики ВАОА 2012 заметно уступают рекордным показателям ВАОА, наблюдавшимся в конце 1990-х гг. Общий дефицит массы озона

(который рассчитывается по территории с ОСО, меньшим 220 ед. Д.) в 2012 г. более чем в 5 раз уменьшился по сравнению с 2006 г. и концом 1990-х гг. ВАОА 2012 г. явилась второй по малости за последние 20 лет, меньше она была только в 2002 г. Причиной столь раннего завершения ВАОА в 2012 г., являются, по-видимому, повышенные по сравнению с многолетними средними температуры в нижней стратосфере в высоких южных широтах. Поведение ВАОА в 2012 г. вряд ли указывает, что аномалия здесь близка к исчезновению, но свидетельствует, что наука пока еще не в силах количественно описывать и предсказывать ни это явление, ни аномалии последних лет над Арктикой.

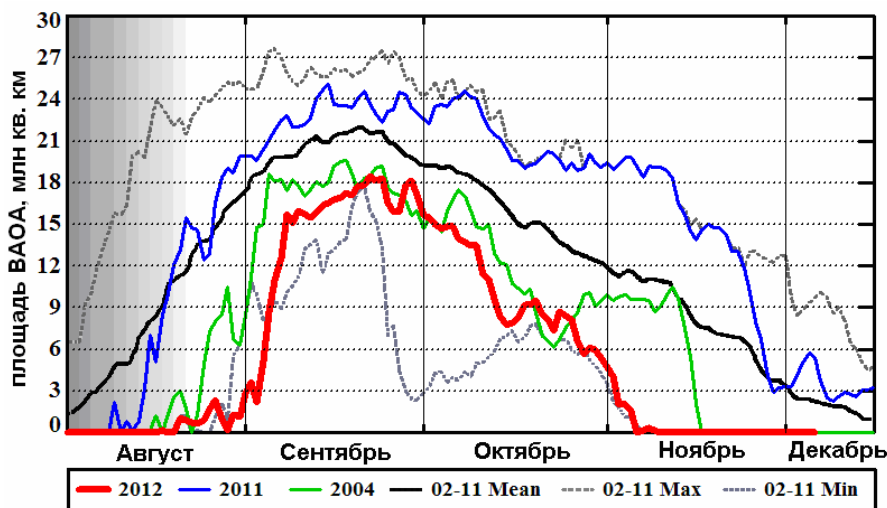


Рисунок 10.4 - Площадь весенней Антарктической озоновой аномалии в различные периоды времени 2012 г. по данным аппаратуры SBUV/2 с сайта NOAA, США (наибольшая ВАОА наблюдалась в 1998 г.; для сравнения для периода 2002-2011 гг. приведены средняя, максимальные и минимальные площади ОСО для каждого календарного дня).

Выводы.

Уровень общего содержания озона над практически всей территорией Российской Федерации в течение 2012 г. был ниже наблюдаемого в конце 1970-х г.г., но выше, чем в 2011 г. Весенняя аномалия ОСО в умеренных и высоких широтах Северного полушария была сравнительно небольшой, что, по-видимому, указывает на продолжающееся медленное восстановление озонового слоя. Весенняя Антарктическая озоновая аномалия в 2012 г. была второй по малости за последние 20 лет, однако полное восстановление озонового слоя предположительно произойдет здесь не ранее, чем через несколько десятилетий.

11. ТЕМПЕРАТУРА В СВОБОДНОЙ АТМОСФЕРЕ

Температура воздуха в слое атмосферы высотой до 30 километров, наряду с приземной температурой и температурой поверхности океана, является важнейшей характеристикой состояния климатической системы и происходящих в ней изменений. Основной особенностью полей температуры в свободной атмосфере является их зональный характер, т.е. в значительной мере выраженная гладкость полей в направлениях вдоль кругов широты. Поэтому для оценки текущих изменений климата свободной атмосферы применяют зонально обобщенные вдоль широтных кругов характеристики, для которых важнейшими пространственными координатами остаются географическая широта и высота по вертикали (или давление, убывающее с высотой). В этом состоит существенное отличие результатов данного раздела от результатов других разделов, где географическая долгота при расчетах и обобщении оценок играет существенную роль.

Приводимые оценки получены по срочным данным радиозондовых наблюдений, собираемым с каналов связи в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» с глобальной сети

аэрологических станций. Общее число станций, по которым ведется сбор аэрологических данных, превышает 800 и варьирует от месяца к месяцу. В их число входят 118 функционировавших в 2012 г российских станций. Около 650 станций глобальной сети расположены в северном полушарии. На основе собранных месячных порций радиозондовых данных срочных наблюдений рассчитывается массив статистических характеристик различных метеовеличин в свободной атмосфере, включая статистические характеристики температуры, на стандартных изобарических поверхностях для каждой из станций. На основе взвешенного вертикального обобщения рассчитываются также значения температуры в основных слоях атмосферы: 850-300 гПа (тропосфера), 100-50 гПа (нижняя стратосфера), 300-100 гПа (переходный слой, характеризующийся значительной нестабильностью). Следующим этапом расчетов является расчет месячных аномалий температуры. Аномалии температуры на основных изобарических поверхностях и в каждом из указанных слоев атмосферы для каждого месяца, - вычислялись для каждой станции. В качестве норм использовались соответствующие характеристики температуры для этой станции, осредненные за период 1981-2010 гг. Такой выбор периода вычисления норм объясняется, во-первых, целесообразностью проводить в дальнейшем сопоставления с рядами аномалий температуры в свободной атмосфере, полученными на основе спутниковых наблюдений, начало которым положено с 1979 года. Во-вторых, оценки норм за такой период вычисления наименее, по сравнению с другими вариантами выбора тридцатилетнего периода, подвержены влиянию возможных неоднородностей в рядах, возникающих из-за особенностей функционирования глобальной сети радиозондирования.

При осреднениях, как в пределах месяца, так и при дальнейших обобщениях, использовались веса, равные числу признанных при контроле корректными соответствующих срочных значений температуры.

Путем пространственного осреднения постанционных месячных аномалий рассчитывались аномалии по пятиградусным широтным поясам северного полушария. Результаты этого осреднения использованы для расчетов и для графического отображения широтно-вертикальных сечений аномалий. Кроме этого, постанционные месячные аномалии взвешенно осреднялись по тридцатиградусным широтным поясам 0-30 с.ш., 30-60 с.ш. и 60-90 с.ш., а также по всему северному полушарию. В таких осреднениях в качестве веса для учета месячной аномалии каждой станции был использован косинус географической широты этой станции.

Наконец, наряду с пространственным осреднением постанционных месячных аномалий по пятиградусным и тридцатиградусным широтным поясам северного полушария и по северному полушарию в целом, проводилось дополнительно осреднение постанционных месячных аномалий по сезонам для каждого сезона 2012 года (зимний сезон включал декабрь 2011 г и январь-февраль 2012 г), а также для 2012 года в целом.

Особенности температурного режима в свободной атмосфере в 2012 г.

2012 год характеризуется существенными различиями значений и даже знаков аномалий температуры свободной атмосферы как от месяца к месяцу, так и по вертикали. В таблице 11.1 приведены значения аномалий температуры за 2012 год для каждого из 12 месяцев, для двух широтных зон северного полушария (30-60 С.Ш. и 60-90 С.Ш.) для отдельных изобарических поверхностей: 850 гПа, 500 гПа, 300 гПа и 100 гПа. Перечисленные изобарические поверхности в среднем для года отвечают примерно высотам 1,23 км, 4,95 км, 8,52 км и 16,21 км над уровнем моря соответственно.

Таблица 11.1 - Аномалии температуры за 2012 год для двух широтных зон северного полушария (30-60 с.ш. и 60-90 с.ш.) на отдельных изобарических поверхностях

МЕСЯЦ	30-60 С.Ш.				60-90 С.Ш.			
	850 гПа	500 гПа	300 гПа	100 гПа	850 гПа	500 гПа	300 гПа	100 гПа
Январь	-0,57	-0,89	-0,18	-0,67	-0,16	-0,59	-0,63	-0,99
Февраль	-1,72	-0,94	-0,26	-0,83	1,12	0,62	0,41	1,68
Март	0,59	0,01	0,46	-1,38	-0,83	-0,75	0,29	0,53
Апрель	1,18	0,61	0,51	-0,41	0,95	0,89	0,54	1,21
Май	1,03	0,74	0,52	-0,62	0,83	0,82	0,60	-0,23
Июнь	0,75	0,71	0,56	-0,53	1,47	1,58	1,00	-0,41
Июль	0,82	0,62	0,66	-0,84	0,59	0,50	0,35	-0,32
Август	0,72	0,44	0,53	-0,93	-0,18	-0,23	-0,10	-0,03
Сентябрь	0,54	0,37	0,29	-0,40	1,10	0,79	0,46	-0,20
октябрь	0,39	0,06	-0,23	-0,13	0,15	0,14	-0,38	-0,50
Ноябрь	0,09	0,20	-0,48	0,64	0,51	0,47	-0,06	-1,18
Декабрь	-0,76	-0,88	-1,06	-0,76	-0,75	-0,26	-0,52	-0,79

Следует обратить внимание на то, что январь и декабрь 2012 года характеризовались значительными отрицательными аномалиями в нижней и средней тропосфере (850 и 500 гПа) как для умеренных, так и для высоких широт. Подобная картина аномально низких температур в нижней тропосфере наблюдалась и в феврале 2012 года, но только в умеренных широтах северного полушария.

Отрицательные аномалии температуры наблюдались в нижней стратосфере (100 гПа) умеренных широт северного полушария для всех месяцев 2012 года. В высоких же широтах северного полушария отрицательная аномалия температуры нижней стратосферы наблюдалась для всех месяцев 2012 года, кроме февраля, марта и апреля (в эти месяцы, напротив, наблюдалась положительная аномалия), а также кроме августа 2012 года (близкая к нулю аномалия).

Столь существенные различия в величинах аномалий температуры от месяца к месяцу и по вертикали на отдельно рассматриваемых изобарических поверхностях сказываются и на результатах временного обобщения по отдельным сезонам, и на результатах пространственного вертикального обобщения по наиболее часто рассматриваемым слоям свободной атмосферы.

В таблице 11.2 содержатся аномалии температуры, обобщенные для каждого из четырех сезонов 2012 года (зимний сезон включает период декабрь 2011-февраль 2012 г) и для года в целом осредненные по вертикали внутри слоя 850-300 гПа (тропосфера) для тридцатиградусных широтных зон северного полушария и северного полушария в целом. Здесь ΔT_{2012} обозначает величину аномалии в градусах Цельсия, $-R$ обозначает обратный ранг в рядах упорядоченных по возрастанию значений соответствующих аномалий (т.е. наибольшим значениям аномалий соответствуют наименьшие значения $-R$).

Аналогично, таблица 11.3 содержит обобщенные аномалии для слоя 100-50 гПа (нижняя стратосфера), но здесь R обозначает ранг в рядах упорядоченных по возрастанию значений соответствующих аномалий (т.е. наибольшим значениям аномалий соответствуют наибольшие значения R).

В тропосфере аномально холодная зима умеренных широт определяется аномально холодными январем и февралем 2012 г, аномально холодная зима высоких широт - аномально холодным февралем 2012 г. Это сказалось и на знаке зимней аномалии 2012 г для всего северного полушария: он отрицателен, несмотря на то, что в широтном поясе 0-30 с.Ш. зимняя аномалия была положительной. Весенний и летний сезоны в умеренных широтах северного полушария отличались, напротив, большими положительными аномалиями температуры тропосферы. Так, весенняя аномалия умеренных широт (+0,53°

С) была в 2012 году второй по величине начиная с 1958 г (максимальная аномалия тропосферной температуры наблюдалась в 1959 году и составила $+0,81^{\circ}\text{C}$). Аналогично, летняя положительная аномалия 2012 года в умеренных широтах ($+0,64^{\circ}\text{C}$) также была второй по величине (максимальной была аномалия 2010 года, равная $+1,02^{\circ}\text{C}$). Для северного полушария в целом в тропосфере аномально теплое лето 2012 года оказалось вторым в соответствующих рядах (рекордно теплое лето в северном полушарии – в 2010 г., $+0,78^{\circ}\text{C}$), а аномально теплая весна – третьей. 2012 год в целом рекордными аномалиями температуры тропосферы не отличался.

В нижней стратосфере 2012 год характеризовался отрицательными аномалиями по отношению к периоду 1981-2010 для всех сезонов и года в целом, для всех рассматриваемых широтных поясов и для северного полушария в целом. Для 2012 года в целом отрицательная аномалия в широтном поясе 0-30 С.Ш.), равная $-1,03^{\circ}\text{C}$, оказалась рекордной за весь период начиная с 1958 г. Аналогично, рекордной оказалась в 2012 году и аномалия высоких широт для осени 2012 года (минус $0,98^{\circ}\text{C}$). 2012 год в целом для нижней стратосферы северного полушария оказался третьим среди самых холодных (соответствующие рекордные отрицательные аномалии составили $-0,77^{\circ}\text{C}$ в 2000 г. и $-0,75^{\circ}\text{C}$ в 1999 году).

Более детально вертикально-широтная структура для годовых аномалий температуры в 2012 г показана на рис. 11.2, а для аномалий температуры отдельных сезонов 2012 г – на рис. 11.3.

Таблица 11.2 – Аномалии температуры в тропосфере (850-300 гПа) от норм 1981-2010 гг.

ΔT_{2012} - величина аномалии в градусах Цельсия

-R - обратный ранг в рядах упорядоченных по возрастанию значений соответствующих аномалий

ТРОПОСФЕРА, 850-300 гПа								
СЕЗОН	0-30 С.Ш.		30-60 С.Ш.		60-90 С.Ш.		Северное полушарие	
	ΔT_{2012}	-R	ΔT_{2012}	-R	ΔT_{2012}	-R	ΔT_{2012}	-R
ЗИМА	0,28	13	-0,63	46	0,01	27	-0,31	37
ВЕСНА	-0,03	25	0,53	2	0,29	14	0,38	3
ЛЕТО	0,05	15	0,64	2	0,58	11	0,46	2
ОСЕНЬ	-0,06	23	0,23	18	0,46	8	0,16	15
ГОД В ЦЕЛОМ	0,03	14	0,13	14	0,32	11	0,11	14

Таблица 11.3 - Аномалии температуры в нижней стратосфере (100-50 гПа) от норм 1981-2010 гг.

ΔT_{2012} - величина аномалии в градусах Цельсия

R - ранг в рядах упорядоченных по возрастанию значений соответствующих аномалий

НИЖНЯЯ СТРАТОСФЕРА, 100-50 гПа								
СЕЗОН	0-30 С.Ш.		30-60 С.Ш.		60-90 С.Ш.		Северное полушарие	
	ΔT_{2012}	R	ΔT_{2012}	R	ΔT_{2012}	R	ΔT_{2012}	R
ЗИМА	-1,36	2	-0,94	9	-0,29	24	-1,01	5
ВЕСНА	-1,10	2	-0,99	4	0,19	24	-0,92	4
ЛЕТО	-0,80	5	-0,65	7	-0,45	7	-0,67	7
ОСЕНЬ	-0,70	7	-0,01	18	-0,98	1	-0,28	11
ГОД В ЦЕЛОМ	-1,03	1	-0,64	4	-0,24	11	-0,72	3

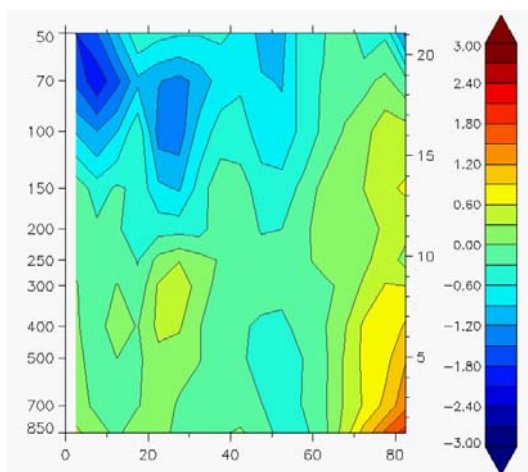


Рисунок 11.1 - Вертикально-широтная структура годовых аномалий температуры свободной атмосферы в 2012 году. Горизонтальная ось – широты, левая вертикальная ось – давление на стандартных изобарических поверхностях, правая вертикальная ось – высоты над уровнем моря в км.

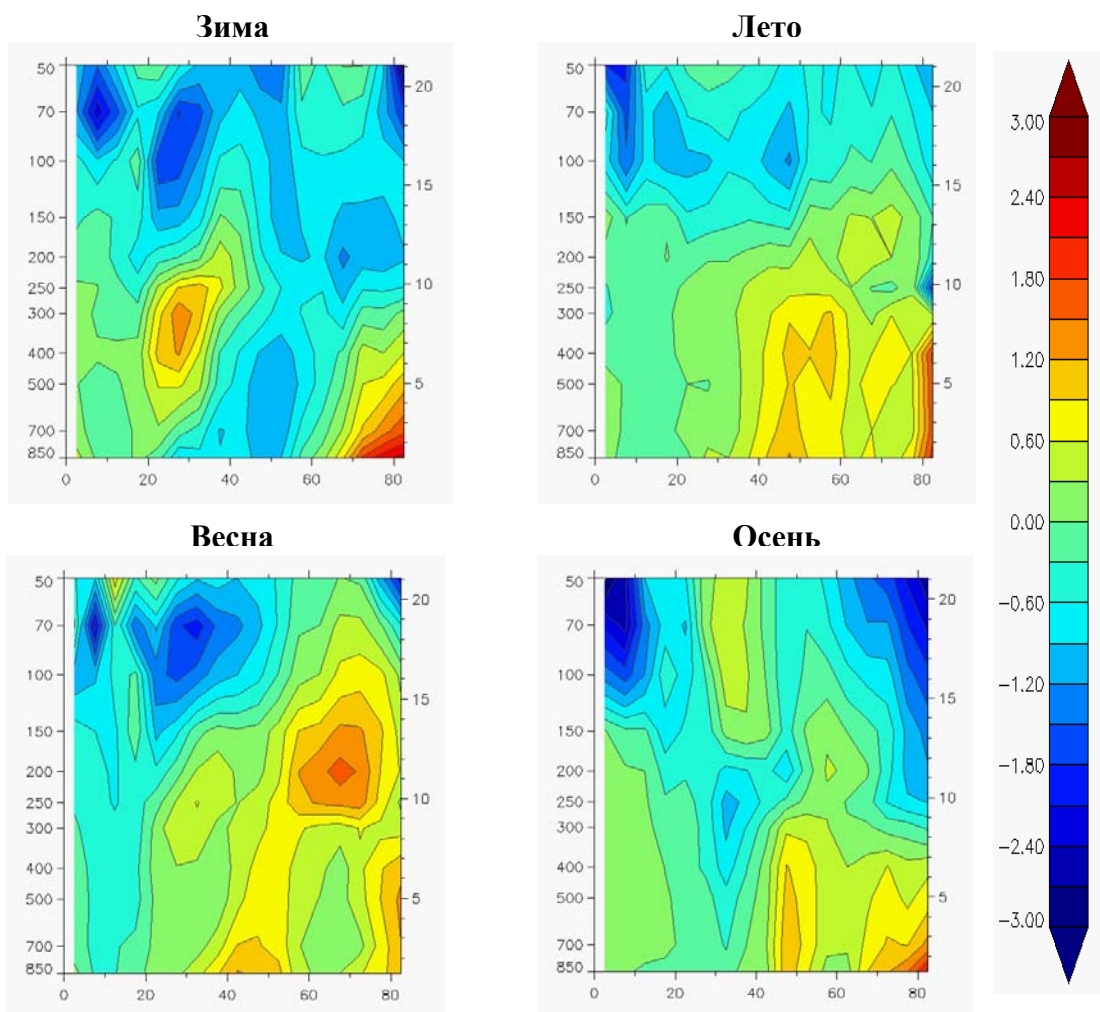


Рисунок 11.2 - То же, что на рис 11.1, но для отдельных сезонов (зима 2011-2012 гг., весна, лето и осень 2012 года)

Тенденции современных изменений температуры воздуха в свободной атмосфере

Современные тенденции изменения температуры в свободной атмосфере, суть которых сводится к потеплению в тропосфере и похолоданию в нижней стратосфере, проиллюстрированы для сезонов северного полушария на рис. 11.3, где, наряду с рядами сезонных аномалий, представлены линии трендов.

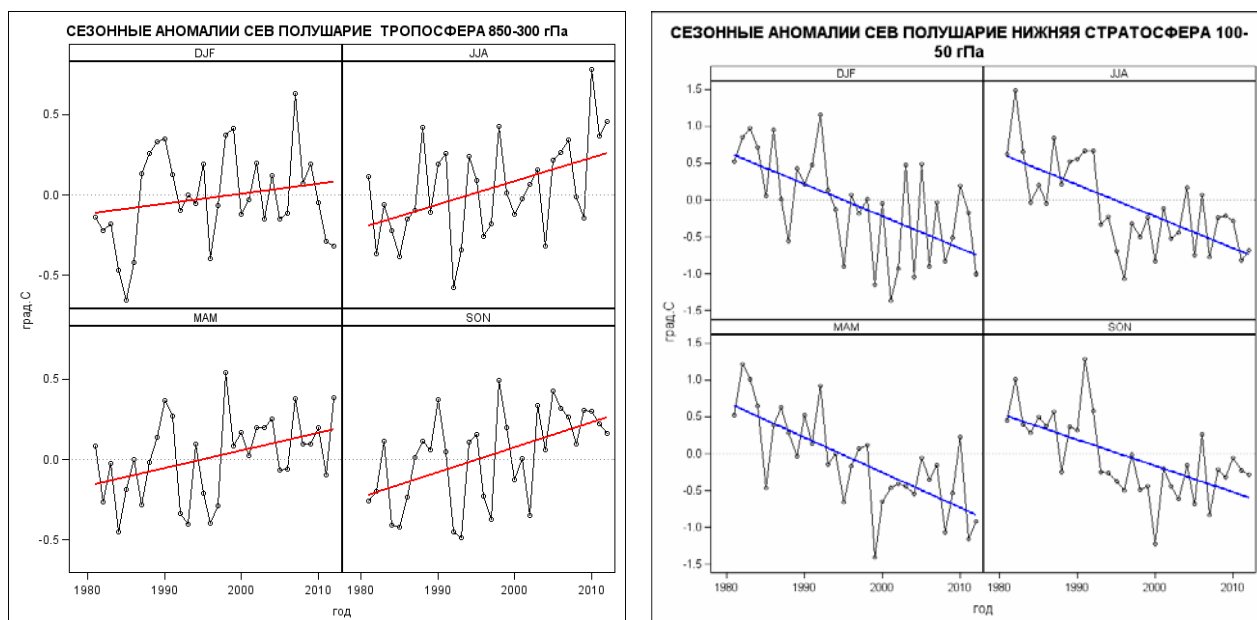


Рисунок 11.3 - Ряды сезонных аномалий температуры в свободной атмосфере северного полушария за период 1981-2012 г. Левая панель – тропосфера (850-300 гПа), правая панель – нижняя стратосфера (100-50 гПа). Линии трендов построены методом наименьших квадратов для тропосферы (красный цвет) и нижней стратосферы (синий цвет). Обозначения сезонов по аналогии с рис. 11.2.

Таблицы 11.4 и 11.5 содержат значения линейных трендов, вычисленных за период 1981-2012 гг. на основе рядов сезонных и годовых аномалий отдельных широтных зон и северного полушария в целом для тропосферы и нижней стратосферы соответственно. Как следует из Таблицы 11.4, статистически значимая тенденция потепления не наблюдается для зимнего сезона как для отдельных тридцатиградусных широтных зон, так и для северного полушария в целом. В определенной степени это объясняется недавними аномально холодными зимами сезонов 2010-2011 и 2011-2012 годов. Также не наблюдается статистически значимая тенденция потепления в диапазоне широт от 0 до 30 С.Ш. для остальных трех сезонов года и для года в целом. Для остальных же широтных зон и для северного полушария в целом, в весенний, летний и осенний периоды имеют место статистически значимые положительные тренды, которые и определяют для этих трех сезонов значимый положительный тренд для северного полушария в целом (от 0,11 для весны до 0,16 для осени, ° С/10 лет).

Для нижней стратосферы очевидное статистически значимое похолодание имеет место для всех осуществленных вариантов оценки тренда, за исключением зимнего сезона в высоких широтах. В северном полушарии скорость стратосферного похолодания составляла от -0,48 ° С/10 лет для весны до -0,36 ° С/10 лет для осени, а по году в целом составила -0,42 ° С/10 лет.

Выводы

Зимний сезон 2011-2012 года (в частности, январь) для тропосферы в умеренных и высоких широтах северного полушария оказался аномально холодным, что, наряду с аномально холодным февралем в умеренных широтах, предопределило отрицательный знак зимней аномалии в тропосфере для всего северного полушария. Особо значительной оказалась зимняя аномалия для тропосферы умеренных широт (она составила $-0,63$ °C и вошла в десятку самых холодных значений начиная с 1958 года). Весенний и летний сезоны в умеренных широтах северного полушария отличались, напротив, большими положительными аномалиями температуры тропосферы. Весенняя и летняя положительные аномалии температуры тропосферы умеренных широт стали в 2012 году вторыми по величине в соответствующих рядах начиная с 1958 г.

Тенденция похолодания в нижней стратосфере, очевидно, продолжилась в 2012 году, что имело место для подавляющего большинства рассмотренных широтных зон и сезонов, для которых нижняя стратосфера оказалась в 2012 году аномально холодной. Так, для северного полушария в целом лишь осенняя отрицательная аномалия оказалась 11 в ряду соответствующих аномалий в нижней стратосфере, остальные же сезонные аномалии и годовая аномалия вошли в семерку самых холодных, начиная с 1958 года. Рекордно холодным стал 2012 год для нижней стратосферы широтной зоны 0-30 С.Ш. в целом по году и для осеннего сезона высоких широт.

Таблица 11.4 – Оценки линейного тренда температуры в тропосфере (1981-2012 гг.)

b – значения сезонного или годового тренда, (C/10 лет)

D – объясненная линейным трендом доля общей дисперсии ряда, в %.

Жирным курсивом выделены значения трендов, статистически значимо отличные от нуля с вероятностью не менее 0,95

ТРОПОСФЕРА								
СЕЗОН	0-30 С.Ш.		30-60 С.Ш.		60-90 С.Ш.		Северное полушарие	
	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>D</i>
ЗИМА	0,12	12	0,02	4	0,12	9	0,06	4
ВЕСНА	0,04	1	0,14	16	0,18	18	0,11	17
ЛЕТО	-0,01	1	0,21	29	0,26	26	0,14	21
ОСЕНЬ	0,04	2	0,20	27	0,26	26	0,16	27
ГОД	0,04	3	0,14	26	0,20	30	0,11	23

Таблица 11.5 - Оценки линейного тренда температуры в нижней стратосфере (1981-2012 гг.)

b – значения сезонного или годового тренда, (C/10 лет)

D – объясненная линейным трендом доля общей дисперсии ряда, в %.

Жирным курсивом выделены значения трендов, статистически значимо отличные от нуля с вероятностью не менее 0,95

НИЖНЯЯ СТРАТОСФЕРА								
СЕЗОН	0-30 С.Ш.		30-60 С.Ш.		60-90 С.Ш.		Северное полушарие	
	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>D</i>
ЗИМА	-0,62	34	-0,40	21	0,13	1	-0,42	33
ВЕСНА	-0,49	35	-0,46	39	-0,51	17	-0,48	50
ЛЕТО	-0,42	30	-0,45	45	-0,30	38	-0,43	48
ОСЕНЬ	-0,38	18	-0,36	40	-0,26	33	-0,36	39
ГОД	-0,47	45	-0,42	56	-0,25	12	-0,42	59

ВЫВОДЫ

□ В целом для России 2012 год был теплым – среднегодовая аномалия приземной температуры воздуха составила $+1.07^{\circ}\text{C}$ (12-ая величина в ряду наблюдений с 1936 года). Значительные положительные аномалии (на многих станциях – экстремальные, наблюдающиеся не чаще одного раза в 20 лет) наблюдались вдоль побережья Северного Ледовитого океана от Ямала до Таймыра, на Южном Урале, юге Якутии и Магаданской области.

Основными сезонными особенностями года были: очень теплое лето ($+1.61^{\circ}\text{C}$: 2-я по величине аномалия с 1936 г.; самым теплым было лето 2010 г. с аномалией $+1.77^{\circ}\text{C}$) и теплая осень ($+1.78^{\circ}\text{C}$: 6-я с 1936 г.). Следует отметить холодный декабрь 2012 г. на всей Европейской части России и в южной половине Азиатской, где аномалии температуры достигали -9°C и на многих станциях наблюдались экстремумы: отрицательные аномалии, наблюдающиеся не чаще одного раза в 20 лет. Крупные области отрицательной аномалии наблюдались в начале года (январь-март); в феврале экстремально холодные условия сложились на Северном Кавказе.

В целом за год и во все сезоны, кроме зимы, потепление за период с 1976 г. наблюдается на всей территории РФ; зимой имеются области похолодания на крайнем северо-востоке и на юге Сибири. Средняя по России зимняя температура росла до середины 1990-х гг., после чего наблюдается слабое относительное уменьшение.

□ Для России в целом 2012 год был пятым среди самых влажных лет (аномалия осадков составила 2.9 мм/месяц, или 34.8 мм в год). Осенью и весной осредненные по территории РФ осадки намного превышали норму (1-я и 4-я величины в рядах наблюдений с 1936 г.), во многих районах наблюдались сезонные экстремумы (избыток осадков, наблюдающийся не чаще одного раза в 20 лет). Значительный избыток осадков наблюдался в Европейской части России во все сезоны (третий экстремум годовых сумм осадков после рекордного 1990 г. и 2004 г.), в Прибайкалье и Забайкалье (за счет весны), в Восточной Сибири (за счет весны и осени). Следует отметить исключительно малоснежную зиму на юге Урала и Западной Сибири.

Тренд годовых сумм осадков за период 1976 - 2012 гг. положительный (до 5-10% нормы за 10 лет) на большей части территории России. Преимущественно положительный тренд наблюдается и в отдельные сезоны. Наиболее выражен рост осадков весной, когда осадки растут почти на всей территории страны и линейный тренд, в целом по РФ, объясняет 23% суммарной изменчивости осадков. Из регионов выделяется Средняя Сибирь, где увеличиваются осадки всех сезонов, кроме зимы. Уменьшение осадков отмечается в восточных районах России зимой и летом, и на ЕЧР – летом.

□ На большей части территории РФ первый снег зимой 2011/12 года выпал позже обычных сроков (на северо-западе Европейской части России (ЕЧР) – с опозданием более чем на 20 дней), но в Дальневосточном ФО и на юге ЕЧР – раньше обычного. Запас воды в снеге, максимальный за зимний период, был значительно ниже нормы в лесу (в среднем по России – вторая по величине отрицательная аномалия с 1967 года), выше нормы – в поле (на Дальнем Востоке, в центре ЕЧР и Восточной Сибири) и около нормы – в большинстве речных бассейнов ЕЧР (по состоянию на 20 марта 2012 года). Рекордно низкими оказались значения запаса воды в снеге в лесу на севере России, в Западной Сибири, на Алтае и в Саянах. Продолжительность залегания снежного покрова в среднем по России была на 4 дня больше нормы. Максимальная высота снежного покрова этой зимой была в целом незначительно выше нормы, с наибольшими значениями в восточных областях ЕЧР, на севере Западной Сибири, вдоль большей части Тихоокеанского

побережья. Малоснежной зима была на юге Западной Сибири, севере Якутии и в континентальных районах Магаданской области.

В период с 1976 по 2012 гг. на территории РФ преобладает тенденция к уменьшению продолжительности залегания снежного покрова (в северной половине ЕЧР, в Западной Сибири, на Таймыре, на большей части Восточной Сибири и Якутии). В то же время на крайнем юге Восточной Сибири, в Забайкалье, Приморье и на восточном побережье Камчатки тенденция противоположная (продолжительность залегания снежного покрова увеличивается). Максимальная за зиму высота снежного покрова увеличивается на севере Западной и на значительной части Восточной Сибири, на побережье Охотского моря и юге Дальнего Востока, в центральных областях Европейской территории, но уменьшается в центре Западной Сибири.

□ Весной 2012 г. вскрытие большинства рек Азиатской части страны и севера Европейской части проходило преимущественно в ранние сроки. На 13-20 дней раньше нормы произошло разрушение ледяного покрова на Оби, устьевом участке Яны и Лены, в верховьях Печоры. Раньше экстремально ранних сроков (на 2-3 суток) начался ледоход в верховьях рек Яна и Индигирка.

В связи с повышенными температурами воздуха процесс ледообразования на реках России осенью 2012 года происходил преимущественно в поздние сроки и недружно.

□ На всей Российской территории Северной полярной области (СПО) в 2012 г. наблюдались положительные аномалии среднегодовой температуры. Значение аномалии среднегодовой (декабрь – ноябрь) температуры воздуха, в среднем по территории СПО, составило 2.2°C (второй самый теплый год с 1936 г.). Самые крупные положительные аномалии наблюдались на территории Западносибирского района СПО и в районе морей Баренцева, Карского и Лаптевых (до 8-9°C). Осредненная по Западносибирскому району СПО аномалия была рекордно высокой (с 1936 г.) в среднем за год, зимой и летом, а весна и осень вошли в 5 самых теплых сезонов за период наблюдений. Отрицательные аномалии наблюдались зимой на Чукотке.

В течение последних тридцати лет (1983-2012 гг.) температура росла во всех регионах СПО. В целом для СПО линейный тренд среднегодовой температуры за этот период составил 0.61 °C/10 лет

Годовая сумма осадков, в целом для СПО, была выше нормы на 7.5 % – главным образом, за счет теплого периода (к югу от 70° с.ш. осадки теплого периода превысили норму на 14%). Менее всего осадков выпало в Чукотском районе (на 14 % ниже нормы) из-за дефицита осадков в холодном периоде (на 30% ниже нормы), а более всего – в Североευропейском районе (на 24 % выше нормы).

В многолетних изменениях годовых сумм осадков за период 1936–2012 гг. в СПО наблюдается тенденция их статистически значимого увеличения со средней скоростью около 3 мм/10 лет. Более всего рост осадков выражен в южной части Североευропейского района (15.5 мм/10 лет для осадков холодного периода и 18.8 мм/10 лет для годовых сумм). В Чукотском районе и прилегающих морях отмечается уменьшение осадков, максимальное в Восточно-Сибирском и Чукотском морях (11.3 и 13.8 мм/10 лет для годовых сумм).

С начала 1980-х годов в Арктике наблюдается сокращение летней площади морского льда (ПМЛ), ускорившееся в конце 1990-х годов. Площадь арктического морского льда в сентябре за период с 2000 по 2012 г. сократилась почти в два раза. Минимум наблюдался в сентябре 2012 года: средняя площадь льда составила 3.61 млн. кв. км с минимальным значением 3.37 млн. кв. км 22-25 сентября (в 1980-х гг. – более 7 млн. кв. км). В Сибирских арктических морях (Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское моря) сентябрьская ПМЛ после 1998 года сокращалась еще более быстрыми темпами: от ~1200 тыс. кв. км. в 1980-х гг. до 132 тыс. кв. км. в 2012 г.

□ В 2012 г. повсюду на севере ЕЧР и в Западной Сибири мощность сезонно-талого слоя в области вечной мерзлоты была выше, чем в предыдущий год; отличия достигали 30 см, что составляет около 25% многолетней нормы. Практически во всех пунктах наблюдений достигнуты абсолютные максимумы сезонно-талого слоя (СТС) за период с конца 1990-х гг. Изменения на севере ЕЧР с 1999 г. характеризуются повсеместно положительным трендом и относительно небольшой межгодовой изменчивостью; напротив, в Западной Сибири имеют место слабые положительные, отрицательные и близкие к нулю тренды и более выражены межгодовые изменения.

В Центральной и Восточной Сибири мощность СТС в 2012 году почти везде была на несколько сантиметров ниже, чем в предыдущий год, отличия в среднем не превышали 10% от многолетней нормы, в отдельных пунктах достигая 20%. Тренды слабо положительные, примерно на половине площадок превышают 1 см/год.

□ Агрометеорологические условия 2012 г. были несколько хуже, чем в среднем за период 2006–2010 годы. Условия вегетационного периода на территории Южного, Северо-Кавказского и большей части Приволжского ФО, а также практически на всей Азиатской части России были менее благоприятными для произрастания сельскохозяйственных культур, чем в период 2006–2010 годы. Положительные отклонения климатообусловленной урожайности от соответствующих средних величин указанного 5-летия наблюдались в Северо-Западном ФО, Центральном ФО и, частично, в Приволжском ФО.

Засухой в 2012 г. были охвачены значительно меньшие площади, чем в 2010 г. Основные площади сельскохозяйственных культур, которые подверглись действию засушливых явлений (май-июнь), находятся на юго-востоке ЕЧР, на Северном Кавказе, в Алтайском крае и в Западной Сибири.

□ 2012 г. стал рекордным (с 1996 г.) по количеству опасных явлений (ОЯ) и комплексов гидрометеорологических явлений (КМЯ) (включая гидрологические и агрометеорологические явления), нанесших значительный ущерб. Наибольшая активность возникновения опасных явлений на территории Российской Федерации, по-прежнему, наблюдалась в период с мая по август, причем количество ОЯ на 65% (121 случай) увеличилось по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. Высокой была повторяемость сильных осадков и КМЯ, а также сильного ветра; эти явления, как правило, наносили наиболее значительный ущерб секторам экономики и частному сектору.

□ Основные особенности радиационного режима 2012 г. связаны с преобладанием пониженного прихода прямой радиации (отрицательная аномалия) в весенний и летний сезоны в азиатской части России и наличием крупной и значительной по величине положительной аномалии – в зимний сезон в западной части России (ЕЧР, Урал, юг Западной Сибири). На южном Урале прямая радиация в 2012 г. превышала норму на 70–100%, а в целом по России – это 3-я величина с 1966 г.

В конце 80-х – начале 90-х гг. 20в. на территории России (как и в других регионах Земного шара) было отмечено пониженное поступление солнечной радиации (возможно, связанное с воздействием крупных вулканических извержений). К началу 21 в. произошел возврат к значениям приходящей радиации, близким к норме. Этот уровень сохраняется на большей части территории России и в последние годы. В большей степени, чем для других регионов, отклоняются от нормы годовые суммы прямой радиации на территории Средней Сибири, где в течение ряда лет регистрируются отрицательные аномалии.

□ Уровень общего содержания озона (ОСО) практически над всей территорией Российской Федерации в течение 2012 г. был ниже наблюдаемого в конце 1970-х гг., но выше, чем в 2011 г. Весенняя аномалия ОСО в умеренных и высоких широтах Северного полушария была сравнительно небольшой, что, по-видимому, указывает на продолжающееся медленное восстановление озонового слоя. Весенняя Антарктическая озоновая аномалия была второй минимальной аномалией за последние 20 лет.

□ Температура зимнего сезона 2011-2012 года в тропосфере Северного полушария была ниже нормы. Особо значительной оказалась зимняя аномалия для тропосферы умеренных широт (она составила $-0,63^{\circ}\text{C}$ и вошла в десятку самых холодных значений с 1958 года). Весенний и летний сезоны в умеренных широтах Северного полушария отличались, напротив, большими положительными аномалиями температуры тропосферы (вторые по величине в соответствующих рядах с 1958 г.). Для широт к северу от 30°с.ш. и северного полушария в целом, в весенний, летний и осенний периоды имеют место положительные тренды: от $0.11^{\circ}\text{C}/10$ лет для весны до $0.16^{\circ}\text{C}/10$ лет для осени.

Тенденция похолодания в нижней стратосфере продолжилась в 2012 г. для подавляющего большинства рассмотренных широтных зон и сезонов. Нижняя стратосфера оказалась в 2012 г. аномально холодной. Для северного полушария в целом годовая и все сезонные аномалии – отрицательны, причем все они, кроме осенней, вошли в семерку самых холодных, начиная с 1958 года. Рекордно холодным для нижней стратосферы стал 2012 год в целом в широтной зоне $0-30^{\circ}\text{с.ш.}$ и осенний сезон 2012 г. – в высоких широтах.