ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (РОСГИДРОМЕТ)

ДОКЛАД ОБ ОСОБЕННОСТЯХ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА 2015 ГОД

Д 63 Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2015 год. – Москва, 2016. – 68 стр.

ISBN 978-5-906099-58-7

В Докладе представлены результаты регулярного мониторинга климата Российской Федерации, выполняемого НИУ Росгидромета, за 2015 г. Приводятся данные о наблюдавшихся в 2015 году аномалиях различных климатических переменных, об агроклиматических условиях и опасных гидрометеорологических явлениях года, а также тенденциях современных изменений климата на территории России, в Северной полярной области и над Северным полушарием (температура свободной атмосферы). Доклад является официальным изданием Росгидромета.

УДК 551.5 ББК 26.2

RUSSIAN FEDERAL SERVICE FOR HYDROMETEOROLOGY AND ENVIRONMENTAL MONITORING (ROSHYDROMET)

A REPORT
ON CLIMATE FEATURES
ON THE TERRITORY
OF THE RUSSIAN FEDERATION
IN 2015

Настоящий ДОКЛАД подготовлен коллективом НИУ Росгидромета:

Федеральное государственное бюджетное Г.В. Груза, М.Ю. Бардин, Э.Я. Ранькова, учреждение «Институт глобального климата и Э.В. Рочева, Т.В. Платова, О.Ф. Самохина, Росгидромета В.И. Егоров, М.И. Афанасьев, экологии PAH» и (ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН», головной) С.Г. Парамонов, Б.А. Латышев Федеральное государственное бюджетное Г.В. Алексеев В.Ф. Радионов учреждение «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт» (ФГБУ «ААНИИ») Федеральное государственное бюджетное О.Н. Булыгина, Н.Н. Коршунова учреждение «Всероссийский А.М. Стерин, А.С Лавров, научноисследовательский институт Н.М. Аржанова, А.В. Хохлова гидрометеорологической информации – Мировой центр данных» (ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД») В.Н. Павлова Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-Е.В. Абашина институт исследовательский сельскохозяйственной метеорологии» (ФГБУ «ВНИИСХМ») О.А.Анисимов, Е.Л. Жильцова, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный гидрологический Ю.Г. Забойкина, В.А. Кокорев, институт» (ФГБУ «ГГИ») Д.А. Стрелецкий Федеральное государственное бюджетное Е.И. Хлебникова, И.А. Салль, В.В. Стадник, учреждение ΓУ Геофизическая Н.Н. Парамонова, А.В. Зинченко «Главная обсерватория» (ФГБУ «ГГО») государственное Федеральное бюджетное Н.С. Сидоренков, учреждение «Гидрометеорологический научно-А.Д. Голубев, исследовательский центр Российской Федерации» С.В. Борщ (ФГБУ «Гидрометцентр России») Федеральное государственное бюджетное А.М. Звягинцев **учреждение** «Центральная аэрологическая Н.С. Иванова обсерватория» (ФГБУ «ЦАО») Г.М. Крученицкий Федеральное государственное бюджетное Б.А. Ашабоков, А.А. Ташилова, Л.А. Кешева, Н.В. Теунова, З.А.Таубекова учреждение «Высокогорный геофизический институт» (ФГБУ «ВГИ») Федеральное Ю.В. Баранов, государственное бюджетное учреждение «Научно-производственное В.Н. Вишератин, объединение "Тайфун"» (ФГБУ НПО «Тайфун») Н.Е. Каменоградский Федеральная служба по гидрометеорологии и Д.А. Гершинкова, мониторингу окружающей среды (Росгидромет) Т.Р. Жемчугова

с участием и при координации Управления специальных и научных программ Росгидромета и Управления наблюдательной сети и гидрометобеспечения Росгидромета.

СОДЕРЖАНИЕ

TABLE OF CONTENTS

BCTУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО OPENING ADDRESS	6
ВВЕДЕНИЕINTRODUCTION	8
1. TEMПEPATYPA BOЗДУХА	10
2. ATMOCФЕРНЫЕ ОСАДКИ	16
3. CHEЖНЫЙ ПОКРОВ ЗИМОЙ 2014/2015 гг	21
4. ЗАМЕРЗАНИЕ И ВСКРЫТИЕ PEK	27
5. СЕВЕРНАЯ ПОЛЯРНАЯ ОБЛАСТЬ	30
6. ВЕЧНАЯ МЕРЗЛОТА PERMAFROST	35
7. AГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	37
8. ОПАСНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ DANGEROUS HYDROMETEOROLOGICAL EVENTS	42
9. РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМSOLAR RADIATION	46
10. ТЕМПЕРАТУРА В СВОБОДНОЙ АТМОСФЕРЕ TEMPERATURE IN FREE ATMOSPHERE	50
11. РЕЖИМ BETPAWIND	54
12. ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ	57
13. ОЗОНОВЫЙ СЛОЙ	61
выволы	64

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО

Настоящий «Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации в 2015 году» является официальным изданием Росгидромета (десятый выпуск в серии ежегодных докладов). Доклад является источником объективной информации о состоянии и тенденциях изменения климата на территории России в 2015 году, на основе результатов климатических исследований, проводимых НИУ Росгидромета и регулярного климатического мониторинга по данным государственной наблюдательной сети Росгидромета. Доклад за 2015 год уже содержит сведения по территории Крымского федерального округа.

Особое значение регулярная оценка наблюдаемых климатических аномалий и изменений климата приобретает в связи с наблюдающимся глобальным потеплением, причиной которого является хозяйственная деятельность человека, и в первую очередь выбросы парниковых газов при сжигании углеводородного топлива. Своевременное получение надежных оценок и доведение их до правительственных органов, промышленности И сельского хозяйства, руководителей vченых широкой общественности является первоочередной задачей создаваемой под эгидой Всемирной Глобальной метеорологической организации рамочной основы климатического обслуживания и ее национальных сегментов.

По всем имеющимся данным мировых климатических центров 2015 год оказался самым теплым в глобальном масштабе за все время наблюдений. Средняя температура периода 1961-1990 гг., принимаемая Всемирной метеорологической организацией за климатическую норму, была превзойдена в прошедшем году на 0.76°С: предыдущий максимум наблюдался годом ранее, в 2014 году, и составил по уточненным оценкам Университета Восточной Англии 0.57°С. Следует отметить, что из 5 наиболее теплых лет 4 наблюдались в 21 столетии (а 5-й – 1998 г.).

Теплее всего было в азиатской части России. На огромной территории в Западной и Средней Сибири среднегодовая температура была выше климатической нормы более чем на 3 градуса. В целом по России, в ее европейской и азиатской частях год был самым теплым за время наблюдений с 1936 года (а в европейской части, где достаточная для оценки сеть наблюдений сложилась раньше — с начала 20 века). Отклонения от климатической нормы были значительно выше, чем аномалия глобальной температуры и составили 2.16°C, 2.07°C, 2.20°C. Исключительно тепло было в зимние месяцы: зимний сезон 2014/15 гг. в целом по России стал самым теплым в истории наблюдений; отклонение от нормы, 3.56°C, на 0.5°C превысило предыдущий максимум 2007 года.

Несмотря на принимаемые в рамках Рамочной конвенции ООН по изменению климата меры по ограничению выбросов парниковых газов, рост их концентрации продолжается. Концентрация углекислого газа по данным российских и зарубежных фоновых арктических станций растет в настоящее время со скоростью около 2 млн⁻¹ в год (в конце 20 века она составляла 1.5 млн⁻¹/год) и достигла в 2015 году своего очередного максимума: около 402 млн⁻¹. Растет концентрация метана.

Скорость современного роста глобальной температуры, вызванного в основном увеличением концентрации парниковых газов, составила за 1976 – 2015 гг. около 0.17°С за 10 лет (оценка по данным центра Хэдли метеослужбы Великобритании). Температура на территории России растет значительно быстрее: 0.45°С за 10 лет, и особенно быстро в полярной области, где скорость роста достигает 0.8°С за 10 лет. Температура растет во все сезоны, кроме зимы. После быстрого потепления в период до середины 1990-х годов зимы в России стали холодать почти везде, кроме полярной области. Самой холодной в этот период стала зима 2010 года, после чего зимы стали теплеть, вплоть до рекордно теплой зимы 2014/15 гг.; возможно, это означает общее окончание похолодания зим.

В тропосфере Северного полушария продолжается потепление, в нижней стратосфере - значительное похолодание. Год стал самым теплым для тропосферы низких и средних широт Северного полушария и полушария в целом с 1958 г.

В Северной полярной области (СПО) в целом год был очень теплым, хотя и не рекордным: отклонение от нормы $+2.2^{\circ}$ C — четвертая величина с 1936 г.; максимум ($+2.3^{\circ}$ C) наблюдался в 2011 г. Тем не менее, год был самым теплым в зоне СПО 60- 70° с.ш., преимущественно континентальной. В морской же Арктике максимум температур приходится на 2011-12 годы. В последнее 30-летие температура СПО росла очень высокими темпами: 0.68° C за 10 лет.

За год в России отмечен избыток осадков: 106% нормы (9-11 величина с 1936 г.), особенно зимой (119%, 2-3-я величина). Рекордная сумма осадков выпала в Уральском ФО: 124% нормы. В целом по России в период 1976-2015 гг. годовые осадки растут: 2%/10 лет; особенно быстро растут весенние осадки: 5.8%/10 лет. Летом на ЕЧР наблюдается убывание осадков, значительное в южных областях (более 5%/10 лет).

Характеристики снежного покрова в целом по России (число дней со снегом, максимальная высота) не сильно отличались от нормы. Однако, максимальный за зиму запас воды в снеге в среднем был значительно выше нормы, в десятке наибольших с 1967 года. В лесу аномалия запаса воды в среднем по России составила 12.7 мм: 3-я с 1967 года. Первый снег по большей части появился раньше обычного: на юге ЕЧР — на 20-30 дней, а в АЧР — на 10-15 дней. В период 1976—2015 гг. обнаружены тенденции уменьшения числа дней со снегом (-1.8 дней/ 10 лет) в среднем по территории страны и увеличения максимальной высоты снежного покрова в центре ЕЧР, на севере Западной и на значительной части Восточной Сибири, ряде областей Дальнего Востока.

Потепление сопровождается выраженными изменениями в ледовых процессах и криосфере в целом. Усиленное потепление в Арктике обусловило быстрое уменьшение площади морского льда до 3.61 млн. кв. км. в сентябре 2012 года, что почти вдвое меньше, чем в 1980-е годы. Но в последующие более холодные годы она вновь несколько выросла и в сентябре 2015 года составила 4.68 млн. кв. км. На большей части территории России происходит более раннее освобождение ото льда рек и водоемов, более позднее установление льда. Почти везде в период 1999-2015 гг. растет мощность сезонно-талого слоя многолетнемерзлых грутов.

На большей части сельскохозяйственных площадей в 2015 г. условия произрастания яровой пшеницы оказались лучше средних за 2010-2014 гг. Показатели теплообеспеченности сельскохозяйственных культур были выше, чем в среднем за предыдущие 20 лет; возобновление вегетации озимых наблюдалось на 2-7 суток раньше. Теплообеспеченность повсеместно растет за период 1976-2015 гг., однако показатели влагообеспеченности на территории земледельческой зоны в основном убывают.

Важно отметить рост числа неблагоприятных и опасных гидрометеорологических явлений, который может быть связан с происходящими изменениями климата. В 2015 году на территории России отмечено 412 опасных гидрометеорологических явлений, нанесших существенный ущерб, в том числе, человеческие жертвы. На площади 1.3 млн. га в Бурятии и Забайкальском крае наблюдались лесные пожары.

Представленные в Докладе данные будут полезны широкому кругу потребителей климатической информации – лицам, принимающим решения в государственных органах власти, в различных отраслях экономики, ученым, СМИ, общественности.

Samuel

А.В. Фролов Руководитель Росгидромета

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 2015 году. В частности, приводятся данные об основных климатических аномалиях температуры и осадков, об особенностях радиационного режима и агроклиматических условий, о состоянии снежного покрова, о сроках вскрытия и замерзания рек, об экстремальных погодных и климатических явлениях. Представлены данные о современном состоянии вечной мерзлоты и озонового слоя, о тенденциях изменения содержания в атмосфере двуокиси углерода и метана. Рассмотрены особенности климатических условий в Северной полярной области (СПО) 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 2015 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 (ФО): рис. 2.



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

Добавлен раздел об особенностях режима ветра на территории России. Раздел содержит сведения о наблюдавшихся в текущем году особенностях характеристик приземного ветра: средней и максимальной за год и за отдельные сезоны скорости ветра, числе дней с сильным и экстремальным ветром, а также средние и годовые аномалии скорости ветра в нижней стратосфере.

Все основные оценки, приведенные в Докладе, получены с использованием данных гидрометеорологических наблюдений на станциях государственной наблюдательной сети Росгидромета (ссылки на списки используемых станций приведены в соответствующих разделах Доклада). Аномалии определены как отклонения наблюденных значений от «нормы», за которую принято многолетнее среднее за базовый период (в большинстве случаев в качестве базового используется период 1961-1990 гг.; в некоторых случаях, когда это было по тем или иным причинам нецелесообразно или невозможно, выбор

базового периода специально оговорен в тексте). В качестве дополнительных характеристик аномалий используются показатели, основанные на функции распределения (вероятности непревышения, процентили) и порядковые статистики (ранги, т.е. порядковые номера в упорядоченном ряду значений); периоды для оценки этих статистик специально оговариваются в каждом случае.

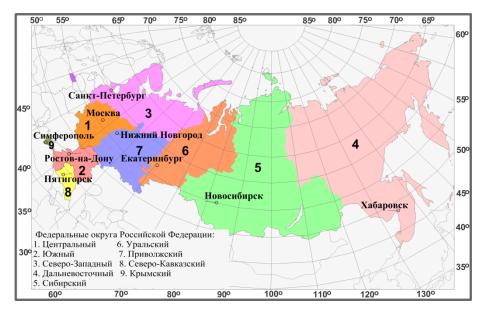


Рисунок 2 – Федеральные округа Российской Федерации

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 (http://climatechange.igce.ru/), ФГБУ Росгидромета И PAH» «ААНИИ» (http://www.aari.ru/main.php), ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» (http://www.meteo.ru/climate), (http://www.agromet.ru), ФГБУ ФГБУ «ВНИИСХМ» «Гидрометцентр России» (http://meteoinfo.ru), ФГБУ «ГГО» (http://voeikovmgo.ru), «ГГИ» (http://www.permafrost.su),ФГБУ «ЦАО» (http://www.cao-rhms.ru), и Североевразийского климатического центра (http://seakc.meteoinfo.ru).

1. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА

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

Приводятся оценки показателей аномальности и изменений климата в точках расположения станций и региональные обобщения для России и регионов (рис. 1, 2) для календарных сезонов и года (январь-декабрь); месячные аномалии анализируются для детализации. Более подробная информация доступна на http://climatechange.su. Осреднение станционных аномалий по площади выполняется с весами, учитывающими неравномерную плотность сети (обратно пропорциональными плотности в окрестности станции).

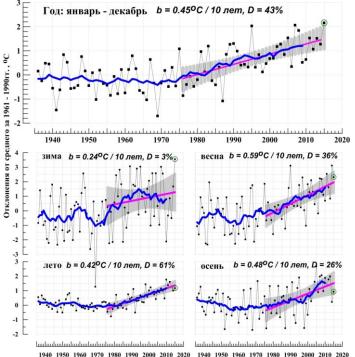
Оценки температурного режима 2015 года получены по данным станционных сводок КЛИМАТ и СИНОП, своевременно поступивших по каналам связи.

Особенности температурного режима в 2015 г.

2015 год был самым теплым с 1936 г. (далее везде начало ряда 1936 г.): осредненная по территории России среднегодовая аномалия температуры воздуха (отклонение от среднего за 1961-90 гг.) составила +2.16°C (в 2007 г. +2.07°C, в 1995 +2.04°C). Аномалии температуры всех регионов - среди пяти самых крупных. Рекордно теплой была зима: аномалия 3.56°C, почти на 0.5°C больше предыдущего максимума 2007 года: 3.07°C; особенно тепло было в азиатской части России (АЧР) (аномалия 3.65°C, ранг 1, т.е. максимальное значение в упорядоченном по убыванию ряду). Очень теплой была весна: аномалия по России +2.32°C – четвертая в ряду, в АЧР сезонная аномалия: 2.41°C, ранг 2. Экстремально тепло в АЧР было летом (аномалия 1.43°C – ранг 2).

Ряды среднегодовых и сезонных аномалий температуры по территории России приведены на рис. 1.1. Карты среднегодовых и сезонных аномалий температуры 2015 года представлены на рис. 1.2. Выделены станции с экстремальными значениями температуры: ниже 5-го процентиля (отрицательные экстремумы) и выше 95-го процентиля (положительные экстремумы); ниже будем ссылаться на них как на 5%-е и 95%-е экстремумы. Процентили для каждой станции рассчитаны по данным за 1936-2014 гг.

Год был экстремально теплым (станционная температура выше 95-го процентиля)

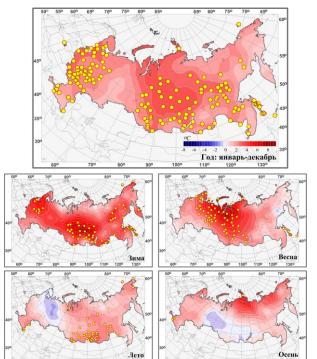


на большей части территории России: в европейской части России (ЕЧР) почти всюду, в АЧР — восточнее течения Оби, кроме северных районов (исключая арктические острова) и Камчатки.

Рисунок 1.1 – Средние годовые (вверху) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха (°С), осредненные по территории России, 1936-2015 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961-1990 гг. Показаны также 11- летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976-2014 гг. с 95%-й доверительной полосой; b - коэффициент тренда (°С/10 лет), D — вклад тренда в суммарную дисперсию (%).

В таблице 1.1 приведены количественные данные об аномалиях температуры, осредненных по территории России в целом, физико-географических регионов и федеральных округов. Данные в таблице характеризуют особенности температурных условий в целом для территории региона (федерального округа).

Зима 2014/15 гг. Осредненная по России зимняя аномалия +3.56°С – исторический максимум. Рекордная температура наблюдалась в АЧР (3.65°С). Максимальные сезонные аномалии достигали 8°С в центре Сибири: здесь везде отмечены 95%-е экстремумы. Осредненная по ДВФО аномалия 2.94°С – рекордный максимум, по Сибирскому ФО (4.38°С) - третья в ряду. Очень тепло на северо-востоке ЕЧР (до 6°С). Особенно тепло было в феврале: осредненная по России аномалия +5.06°С; в центральных районах страны



до $+7^{\circ}\text{C} - +8^{\circ}\text{C}$; аномалии многих ДВФО станциях Урала востока И температура выше 95-го процентиля. В январе особенно тепло в районе Байкала (аномалия температуры региону по Прибайкалье и Забайкалье +4.69°C), Магаданской области; аномалии станциях до +9°C. Холодно в январе было лишь на северо-востоке ЕЧР и севере Западной Сибири: аномалии до -8°C. В декабре особенно тепло было в центре Сибирского Φ О (аномалии до $+9.6^{\circ}$ С).

Рисунок 1.2 — Аномалии средней годовой и сезонных температур приземного воздуха на территории России в 2015 г. (отклонения от средних за 1961-1990 гг.) с указанием локализации 95%-х экстремумов (желтые кружки).

Весна. Осредненная по территории России сезонная аномалия +2.32°С − четвертая в ряду, в среднем по ЕЧР и АЧР +2.11°С и +2.41°С. Экстремально тепло (повсеместно на станциях температура выше 95-го процентиля) было в северной половине ЕЧР, на Урале и в Западной Сибири: аномалии до +6°С. Аномалии температуры по Северо-Западному ФО и региону Западная Сибирь: +3.61°С и 3.76°С − максимум и третья величина в рядах. В марте тепло всюду, кроме Чукотки; экстремально тепло в центре и на севере ЕЧР (аномалии до +7.7°С в Ненецком АО), в Якутии (аномалии до +7.3°С). Лишь на Чукотке и севере Корякского АО в марте было холодно (аномалии до -4.5°С). В апреле и мае экстремально тепло на севере Тюменской области и Красноярского края: аномалии +6°С и выше. В мае экстремально тепло также на северо-востоке ЕЧР, на Урале: осредненная по Уральскому ФО аномалия температуры +4.85°С - рекордная величина в ряду. Холодно (аномалии до -2°С) в апреле в Южном ФО, на побережье Охотского моря, в мае в Магаданской области.

Лето. Осредненная по России аномалия температуры 1.18°C – седьмая в ряду. Очень тепло в АЧР: 1.43°C – вторая в ряду, (в 2012 году 1.59°C). Экстремально тепло (температуры выше 95-го процентиля) в районе Байкала, аномалии на станциях до 3.5°C. Сезонная аномалия по Сибирскому ФО: 1.76°C – вторая величина после лета 2001 г. (1.86°C). В ЕЧР очень тепло в южных районах, аномалия температуры по Северо-Кавказскому ФО: 1.92°C – третья в ряду, сезонные аномалии на станциях до 2.9°C. Холодным лето было на северо-востоке ЕЧР, на Урале (аномалии до -1.3°C). Самым теплым в сезоне был июнь (аномалия температуры по России: 2.03°C – вторая в ряду);

экстремально тепло в Западной Сибири (аномалии на севере до 7.5°С), вокруг Каспия. Июль был экстремально теплым в районе Байкала (аномалия по региону Прибайкалье и Забайкалье: 2.86°С – исторический максимум), в Чукотском АО. Холодно в июле на севере и востоке ЕЧР, на Урале (аномалии на севере до -5°С), в Западной Сибири. В августе экстремально тепло в Байкальском регионе и на юге Дальневосточного ФО (аномалии по регионам Прибайкалье и Забайкалье, Приамурье и Приморье: 2.88°С и 2.34°С – рекордные величины). Тепло также на западе и юге ЕЧР. Холодно второй месяц подряд в восточных районах ЕЧР, на Урале, в Западной Сибири (на ряде станций Среднего Урала аномалии ниже -2°С).

Таблица 1.1 – Средние годовые (январь - декабрь) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха для физико-географических регионов и федеральных округов России в 2015 году:

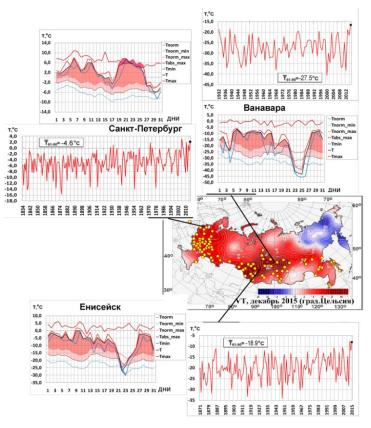
vT - отклонения от средних за 1961-1990 гг.; s – среднее квадратическое отклонение за 1961-1990 гг. Красным выделены значения, попавшие в число трех наибольших (ранг 1, 2 или 3), желтым - попавшие в число пяти наибольших (ранг 4 или 5).

Demos	Го,	Ц	Зим	ıa	Beca	на	Лет	.0	Oce	НЬ
Регион	νT, °C	s, °C	νT, °C	s, °C	νT, °C	s, °C	νT, °C	s, °C	νT, °C	s, °C
Россия	2.16	0.77	3.56	1.81	2.32	1.19	1.18	0.33	0.93	0.90
	Физико-географические регионы									
Европейская часть России	2.07	0.94	3.35	2.30	2.11	1.44	0.53	1.00	1.46	1.04
Азиатская часть России	2.20	0.80	3.65	1.89	2.41	1.25	1.43	0.35	0.73	1.10
Западная Сибирь	2.23	1.09	4.04	2.91	3.76	1.62	0.81	0.80	-0.23	1.54
Средняя Сибирь	2.81	1.15	4.23	2.74	2.99	1.66	1.69	0.65	1.18	1.80
Прибайкалье и Забайкалье	2.11	0.78	3.45	1.90	2.06	1.39	2.34	0.57	0.03	1.23
Приамурье и Приморье	1.90	0.81	3.11	1.67	1.34	1.15	1.17	0.75	0.79	0.89
Восточная Сибирь	1.66	0.64	2.91	1.39	0.92	1.22	1.34	0.56	1.61	0.94
		Феде	ральные	Окру	га					
Северо-Западный	2.37	1.14	3.92	2.88	3.61	1.54	-0.31	1.17	1.54	1.24
Центральный	2.40	1.10	3.94	2.69	2.01	1.69	0.93	1.22	1.51	1.13
Приволжский	1.82	1.05	3.10	2.54	1.43	1.69	0.45	1.19	1.24	1.25
Южный	1.89	0.96	2.27	2.08	0.88	1.47	1.95	1.04	1.87	1.05
Северо-Кавказский	1.39	0.73	1.59	1.59	0.36	0.96	1.92	0.76	1.51	0.85
Уральский 2.08 1.18 3.87 3.12 4.28 1.75 0.51 1.6							1.02	-0.21	1.64	
Сибирский	2.52	0.93	4.38	2.57	3.01	1.47	1.76	0.47	0.19	1.49
Дальневосточный	1.95	0.69	2.94	1.46	1.30	1.23	1.39	0.48	1.46	1.01
Крымский	1.68	0.80	1.81	1.72	0.72	1.13	1.61	0.90	2.28	1.01

Осенью средняя по России аномалия 0.93°C — ниже ожидаемого при сохранении скорости потепления. Тепло в ЕЧР, в северных и восточных районах АЧР, особенно на Таймыре и севере Среднесибирского плоскогорья (аномалии до 5.6°C), в Колымской низине. В южной половине Западной Сибири осенью было холодно (аномалии до -1.2°C). В сентябре аномалия температуры по ЕЧР: 3.19°C — вторая в ряду. Экстремально тепло было почти всюду, аномалии на станциях до 5.5°C, осредненные по всем федеральным округам ЕЧР аномалии — среди пяти наибольших. В АЧР в сентябре тепло на севере вдоль арктического побережья. В октябре холодно на большей части ЕЧР (средняя аномалия -0.56°C) и в Западной Сибири, восточнее тепло, особенно на Таймыре: аномалии до 5.6°C, и Чукотке. В ноябре в АЧР сложились контрастные условия: на севере тепло - аномалии до 8.3°C (Таймыр), и очень холодно на юге (аномалии в районе Байкала до -5°C).

Декабрь 2015 года (рис. 1.3). Осредненная по территории России аномалия температуры: 4.09°С – вторая величина после рекордного 2013 г. (4.92°С). Экстремально тепло было почти на трети станций страны (центральные и черноземные области ЕЧР, юг Красноярского края и Алтай), аномалии температуры на западе ЕЧР достигали 6.9°С, на станциях АЧР до 10.9°С. Холодным был декабрь на северо-востоке страны: до –5,3°С. на Чукотке. Во второй половине месяца в западных и центральных районах ЕЧР установилась экстремально теплая погода, напоминающая раннюю весну. Столбики

термометров в дневные часы поднимались до $+10^{\circ}$ С. Во многих городах перекрыты суточные максимумы температуры воздуха (Нижний Новгород, Пенза, Саранск). В Санкт-Петербурге, имеющем почти двух- вековую историю метеорологических наблюдений



нынешний декабрь среднемесячной температурой $+2.1^{\circ}C$ оказался вторым самым теплым (см. врезку на рис.1.3). Суточные рекорды температуры 20 воздуха c ПО 26 лекабря перекрывались в северной столице 7 дней подряд. На станции Ванавара, расположенной в центре второго очага тепла, этот месяц - самый теплый за период наблюдений на станции (с 1932 года). Аномально теплыми были первые две декады, причем большую часть периода среднесуточная температура воздуха на 15-20°C превышала климатическую норму.

Рисунок 1.3 — Аномалии среднемесячной температуры воздуха в декабре 2015 г. на территории России.

Тенденции изменений температуры воздуха

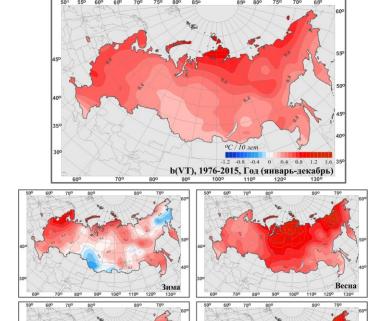
Региональные оценки трендов, полученные по временным рядам регионально осредненных аномалий температуры, приведены в табл. 1.2 для всех рассматриваемых регионов (территория России, физико-географические регионы, федеральные округа), а сами временные ряды приведены на рис. 1.1 (для России в целом). На всех временных рядах показан линейный тренд за 1976 - 2015 гг. с 95%-й доверительной полосой.

На рис. 1.4 представлено географическое распределение коэффициентов линейных трендов температуры воздуха за 1976-2015 гг. на территории России. Оценки получены по станционным временным рядам средних годовых и сезонных аномалий температуры и выражены в градусах за десятилетие (°С/10 лет). Коэффициент тренда является характеристикой средней скорости изменения температуры на рассматриваемом интервале времени. 1976 год выбран в качестве начала современного потепления в соответствии с ходом глобальной температуры.

В целом за год и во все сезоны, кроме зимы, потепление продолжается на всей территории России (рис. 1.1). Скорость роста осредненной по России среднегодовой температуры (линейный тренд) составила 0.45° C/10 лет (вклад в общую изменчивость 43%). Наиболее быстрый рост наблюдается весной (0.59° C/10 лет), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделяется летом (0.42° C/10 лет: описывает 61% суммарной дисперсии).

Среднегодовые температуры растут во всех физико-географических регионах и федеральных округах (табл. 1.2). Наибольшая скорость роста среднегодовой температуры отмечается на побережье Северного Ледовитого океана, особенно в АЧР (более $+0.9^{\circ}$ С/10 лет на Таймыре. Весной и осенью максимум потепления — на побережье Восточно-Сибирского моря, а зимой — на северо-западе ЕЧР. Летом самое быстрое потепление происходит на западе ЕЧР южнее 55° с.ш. Скорость роста средней по региону Восточная

Сибирь температуры осенью $+0.73^{\circ}\text{C}/10$ лет, и весной $+0.71^{\circ}\text{C}/10$ лет — максимальные региональные величины потепления. Следует также отметить очень интенсивное потепление летом в Южном и Центральном Φ O ($+0.75^{\circ}\text{C}/10$ лет и $+0.69^{\circ}\text{C}/10$ лет). Минимум потепления в среднем за год — на юге Западной Сибири.



Летом и осенью потепление наблюдается на всей территории России, однако в Сибири (на юге летом и в центре осенью) имеются области, где рост очень слаб. По сравнению с 1976-2014 гг. скорость потепления весенних, летних и осенних сезонов практически не изменилась.

Рисунок 1.4 – Коэффициент линейного тренда среднегодовой и средних сезонных значений температуры приземного воздуха на территории России за период 1976-2015 гг. (°C/10 лет)

Таблица 1.2 – Оценки линейного тренда температуры приземного воздуха, осредненной за год и по сезонам по территории России, её регионов и федеральных округов за 1976-2015 гг.: b – коэффициент линейного тренда (°C/10 лет), D - вклад тренда в дисперсию (%)

Регион	Го,	Д	Зим	ıa	Bec	на	Лет	0	Oce	НЬ
Гегион	b	D	b	D	b	D	b	D	b	D
			Росси	Я						
Россия	0.45	43	0.24	3	0.59	36	0.42	61	0.48	26
Физико-географические регионы										
ЕЧР	PUP 0.54 43 0.49 7 0.45 21 0.54 34 0.59 28									
АЧР	0.41	37	0.15	1	0.65	34	0.37	58	0.44	19
Западная Сибирь	0.31	16	-0.01	0	0.70	25	0.17	5	0.32	5
Средняя Сибирь	0.47	27	0.21	1	0.75	29	0.43	38	0.37	7
Прибайкалье и Забайкалье	0.35	24	0.10	0	0.54	20	0.50	43	0.23	5
Приамурье и Приморье	0.40	45	0.37	8	0.31	11	0.38	37	0.50	35
Восточная Сибирь	0.51	46	0.16	2	0.71	33	0.44	46	0.73	40
		Фед	еральны	е окру	га					
Северо-Западный	0.55	35	0.65	7	0.45	15	0.44	28	0.57	21
Центральный	0.61	44	0.61	9	0.48	18	0.69	35	0.60	26
Приволжский	0.50	35	0.32	3	0.46	16	0.48	18	0.65	25
Южный	0.56	41	0.42	7	0.46	17	0.75	44	0.55	23
Северо-Кавказский	0.42	36	0.33	9	0.32	16	0.56	38	0.45	17
Уральский	0.36	17	0.14	0	0.68	20	0.21	5	0.34	5
Сибирский	0.34	20	0.05	0	0.69	29	0.33	35	0.24	4
Дальневосточный	0.49	51	0.24	6	0.60	31	0.45	59	0.63	41
Крымский	0.55	44	0.34	7	0.46	20	0.85	59	0.54	26

Для зимы тренд за 1976-2015 гг. положительный $(0.24^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет})$, но он статистически незначим. Экстремально теплая зима 2014/15 гг. сказалась на величине тренда в среднем по России (за период 1976-2014 гг. тренд составлял 0.15° C/10 лет) и по регионам (увеличился на 0.02-0.14°C/10 лет). В Сибири зимой наблюдается центр области похолодания, впервые проявившейся в период 1976- 2010 г.; в настоящее время она захватывает юг Западной Сибири (до -0.4°C/10 лет), Саяны, восток Иркутской области. Другая область похолодания – на крайнем северо-востоке (до -0.4°C/10 лет). Рост зимней температуры для России в целом прекратился в середине 1990-х гг., после чего наблюдалось ее убывание. По-видимому, это связано с изменениями в основных циркуляционных системах Северного полушария, первую Североатлантическом колебании (САК). До середины 1990-х гг. почти вся территория России, в особенности запад ЕЧР, испытывала избыточное потепление из-за переноса теплого воздуха Северной Атлантики. Потепление зим за период после 1994 г. наблюдалось в основном в арктической зоне России, включая Чукотку. На остальной территории России в зимние температуры убывали, слабо на ЕЧР (до ~ -0.2°C/ 10 лет) и значительно в AЧР, до -1.4° C/10 лет на юге Сибири. Возможно, эта тенденция прекратилась после 2010 г. (рис. 1.1; отметим рекордно теплую зиму 2015 г.), вместе с новым ростом САК.

Тенденции изменений температурного режима горных районов Кавказа

Для территории Северного Кавказа за период 1961-2014 гг. был проведен сравнительный анализ временных рядов климатических переменных трех горных станций: Ахты (1281 м н.у.м.), Теберда (1335 м н.у.м.), высокогорной м/станции Терскол (2144 м н.у.м.) и двух м/станций, расположенных в предгорном и степном районах, Нальчик (500 м н.у.м.) и Прохладная (198 м н.у.м.). Характеристики линейного тренда: угловой коэффициент b (°C/10 лет) и вклад в суммарную дисперсию D (%), представлены в табл. 1.3. Ряды среднегодовой температуры представлены на рис. 1.5.

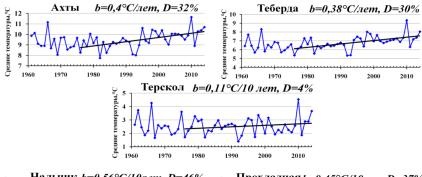
Таблица 1.3 — Характеристики линейного тренда **b** (**D**) за 1976-2014 гг. некоторых показателей среднегодового и среднесезонного режимов температуры на м/станциях Северного Кавказа. T — средняя температура, Min — абсолютный минимум, Max — абсолютный максимум.

М/ст	анция	Ax	ты	Теб	ерда	Тер	скол	Налі	ьчик	Прохл	адная
		b	D	b	D	b	D	b	D	b	D
Год	T	0.4	32	0.38	3	0.11	4	0.56	45	0.45	37
	Min	0.32	3	0.27	1	-	-	-0.01	0.001	0.19	0.3
	Max	0.37	3	0.51	7	-	-	0.73	20	1	32
Зима	T	0.37	8	0.35	5	-0.05	0.2	0.42	10	0.34	6
	Min	0.17	0.5	0.04	0.03	-	-	-0.01	0.07	-0.02	0.005
	Max	0.74	13	0.76	15	-	-	0.08	0.1	0.26	0.1
Весна	T	0.31	8	0.26	10	0.07	0.7	0.54	27	0.4	18
	Min	0.93	9	1.21	11	-	-	1.1	11	0.92	7
	Max	0.15	1	0.15	0.6	-	-	0.15	0.6	0.15	0.6
Лето	T	0.49	32	0.54	41	0.4	30	0.71	48	0.65	44
	Min	0.32	5	0.67	19	-	-	0.54	8	0.63	8
	Max	0.08	0.2	0.43	5	-	-	0.73	20	1	31
Осень	T	0.42	12	0.37	15	0.005	0.003	0.55	23	0.42	15
	Min	0.06	0.05	1.16	11	-	-	0.18	0.3	0.28	0.8
	Max	0.03	0.01	0.43	4	-	-	0.89	19	0.63	11

^{*}серым цветом выделены отрицательные тенденции изменения переменной

Из табл. 1.3 и рис. 1.5 видно, что с 1976 года для всех районов Северного Кавказа наблюдается положительный тренд температуры, за исключением среднезимней температуры в Терсколе, минимальной годовой и зимней температуры в Нальчике и минимальной зимней температуры в Прохладной, где угловой коэффициент тренда отрицательный. Но поскольку их изменения за 10 лет незначительные $(0.01^{\circ}\text{C} - 0.05^{\circ}\text{C})$, и

вклад в суммарную дисперсию минимален (0.001% - 0.2%), то можно скорее говорить о стабильности зимних температур.



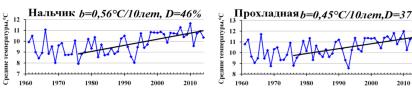


Рисунок 1.5 - Среднегодовая температура (1961-2014 гг.) на м/станциях Северного Кавказа. прямой Черной показан линейный тренд (1976-2014 гг.)

2. АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ

Данные. Использованы данные о месячных суммах осадков на 455 станциях из базового массива ФГБУ «ИГКЭ», расположенных на территории России, стран СНГ и Балтии (из них 310 станций - российские). За 2015 год использованы данные КЛИМАТ, своевременно поступившие по каналам связи. Годовые и сезонные суммы осадков выражены в мм/месяц, т.е. приведены к масштабу месячных сумм осадков.

Особенности режима атмосферных осадков в 2015 г.

На рис. 2.1 приведены временные ряды аномалии среднегодовых и сезонных осадков для России в целом; (на всех временных рядах показаны 11-летние скользящие средние, линейные тренды за 1976 – 2015 гг. с 95%-й доверительной полосой), на рис. 2.2 карты среднегодовых и сезонных аномалий осадков. В табл. 2.1 приведены данные об аномалиях пространственно осредненных осадков для физико-географических регионов России, Федеральных округов и для территории России в целом (рис. 1, 2 Введения). Аномалии, попавшие на одно из первых или последних 5 мест в ранжированном по

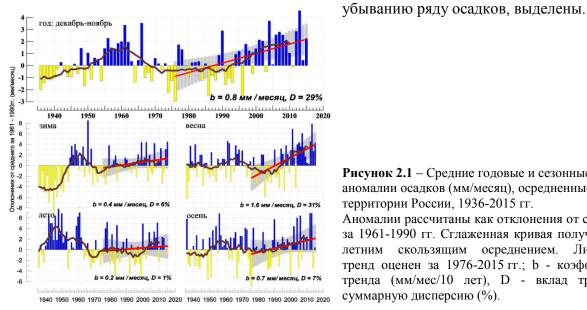


Рисунок 2.1 – Средние годовые и сезонные аномалии осадков (мм/месяц), осредненные по территории России, 1936-2015 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11летним скользящим осреднением. Линейный тренд оценен за 1976-2015 гг.; b - коэффициент тренда (мм/мес/10 лет), D - вклад тренда в суммарную дисперсию (%).

В 2015 году средняя по территории России годовая сумма осадков составила 106% нормы; близко к ожидаемой при сохранении наблюдающейся тенденции. Избыток осадков наблюдался на Урале и в Западной Сибири (осредненные по Уральскому ФО осадки: 124% нормы — исторический максимум. Экстремальные осадки (на станциях более 95-го процентиля или около полутора норм) наблюдались на Среднем Урале, на юге Западной Сибири. Дефицит осадков наблюдался в районе Байкала (осредненные по региону Прибайкалье и Забайкалье осадки: 85% - 2-3-я минимальная величина в ряду), на Чукотке. Из сезонов выделяется снежная зима.

Зима 2014/15 гг. В целом по России выпало 119% нормы осадков: 2-3-я величина после рекордного 1966 (136%). В АЧР выпало осадков 123% — ранг 3. Особенно много осадков выпало в Приамурье и Приморье (179% нормы — исторический максимум), в основном в декабре 2014 г. и в феврале. Экстремальные суммы осадков (более 95-процентиля) наблюдались в бассейнах Оби и Иртыша. В ЕЧР значительный избыток осадков отмечен в северной половине: в Карелии и в Коми. Сильный дефицит осадков (до 40% нормы) зимой наблюдался на северо-востоке страны все три месяца, на Алтае в декабре и январе.

Весной в России выпало 115% нормы осадков. Особенно много выпало в АЧР (119% – 3-4-я величина в ряду). Избыток осадков наблюдался на юге Уральского ФО, в Сибирском ФО (129% – ранг 3), в юго-восточных областях Дальневосточного ФО. В Восточной Сибири во все весенние месяцы отмечался дефицит осадков.

Контрастный режим осадков наблюдался в марте. Сильный дефицит осадков отмечен в ЕЧР (61% нормы; в центральных и центрально-черноземных областях, в Поволжье экстремальный дефицит – ниже 5-го процентиля). Избыток осадков, местами более 200%, наблюдался в АЧР (осадки в Средней Сибири 160% – исторический максимум).

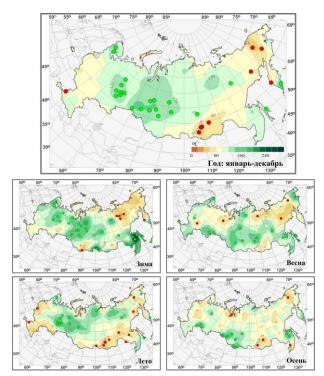


Рисунок 2.2 — Аномалии годовых и сезонных сумм осадков на территории России в 2015 г. (% от нормы 1961-1990 гг.). Кружками красного и зеленого цвета показаны станции, на которых осадки оказались соответственно ниже 5-го или выше 95-го процентиля.

Таблица 2.1 Средегодовые (январь - декабрь) и сезонные осадки (в % от нормы 1961-90 гг.) для физико-географических регионов и федеральных округов России в 2014 г. Темнозеленым выделены значения, попавшие в число трех наибольших (ранг 1, 2 или 3), светло-зеленым попавшие в число пяти наибольших (ранг 4 или 5), красным попавшие в число трех наименьших с 1936 г.

Летом в целом по России выпало около нормы осадков, но неравномерно по территории. Значительный избыток осадков наблюдался Урале и на Западной Сибири (осредненные по Уральскому ФО осадки: 140% – ранг 2; основная доля сезонных осадков выпала здесь в июле и августе), на севере АЧР низовьях Хатанги и в нижнем Значительный течении Лены. дефицит осадков наблюдался на юге Сибирского Осредненные по Прибайкалью и Забайкалью летние осадки 76% нормы – исторический минимум, особенно сухо было в июле: 58% - также исторический минимум,

Регион	Год	Зима	Весна	Лето	Осень
Россия	106	119	115	99	101
Физико-географ	рическі	ие реги	оны		
Европейская часть России	103	114	109	97	96
Азиатская часть России	107	123	119	99	103
Западная Сибирь	125	133	125	124	113
Средняя Сибирь	110	125	126	105	97
Прибайкалье и Забайкалье	85	102	108	76	87
Приамурье и Приморье	104	179	128	89	104
Восточная Сибирь	97	95	96	95	105
Федераль	ные ок	руга			
Северо-Западный	107	133	104	106	93
Центральный	95	116	107	90	90
Приволжский	106	112	106	105	102
Южный	93	88	121	73	102
Северо-Кавказский	97	84	113	84	92
Уральский	124	132	112	140	100
Сибирский	109	126	129	96	106
Дальневосточный	100	114	113	91	103
Крымский	106	113	151	104	93

на многих станциях наблюдались 5%-е экстремумы дефицита. Меньше нормы осадков (60%-80%) выпало на значительной части Дальневосточного Φ O, на западе и юге ЕЧР (73% в Θ O). В августе сухо было на большей части ЕЧР (в Θ Жном Φ O 31% нормы – 2-я минимальная величина).

Осень. Осенью, как и летом, осадки в среднем по России были близки к норме, сезонные аномалии на большей части территории страны были невелики. Избыток сезонных осадков наблюдался юго-востоке Приволжского ФО (выпали в ноябре), в южных районах Западной и Средней Сибири (всю осень), в низовьях Амура (в октябре). В этих областях на ряде станций сезонные осадки были более 95-го процентиля. Дефицит осадков отмечен в районе Байкала (октябрь) и на юге Приморья (сентябрь и ноябрь). В октябре в АЧР выпало 131% нормы осадков – исторический максимум. Дефицит осадков наблюдался в сентябре в центральных и южных районах ЕЧР (особенно в Южном, Северо-Кавказском, Крымском ФО), в октябре - на западе ЕЧР, в ноябре – на большей части АЧР.

В *декабре 2015* г в среднем по России выпал 121% нормы осадков — ранг 3. Избыток осадков наблюдался на севере и юге ЕЧР (в Северо-Западном ФО: 144% - ранг 2), в АЧР до течения Лены. На северо-востоке АЧР наблюдался дефицит осадков (до 40%).

Тенденции изменений режима осадков

На рис. 2.3 представлено географическое распределение коэффициента линейного тренда атмосферных осадков на территории России для 2015 г. в целом и для сезонов. Оценки получены по станционным временным рядам годовых и сезонных аномалий осадков за 1976-2015 гг. Численные оценки трендов для регионально осредненных аномалий сезонных и годовых сумм осадков приведены в табл. 2.2 в % нормы / 10 лет.

На территории России в целом преобладает тенденция к росту годовых сумм осадков. Скорость роста превышает 5%/10 лет лишь в ряде областей Сибири и Дальнего

Востока и в Северо-Кавказского ФО. Убывают осадки на севере Чукотского АО. Незначительное убывание наблюдается в центральных районах ЕЧР. Тренд годовых осадков по территории России, составляет 2.0% /10 лет при вкладе в дисперсию 29%, т.е. тренд значим на уровне 1%. Рис. 2.1 показывает, что выраженный рост годовых осадков наблюдается со второй половины 1980-х гг. Наиболее значительные тренды наблюдаются в регионах Средняя Сибирь (3.6%/10 лет, вклад в дисперсию 30%), Восточная Сибирь (3.2%/10 лет; 14%), а также Сибирском ФО (2.5%/10 лет, 27%) и Дальневосточном ФО (2.7%/10 лет, 18%). В Средней Сибири положительный значимый на 5%-ном уровне тренд отмечается во все сезоны, кроме зимы. Отрицательный, очень малый и незначимый тренд наблюдается в ряде федеральных округов ЕЧР. Региональные тренды наблюдаются на фоне существенных колебаний с периодом в несколько десятилетий, так что нельзя с уверенностью утверждать о наличии тренда, а не определенной фазы таких колебаний.

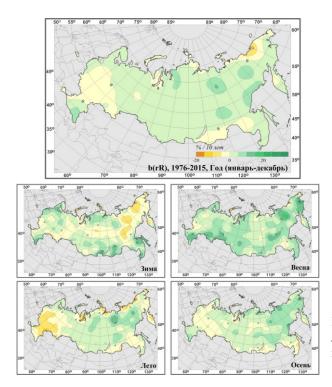


Рисунок 2.3 - Пространственные распределения локальных коэффициентов линейного тренда годовых и сезонных сумм атмосферных осадков за 1976-2015 гг. на территории России (% / 10 лет).

Наиболее значительный рост сезонных сумм осадков в целом по территории России наблюдается **весной** (5.8%/10 лет, вклад в дисперсию 31%): рост осадков происходит всюду, особенно в Восточной Сибири (до 15-20%/10 лет). Зимой рост осадков происходит в основном на севере и юге страны **Летом** и **осенью** рост осадков наблюдается в АЧР.

Зимой осадки уменьшаются на севере Дальневосточного ФО и в Средней Сибири. Летом убывают осадки на ЕЧР (кроме севера): отрицательные тренды наблюдаются как для ЕЧР в целом, так и для всех ФО, кроме Северо-Западного, а также на арктическом побережье от Ямала на восток, на Камчатке. В эти два сезона значимый тренд отмечен только для Средней Сибири.

Таблица 2.2 Оценки линейного тренда осредненных за год (январь - декабрь) и по сезонам месячных сумм атмосферных осадков для регионов России за 1976-2015 гг. b, % /10 лет — коэффициент линейного тренда, D% - вклад тренда в дисперсию. Выделены значения тренда, значимые на 1%-м уровне

Регион	Го	ЭД	Зи	ма	Bed	сна	Ле	то	Oc	ень
Регион	b	D%	b	D%	b	D%	b	D%	b	D%
Россия	2.0	29	1.8	6	5.8	31	0.4	1	1.8	7
Физико-географические регион	ны Росс	cuu								
Европейская часть России	0.5	1	1.5	2	4.6	14	-2.6	6	0.3	0
Азиатская часть России	2.6	38	2.1	6	6.4	33	1.4	9	2.6	17
Западная Сибирь	3.0	14	2.0	2	8.4	29	1.4	1	1.6	3
Средняя Сибирь	3.6	30	0.6	0	5.2	23	4.3	17	3.1	13
Прибайкалье и Забайкалье	1.3	3	4.1	9	4.5	7	0.2	0	2.4	3
Приамурье и Приморье	1.5	3	9.7	15	5.4	8	-0.1	0	0.2	0
Восточная Сибирь	3.2	14	0.0	0	6. 7	23	1.0	1	5.1	17
Федеральные округа										
Северо-Западный	2.0	9	4.0	9	4.5	13	0.2	0	0.4	0
Центральный	-1.0	2	1.1	0	2.8	3	-5.1	9	-0.1	0
Приволжский	-0.8	1	-0.6	0	5.3	7	-4.1	6	-1.5	1
Южный	-0.1	0	-1.0	1	4.3	5	-4.5	4	2.0	1
Северо-Кавказский	2.6	7	2.9	3	5.6	9	-1.5	1	3.2	2
Уральский	2.8	10	1.6	1	8.5	24	0.9	4	1.6	2
Сибирский	2.5	27	2.2	4	5.7	18	1.8	7	2.1	6
Дальневосточный	2.7	18	1.9	3	6.3	29	1.2	2	3.2	16
Крымский	-1.1	0	-1.2	0	-0.6	0	-4.0	2	3.7	1

Тенденции изменений режима осадков горных районов Кавказа

Изменение режима осадков не столь очевидно, как изменение температурного режима. На всех станциях наблюдается рост годовых сумм осадков, но статистически незначимый (табл. 2.3, рис.2.4). В другие сезоны наблюдаются как увеличение, так и уменьшение сезонных сумм осадков. Значимый рост осенних осадков наблюдается на степной станции Прохладная (суммы осадков: 15.9 мм/10 лет, вклад в дисперсию 16%, суточные максимумы осадков 5.51 мм/10 лет, вклад в дисперсию 23%). Осенью сезонные суммы осадков растут во всех высотных зонах. Весенние осадки растут везде, кроме Нальчика, а летние убывают везде, кроме Ахты.

Таблица 2.3 — Характеристики линейного тренда **b** (**D**) за 1976-2014 гг. некоторых показателей среднегодового и среднесезонного режима осадков на станциях Кавказского региона. **R** — сумма осадков, **Max** — максимум суточных осадков, **NR5** — число дней с осадками не менее 5 мм.

		Ax	ТЫ	Тебе	ерда	Тер	скол	Налі	ьчик	Прохл	адная
		b	D	b	D	b	D	b	D	b	D
Год	R	6.04	1	19.76	3	28.05	3	5.24	0.3	15.6	4
	Max	1.14	2	0.47	0.2	-	-	0.45	0.2	4.85	12
	NR5	-0.02	0.003	2.6	22	-	-	0.73	1	0.32	0.5
Зима	R	1.1	0.7	-5.99	0.7	-4.88	0.5	0.16	0.01	4.16	6
	Max	0.5	1	-3.25	5	-	-	0.21	0.22	0.76	5
	NR5	0.23	3	0.07	0.06	-	-	0.32	4	0.39	5
Весна	R	0.83	0.07	18.53	9	18.56	6	-0.67	0.02	8.34	4
	Max	1	3	1.13	0.7	-	-	-2.03	4	2.72	4
	NR5	-0.51	4	1.0	8	-	-	-0.07	0.04	0.11	0.2
Лето	R	0.14	0.001	-3.44	0.5	-0.95	0.03	-3.63	0.33	-11.8	5
	Max	0.66	0.6	-2.94	7	-	-	1.44	2.0	2.85	5
	NR5	-0.29	1	0.78	5	-	-	-0.7	4	-0.73	7
Осень	R	4.54	2	10.31	2	15.3	4	9.96	5	15.9	16
	Max	-0.39	0.2	0.47	0.2	-	-	-0.6	0.25	5.51	23
	NR5	0.61	9	0.72	4	-	-	1.19	14	0.62	8

^{*}серым цветом выделены отрицательные тенденции изменения переменной

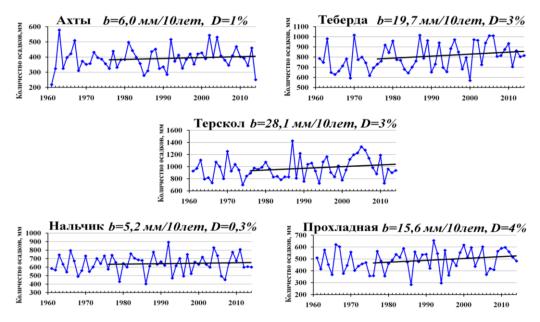
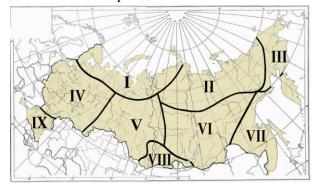


Рисунок 2.4 — Среднегодовой ход сумм осадков (1961-2014 гг.) с линейным трендом (1976-2014 гг.) на м/станциях Северного Кавказа.

3. СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ ЗИМОЙ 2014/2015 гг.

Анализ изменений характеристик снежного покрова проводился по данным в точке и по рядам средних для 9 квази-однородых климатических регионов характеристик. Средние для регионов значения характеристик получены следующим способом. Аномалии на метеостанциях арифметически осреднялись по квадратам сетки $(1^{\circ}u \times 2^{\circ}d)$, а затем с весовыми коэффициентами в зависимости от широты квадрата проводилось осреднение по регионам, показанным на рис. 3.1, 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. Использованы нормы (среднемноголетние значения)



характеристик снежного покрова за период 1971-2000 гг.

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 таблице 3.1 приведены значения пространственно осредненных аномалий характеристик снежного покрова зимой 2014-2015 гг. для регионов России и их ранги по данным за 1967-2015 гг. Анализ состояния снежного покрова каждого зимнего сезона осуществляется по данным с 1 июля прошедшего года по 30 июня текущего года.

Особенности состояния снежного покрова зимой 2014-2015гг.

Первый снег зимой 2014-2015 гг. выпал на большей части Европейской территории, за исключением юго-западных и северо-восточных районов, значительно раньше средних многолетних сроков (рис. 3.2). Раннее установление временного снежного покрова (8-10)

октября) наблюдалось на Верхней Волге и Урале. На Азиатской территории России раньше обычных сроков снег появился в северных и северо-восточных районах, а также в устье Амура. В южных районах Сибири из-за очень теплого октября первый снег выпал позже климатических сроков.

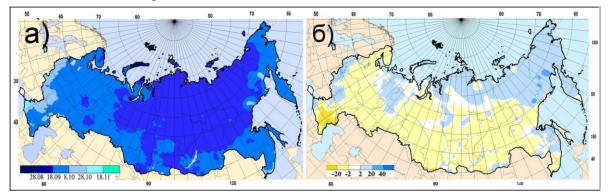


Рисунок 3.2 - а) Даты появления первого снега на территории России в зимний период 2014-2015 гг. б) Аномалии в датах появления первого снега (положительные аномалии соответствуют более поздним датам) на территории России в зимний период 2014-2015 гг. (от норм 1971-2000 гг.)

Продолжительность залегания снежного покрова в среднем по России была близка к климатической норме, всего на 2.69 дня меньше (табл. 3.1). В центре и на юге Западной Сибири (V квазиоднородный регион), центре и на юге Восточной Сибири (VI регион), Дальнем Востоке число дней со снегом превысило норму. Максимальные отрицательные аномалии продолжительности залегания снежного покрова отмечены на севере Западной Сибири, в северо-восточных районах Якутии и на Чукотке (рис. 3.3а), и обусловлены они именно поздним установлением снежного покрова в этих районах.

Таблица 3.1 – Средние за зимний период (2014-2015гг.) аномалии характеристик снежного покрова, осредненные по территории квази-однородных климатических регионов России:

 Δ - отклонения от средних за 1971-2000 гг.; R – ранг текущих значений в ряду убывающих значений зимнего периода за 1967-2015 гг.; σ - среднеквадратическое отклонение.

	Макси	мальная	высота	Число	дней со сн	егом
Регион	Δ	R	σ	Δ	R	σ
Россия	-0.05	20	7.28	-2.69	35	5.71
Север ЕЧР и Западной Сибири	-2.23	25	8.57	-13.17	43	10.48
Сев. часть Восточной Сибири и Якутии	-0.99	28	8.73	-17.38	49	6.27
Чукотка и север Камчатки	-6.67	35	10.98	-9.73	45	11.69
Центр ЕЧР	-7.27	43	7.97	-6.01	38	10.42
Центр и юг Западной Сибири	6.97	6	6.77	2.90	15	9.16
Центр и юг Восточной Сибири	-2.15	25	20.13	4.24	25	14.62
Дальний Восток	10.60	7	10.56	4.61	19	7.89
Алтай и Саяны	-2.95	27	10.45	3.06	21	10.02
Юг ЕЧР	-6.93	47	12.54	-14.92	43	11.92

Примечание: Жирным шрифтом выделены аномалии, попавшие в 10 самых больших положительных или отрицательных значений за зимы 1967-2015

В зимний период 2014-2015гг. *максимальная высота снежного покрова* в среднем по России также близка к климатической норме (табл. 3.1). Однако в отдельных регионах наблюдались значительные аномалии максимальной за зиму высоты снежного покрова обоих знаков (рис. 3.36). Значительно превысила норму максимальная высота снежного покрова на большей части Западной Сибири, в центральных районах Красноярского края, на востоке Чукотского АО и юге Дальнего Востока. Положительные аномалии максимальной высоты снежного покрова получены для V и VII регионов (табл. 3.1). Глубокие циклоны в феврале несколько раз выходили на юг Дальнего Востока и засыпали снегом Хабаровский и Приморский края, Амурскую область. На метеостанциях Амурской области месячные суммы осадков оказались рекордными за весь период наблюдения.

Максимальный за прошедшую зиму запас воды в снеге по данным маршрутных снегосъемок в среднем по России оказался значительно выше нормы (табл. 3.2). Положительные аномалии по данным наблюдений и в поле и в лесу попали в десятку самых больших с 1967 года. В лесу аномалия запаса воды (в среднем по России) составила 12.70 мм и стала третьей по величине с 1967 года. В западных районах ЕЧР и на Южном Урале малоснежная зима отразилась и в максимальном запасе воды в снеге (рис. 3.4), который в среднем по региону (IV район) был ниже нормы на 20.82 мм в лесу и 6.80мм – в поле.

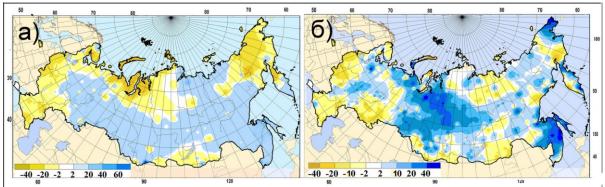


Рисунок 3.3 - а) Аномалии числа дней с покрытием снегом более 50 % территории вокруг метеостанции зимой 2014-2015 гг. (от среднемноголетних значений за период 1971-2000 гг.). б) Аномалии максимальной высоты снежного покрова зимой 2014-2015 гг. (от среднемноголетних значений за период 1971-2000 гг.).

Максимальные положительные аномалии запаса воды в снеге по обоим маршрутам отмечены в тех же районах, где наблюдались наибольшие аномалии максимальной высоты снежного покрова (районы V, VII). А на Дальнем Востоке (район VII) запасы воды в снеге и в лесу, и поле достигли рекордных значений.

Таблица 3.2 – Аномалии максимального за зимний период (2014-2015 гг.) запаса воды в снеге, осредненные по территории квази-однородных климатических регионов России

∆ – отклонения от средних за 1971-2000 гг.;

R – ранг текущих значений в ряду убывающих характеристик за 1967-2015 гг.;

σ – среднеквадратическое отклонение.

Регион	Запас в	воды в сне	ге (поле)	Запас воды в снеге (лес)			
Гегион	Δ	ранг	σ	Δ	ранг	σ	
Россия	10.44	8	8.6	12.70	3	8.2	
Север европейской части и Западной Сибири	17.53	6	16.9	-7.46	26	25.4	
Северная часть Восточной Сибири и Якутии	-	-	-	8.92	12	12.6	
Чукотка и север Камчатки	-	-	-	4.40	17	26.4	
Центр европейской части России,	-6.80	36	17.9	-20.82	42	19.2	
Центр и юг Западной Сибири	34.26	3	16.9	30.32	3	233	
Центр и юг Восточной Сибири	-1.03	30	6.7	6.3	10	8.2	
Дальний Восток	49.54	1	20.6	76.6	1	24.9	
Алтай и Саяны	18.72	7	13.4	14.3	16	30.1	
Юг европейской части России	-8.07	39	10.7	-	-	-	

Примечание: Жирным шрифтом выделены аномалии, попавшие в 10 самых больших положительных или отрицательных значений за 1967-2015 гг.

В таблице 3.3 приведены подробные данные о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ России. На Европейской территории дефицит запаса воды в снеге преобладает по бассейнам рек центра и юга. К началу марта в бассейне Волги запас воды в снежном покрове составил 96% нормы. При этом в бассейнах Суры, Москвы, Оки, Белой, в бассейнах Рыбинского, Чебоксарского и Саратовского водохранилищ - 73-99% нормы. Запасы воды в снежном покрове, сформировавшиеся к началу марта в бассейнах Рыбинского и Чебоксарского

водохранилищ, Костромы, Унжи, Оки и реки Москвы, оказались больше прошлогодних на 13-67 мм.

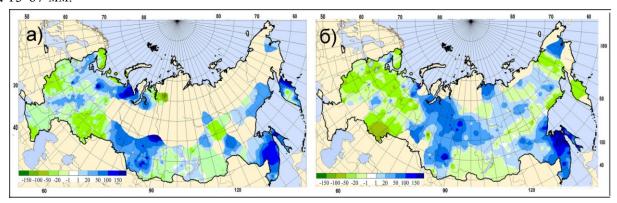


Рисунок 3.4 - Аномалии максимального запаса воды в снеге (мм) зимой 2013-2014 гг. (от среднемноголетних значений за период 1971-2000 гг.) в поле (а) и в лесу (б)..

Меньше нормы снегозапасы на реках северо-запада ЕЧР Нарвы и Волхова (83-89%), но это гораздо больше прошлогодних показателей. В начале марта снегозапасы в бассейне Дона, в отличие от прошлой зимы, оказались выше нормы, особенно значительно превышение в бассейне р. Хопер — 164%. На северных реках ЕЧР снегозапасы на 8-40% превысили норму. На крупнейших реках Сибири снегозапасы близки к климатической норме (93-110%), но при этом в бассейнах всех рек, за исключением Верхней Оби, они меньше, чем прошлой зимой. Меньше нормы (на 10-20%) были запасы воды в снеге в восточной половине бассейна Верхнего Енисея, на севере Иркутской области, в Читинской области, в центральных и северных районах Камчатского края, в бассейне р. Хатанга.

Таблица 3.3 — Сведения о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ европейской части России по состоянию на 28 февраля 2015 г. (в сравнении с нормой и с влагозапасами 2014 г.): **w2014**, **w2015** — запасы воды в снеге в 2014 и 2015 гг.

По азиатской части России сведения приведены по состоянию на 10 апреля 2015 г.

		Запа	сы воды г	в снеге на	28февраля	2015 г.	
№	Бассейны рек	норма	w2014		w2015		
п/п		MM	ММ	ММ	% от нормы	% от w2014	
1	ВОЛГА, в т.ч.	111	94	107	96	114	
2	до Рыбинского водохр.	96	25	84	88	336	
3	р. Кострома и Унжа	117	72	125	107	174	
4	р. Москва	89	13	65	73	500	
5	р. Ока, включая бассейн р.Москвы	79	29	68	86	234	
6	р. Сура	97	86	96	99	112	
7	р. Ветлуга	126	117	151	120	129	
8	Чебоксарское водохранилище	88	52	85	97	163	
9	р. Вятка	134	133	151	113	114	
10	Куйбышевское водохранилище	123	125	128	104	102	
11	Саратовское водохранилище	94	103	77	82	75	
12	Волгоградское водохранилище	67	72	69	103	96	
13	р. Кама	172	169	174	101	103	
14	р. Белая	128	136	100	78	74	
15	ДОН, в т.ч.	50	31	56	112	181	
16	Хопер	59	75	97	164	129	
17	Медведица	53	48	61	115	127	

Таблица 3.3 – (Продолжение)

			Запасы воды в снеге						
№		Бассейны рек	норма	w2014		w2015			
п/п			ММ	ММ	ММ	% от нормы	% от w2014		
	Реки севера	ı							
18	Севері	ная Двина	110	125	139	126	111		
19	Сухон	a	115	100	140	122	140		
20	Вага		110	102	119	108	117		
21	Юг		105	136	147	140	108		
22	Пинег	a	96	114	128	133	112		
23	Вычег	да	126	137	148	117	108		
24	Мезен	ь	125	110	142	114	129		
25	Нарва		54	14	48	89	343		
26	Волхо	В	63	20	52	83	260		
		Реки и водохранили:	ца Сибири	на 10 апрел	я 2015 г.				
27	Верхня	яя Обь	210	179	232	110	130		
28	Тобол	(на 28 февраля)	60	79	57	95	72		
29	Енисей	(Саяно-Шушенское в-ще)	134	129	122	91	95		
30	Енисей	(Красноярское в-ще)	153	163	149	97	91		
31	Ангара	(оз. Байкал)	88	95	82	93	86		
32	Ангара	(Братское в-ще)	77	82	77	100	94		
33	Ангара	(Усть-Илимское в-ще)	122	131	130	107	99		

Примечание: Даты выбраны, чтобы отразить максимальные запасы воды в снеге, достигнутые к весне 2015 г.

Многолетние изменения характеристик снежного покрова

Пространственное распределение локальных оценок трендов, характеризующих знак и среднюю скорость изменений *максимальных за зимний период значений высоты снежного покрова* на интервале 1976 - 2015 гг., рассчитанных по данным станционных наблюдений на территории России, показано на рис. 3.5. Тренд выражен в см/10 лет. Как и в период 1976 - 2014 гг., наблюдается увеличение максимальной за зиму высоты снежного покрова на севере Западной Сибири, на побережье Охотского моря и дальневосточном юге, в центре ЕЧР. Следует отметить появление довольно значительной тенденции увеличения высоты снежного покрова в Чукотском АО. Уменьшение максимальной за зиму высоты снежного покрова наблюдается на отдельных станциях на севере ЕЧР, Южном Урале, севере Камчатского края, северо-западе Республики Саха- Якутия (рис. 3.5а). При осреднении по регионам, статистически значимые на 5%-уровне коэффициенты линейного тренда получены только для VII квазиоднородного региона (табл. 3.4)

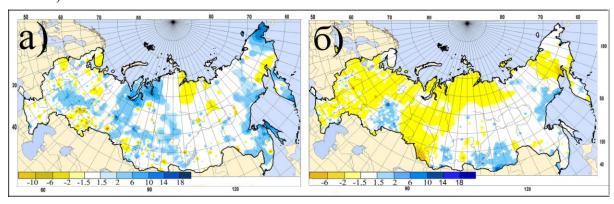


Рисунок 3.5 - а) Коэффициенты линейного тренда (см/10лет) в рядах максимальной за зимний период высоты снежного покрова. б) Коэффициенты линейного тренда (дни/10лет) в рядах числа дней со степенью покрытия окрестностей станции снегом более 50%. 1976-2015.

Пространственное распределение коэффициентов линейного тренда *числа дней с покрытием снегом более 50 % территории вокруг метеостанции* приведено на рис. 3.56 (в анализе использованы оценки, статистически значимые на 5%-уровне). В период с 1976 по 2015 гг. на значительной части страны обнаружена тенденция уменьшения продолжительности залегания снежного покрова: на ЕЧР, в Западной Сибири, в Республике Саха (Якутия). В среднем для России число дней со снегом сокращается на 1.84 дня за 10 лет (табл. 3.4). Наиболее значительное уменьшение периода со снегом наблюдается на Чукотке и на севере Камчатки - 7.48 дня за 10 лет. Сохраняется тенденция увеличения числа дней со снежным покровом в Забайкалье, на северном побережье Охотского моря, на южном и центральном Урале.

Тенденции изменений *максимального за зиму запаса воды в снеге* с 1976 по 2015 гг. по данным маршрутных наблюдений в поле остались практически такими же, как за период 1976-2014 гг. Наблюдается увеличение в центральных районах ЕЧР, северных и южных районах Западной Сибири, на Камчатке, Сахалине и в Приморье (рис. 3.6а). Средний для страны в целом запас воды в снеге по данным маршрутных снегосъемок в поле увеличивается на 2.12 мм за 10 лет.

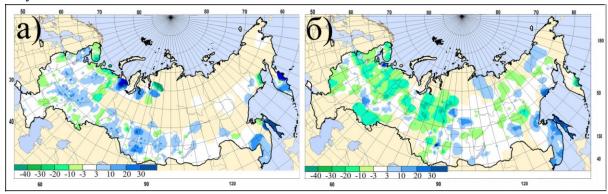


Рисунок 3.6 - Коэффициенты линейного тренда (мм/10лет) в рядах запаса воды в снеге за зимний период в поле (а) и в лесу (б). 1976-2015. Бежевым показаны области отсутствия данных.

По данным маршрутных наблюдений в лесу (рис. 3.6б) на территории России преобладают тенденции уменьшения максимального за зиму запаса воды в снеге. В Прикамье, Восточной Сибири, на севере Якутии выделяются отдельные области с положительными значениями коэффициентов линейного тренда. Наиболее обширная зона положительных коэффициентов линейного тренда охватывает южные районы Хабаровского края, Приморье и Сахалин. При оценке региональных изменений получено, что на Дальнем Востоке (район VII) запас воды в снеге увеличивается более чем на 9 мм за 10 лет и в лесу и в поле (табл.3.4).

Таблица 3.4 — Оценки линейного тренда (статистически значимые на 5%-уровне значимости) регионально осредненных характеристик снежного покрова для регионов России за 1976-2015гг.:

Нтах,см/10 лет — максимальная за зимний период высоты снежного покрова; *Nd, дни/10лет* — число дней со снежным покровом; *SWEn, мм/10лет* — запас воды в снеге (в поле); *SWEn, мм/10лет* — запас воды в снеге (в лесу)

Регион	Hmax	Nd	SWEn	SWEл
Россия		-1.84	2.12	
Север ЕЧР и Западной Сибири	-	-	-	-
Сев. Восточной Сибири и Якутии	-	-1.92	-	-
Чукотка и север Камчатки	-	-7.48	-	-
Центр ЕЧР	-	-	-	-6.43
Центр и юг Западной Сибири	-	-2.77	-	-6.26
Центр и юг Восточной Сибири		-		-
Дальний Восток	2.04	-	9.95	9.19
Алтай и Саяны	-	-	3.42	-
Юг ЕЧР	-	-	-	-

4. ЗАМЕРЗАНИЕ И ВСКРЫТИЕ РЕК

Вскрытие ото льда рек России в 2015 году. Весной 2015 г. в *первой декаде* февраля началось весеннее половодье на реках Калининградской области, что на 3-4 недели раньше среднемноголетних сроков. Во *второй - начале третьей декады февраля* произошло полное очищение рек области ото льда, что на 18-26 дней раньше нормы, а для р. Матросовка (с. Мостовое) и р. Преголя (г. Черняховск) – на неделю раньше нормы.

В *третьей декаде февраля* начались вялотекущие весенние процессы на реках Ленинградской, Псковской и Новгородской областей. Вскрытие и очищение большинства рек Псковской, запада Новгородской и Ленинградской областей произошло в *первой – второй декадах марта*, востока Новгородской и юго-востока Ленинградской областей – в *третьей декаде марта – первой декаде апреля*, северо-востока Ленинградской области – *во второй декаде апреля*, на 2-5 недель раньше нормы. На Неве выше д. Новосаратовка и Луге ниже г. Кингисепп при вскрытии образовались неопасные заторы льда.

В первой половине марта на 7-27 дней раньше нормы вскрылись Волга ниже Волгограда, Ока до устья р. Москвы, Дон выше впадения р. Воронеж, Днепр выше Смоленска, Западная Двина выше Витебска. На реках бассейна Северского Донца и Десны половодье имело слабо выраженный характер: лед постепенно таял на месте, на некоторых реках наблюдался ледоход. Большинство рек освободилось ото льда в середине марта.

Во *второй половине марта* на 6-14 дней раньше нормы вскрылись Верхняя Волга, Средний Дон и р. Медведица, а в сроки, близкие к норме - река Хопер. Большинство рек бассейна Дона и Оки освободились ото льда во второй декаде марта, а реки Битюг, Хопер, Ворона и Цна — в первой декаде апреля. Раньше среднемноголетних дат (на 15–21 дней) на реках Республики Татарстан начались процессы разрушения ледяного покрова. В *конце марта* - *начале апреля* на 7 дней раньше нормы вскрылась Ока ниже устья Мокши. Вскрытие отдельных участков рек Клязьма, Ока, Западная Двина, Каспля, Луга, Дон, Камчатка Увелька сопровождалось формированием заторов льда.

Также в *марте* вскрытие рек Приамурья произошло на 5-8 дней раньше средних многолетних сроков, в среднем течении р. Большая Уссурка, на р. Бикин – раньше на 9-11 дней. В *последней пятидневке марта* вскрылись верховья рек Уссури, Малиновка, реки Арсеньевка, Илистая, Артемовка, Шкотовка, Раздольная. *1-6 апреля* вскрылись среднее течение Уссури, Малиновка в нижнем течении, реки Комиссаровка, Большая Уссурка, Бикин. На Уссури на участке Кировский – Тарташевка, в среднем течении р. Арсеньевка, в нижнем течении рек Малиновка, Бикин, на реках Спасовка, Абрамовка процес вскрытия сопровождался мощными заторами льда. Движение льда на оз.Ханка началось в период 8-10 апреля и к 18 апреля озеро очистилось ото льда.

В *апреле* около нормы и до 6 дней раньше происходило вскрытие северных притоков Волги (Кострома, Унжа, Ветлуга), Вятки, Северной Двины выше Абрамково, Сухоны, Оби до устья Чулыма, Иртыша на участке Черлак — Омск и рек его бассейна Тобола, Туры, и Тавды, Амура от Иннокентьевки до Комсомольска.

Вскрылись и очистились ото льда Куйбышевское, Саратовское и Нижнекамское водохранилищах в сроки близкие к норме и на 2-7 дней раньше, а озера Ильмень, Псковское, Ладожское и Онежское на 3-4 недели раньше средних многолетних значений. Начался ледоход на реках Летка, Луза (позже нормы на 1-2 дня), Сысола и Вычегда в верхнем течении (на 2-6 дней раньше); при вскрытии наблюдались неопасные заторы льда. В конце месяца большинство рек Вологодской и Архангельской областей освободились от ледового покрова.

В начале апреля на 5-11 дней раньше обычного началось вскрытие южных рек Хабаровского края, во второй половине апреля в сроки близкие к обычным и на 2-4 дня

раньше остальных рек Приамурья. Начало весеннего ледохода на территории Татарстана произошло в первой декаде апреля, в сроки преимущественно раньше среднемноголетних дат на 1-3 дня. Вскрытие рек Республики Башкортостан происходило в условиях затяжной весны. Вскрытие верхнего и нижнего течения р. Белая проходило в сроки близкие к норме, в среднем течении на 1-3 дня позже.

Во второй половине апреля на 5-13 дней раньше нормы вскрылись Северная Двина ниже Абрамково, Пинега, Иртыш ниже Тобольска, Енисей от Ярцево до Верхнеимбатского, Лена на участке Усть-Кут – Киренск. Очистились ото льда северная часть Рыбинского водохранилища, Угличское, Шекснинское, Горьковское, Чебоксарское, Нижнекамское и Волгоградское водохранилища. В сроки близкие к средним многолетним вскрылись Юг, Вычегда, Кама, Обь от устья Чулыма до Александровского, Иртыш на участке Карташово – Тобольск, Енисей на участке Назимово – Ярцево, Кан, Лена на участкеКачуг – Усть-Кут, Пмур от Покровки до Иннокентьевки и от Комсомольска до Мариинского, Шилка, Аргунь, Зея, Амгунь. Произошло вскрытие большинства рек Карелии, что на 7-17 дней раньше нормы. Вскрытие и очищение водоёмов северной и центральной части республики произошло во второй декаде мая, в сроки близкие к норме, водоемов юга – во второй и третьей декаде апреля, что на 2-3 недели раньше нормы. Вскрытие и очищение Петрозаводской губы Онежского озера произошло в экстремально ранние сроки (30 марта – вскрытие, 13 апреля – очищение). В Карелии в связи с образовавшимся затором льда уровень воды на р. Нижний Выг в районе г. Беломорск кратковременно достигал отметки неблагоприятного значения, отмечалось подтопление огородов на острове Слободка-1.

В сроки, близкие к средним многолетним, вскрылись и очистились ото льда практически все реки правобережья Камы и юга Пермского края. Вскрытие отдельных рек сопровождалось образованием заторов льда. В Кировской области вскрылись реки: Нижняя Вятка, Кильмезь, Лобань, Воя, Ярань, Вижма, Быстрица, Чепца, Филлиповка, Юг, Ярань на 4 дня позже нормы, Средняя Вятка на 4-5 дней раньше обычного, остальные реки – в сроки близкие к норме. В Свердловской области вскрылись реки бассейнов Туры, Уфы, Сылвы, Чусовой, Сосьвы, Ницы, Тавды (около средних многолетних значений); местами вскрытие сопровождалось неопасными заторами льда. В сроки близкие к норме начался ледоход на реках горнозаводской зоны Челябинской области.

Вскрытие Енисея в нижнем бъефе Красноярской ГЭС происходило в результате размыва льда; в сроки близкие к норме начался ледоход у г. Енисейск. На 3-9 дней раньше нормы произошло вскрытие Тубы и её притоков Казыре, Кизире и Амыле; Кана на участке с. Ирбейское — г. Канск и притоков Анжа, Агул; Чулыма в верхнем течении. Вскрытие Абакана у г. Абаза сопровождалось затором льда. На реках Забайкалья на 2-8 дней раньше средних многолетних дат вскрылись участками Селенга, Чикой, Онон и Баргузин; местами на реках наблюдались заторы льда.

В мае вскрылись и очистились ото льда реки Ямало-Ненецкого АО преимущественно в сроки близкие к среднемноголетним датам и на 3-8 дней раньше; реки Вах, Аган, Надым, Ныда, Пур, Пяку-Пур и Таз – раньше среднемноголетних дат на 9-17 дней; наблюдались неопасные заторы льда на отдельных участках рек Обь, Северная Сосьва, Надым. В первой декаде мая на 7-13 дней раньше нормы происходило вскрытие на Лене от Киренска до Якутска, Енисее на участке Верхнеимбатское – Туруханск, Вилюе ниже Сунтара. Очистились ото льда Воткинское водохранилище и Беломорско – Балтийский канал. Преимущественно близким к норме и до 6 дней раньше нее было вскрытие Мезени, Печоры выше Усть-Усы, Киренги, Алдана на участке Томмот – Охотский Перевоз и очистилось ото льда Камское водохранилище. В первой декаде мая при вскрытии р. Нижняя Тунгуска и её левого притока р. Непа (Иркутская область) сформировались заторы льда, наблюдалось резкое повышение уровня воды на 4,5-7,0 м и полное затопление населенных пунктов Подволошино, Преображенка, Ика, частичное

затопление Токма. На 8-15 дней раньше нормы вскрылись и очистились ото льда озеро Байкал и Братское водохранилище.

Вскрытие рек Республики Якутия произошло в основном раньше средних многолетних сроков: на реках Лена, Алдан и Амга на 6-9 суток. Из-за малой толщины льда и теплой погоды заторы льда на реках были кратковременными. На Лене 14 мая ниже Кангалассы образовался затор, у п. Табага (пригород г. Якутск) были подтоплены пониженные участки местности. Вследствие предполоводной сработки каскада Вилюйской ГЭС, в период с 4 по 13 мая произошло вскрытие р. Вилюй, что на 10-12 суток раньше нормы и близко к экстремально ранним срокам. На реках севера и северо-востока республики ледоход начался на 2-4 суток позже нормы.

Во второй декаде мая произошло вскрытие Оби в её верховьях, участками рек Бия, Катунь, Ануй, Песчаная, Чарыш в сроки близкие к средним многолетним и позже на 3-5 дней; а рек Чумыш, Иня, Томь (участок г. Новокузнецк – с. Поломошное), Карасук (с. Черновка) на 2-7 дней раньше среднемноголетних сроков. В результате образования затора льда на р. Карасук у с. Черновка (Новосибирская область), р. Чарыш у с. Белоглазово и р. Бурла у с. Хабары (Алтайский край) наблюдалось резкое повышение уровня воды и подтопление прибрежной части сел. В Новосибирской области наблюдались переливы талых вод через дорогу к населенным пунктам Новые Локти, Ургун, Чернаки и подтапливались садовые участки в черте г. Новосибирск. На 2-12 дней раньше обычных сроков начался ледоход на реках крайнего юга и юго-западного побережья Сахалинской области. В сроки близкие к среднемноголетним и раньше на 1-6 дней начался ледоход на реках: Ишим, Вагай, Ашлык, Тобол (на участке Упорово-Иевлево), Исеть и Нижняя Тавда (Тюменская область), а также на реках Омь, Тара, Уй, Шиш, Ишим (Омская область). Преимущественно около нормы и до 13 дней раньше нее вскрылись Печора на участке Усть-Уса – Усть-Цильма, Витим, Обь от Октябрьского до Салехарда, Енисей от Игарки до Усть-Порта, Лена от Якутска до Кюсюра, Алдан ниже Охотского Перевоза.

К концу мая, на 1-10 дней раньше нормы вскрылись и очистились ото льда большинство рек Мурманской области; вдхр Серебрянское к 1 июня, раньше нормы на 9-15 дней. В конце мая — в первой декаде июня около нормы и до 5 дней позже вскрылись Яна, Индигирка и Колыма. На 3 суток раньше нормы, начался ледоход в устьевом участке р. Лена. Вскрылись и очистились ото льда реки Чукотского АО.

Замерзание рек России в 2015 году. В конце первой - во второй декадах ноября в сроки, близкие к средним многолетним значениям появился лед на Иртыше ниже Омска, на Амуре на участке Хабаровск — Комсомольск-на-Амуре, началось установление ледостава в Шекснинском заливе Рыбинского водохранилища, на Куйбышевском, Камском (ниже Усть-Гаревой), Воткинском, Нижнекамском, Шекснинском водохранилищах и Беломорско-Балтийском водном пути.

На 6-13 дней позже нормы появился лед на Северной Двине, Сухоне, северных притоках Волги – Костроме, Унже, Ветлуге, на Вятке и Белой. Также появился лед на Оби выше Колпашева, на Иртыше на участке Черлак – Омск и на Амуре на участке Ленинское – Хабаровск.

В *третьей декаде ноября* на 5-6 дней позже нормы появился лед на Москве-реке; началось установление ледостава в Переборском заливе Рыбинского водохранилища, на Горьковском и Чебоксарском водохранилищах.

На 11-17 дней позже нормы появился лед на Верхней и Средней Волге и на Суре. Ледообразование на Верхней и Средней Волге было неустойчивым.

Во *второй декаде декабря* на 29 дней позже нормы появился лед на Оке ниже устья р. Мокши. На 12 дней позже нормы началось образование ледостава в Перервинском заливе Рыбинского водохранилища. На 2-16 дней позже обычных сроков,

установился ледостав на реках (Плотникова, Быстрая) Елизовского района Камчатской области.

В конце ноября и в декабре на отдельных участках Верхней и Средней Оки наблюдалось кратковременное ледообразование.

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 1936–2015 гг.

Исходными данными послужили данные наблюдений 250 стационарных метеорологических станций, а также данные, поступающие с дрейфующих буев Международной программы арктических буёв (МПАБ).

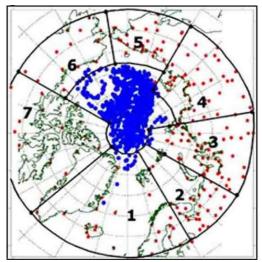


Рисунок 5.1 – Положение метеорологических станций (красные точки), дрейфующих станций и буев (синие точки) в СПО и границы рассматриваемых районов: 1 – Атлантический; 2 – Североевропейский; 3 – Западносибирский; 4 – Восточносибирский; 5 – Чукотский; 6 – Аляскинский; 7 – Канадский

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 $2015 \, \text{г.}$ по отдельным широтным зонам (70–85, 60–70 и 60–85°с.ш.) представлена в табл. 5.1.

Таблица 5.1 – Аномалии температуры воздуха в 2015 г., осредненные по территории СПО и по широтным зонам, в среднем за год (декабрь 2014 - ноябрь 2015) и за сезоны: ΔT , °C – отклонения от средних за 1961-1990; R – ранг в ряду убывающих температур за 1936-2015 гг.

Широтная	Г	ЭД	Зи	ма	Bed	сна	Ле	то	Осень		
зона, ° с.ш.	ΔT	R	ΔT	R	ΔT	R	ΔT	R	ΔT	R	
70-85	2.5	5	2.5	13	3.1	4	1.3	5	3.2	4	
60-70	1.9	1	2.8	1	2.4	4	0.7	20	1.6	9	
60-85	2.2	4	2.7	4	2.7	3	1.1	9	2.3	5	

Значение пространственно осредненной аномалии среднегодовой температуры воздуха СПО составило 2.2°С, и 2015 г. стал четвертым теплым годом по рангу теплых лет за период с 1936 г. Наиболее теплым годом был 2011 г. с аномалией температуры 2.3°С. Аномалия среднегодовой температуры воздуха в широтной зоне 70-85°с.ш.

оказалась равной 2.5°C, а в зоне 60-70°с.ш. – 1.9°C. Соответственно эти значения оказались пятым и первым по рангу теплых лет.

Числовые значения регионально осредненных аномалий температуры, наблюдавшихся в 2015 году, по отдельным климатическим районам СПО приведены в табл. 5.2. Более подробные данные для северных и южных частей районов размещены на сайте http://www.aari.ru/main.php.

Можно видеть, что в 2015 г. году области крупных положительных аномалий температуры располагались преимущественно в евразийском секторе и на западе североамериканского сектора, на территории Западносибирского и Аляскинского районов. Самые крупные аномалии наблюдались в районе Карского моря.

Таблица 5.2 — Аномалии температуры воздуха в 2015 г. (отклонение от нормы за 1961-1990 гг.) для отдельных районов СПО (в среднем за год и сезоны), ΔT , °C; R — ранг в ряду аномалий за 1936-2015 гг.

Климатический	Г	ЭД	3и	ма	Be	сна	Лето		Осень	
район СПО	ΔT	R	ΔT	R	ΔT	R	ΔT	R	ΔT	R
Атлантический	1.6	9	2.0	14	1.6	10	0.8	21	2.2	2
Североевропейский	2.4	5	3.0	22	4.1	1	0.2	45	2.2	10
Западносибирский	3.2	3	3.4	15	5.5	2	1.7	3	2.4	18
Восточносибирский	2.4	3	3.2	6	2.7	7	1.1	20	2.8	7
Чукотский	2.0	4	2.8	5	0.7	33	1.8	4	2.7	11
Аляскинский	2.8	2	4.2	5	3.6	3	0.9	13	2.5	12
Канадский район	1.0	25	0.4	39	0.9	33	0.9	14	1.6	18
Канадский район (северная часть)	1.2	15	0.4	40	1.0	32	1.7	8	1.9	17
Гренландское и Норвежское моря (северная часть)	2.5	5	3.1	16	2.5	7	1.5	11	2.8	4
Баренцево море	2.9	4	2.7	25	4.9	1	0.8	25	3.2	3
Карское море	3.8	5	2.6	30	5.7	2	2.0	3	4.7	5
Море Лаптевых	2.6	6	2.6	14	2.7	8	0.9	25	4.2	2
Восточно-Сибирское море	2.1	4	2.3	7	1.3	30	1.4	11	3.3	9
Чукотское море	2.5	6	3.8	5	1.2	28	1.8	3	3.1	5
Море Бофорта	2.7	9	3.2	8	3.9	1	0.8	13	2.8	10

Временные ряды пространственно осредненных аномалий среднегодовой температуры воздуха для районов широтной зоны 60-85°с.ш. и для районов арктических морей (70-85° с.ш.), их линейные тренды за весь период с 1936 года, за последние тридцать и десять лет, представлены на рис. 5.2. Характеристики линейного тренда, оцененные по этим рядам за 1936-2015 гг., приведены в табл. 5.3.

В течение 1936-2015 гг. наблюдается статистически значимый (на 5%-м 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 80 лет в этих широтных зонах составило 1.20, 1.28 и 1.20°С соответственно. Значимый годовой тренд потепления прослеживается во всех районах, за исключением Западносибирского. Потепление за 80 лет составляет в районах от 0.88 до 1.92°С. Для СПО в целом значимый тренд обнаруживается во все сезоны года (линейное повышение температуры составило, соответственно, около 1.12, 1.76, 0.96 и 0.96°С за 80 лет).

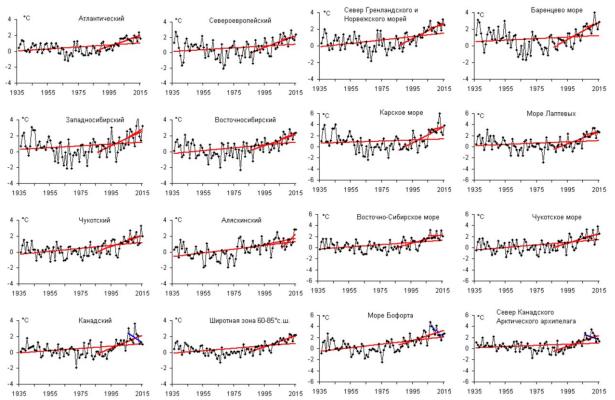


Рисунок 5.2 — Временные ряды аномалий среднегодовой температуры воздуха для отдельных районов широтной зоны 60-85° с.ш. и районов арктических морей (70-85° с.ш.).

Таблица 5.3 — Коэффициенты линейного тренда средней за сезон и за год (декабрь-ноябрь) температуры воздуха за период 1936-2015 гг. по регионам СПО \boldsymbol{b} , °C/10 лет — коэффициент линейного тренда, $\boldsymbol{D}\%$ — вклад тренда в дисперсию

D. Y	3и	ма	Bee	сна	Ле	то	Oc	ень	Г	ОД
Район, широтная зона	b	D%	b	D%	b	D%	b	D%	b	D%
	Широт	иротные зоны								
70-85 ° с.ш.	0.13	21.5	0.21	47.6	0.12	49.2	0.14	26.9	0.15	38.9
60-70 ° с.ш.	0.17	34.0	0.23	44.8	0.12	54.7	0.11	30.0	0.16	52.2
60-85° с.ш	0.14	29.7	0.22	47.9	0.12	54.0	0.12	31.2	0.15	47.5
	Район	ны СП	O							
Атлантический	0.19	32.8	0.15	38.6	0.11	41.9	0.08	23.0	0.13	39.1
Североевропейский	0.06	5.9	0.28	40.9	0.08	20.0	0.07	12.2	0.12	25.1
Западносибирский	0.00	0.4	0.30	32.6	0.09	25.9	0.06	8.2	0.11	20.2
Восточносибирский	0.19	23.7	0.29	39.2	0.12	35.1	0.12	17.2	0.18	39.9
Чукотский	0.09	12.1	0.25	35.6	0.18	52.2	0.24	36.7	0.19	46.1
Аляскинский	0.37	37.3	0.23	29.8	0.17	48.9	0.15	23.0	0.24	52.1
Канадский	0.21	27.9	0.06	11.3	0.11	37.4	0.19	36.9	0.14	36.7
Моря как ча	сть клі	имати	ческої	о рай	она					
Северная часть Гренландского и Норвежского морей	0.26	29.8	0.24	44.3	0.18	59.7	0.14	26.6	0.21	45.1
Баренцево море	0.00	0.4	0.22	33.5	0.07	21.4	0.08	13.4	0.09	17.7
Карское море	-0.06	4.3	0.30	31.3	0.06	18.7	0.09	09.5	0.10	14.0
Море Лаптевых	0.03	4.0	0.24	31.2	0.10	27.2	0.08	09.9	0.11	22.0
Восточно-Сибирское море	0.16	25.6	0.24	34.0	0.16	42.5	0.21	29.7	0.19	44.5
Чукотское море	0.24	27.2	0.26	32.2	0.18	47.8	0.24	36.3	0.23	46.6
Море Бофорта	0.40	51.9	0.19	32.5	0.15	43.2	0.24	36.7	0.25	53.6
Северная часть Канадского района	0.13	16.2	0.05	8.6	0.06	17.8	0.18	32.9	0.11	25.8

<u>Примечание</u>. Жирным шрифтом выделены значения, статистически значимые на уровне значимости 5%

В течение последних тридцати лет (1986-2015 гг.) температура росла во всех регионах СПО. В целом для СПО линейный рост среднегодовой температуры составил около 2.0° С за 30 лет (или 0.68° С/10 лет).

В районах арктических морей в течение 1936-2015 гг. всюду знак тренда положительный. В последнем 30-ти летнем периоде наиболее высокими темпами повышение температуры происходит в районе Карского моря. Линейное повышение среднегодовой температуры воздуха здесь составило около 4.4°С за 30 лет.

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

К морской Арктике относятся морская часть Арктической зоны Российской Федерации (арктические моря от Баренцева на западе до Чукотского на востоке и прилегающая часть Арктического бассейна в пределах 200 мильной экономической зоны), а также остальные акватории Северного Ледовитого океана (СЛО), покрываемые льдом в зимний период.

Для оценки изменений приповерхностной температуры воздуха (ПТВ) в этой области использованы данные 41 метеорологической станции на островах и побережье Северного Ледовитого океана (рис.5.3). Средняя за летние месяцы (июнь-август) температура воздуха достигла наибольшего значения (5.9°С) за весь период наблюдений в 2012 году. В 2015 году летняя ПТВ составила 5.2°С, что является 5-м значением в ряду самых теплых летних ПТВ с 1951 года.

Средняя приповерхностная температура воздуха за зимний сезон (декабрь — февраль) 2014/15 гг. равнялась -21.5°С, что является 11-м значением в ряду «теплых» зимних ПТВ с 1951 года. Из рис. 5.3 видно, что рост средних зимних и летних температур в морской Арктике начался после 1990 года и достиг максимума в 2011-2012 гг.

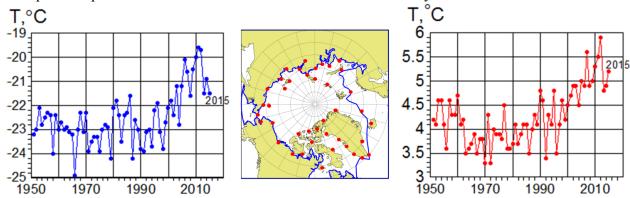


Рисунок 5.3 – Средняя за декабрь-февраль (слева) и за июнь-август (справа) месяцы приповерхностная температура воздуха на 41 станции в морской Арктике в 1951-2015 гг. Положение станций показано в центре.

Морские льды. В сентябре 2015 года средняя за месяц площадь составила 4.68 млн. кв. км, что является 4-м значением в ряду минимальных сентябрьских значений площади морского льда в Арктике с 1980 года (рис. 5.4). В результате усиления потепления с конца 1990-х годов сентябрьская площадь арктического морского льда к 2012 году сократилась почти в два раза по сравнению с 1980-ми годами. В сентябре 2012 года средняя за месяц площадь морского льда в Арктике составила 3.61 млн. кв. км с минимальным значением 3.37 млн. кв. км 22-25 сентября. ВПЕРЕД При этом последовательно углубляющимся сентябрьским минимумам площади льда соответствуют максимумы летней температуры с абсолютным максимумом в 2012 году.

В целом за период спутниковых наблюдений за морским льдом изменения сентябрьской площади льда и летней ПТВ тесно связаны между собой с коэффициентом корреляции - 0.93 (рис. 5.4). При этом зависимость сохраняется и для межгодовых колебаний сентябрьской площади льда и летней ПТВ (коэффициент корреляции – 0.78).

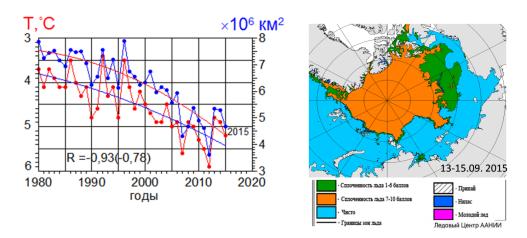
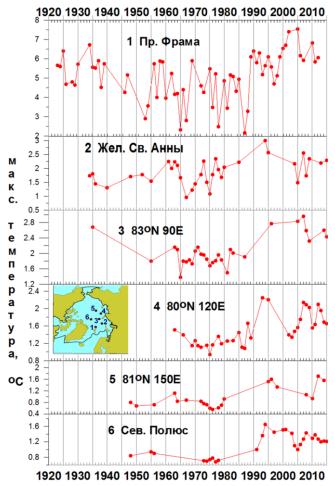


Рисунок 5.4. Слева – средняя площадь морского льда в сентябре по данным NSIDC (http://nsidc.org/data/seaice_index/index.html) и летняя приповерхностная температура воздуха в морской Арктике в 1980-2014 гг. Справа – распространение морского льда при минимальной его площади в сентябре в сентябре 2015 года по данным ААНИИ (http://www.aari.nw.ru/). Пунктирные кривые - аппроксимация ортогональными полиномами 2-ой степени. R – коэффициент корреляции между площадью льда и температурой воздуха. В скобках – то же для отклонений от полинома.

Северный Ледовитый океан. Для мониторинга изменений климата в морской Арктике особое значение имеет слежение за атлантической водой, поступающей в Арктический бассейн - конечное звено североатлантической части глобального океанического «конвейера». Данные о температуре в слое атлантической воды в Арктическом бассейне, полученные в ходе экспедиционных исследований по 2015 год



включительно (рис. 5.5) показывают сохранение повышенных ее значений, установившихся с середины 1990-х годов.

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

Рисунок 5.5 - Изменения температуры в слое атлантической воды по данным измерений в шестирайонах Арктического бассейна (см. врезку) за 1920-2015гг. Данные за 2015 годполучены экспедициями на НЭС «Академик Федоров и на «North Polar Environment Observatory (NPEO)» (США).

6. ВЕЧНАЯ МЕРЗЛОТА

Мощность сезонно-талого слоя (СТС) является одним из основных параметров. характеризующим состояние многолетнемерзлых грунтов (ММГ). Изменения этой величины представляют интерес по следующим причинам. Прежде всего, СТС определяет надмерзлотных вод криолитозоны, условия подземного питания формирования и исчезновения карстовых озер. Вторая функция СТС – экологическая, поскольку он представляет собой среду корнеобитания растений. Мощность СТС является одним из факторов, определяющих распространение биомов в Арктической зоне. СТС выступает также в качестве регулятора углеродного газообмена почвы, который в криолитозоне ограничен талым слоем. Продуктом газообмена на переувлажненных участках криолитозоны является преимущественно метан, парниковый эффект которого более чем в 20 раз выше, чем у углекислого газа. В первом приближении можно полагать, что эмиссия метана пропорциональна мощности СТС; соответственно, увеличение глубины сезонного оттаивания приводит к положительной обратной связи и к росту температуры воздуха. Наконец, мощность СТС является важным показателем, характеризующим устойчивость инженерных сооружений на многолетнемерзлых грунтах.

Мониторинг СТС с 1990 года выполняется в рамках Международной программы САLМ (Circumpolar Active-layer Monitoring), в которой участвуют несколько десятков стран, в том числе и Россия. Главным принципом выбора мест наблюдения в рамках этой программы является получение целостной региональной и глобальной картины сезонноталого слоя при максимальном возможном использовании уже существующих мест проведения наблюдений. Измерения проводятся по стандартизованной методике. Первичные данные представляют собой ежегодные измерения максимальной мощности СТС в 121 точке в узлах регулярной сетки с шагом 100 м на площадках размером 1 км² (1000 м × 1000 м), или же с шагом 10 м на меньших площадках размером 100 м. За все время существования проекта САLМ в России наблюдения проводились на 64 площадках, координаты которых и полные ряды имеющихся наблюдений, в том числе немногочисленные данные до 1999 г., размещены на портале http://www.permafrost.su и здесь не воспроизводятся. Описание российских площадок было также дано в ежегодных Докладах Росгидромета за предшествующий период.

Данные по ЕЧР в 2015 году представлены 3 площадками, в Западной Сибири – 8 площадок, в Центральной Сибири из 6 имеющихся площадок удалось получить данные только по 4. Северо-восток Сибири представлен 20 площадками и Дальний Восток – 6, данные имеются только по 4 площадкам.

В таблице 6.1 представлены данные о мощности СТС, средние величины и тренды СТС в см на 10 лет за два периода:1999-2014 и 1999-2015. Данные рассчитывались по площадкам, имеющим продолжительность наблюдений не менее 7 лет. В таблице использовано обозначение площадок в соответствии с международной номенклатурой САLM.

На севере ЕЧР измерения показали незначительное уменьшение мощности СТС на двух станциях в районе Воркуты (R2 и R23) и увеличение от 2 до 15 см на остальных. Наблюдения на двух из задействованных площадок (R24a и R44) имеют короткие ряды данных (меньше 7 лет), что не позволяет достоверно оценить тренды СТС для этих станций.

Западная Сибирь представлена 8 площадками, из которых только три имеют ряды измерений больше 10 лет. За исключением одной площадки в районе Надыма, где зафиксировано незначительное (на 1 см) уменьшение СТС по сравнению с предыдущим годом, остальные площадки показали существенное увеличение СТС на 5-20 см.

Семь площадок было организовано в разное время в Центральной Сибири. В Центральной Сибири в 2015 году изменения СТС были неоднородны по территории. На севере, в регионе Норильска и в районе Игарки, отмечается увеличение СТС на 7 и 10 см

соответственно, при этом станции, расположенные в центральном районе (Якутск), показали сравнительно небольшое уменьшение толщины СТС на 1-2- см.

Таблица 6.1– Мощность СТС (см), средние значения за период 1999-2015 (СР, см) и тренды (см/10 лет) за период 1999-2014 (ТР1) и 1999-2015 (ТР2) на площадках САLM.

Код	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	CP	TP1	TP2
Европейский север																				
R2	64	69	73	76	77	78	81	84	89	87	86	89	88	91	93	91	90	83	17	16
R23	91	111	111	110	113	125	131	137	138	152	144	138	144	161	156		150	132	42	38
R24	89	106	106	104	113	120	115	114	125	124	112	104	107	>135	117	102	110	112	9	7
Западная Сибирь																				
R1	129	126	132	143	126	134	141	129	129	136	101	114	129	134	136	164	163	133	4	10
R3	92	106	111	115	109	114	116	116	114	114	85	98	102	127	115	102	122	109	1	4
R5	87	92	92	92		94	97	94	92	93	76	87	87	102	103	95	102	93	3	4
R5a									72	75	47	67	67	77	80	71	76	70	13	13
R5b									72	73	81	65	65	77	78	70	77	73	0	3
R5c									112	113	82	106	114	128	126	111	129	113	24	29
R50a										84	65	77	72	87	70	76	85	77	-1	7
R50b										84	65	80	82	95	92	84	93	84	25	25
	Центральная Сибирь																			
R29A			27		35	25	33	35	44	38	28	38	39	33	26	35		34	3	
R29B						26	33	32	44	37	25	28	35	30	24	33		32	-3	
R32							81	91	90	94	94	94	96	104	86	95	102	93	10	12
R40										74	71	67	70	69	72	79	89	74	7	19
R42										203	199	197	201	201	201	203	201	201	3	2
R43										124	122	123	123	124	129	126	125	125	8	5
								Север	o-Boc	точна	я Сиб	бирь			·					•
R13A	36	33	38	44	49		50	42	55	50	36	52	46	43	47		36	44	7	3
R13B	-	31	39		48		46	32	56	37	25	50	46	41	47		27	40	5	0
R14	38	41					47	44		40	46	49	47	46	42		48	44	4	4
R15A	32		36					30 44	60 54	38 44	28 39	48	32 54	30 46	30 43		31	36 44	-1 9	-3 7
R15B R16	30		32				54	42	75	49	43	56	72	54	50	57	60	54	15	14
R17	-	45	47		51	55	54	53	60	49	47	56	61	53	55	64	55	54	8	7
R18	74	75	75	76	81	85	82	83	86	80	78	84	84	77	74	79	83	80	2	2
R18A					91	97	100	96	104	98	96	104	104	97	94	101	102	99	3	4
R19	67	72	50		84	92	95	93		92	92	103	94	83	89	95	101	89	13	14
R20 R21	52 83	46 84	50 84		48 96	56 103	53 113	54 101	57 117	55 100	49 96	53 110	59 105	54 92	61 96	65 108	59 96	54 99	8	7
R22	46	01	01		70	51	53	101	57	53	51	57	50	52	49	45	56	52	0	1
R25	23	37	38				55	45	65	43	42	65	60	41	41		39	46	13	9
R31						39	42	44	48	47	49	52	53	50	47	47	46	47	8	6
R35							20	27	41	34	32	52	45	44	40	40	46	42	6	8
R36 R38A					115	129	38 148	37 137	43 151	43 133	41 122	31 145	35 149	34 130	44 124	38 132	38 134	38 135	-2 2	-2 1
R38B					148	155	167	156	131	133	122	154	157	139	147	150	152	153	-8	-7
R38C					72	77	80	81	84	79	78	82	79	72	66	75	75	77	-5	-5
		'						į	Дальн	ий Во	сток									
R9	39	42	44	46	50	57	57	53	59	52	52	52	51	53	52	59	55	51	8	8
R11	53	46	47	52	55	64	62	Ī	67	61	60	53	57	54	57	60	58	57	5	5
R27		59	60	62	64	65	67	59	74	61	64	74	65	67	69		72	65	7	7
R30A R30B					78	67 49	71 56	73 54	72 53	73 56	63	76 58	72 59	76 57				74 56		\vdash
R30C						47	20	44	45	49	49	50	50	48	46		47	48	4	2
NJUC								77	TJ	マク	マク	50	50	70	τU		→/	70	-	

На территории северо-восточной Сибири мощность СТС на 11 станциях из 20, задействованных в 2015 году, увеличилась (1-11 см), на 2 станциях толщина осталась неизменной, на остальных наблюдается уменьшение толщины на 1-12 см.

На Дальнем Востоке на большинстве станций, учитывая площадки, продолжительность измерений на которых составляет менее 7 лет, наблюдается уменьшение СТС по сравнению с предыдущим годом.

Сравнивая тренды СТС, рассчитанные за периоды 1999-2014 и 1999-2015 гг. (см. табл. 6.1), можно отметить следующие особенности. Отмечено уменьшение трендов на севере ЕЧР на 1-4 см/10 лет. В Западной Сибири наблюдается в основном увеличение тренда на 1-8 см/10 лет. В Центральной Сибири изменения тренда неоднородны, на двух площадках наблюдается увеличение тренда на 2-12 см/10 лет, в то время как в Якутске тренд уменьшился на 1-3 см/10 лет. На севере Восточной Сибири тренд незначительно (на 1-2 см/10 лет) увеличился на 5 площадках, на трех площадках остался неизменным, в остальных случаях наблюдается уменьшение тренда на 1-5 см/10 лет по сравнению с условиями предыдущего года. На Дальнем Востоке тренд не изменился. В целом, тренд СТС уменьшается по мере продвижения в восточные районы криолитозоны России.

Подводя итог, можно отметить, что в 2015 году, как и в 2014 году, по сравнению с предыдущим годом на ЕЧР и в Западной Сибири наблюдается увеличение СТС, в то время как восточные регионы характеризуются уменьшением СТС. При этом в 2014 г. в 62% случаев, а в 2015 - в 70% случаев СТС был выше средних многолетних значений, что свидетельствует о тенденции его увеличения в 21 веке, особенно выраженной в западных и южных районах криолитозоны.

7. АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Мониторинг агрометеорологической составляющей климата за 2015 г. проводится по станционным данным о температуре воздуха и суммах осадков месячного разрешения для 455 станций на территории России и стран СНГ за период с 1951 г. по 2015 г., содержащихся в базе данных «Климат», поддерживаемой ФГБУ «ИГКЭ».

Расчет и анализ агроклиматических показателей, характеризующих условия роста и развития основных сельскохозяйственных культур, выполняются в системе Климат—Почва—Урожай (ФГБУ «ВНИИСХМ»). Показатели продуктивности — биоклиматический потенциал и климатически обусловленная урожайность — для земледельческой зоны России также определяются в рамках этой системы.

Анализ текущих значений агроклиматических показателей

Мониторинг агроклиматических показателей в 2015 г. выполнялся по станционным данным сети наблюдений на территории земледельческой зоны России. Аномалии определялись относительно климатической нормы 1961-1990 гг. (базовый период) и относительно предшествующего двадцатилетия 1995-2014 гг. Аномалии показателей теплообеспеченности и влагообеспеченности сельскохозяйственных культур в 2015 г., осредненные по федеральным округам в пределах условной земледельческой зоны южнее 66.5° с.ш. (до 90° в.д.), 60° с.ш. (до 130° в.д.), 55° с.ш., представлены в табл. 7.1 и 7.2.

Теплообеспеченность сельскохозяйственных культур

Показатели теплообеспеченности в весенний период 2015 г. позволяют сделать вывод, что весна на территории России в 2015 г. была теплее на 0.6-2.0°С по сравнению с периодом 1995-2014 гг., за исключением Южного и Северо-Кавказского ФО (табл. 7.1). На преобладающей части земледельческой зоны возобновление вегетации при положительных аномалиях температуры воздуха наблюдалось на 2-7 суток раньше, чем в среднем за предшествующие 20 лет, и на 1-12 суток раньше, чем за период 1961-1990 гг.

Таблица 7.1 – Аномалии показателей термического режима в 2015 г. относительно средних за 1995-2014 гг., осредненные по территории России и федеральных округов в пределах земледельческой зоны

Федеральный округ	Средняя температура воздуха, °С		$\overline{T}_{\it EKII},$ °C	$\overline{T}_{\it 3ерн},$ $^{\circ}{ m C}$	Дата возобнов- ления	,	мма атур, °С	Продолжитель- ность периода, сутки	
	весна	лето			вегетации	>5 °C	>10 °C	T>5 °C	T>10 °C
Северо-Западный	2.0	-1.1	-0.1	-0.9	-3	-30	57	-1	10
Центральный	0.9	-0.5	0.6	0.1	2	-48	38	-11	0
Приволжский	0.6	-0.7	0.6	0.5	2	-28	76	-10	4
Южный	0.0	0.8	-0.1	-0.5	-7	200	19	13	-9
Северо-Кавказский	-0.2	1.0	-0.1	0.2	3	114	37	0	-10
Уральский	1.0	-1.0	-0.3	-0.7	-2	-78	-19	-3	4
Сибирский	1.4	0.9	0.2	0.9	-5	138	98	7	2
Дальневосточный	1.0	-0.1	0.3	0.3	3	-41	-42	-2	-3
Россия	1.1	-0.1	0.2	0.2	-1	19	43	-1	2

Летние температуры земледельческой зоны России в 2015 г. были ниже на 0.1° С средних величин последнего двадцатилетия. Максимальные отрицательные аномалии наблюдались на территории Северо-Западного (-1.1° С) и Уральского (-1.0° С) ФО. В 2015 г. знаки аномалий средней температуры воздуха за период вегетации яровых зерновых культур от даты всходов до даты уборки (\overline{T}_{3eph}) по отдельным ФО различались относительно средней температуры за период 1995-2014 гг. Максимальная положительная аномалия отмечена в Сибирском ФО (0.9° С), минимальная – в Северо-Западном ФО (-0.9° С). Аномалии средней температуры теплого периода года от даты устойчивого перехода через 5°С осенью ($\overline{T}_{БКП}$) на ЕЧР и АЧР частях России изменялись от $0.2...0.6^{\circ}$ С до $-0.1...-0.3^{\circ}$ С (табл. 7.1).

Положительная аномалия сумм активных температур (сумма температур воздуха за период с температурой выше 10° C) по сравнению с последним двадцатилетием изменяется в диапазоне от 19° C (Южный ФО) до 98° C (Сибирский ФО). В Уральском и Дальневосточном ФО наблюдались отрицательные аномалии сумм активных температур, -19° C и -42° C соответственно.

Влагообеспеченность сельскохозяйственных культур

В число показателей степени увлажненности территории включены сезонные аномалии суммы осадков, индекс сухости М.И. Будыко (ИС), гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК) за май-август, сумма осадков за период вегетации яровых зерновых культур от даты всходов до уборки яровых зерновых культур ($\Sigma R_{3 \text{ерн.}}$) и суммарное количество осадков за теплый период года ($\Sigma R_{\text{БКП}}$).

Данные табл. 7.2 показывают, что сумма осадков за период вегетации яровых зерновых ($\Sigma R_{3\text{ерн.}}$) в 2015 г. в ряде земледельческих регионов была ниже соответствующих величин за предшествующее двадцатилетие. Максимальные отрицательные аномалии наблюдались в Сибирском ФО (-18%). В то же время, в Центральном и Уральском ФО, где основные сельскохозяйственные площади заняты под яровыми культурами, за период от всходов до уборки зерновых в 2015 г. осадков выпало на 17% и 56% больше, чем в среднем за последнее двадцатилетие. Аномалии увлажненности теплого периода года ($\Sigma R_{\text{БКП}}$) отрицательны для ЕЧР и положительны для АЧР.

Аномалии летних осадков относительно 1995-2014 гг. отрицательны во всех земледельческих регионах, за исключением Уральского (+40%) и Приволжского (+2%) ФО. Наметившаяся за последние годы тенденция к росту осенних осадков на территории возделывания озимых зерновых культур в 2015 г. сохранилась в Приволжском, Уральском, Сибирском и Дальневосточном ФО.

Таблица 7.2 – Аномалии показателей влажностного режима в 2015 г. относительно средних за 1995-2014 гг., осредненные по территории России и федеральных округов в пределах земледельческой зоны

Федеральный округ	зима	Сумма ос	адков, % лето	осень	$\Sigma R_{\rm БКП}$, %	$\Sigma R_{3\text{eph.}}$,	Индекс сухости Будыко, б/р	ГТК за май- август, б/р
Северо-Западный	17	3	-12	-7	-16	-15	0.03	-0.13
Центральный	6	4	-4	-23	-9	17	0.03	-0.03
Приволжский	5	-11	2	10	-7	6	0.01	0.12
Южный	-13	0	-27	-6	-7	10	0.24	-0.20
Северо-Кавказский	-18	10	-23	-21	-16	-8	0.24	-0.15
Уральский	-9	11	40	2	28	56	-0.15	0.59
Сибирский	10	24	-5	9	6	-18	0.03	-0.10
Дальневосточный	55	16	-5	10	0	3	-0.05	0.03
Россия	14	7	1	1	0	6	0.01	0.04

Оценки ГТК за период с мая по август, основной период для производства большинства сельскохозяйственных культур, свидетельствуют о том, что уровень увлажненности сельскохозяйственных угодий в 2015 г. был ниже, чем в среднем за 1995-2014 гг., в Северо-Западном, Центральном, Южном, Северо-Кавказском и Сибирском ФО (табл. 7.2). Индекс сухости, характеризующий условия увлажненности за весь теплый период года, показывает, что влагообеспеченность на большей части рассматриваемой территории также была ниже, чем в среднем за предшествующие два десятилетия.

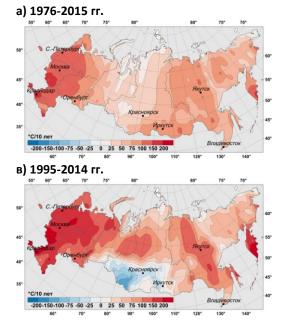
Тенденции изменения агроклиматических показателей

При анализе оценок линейного тренда сумм температур воздуха выше 10°С (табл. 7.3, рис. 7.1) выявлено, что положительная тенденция к росту этого показателя за последние десятилетия замедлилась на АЧР (в Сибирском ФО тренд за 1995-2014 гг. отрицателен). За период с 1976 по 2015 гг. на ЕЧР скорость его роста колеблется в диапазоне от 106°С/10 лет в Приволжском ФО до 145°С/10 лет в Южном ФО. В среднем для территории России оценка линейной скорости роста сумм активных температур воздуха за 1976-2015 гг. составляет 89°С/10 лет.

Таблица 7.3 – Оценки линейных трендов показателей термического и влажностного режима на территории земледельческой зоны России

Федеральный округ	возд	ратура уха, 0 лет	Сумма температур, °C/10 лет		Продолжительность периода, сут./10 лет			осадков, 0 лет	ИС, ед./10	ГТК, ед./10	
	весна	лето	>5 °C	>10 °C	<i>T</i> >5 °C	<i>T</i> >10 °C	весна	лето	лет	лет	
1976-2015											
Северо-Западный	0.4	0.5	108.9	115.2	4.8	5.5	4.3	-2.6	0.03	-0.05	
Центральный	0.5	0.7	138.7	137.8	5.0	4.6	0.5	-11.4	0.07	-0.11	
Приволжский	0.5	0.5	109.6	106.0	4.1	3.4	4.3	-8.6	0.06	-0.08	
Южный	0.4	0.7	156.7	145.4	3.9	3.2	9.0	-5.2	0.03	-0.03	
Северо-Кавказский	0.3	0.5	132.2	128.9	4.2	3.5	4.5	-2.6	-0.03	-0.02	
Уральский	0.4	0.2	60.8	66.2	3.0	3.6	8.1	1.0	0.02	-0.01	
Сибирский	0.7	0.3	58.8	47.2	3.6	1.9	4.5	3.4	0.00	0.00	
Дальневосточный	0.3	0.3	65.1	73.2	2.6	3.6	8.7	4.9	0.01	0.01	
Россия	0.5	0.4	89.2	88.5	3.7	3.5	5.5	-1.4	0.02	-0.03	
					199	5-2014					
Северо-Западный	0.5	0.5	134.4	174.5	4.5	9.8	2.5	10.3	0.03	-0.02	
Центральный	0.5	0.7	168.6	188.6	3.1	5.1	1.1	-8.6	0.11	-0.09	
Приволжский	0.4	0.5	115.8	142.1	1.5	4.2	-0.7	0.2	0.08	-0.07	
Южный	0.5	0.9	209.2	193.6	3.5	2.3	10.3	-31.5	0.12	-0.11	
Северо-Кавказский	0.5	0.7	187.8	169.2	4.5	1.6	10.8	-7.5	0.01	-0.02	
Уральский	0.2	0.3	38.8	76.1	-0.6	3.1	11.1	2.8	0.02	-0.03	
Сибирский	0.2	0.1	-9.4	-18.6	0.9	-1.2	7.4	-1.4	0.00	0.04	
Дальневосточный	0.2	0.7	83.8	114.8	1.0	4.4	12.7	12.5	0.00	-0.04	
Россия	0.3	0.5	88.3	109.2	1.8	3.9	6.6	-0.2	0.04	-0.05	

Линейные тренды продолжительности вегетационного периода (τ >5°C) и периода активной вегетации (τ >10°C) с 1976 по 2015 гг. (табл. 7.3) остаются положительными и изменяются по территории земледельческой зоны отдельных федеральных округов от 2.6 до 5.0 сут./10 лет и от 1.9 до 5.5 сут./10 лет соответственно.



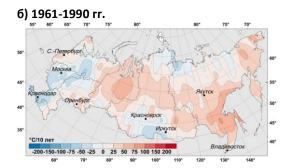
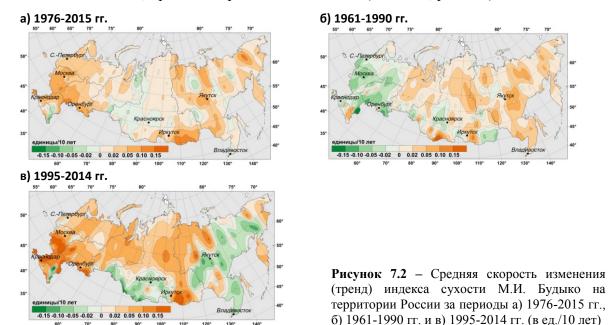


Рисунок 7.1 — Средняя скорость изменения (тренд) суммы активных температур >10°C на территории России за периоды а) 1976-2015 гг., б) 1961-1990 гг. и в) 1995-2014 гг. (°C/10 лет)

Сохраняется положительная тенденция к росту весенних осадков на всей территории земледельческой зоны России. Тренды летних осадков за 1976-2015 гг. отрицательны на ЕЧР и положительны на АЧР. В среднем по всей земледельческой зоне соответствующие линейные тренды осадков отрицательны и составляют —1.4 и —0.2 мм/мес/10 лет для двух рассмотренных временных интервалов (табл. 7.3). Оценки линейного тренда за 1976-2015 гг. ГТК периода с мая по август отрицательны, за исключением территории Сибири и Дальнего Востока (где они малы). Тренд ИС положителен везде, кроме Северо-Кавказского ФО (табл. 7.3, рис. 7.2).



Продуктивность сельскохозяйственных культур

Аномалии показателей продуктивности сельскохозяйственных культур – биоклиматического потенциала и климатически обусловленной урожайности – в 2015 г., рассчитанные в системе Климат–Почва–Урожай, и их сравнительные оценки, приведены в

табл. 7.4. Аномалии рассчитаны как отклонения (в %) от соответствующих значений в 2014 г. и от средних за предшествующие пять лет (2010-2014 гг.). Выполненные расчеты (табл. 7.4, рис. 7.3) показывают, что отрицательные аномалии продуктивности яровой пшеницы относительно прошлого года наблюдались на преобладающей части сельскохозяйственных регионов ЕЧР, за исключением Северо-Западного (37.2%) и Южного (8.0%) ФО. В целом, по всей территории земледельческой зоны климатически обусловленная урожайность яровой пшеницы в 2015 г. ниже урожайности 2014 г. на 4.8%.

Таблица 7.4 – Отклонения (%) урожайности яровой пшеницы и биоклиматического потенциала в 2015 г. от
2014 г. и средних значений за 2010-2014 гг. по федеральным округам Российской Федерации

Федеральный округ		урожайности еницы, % от	Отклонения биоклиматического потенциала, % от			
	2014	2010-2014	2014	2010-2014		
Северо-Западный	37.2	37.9	2.5	8.4		
Центральный	-1.0	22.9	12.1	18.8		
Приволжский	-22.7	-2.7	1.4	11.0		
Южный	8.0	26.2	-3.0	-1.7		
Северо-Кавказский	-13.5	9.5	-12.5	-12.0		
Уральский	-0.4	33.0	2.0	19.0		
Сибирский	-11.5	-11.6	-2.1	-3.3		
Дальневосточный	-6.2	3.5	-5.9	0.2		
Россия	-4.8	10.0	1.1	7.1		

Оценки, выполненные относительно предшествующего пятилетия, показывают, что на большей части сельскохозяйственных площадей в 2015 г. условия произрастания яровой пшеницы оказались лучше средних за 2010-2014 гг., за исключением Приволжского (-2.7%) и Сибирского (-11.6%) ФО.

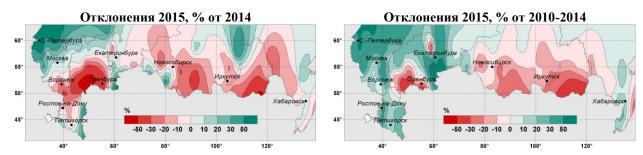


Рисунок 7.3 – Отклонения (%) климатически обусловленной урожайности яровой пшеницы в 2015 г. от 2014 г. и средних значений за 2010-2014 гг.

Оценки увлажненности рассматриваемой территории в 2015 г. показывают, что для озимых культур урожая 2016 года на территории Южного и юго-восточных областей Приволжского ФО наблюдалась недостаточная влагообеспеченность в предпосевной и осенний периоды (рис. 7.4).



Рисунок 7.4 — Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-20 см под озимыми культурами в сентябре $2015 \, \Gamma$.

8. ОПАСНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

По данным Росгидромета в 2015 году в целом на территории России отмечалось 973 опасных гидрометеорологических явления (ОЯ), (включая агрометеорологические и гидрологические). Это на 75 явлений больше, чем в 2014 году, когда их было 898. Напомним, что мониторинг общего числа ОЯ ведется с 2008 г. Динамика общего числа ОЯ за восемь лет такова:

2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1090	923	972	760	987	963	898	973

Из всех ОЯ в 2015 г. 412 явлений нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения.

приведены данные Росгидромета рис. 8.1 динамике гидрометеорологических ОЯ за 1996 – 2015 гг., относящиеся лишь к опасным явлениям и комплексам гидрометеорологических явлений (включая гидрологические агрометеорологические явления), которые нанесли значительный ущерб отраслям жизнедеятельности экономики населения (общее число количество И непредусмотренных ОЯ). Прошедший год стал пятым по количеству ОЯ, нанесших ущерб. Число непредусмотренных ОЯ в 2015 г. составило 27.

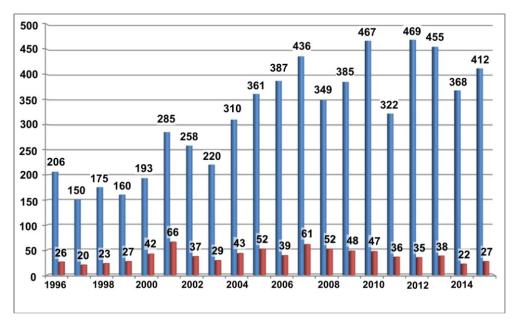


Рисунок 8.1 – Распределение гидрометеорологических ОЯ по годам: общее количество (синий) и количество непредусмотренных ОЯ (красный).

Из наиболее значительных по нанесенному ущербу были:

очень сильный ветер 12 апреля в Республике Хакасия и центральных районах Красноярского края (порывы 25-28 м/с, в Хакасии до 31 м/с). В Красноярском крае отмечены многочисленные повреждения линий электропередач, повалены деревья, снесены автобусные остановки, повреждены крыши домов. В Хакасии произошло возгорание 1371 частного жилого дома в 38 населенных пунктах (23 человека погибли);

очень сильный дождь, сильный ливень в Краснодарском крае 24-26 июня, когда выпало местами до 179 мм осадков. На территории города-курорта Сочи было подтоплено 1427 домовладений и 1840 приусадебных участков, частично подтоплены территории 3-х внутригородских округов; с 25.06 на территории города-курорта Сочи был введён режим ЧС муниципального характера;

чрезвычайная пожарная опасность в Бурятии и Забайкальском крае, которая

наблюдалась в июне — августе. С начала пожароопасного периода площадь пожаров составила: в Бурятии 463083,23 га, в Забайкальском крае 880007 га.

По-прежнему большой ущерб нанесен агрометеорологическими явлениями – атмосферной и почвенной засухами (в ряде регионов ущерб исчисляется миллиардами рублей).

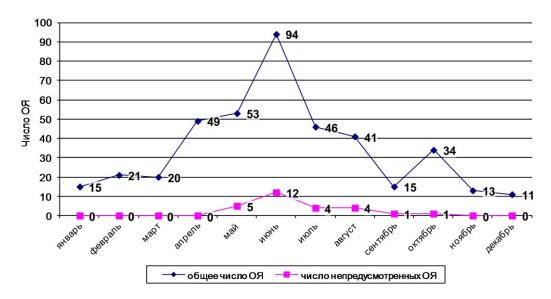


Рисунок 8.2 – Распределение гидрометеорологических ОЯ, нанесших ущерб, по месяцам в 2015 году

На рис. 8.2 представлена информация о гидрометеорологических ОЯ в 2015 году детализированная по месяцам. Наибольшая активность возникновения опасных явлений на территории Российской Федерации наблюдалась в период с апреля по август.

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	10	4	1			11		11		11	4	3				55
II	13	4				3		4		15	3	5				47
III	15	3		2						12	4	3				39
IV	12	2		7			1			7	3		1			33
V	9	9		10	2		3			11			2			46
VI	11	19		9	9		4			17			9	1		79
VII	10	24		3	7		2			18			3	2		69
VIII	7	21		11	8		1			12			3			63
IX	4	4		17	3		2			10			2			42
X	9	13	1	4				1		12				2		42
XI	10	4						1		6	2	2				25
XII	8	5	1					2		11	1	3				31
ГОД- 2015	118	112	3	63	29	14	13	19		142	17	16	20	5		571
ГОД- 2014	110	105	5	46	23	29	16	32	3	131	12	18	30	9		569

Таблица 8.1 - Распределение метеорологических ОЯ по месяцам за 2015 год

В **Гидрометцентре России** ведется статистика отдельно только опасных метеорологических явлений (ОЯ). В 2015 году на территории России было зарегистрировано 571 случай 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 России, 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 округах.

По сравнению с 2014 годом количество зарегистрированных метеорологических ОЯ в 2015 г. увеличилось на два случая. Высокой была повторяемость КМЯ, сильного ветра и сильных осадков (142, 118 и 112 случаев соответственно). Это составляет 65% от всех опасных метеорологических явлений. КМЯ по своим параметрам не достигали критериев ОЯ, но в значительной степени затрудняли хозяйственную деятельность регионов. Все эти явления, как правило, наносили наиболее значительный ущерб секторам экономики и частному сектору.

Наибольшую повторяемость метеорологические ОЯ и КМЯ имели в теплый период года (с мая по август) — 257 случаев (45%). 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 2015 г. отмечались в 33 случаях, то есть на 46% меньше, чем в 2014 году, когда их было 61 случай.

Периодов с сильной жарой и аномально жаркой погодой в 2015 г. было 42, что на на 3 случая больше, чем в 2014 году. Жаркие периоды отмечались с апреля по сентябрь. В вегетационный период в 2015 году наблюдалось 63 заморозка, что на 37 % больше, чем в 2014 г.

Из таблицы 8.2 следует, что на территории Сибирского и Дальневосточного федеральных округов зарегистрировано 230 случаев (40%) всех ОЯ и КМЯ. Это связано с тем, что территория этих округов обладает наибольшими размерами и характеризуется очень активными атмосферными процессами. По сравнению с 2014 г. в 2015 г. количество ОЯ и КМЯ в Северо-Западном, Северо-Кавказском и Уральском федеральных округах уменьшилось на 14-27%, а в Южном, Центральном и Дальневосточном ФО увеличилось на 12-23 %.

Таблица 8.2. Распределение метеорологических ОЯ в 2015 году по территории федеральных округов

№				đ	Редеральн	ые округ	a			
	Явления	СЗФО	ЦФО	ПФО	ЮФО+ Крым	СКФО	УФО	СФО	ДФО	Всего
1	Сильный ветер	10	2	11	5+5	8	7	37	33	118
2	Сильные осадки	2	8	15	18+12	10	10	10	27	112
3	Метель	3					1		12	16
4	Пыльная буря									0
5	Смерч				5					5
6	Сильный мороз	1		3	1	1	5	3		14
7	Аномально холодная погода	4	2	6			2	4	1	19
8	Сильная жара		6	4	4	4	4	7		29
9	Аномально жаркая погода		3	5			3	2		13
10	Град		3	6	4+1	3	2	1		20
11	Гололедные явления				8	4	2	2	1	17
12	Налипание мокрого снега	2	1							3
13	Заморозки	4	13	10	7+2	2	10	11	4	63
14	Туман									
15	15 KMЯ		10	14	15+3	12	9	47	28	142
1	Всего – 2015	30	48	74	90	44	55	124	106	571
1	Всего – 2014	40	43	71	73	60	64	127	91	569

Динамика количества всех зарегистрированных метеорологических ОЯ за период с 1998 по 2015 год приведена с годовой дискретностью на рис. 8.3 и с месячной в табл. 8.3. Видно, что в 2015 году отмечалось 571 метеорологических ОЯ. Это наибольшее количество ОЯ за все 17 лет наблюдений. (Следует заметить, что анализируемый ряд не однороден: из 571 ОЯ в этом году 23 случая наблюдались в Крымском ФО, учет по

которому начал вестись только с 2015 года).

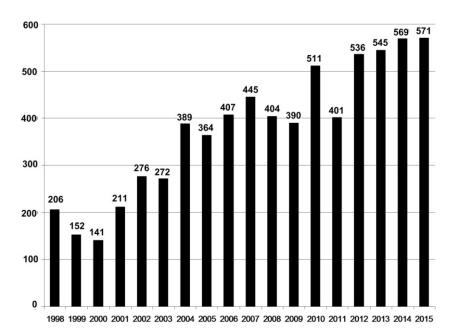


Рисунок 8.3 — Распределение метеорологических ОЯ по годам.

Таблица 8.3. Динамика количества всех метеорологических ОЯ за период с 1998 по 2015 годы

Га						M	есяцы						Всего
Годы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	за год
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
2013	47	36	63	23	51	71	61	56	43	38	33	23	545
2014	46	44	35	33	70	75	69	64	29	37	23	44	569
2015	55	47	39	33	46	79	69	63	42	42	25	31	571

9. РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ

В системе регулярного мониторинга составляющих радиационного баланса земной поверхности рассматриваются коротковолновая суммарная и прямая солнечная радиация. Месячные, сезонные и годовые суммы этих видов радиации определяются по результатам измерения радиационных потоков в фиксированные сроки (т.н. «срочных» актинометрических наблюдений). Аномалии сумм радиации рассчитываются как отклонения от норм базового периода 1961-1990 гг. и выражаются в процентах от этих норм.

Для оценки условий 2015 г. использованы данные станций со срочными наблюдениями (всего 89 станций), для которых своевременно поступила оперативная информация.

Основной особенностью глобальных многолетних изменений приходящей радиации, обнаруживаемых на территории России, является пониженное поступление радиации (возможно, обусловленное воздействием крупных вулканических извержений) в конце 80-х — начале 90-х гг. XX века и связанный с этим отрицательный тренд прямой и суммарной радиации на интервале 1961-90 гг.

Анализ региональных особенностей *многолетних* колебаний по данным о пространственно-осредненных аномалиях годовых сумм прямой радиации на интервале 1961-2014 гг. (рис. 9.1) показывает, что во всех рассмотренных крупных регионах России в последнее десятилетие 20-го столетия произошел возврат к значениям приходящей радиации, близким к норме. Изменения, происходящие в начале XX1в., характеризуются меньшей пространственной однородностью. На территории ЕЧР наблюдается сохранение положительной тенденции, наиболее выраженное в южных районах. В Прибайкалье и Забайкалье, а также в Северо-восточном регионе, значения прямой радиации практически стабилизировались (при этом необходимо отметить низкую плотность сети станций на северо-востоке страны). В Приамурье и Приморье в последнее десятилетие отмечается тенденция к снижению прямой радиации. В Западной Сибири и, особенно, в Средней Сибири в последние годы наблюдаются крупные отрицательные аномалии, сопоставимые с рекордно низкими значениями.

В зимний сезон 2014/2015 гг. обширная область отрицательных аномалий протянулась от западных границ ЕЧР на восток, захватив Западную и Среднюю Сибирь. Наиболее глубокой она была вблизи северного полярного круга в Европейской части Полярного Урала, где сезонные значения радиации были меньше нормы на 40-50%, а также на Среднесибирском плоскогорье. Здесь были зарегистрированы рекордно низкие значения прямой радиации. В отдельных пунктах в силу местных особенностей величина отрицательной аномалии составляла 70-75%. Формирование этой крупной аномалии связано с преобладанием в течение зимних месяцев циклонического характера погоды на ЕЧР. Глубокие атлантические циклоны способствовали мощной адвекции тепла и влаги на Западную и Среднюю Сибирь и образованию плотной низкой облачности и осадков.

Положительные аномалии прямой радиации наблюдались на востоке Азиатской части России – в Якутии, Магаданской области (до 40%) и Забайкалье, а также в более мелких очагах на территории Ставропольского и Краснодарского краев, Северного Кавказа, Башкирии, Челябинской и Омской областей, где преобладала антициклональная погода. Приход прямой радиации здесь превышал норму не более чем на 20%.

На формирование поля зимней сезонной аномалии прямой радиации наибольшее влияние оказал февраль, для которого характерно возрастание сумм прямой радиации в связи с ростом высоты солнца. В приходе суммарной солнечной радиации за зимний сезон в основном отмечались те же особенности, которые были характерны для прямой радиации.

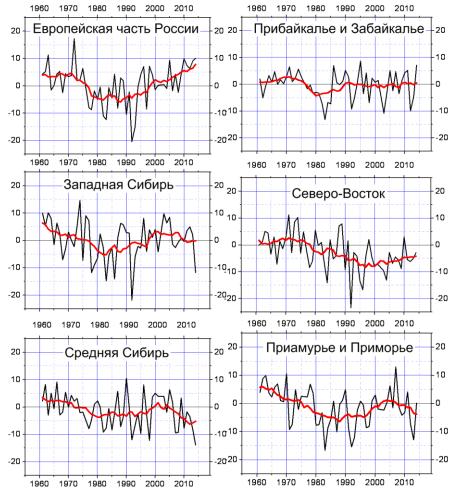


Рисунок 9.1 - Регионально-осредненные аномалии (в процентах от среднего за 1961-1990 гг.) годовых сумм прямой солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность. *Красная кривая показывает сглаженный ход (11-летние скользящие средние)*

В весенние месяцы наблюдался разнородный характер полей аномалий прямой радиации. При этом на Европейской территории и в Западной Сибири доминировали положительные аномалии, а в Средней Сибири, Хабаровском крае и Приморье – отрицательные.

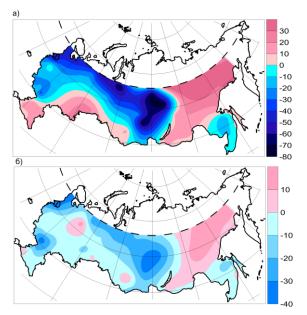
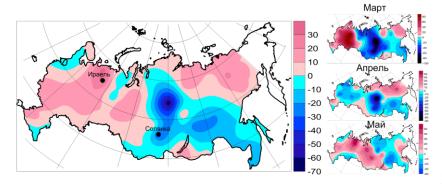


Рисунок 9.2 - Аномалии (в процентах от среднего за 1961-90 гг.) сезонных сумм прямой (а) и суммарной (б) солнечной радиации. Зима 2014/2015 гг.

В марте преобладание антициклонального характера погоды на ЕЧР с большим количеством солнечных дней привело к образованию мощной положительной аномалии прямой радиации. В восточных и юго-восточных областях ЕЧР месячные суммы прямой радиации превышали норму на 80%. Противоположная картина складывалась на АЧР. Активный циклогенез над территорией Урала и Сибири сопровождался преобладанием облачной погоды с обильными осадками. Месячный приход прямой радиации в Западной и особенно в Средней Сибири был значительно ниже нормы. На отдельных станциях



отмечались рекордно низкие значения аномалий (80% и более).

Рисунок 9.3 - Аномалии (в процентах от среднего за 1961-90 гг.) месячных и сезонных сумм прямой солнечной радиации. Весна 2015 г.

Формирование глубокой отрицательной аномалии на АЧР было обусловлено, в основном, низким приходом прямой радиации в марте и апреле. Наиболее сильные аномалии отмечались в Средней Сибири, где приход прямой радиации был ниже сезонной нормы на 50-60% и в отдельных пунктах были достигнуты рекордно низкие значения.

Важная особенность весеннего сезона обусловлена характером крупномасштабного поля аномалий рассеянной радиации. Практически на всей территории России значения этой составляющей радиационного баланса были ниже нормы, что, возможно, связано с возрастанием влажной мутности. Пониженный вклад рассеянной радиации привел к почти повсеместному доминированию отрицательных аномалий в поле суммарной радиации (рис. 9.4), включая Европейскую территорию, где наблюдался повышенный приход прямой радиации.

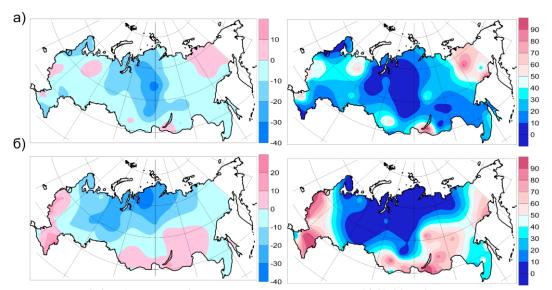
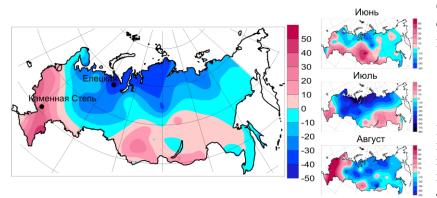


Рисунок 9.4 - Аномалии (в процентах от среднего за 1961-90 гг.) сезонных сумм суммарной солнечной радиации (слева) и вероятности их непревышения (справа). а) весна 2015 г., б) лето 2015г.

В летний сезон в июле развивалась аномально интенсивная циклоническая деятельность, которая стала причиной холодной сырой погоды на ЕЧР (за исключением южных и юго-западных областей), в Западной Сибири и северной части Восточной Сибири. Здесь сформировалась глубокая отрицательная аномалия прямой радиации. Так,

на территории Ямало-Ненецкого автономного округа месячный приход прямой радиации был ниже нормы на 80% и более. Именно эта глубокая аномалия внесла основной вклад в



формирование сезонной отрицательной аномалии на севере страны (рис. 9.5).

Рисунок 9.5 - Аномалии (в процентах от среднего за 1961-90 гг.) месячных и сезонных сумм прямой солнечной радиации. Лето 2015 г.

Область положительных аномалий прямой радиации охватывала южную и западную часть ЕЧР, юг Западной Сибири, южные районы Красноярского края, Забайкалье, Амурскую область. Наиболее интенсивной эта аномалия была на европейской территории (40% и более), где в отдельных пунктах были достигнуты рекордно высокие значения.

Анализ сезонных аномалий прямой радиации (рис.9.6), осредненных по территории России, показывает, что в 2015 г. во все рассмотренные сезоны значения были близки к норме за 1961-90 гг., лишь незначительно – по отношению к размаху – отличаясь от нее.

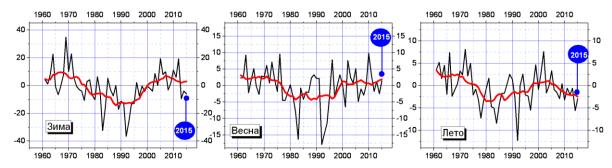


Рисунок 11.6 - Аномалии (в процентах от среднего за 1961-1990 гг.) сезонных сумм прямой радиации, поступающей на горизонтальную поверхность, осредненные по территории России. 1961-2015 гг.

В среднем радиационный режим 2015 г. характеризуется заметными региональными различиями с небольшим преобладанием пониженных значений радиации в зимний и летний сезоны. В среднем по территории России величина приходящей радиации была близка к норме.

Наиболее существенная особенность радиационного режима 2015 г. связана с наличием в летний сезон обширной отрицательной аномалии прямой радиации в северной части ЕЧР и Западной Сибири, обусловленной формированием в этом регионе самого глубокого циклонического центра Северного полушария, а также мощной положительной аномалии, которая образовалась на Европейской территории в августе. В очагах этих аномалий были зафиксированы рекордные отрицательные и положительные значения отклонений месячных и сезонных сумм приходящей радиации от нормы.

В многолетнем режиме на территории ЕЧР сохраняется восходящий тренд в изменении прямой радиации, наиболее выраженный в южных районах. В Западной и Средней Сибири, а также в прибрежных районах дальневосточных морей и в Приамурье, в последнее десятилетие наметилась тенденция к снижению радиации.

10. 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. 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).

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 900 и варьирует от месяца к месяцу. В их число входят более ста функционировавших в 2015 г российских станций, включая антарктические и СП. Около 700 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 характеристики температуры, стандартных изобарических статистические на 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 вычислялись ДЛЯ каждой станции. В качестве норм использовались соответствующие характеристики температуры для этой станции, осредненные за период 1981-2010 гг.

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 2015 года (зимний сезон включал декабрь 2014 г и январь-февраль 2015 г), а также для 2015 года в целом.

Особенности температурного режима в свободной атмосфере в 2015 г.

Как видно из табл. 10.1, 2015 год характеризуется существенными различиями значений и даже знаков аномалий температуры свободной атмосферы как от месяца к месяцу, так и по вертикали.

Следует обратить внимание на очень большие по абсолютному значению аномалии в нижней стратосфере высоких широт Северного полушария (100 гПа) в феврале-марте 2015 г. Особенного внимания заслуживает большая положительная на 100 гПа аномалия в январе. В высоких широтах наибольшим различием аномалий вдоль вертикали характеризуется март (3.56° C), за которым следуют декабрь и февраль (3.16° C и 2.39° C

соответственно). Анализируемый 2015 год характеризуется значительными положительными аномалиями в нижней стратосфере (поверхность 100 гПа) для большинства месяцев как для умеренных, так и для высоких широт.

В нижней тропосфере на поверхности 850 гПа наблюдались положительные аномалии, в средних широтах во все месяцы, в высоких широтах - во все месяцы за исключением июля. Заслуживают особого внимания большие положительные аномалии на 850 гПа в декабре (умеренные и высокие широты) и в январе (умеренные широты). В умеренных широтах в тропосфере в остальные месяцы 2015 года аномалии были также положительными.

Таблица 10.1 - Аномалии температуры за 2015 год для двух широтных зон Северного полушария (30-60 с.ш. и 60-90 с.ш.) на отдельных изобарических поверхностях. *Цветной заливкой показаны отрицательные* (голубой) и положительные (желтый) аномалии

MECGH		30-60	С.Ш.		60-90 C.III.					
МЕСЯЦ	850 гПа	500 гПа	300 гПа	100 гПа	850 гПа	500 гПа	300 гПа	100 гПа		
Январь	0.99	0.83	0.37	0.58	0.01	-0.20	0.22	2.39		
Февраль	0.51	0.70	0.00	0.53	0.87	0.75	-0.17	-1.52		
Март	0.77	0.96	0.81	-0.04	1.36	0.21	-0.95	-2.20		
Апрель	0.15	-0.04	0.21	-0.83	0.49	-0.73	-0.61	0.12		
Май	0.10	0.33	0.24	0.07	0.76	0.30	0.04	0.96		
Июнь	0.21	0.57	0.70	0.06	0.21	0.09	0.52	0.83		
Июль	0.37	0.32	0.39	0.43	-0.49	-0.36	-0.24	1.15		
Август	0.58	0.14	-0.19	0.74	0.02	-0.06	-0.34	0.58		
Сентябрь	0.37	0.23	0.08	0.84	0.34	0.06	-0.10	0.45		
Октябрь	0.14	0.77	0.83	0.48	0.48	0.78	0.53	0.68		
Ноябрь	0.65	1.08	0.69	-0.42	0.68	-0.34	-0.90	-0.25		
Декабрь	1.90	1.16	0.99	-0.44	0.98	-0.34	-1.36	-2.18		

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.

Таблица 10.2 — Аномалии температуры в тропосфере и нижней стратосфере от норм 1981-2010 гг. ΔT_{2015} - величина аномалии в градусах Цельсия; R (-R) — ранг (обратный ранг) в рядах, упорядоченных по возрастанию значений аномалий за период 1958-2015 гг.

СЕЗОН	0-30 C	Э.Ш.	30-60 (С.Ш.	60-90	С.Ш.	Северное полушарие						
	ТРОПОСФЕРА, 850-300 гПа												
	ΔT_{2015}	-R	ΔT_{2015}	-R	ΔT_{2015}	-R	ΔT_{2015}	-R					
ЗИМА	0.39	5	0.56	4	0.31	12	0.49	2					
BECHA	0.52	5	0.39	7	0.11	23	0.41	4					
ЛЕТО	0.42	2	0.37	12	-0.08	30	0.35	8					
ОСЕНЬ	0.87	1	0.62	1	0.23	21	0.68	1					
ГОД	0.62	1	0.59	1	0.11	23	0.57	1					
		КИН	КНЯЯ СТР	АТОСФЕР А	А, 100–50 гГ	Ia							
	ΔT_{2015}	R	ΔT_{2015}	R	ΔT_{2015}	R	ΔT_{2015}	R					
ЗИМА	-0.85	8	0.19	23	0.32	27	-0.10	15					
BECHA	-0.87	6	-0.55	8	-0.12	21	-0.61	7					
ЛЕТО	-0.53	11	0.34	32	0.65	37	0.09	24					
ОСЕНЬ	-0.89	6	0.24	33	0.03	23	-0.14	21					
ГОД	-0.81	6	0.03	23	0.03	19	-0.23	19					

В зимний, весенний и осенний сезон 2015 г. имели место положительные аномалии температуры тропосферы для всех рассматриваемых широтных зон (табл. 10.2). Единственная отрицательная аномалия наблюдалась в летний сезон в высоких широтах и составила -0.08°C. Осенний сезон и год в целом стали самыми теплыми для тропосферы нижних и средних широт северного полушария, что и определило его признание как года с самым теплым осенним сезоном и самого теплого года в целом для всего северного полушария.

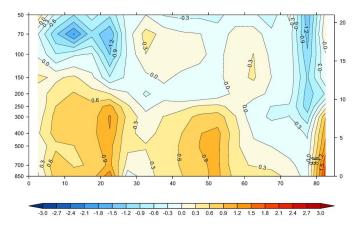


Рисунок 10.1 Вертикально-широтная структура годовых аномалий температуры свободной атмосферы В 2015 году. Горизонтальная широты, левая ось вертикальная ось - давление на стандартных изобарических поверхностях, правая вертикальная ось – высоты над уровнем моря в KM.

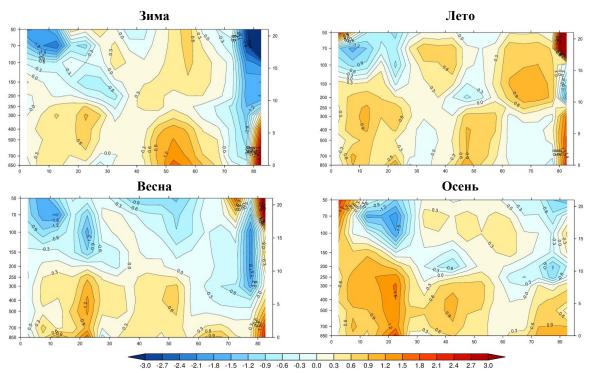


Рисунок 10.2 - То же, что на рис 10.1, но для отдельных сезонов: зима 2014/15 гг., весна, лето, осень 2015 г.

В нижней стратосфере в нижних широтах аномалии всех сезонов за исключением летнего попали в десятку самых холодных аномалий. В умеренных и высоких широтах все сезоны, за исключением весеннего, характеризуются положительными аномалиями (с разбросом от 0.03° C до 0.65° C). При этом весенняя аномалия для нижней стратосферы в умеренных широтах, равная -0.55° C, стала восьмой в ряду самых больших отрицательных аномалий. Также весенняя аномалия по всему северному полушарию (-0.61° C) стала седьмой в соответствующем ряду.

Тенденции 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. 10.3, где, помимо рядов сезонных аномалий, представлены линии трендов.

Как следует из табл. 10.3, для тропосферы статистически значимая тенденция потепления не наблюдается для зимнего сезона в зоне умеренных широт и в Северном полушарии в целом. В определенной степени это объясняется аномально холодными зимами сезонов 2010-2011 и 2011-2012 годов. Но, по сравнению с 2014 г, положительные зимние тренды во всех широтных зонах увеличились. Также не наблюдается статистически значимая тенденция потепления в диапазоне широт от 0 до 30°с.ш. для

остальных, кроме зимнего, трех сезонов года. Но положительный тренд за год в целом для этой широтной зоны за счет добавления 2015 года стал статистически значимым. Положительный тренд для весеннего сезона в высоких широтах за счет добавления к рядам 2015 года потерял статистическую значимость. В остальных широтных зонах сохраняются статистически значимые положительные тренды, которые и предопределяют значимый положительный тренд для Северного полушария в целом (от 0.13° C/10 лет для весны до 0.18° C/10 лет для осени).

Для нижней стратосферы очевидное статистически значимое похолодание имеет место для всех осуществленных вариантов оценки тренда, за исключением зимнего сезона в высоких широтах, положительный тренд которого только увеличился по сравнению с оценкой рядов, оканчивающихся 2014 г, и года в целом в высоких широтах, где отрицательный тренд сохранил знак, однако при добавлении 2015 г перестал быть статистически значимым. В Северном полушарии скорость стратосферного похолодания составляла от -0.41°C/10 лет для весны до -0.34°C/10 лет для осени, а для рядов по году в целом составила -0.37°C/10 лет.

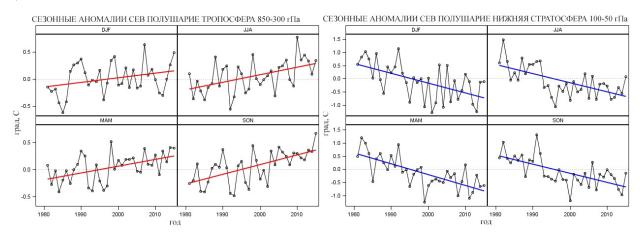


Рисунок 10.3 - Ряды сезонных аномалий температуры в свободной атмосфере Северного полушария за период 1981-2015 г. Левая панель — тропосфера (850-300 гПа), правая панель — нижняя стратосфера (100-50 гПа). Линии трендов построены методом наименьших квадратов для тропосферы (красный цвет) и нижней стратосферы (синий цвет). Обозначения сезонов по аналогии с рис. 10.2.

Таблица 10.3 — Оценки линейного тренда температуры в тропосфере и нижней стратосфере (1981-2014 гг.) b — значения сезонного или годового тренда, (${}^{\circ}C/10$ лет); D — объясненная линейным трендом доля общей дисперсии ряда, в %. Жирным курсивом выделены значения трендов, значимо отличные от нуля с вероятностью не менее 0.95

СЕЗОН	0-30	С.Ш.	30-60	С.Ш.	60-90	С.Ш.	Северное полушарие					
CE3OH	b	D	b	D	b	D	В	D				
	ТРОПОСФЕРА, 850-300 гПа											
ЗИМА	0.15	20	0.05	1	0.13	14	0.09	10				
BECHA	0.07	5	0.16	26	0.14	11	0.13	26				
ЛЕТО	0.04	3	0.19	27	0.22	24	0.14	25				
ОСЕНЬ	0.10	11	0.22	36	0.22	22	0.18	38				
ГОД	0.09	14	0.16	37	0.17	29	0.14	35				
		l	нижняя ст	РАТОСФЕР	А, 100–50 гПа	1						
ЗИМА	-0.58	38	-0.32	16	0.10	0	-0.37	31				
BECHA	-0.46	40	-0.37	34	-0.45	15	-0.41	50				
ЛЕТО	-0.41	33	-0.33	33	-0.20	20	-0.34	39				
ОСЕНЬ	-0.43	26	-0.32	38	-0.22	29	-0.34	42				
ГОД	-0.47	51	-0.33	48	-0.21	11	-0.37	57				

11. РЕЖИМ ВЕТРА

Для анализа режима ветра использовались данные срочных наблюдений на метеостанциях (1150 станций) и радиозондовых наблюдений на аэрологических станциях (100 станций) Российской Федерации. Использованы данные архивов Госфонда и данные оперативного потока, собираемые с каналов связи в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД».

Анализ проведен по данным в точке (метеостанции), на стандартных изобарических поверхностях, для слоев атмосферы 850-300 гПа (тропосфера) и 100-50 гПа (нижняя стратосфера). В качестве норм использовались средние значения характеристик ветра за период 1961-1990 (для метеостанций) и за период 1985-2014 гг. (для аэрологических станций). Период 1985-2014 гг. обусловлен наличием данных в Госфонде.

На рис. 11.1 представлены характеристики скорости приземного ветра, обобщенные за 2015 год по данным на метеостанциях. На рис. 11.1а представлена максимальная за год скорость ветра (из средних за 10-минутный интервал, без учета порывов). Пространственное распределение максимальной скорости ветра характеризуется большим диапазоном ее изменения по территории России. Наибольшие значения максимальной скорости ветра (более 25м/с) отмечены на Новой Земле, западном побережье Ямала, в прибрежных районах Чукотки и Камчатки.

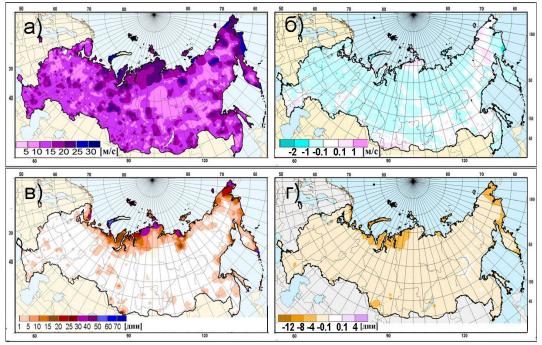


Рисунок 11.1 — Характеристики приземного ветра в 2015 г.: а) Максимальная за год скорость ветра (без учета порывов); б) Аномалии среднегодовой скорости ветра; в) Число дней со скоростью ветра, превышающей 15 м/с; г) Аномалии (отклонение от среднемноголетних значений) числа дней со скоростью ветра>15м/с.

В этих же районах зафиксировано и наибольшее число дней с сильным ветром (рис. 11.1в). Максимальное значение (148 дней) получено на Мысе Лопатка (Камчатка), на метеостанции Мыс Крильон (о. Сахалин) превышение скорости 15м/с отмечалось 79 дней. На Новой Земле наблюдалось более 50 дней с сильным ветром (Малые Кармакулы –57 дней). Небольшие очаги максимальной скорости ветра более 25 м/с отмечены также в речных долинах Оби, Лены, Колымы. На большей части ЕЧР и Западной Сибири максимальная скорость ветра составляла 10-15м/с. В Восточной Сибири и в Якутии на довольно значительной территории, которая в холодный период года находится под влиянием Сибирского антициклона, максимальная скорость ветра не превышает 5-10м/с. На большей части страны среднегодовая скорость ветра оказалась меньше климатической нормы (рис. 11.1б), но отрицательные аномалии не превысили по абсолютной величине 1м/с. Такие же по величине положительные аномалии отмечены на Нижней Волге,

Дагестане, Алтае и Саянах, арктическом побережье Таймыра и Чукотки, а также в континентальных районах Магаданской области. Число дней с сильным ветром в 2015 году было близко к норме или меньше на всей территории страны (рис. 11.1.г): наибольшие по величине отрицательные аномалии получены на арктическом побережье Западной Сибири и в прибрежных районах Чукотки и Камчатки.

Для свободной атмосферы 2015 год в целом по территории России характеризуется положительными аномалиями скорости ветра: 0.33 м/с в тропосфере и 1.37 м/с в нижней стратосфере (рис. 11.2).

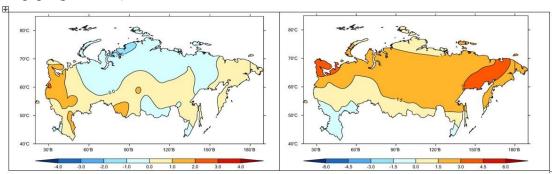


Рисунок 11.2 - Аномалии скорости ветра в 2015 году в тропосфере (слева) и в нижней стратосфере (справа)

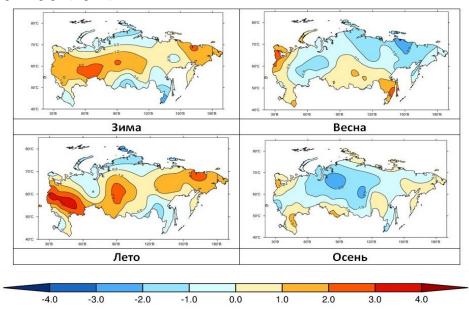


Рисунок 11.3 - Аномалии скорости ветра для отдельных сезонов (зима 2014-2015 гг., весна, лето и осень 2015 года) в тропосфере

Положительные аномалии в тропосфере и стратосфере в целом по России наблюдаются большую часть года. Исключения составляют только октябрь для нижней стратосферы и май, сентябрь и ноябрь как для тропосферы, так и для нижней стратосферы; также в обоих слоях отрицательной оказалась аномалия за осенний сезон (рис.11.3 и 11.4). В тропосфере наибольшая аномалия наблюдалась в феврале (1.20 м/с). В нижней стратосфере наибольшая аномалия наблюдалась в марте (5.48 м/с). Отрицательная майская аномалия привела к тому, что в тропосфере аномалия за весенний сезон оказалась близка к нулю. В нижней стратосфере выделяется период очень больших положительных аномалий в феврале-апреле (до 5.48 м/с), а также в декабре (3.02 м/с). С июля в нижней стратосфере наблюдается последовательное уменьшение аномалии вплоть до отрицательных значений (от 0.93 м/с до –0.56 м/с).

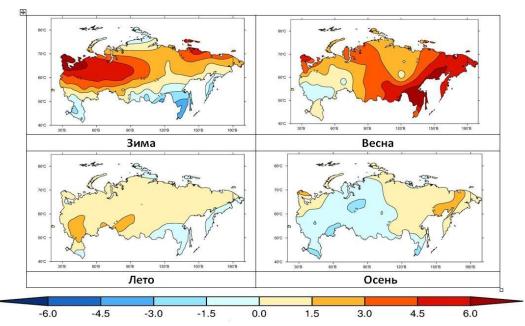


Рисунок 11.4. Аномалии скорости ветра для отдельных сезонов (зима 2014-2015 гг., весна, лето и осень 2015 года) в нижней стратосфере

По приземным данным на территории России во все сезоны преобладают отрицательные аномалии скорости ветра (рис. 11.5) Зимой самые низкие по отношению к норме средние сезонные скорости ветра наблюдались на арктическом побережье Якутии, Новосибирских островах, Новой Земле и севере Камчатского края. Средняя за зимний сезон скорость ветра превысила климатическую норму в горных районах Северного Кавказа, Урала, Алтая, Забайкалья, а также центральных районах Красноярского края и на юге Хабаровского края. В южных районах Хабаровского края наблюдалось 2-6 дней со скоростью ветра, превышающей 95-й процентиль. На всей территории России в зимний период зафиксировано уменьшение числа дней с сильным ветром по отношению к норме. Максимальные отрицательные аномалии (более 4 дней) отмечены на побережье атлантического сектора Арктики и тихоокеанском побережье страны.

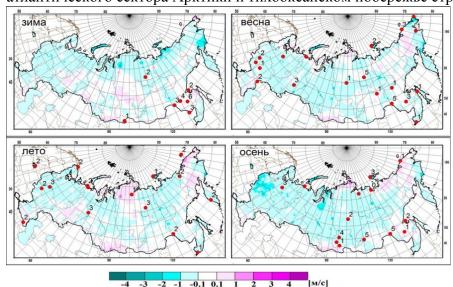


Рисунок 11.5 - Аномалии среднесезонной скорости ветра. Красными кружками обозначены станции. отмечена скорость ветра 95-го выше процентиля; цифрой обозначено число дней экстремальной c скоростью ветра.

Весной незначительные отрицательные аномалии средней скорости ветра получены на большей части страны. Однако, в марте в северных районах страны от Кольского полуострова до Новосибирских островов среднемесячная скорость ветра оказалась выше нормы. Максимальные аномалии (более 3м/с) отмечены в устье Лены, где и число дней с сильным ветром превысило климатическую норму.

Летом средняя за сезон скорость ветра превысила климатическую норму на Ямале, Таймыре, Алтае, в горных районах Северного Кавказа и Урала, на арктическом побережье Чукотки и в континентальных районах Магаданской области. Практически на всей территории страны аномалии числа дней с сильным ветром составили -2...-4 дня. В июне не очень обширный, но интенсивный очаг положительных аномалий среднемесячной скорости ветра сформировался в Магаданской области и Чукотском АО (2-3 м/с). В июле незначительные превышения среднемноголетних значений числа дней с сильным ветром отмечены на Урале, в Тюменской области, Якутии и южных районах Хабаровского края.

Осенью из-за преобладания антициклонального характера погоды на большей части ЕЧР, особенно в западных областях, наблюдалось уменьшение средней сезонной скорости ветра, отрицательные аномалии превысили 2м/с. Положительные аномалии отмечены только в прикаспийских районах Северного Кавказа. В АЧР среднесезонная скорость ветра превысила климатическую норму на арктическом побережье, Алтае, в континентальных районах Магаданской области, отдельных районах на юге Хабаровского края и востоке Забайкалья. Осеннее распределение аномалий числа дней с сильным ветром очень близко к зимнему. Можно отметить только уменьшение по абсолютной величине отрицательных аномалий в Южном ФО и на Южном Урале. В октябре на арктическом побережье атлантического сектора Арктики и прибрежных районах Дальнего Востока было особенно мало дней с сильным ветром. Максимальная по абсолютной величине отрицательная аномалия отмечена на мс Малые Кармакулы (Новая Земля), где при норме 15.7 дней не было ни одного дня с сильным ветром.

12. ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ

Наблюдательная сеть мониторинга парниковых газов (ПГ - CO₂ и CH₄) Росгидромета состоит из 5 станций. Две станции, расположенные на Кольском полуострове — Териберка и в Якутии - Тикси, обеспечивают данные о фоновом содержании диоксида углерода и метана в приполярной зоне, (измерения содержания ПГ в пробах приземного воздуха выполняется в лаборатории ФГБУ «ГГО»). Станция Новый Порт на полуострове Ямал (берег Обской губы) находится в районе крупномасштабных антропогенных (газовые месторождения) и естественных (увлажненные территории, естественные арктические резервуары метана) источников ПГ. Станция в Приокско-Террасном биосферном заповеднике (измерения проводятся в ФГБУ «ИГКЭ») также подвергаются влиянию антропогенных источников Мониторинг концентрации ПГ в приземном слое атмосферы выполняются также на станции Обнинск (НПО «Тайфун»).

Станция «Териберка» входит в систему ГСА, результаты измерений поступают в Мировой центр данных по парниковым газам.

Концентрация метана и диоксида углерода в северных широтах России

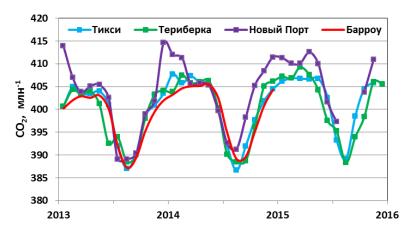
Изменения концентрации ПГ в северных широтах анализировались по данным трех станций, курируемых ФГБУ «ГГО». Для сравнения результатов измерений привлечены данные станции США (НОАА) Барроу (п-ов Аляска) в том же широтном поясе (71.32° с.ш.). В 2015 г. ФГБУ «ГГО» впервые участвовало в официальных сравнениях ВМО по ПГ. Результаты опубликованы на сайте http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/wmorr/. По результатам интеркалибраций CO_2 лаборатория ФГБУ «ГГО» попала в число 22 лучших лабораторий мира (из 39) - отличие измеренных концентраций от приписанных значений составило 0.00 и -0.03 млн $^{-1}$; по метану - в числе 25 лучших.

Изменчивость концентрации СО2

Изменение концентрации CO_2 на российских арктических станциях и на станции Барроу показано на рис. 12.1. Концентрация CO_2 в атмосфере северных широт достигла в 2015 г. очередного максимума. Среднегодовое значение концентрации CO_2 на фоновых

станциях приблизилось к 402 млн⁻¹, а максимальные за год (с марта по май) концентрации превысили 405 млн⁻¹. Уровень концентрации и амплитуда сезонного хода на российских станциях Териберка и Тикси близки к данным станции НОАА Барроу. Данные станции Новый Порт демонстрируют влияние региональных источников, в основном газовых месторождений Западной Сибири. Превышение концентрации СО₂ над фоновым уровнем для этой станции составляет в среднем за период наблюдений 1,5% (около 6 млн⁻¹).

Рост концентрации CO_2 от года к году остается близким к 2 млн⁻¹ (рис. 12.2). На 2015 г. изменение содержания CO_2 в приземном слое атмосферы составило 1.5 млн⁻¹, 2.2 млн⁻¹ и 2.4 млн⁻¹ на станциях Териберка, Тикси и Новый Порт. Изменчивость межгодового увеличения CO_2 для станций Териберка и Тикси близка к данным станции Барроу. Для станции Новый Порт, подверженной влиянию региональных источников, указанная



величина периодически выходит за пределы изменений, наблюдаемых в фоновых условиях.

Рисунок 12.1 - Временной ход концентрации CO_2 на арктических российских станциях для последних трех лет наблюдений в сравнении с данными станции Барроу (НОАА, США).

Оценки скорости роста концентрации CO_2 для станций Териберка и Барроу, полученные сравнением последовательных скользящих десятилетних средних, показывают увеличение от 1.5 млн⁻¹/год в конце 20 века до 2.1 млн⁻¹/год во втором десятилетии 21 века. За последнее десятилетие (2005-2015гг.) концентрация CO_2 по данным станции Териберка возросла на 20 млн⁻¹.

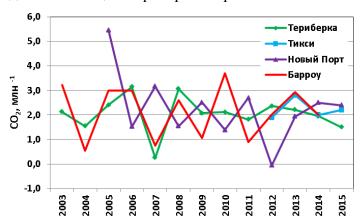


Рисунок 12.2 - Межгодовые изменения концентрации $CO_{2.}$ на арктических станциях.

Оценки скорости роста концентрации CO_2 для станций Териберка и Барроу, полученные сравнением последовательных скользящих десятилетних средних, показывают увеличение от 1.5 млн⁻¹/год в конце 20 века до 2.1 млн⁻¹/год во втором десятилетии 21 века. За последнее десятилетие (2005-2015гг.) концентрация CO_2 по данным станции Териберка возросла на 20 млн⁻¹.

Изменчивость концентрации СН4

Изменение концентрации метана на российских арктических станциях в сравнении с данными станции Барроу показано на рис. 12.3. Данные станции Териберка практически повторяют фоновый уровень на станции Барроу. На станции Тикси наблюдается превышение концентраций над фоновым уровнем, в основном в периоды максимума природной эмиссии метана от увлажнённых территорий (июль-сентябрь), и в зимний период. Величина превышения достигает 40 млрд⁻¹. На станции Новый Порт

концентрации метана в холодное полугодие значительно выше фонового уровня; приближаясь к нему в летом. Максимальные значения наблюдаются зимой и достигают 100-150 млрд⁻¹. Эти особенности свидетельствуют о влиянии мощных антропогенных источников метана в окрестностях станции.

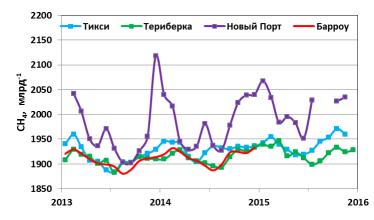


Рисунок 12.3 - Временной ход концентрации CH_4 на российских арктических станциях для последних трех лет наблюдений в сравнении с доступными для общего пользования данными станции Барроу (HOAA, CIIIA).

2015 г характеризуется ростом СН₄ на всех трех арктических станциях России. Для фоновых станций возрастание СН₄ составило 11 млрд⁻¹, а для станции Новый Порт около 30 млрд⁻¹. С 2009 г. по 2013 г. в северных широтах России наблюдался период стабилизации концентрации метана. С 2014 г. возобновился рост СН₄, особенно ярко выраженный на станции Тикси, где среднегодовое значение выросло более, чем на 15 млрд⁻¹: повышенные по сравнению с 2013 г. значения наблюдались в период максимума природной эмиссии метана с увлажненных территорий. Отметим, что для станции Новый Порт, где региональные источники меняют уровень концентрации в разной степени в зависимости от метеорологических и других условий, межгодовая изменчивость может отличаться от получаемой в фоновых условиях.

Долговременные наблюдения показывают, что концентрация метана в атмосфере продолжает возрастать. Так, за последний десятилетний период (2005-2015гг.) по данным станции Териберка концентрация метана увеличилась на 53 млрд⁻¹.

Концентрация диоксида углерода и метана в центральной части ЕЧР

Систематические измерения диоксида углерода и метана в приземном слое атмосферы выполняются в центральной части ЕЧР на станциях мониторинга Обнинск и Приокско-Террасный заповедник.

Станция Обнинск

Результаты измерений приземных концентраций углекислого газа и их изменений на ст. Обнинск в 2015 году (среднемесячные значения) показаны на рис. 12.4.

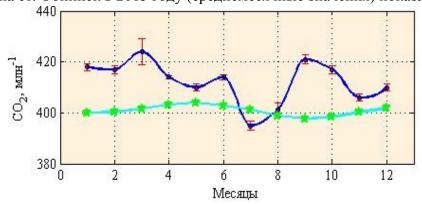


Рисунок 12.4 – Концентрациии углекислого газа в приземном слое атмосферы на ст. Обнинск (кружки) и станции ГСА Мауна-Лоа (звездочки) в 2015 гг.

За исключением ноября, среднемесячные концентрации диоксида углерода на ст. Обнинск в 2015 году были выше, чем в 2014 году и выросли в сравнении с 2014 годом на $12\,\mathrm{mnh}^{-1}$. Среднее значение концентрации CO_2 за 2015 год составило 412 млн⁻¹. Для сравнения показаны концентрации углекислого газа в 2015 году на станции Мауна-Лоа. Средняя за 2015 год концентрация на этой станции составила 401 млн⁻¹.

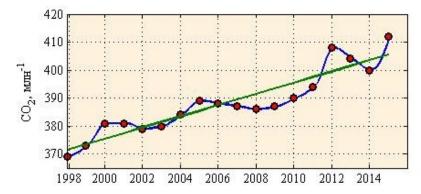


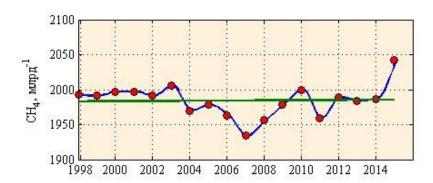
Рисунок 12.5 — Изменения средних годовых значений концентрации углекислого на ст. Обнинск в 1998-2015 гг. Прямая линия — линейный тренд, $(2,0 \pm 0.5)$ млн⁻¹/ год.

За время наблюдений с 1998 по 2015 гг. значение положительного тренда среднегодовых концентраций CO_2 составило $2,0\pm0,5\,$ млн⁻¹ в год; это совпадает с данными ВМО: скорость роста глобальной концентрации CO_2 за последнее десятилетие составляет около 2 млн⁻¹ в год. В целом, за период наблюдений на станции Обнинск (с 1998 г.), среднегодовая концентрация CO_2 выросла на 43 млн⁻¹.

Среднее значение концентраций метана за 2015 год было выше, чем в 2014 году на 55 млрд⁻¹ и равно 2042 млрд⁻¹. Повышенные в сравнении с 2014 годом концентрации метана наблюдались для всех месяцев, за исключением января и июля.

Средняя концентрация метана за весь период измерений составляла (1984 ± 23) млрд $^{-1}$, величина линейного тренда незначима. В период с 1998 года по 2007 год концентрация метана падала. Начиная с 2007 года, амплитуда межгодовых колебаний, а также среднегодовые значения концентрации метана по данным измерений в Обнинске увеличивались.

Наиболее высокая скорость роста метана регистрировалась в 2015 г., что совпадает



с данными станций ГСА Териберка и Барроу (рис. 12.6).

Рисунок 12.6 - Среднегодовые значения концентрации метана в приземном воздухе на ст. Обнинск в 1998-2015 гг. Прямая линия — линейный тренд, $(0,1\pm1,1)$ млрд $^{-1}$ в год.

Приокско-Террасный заповедник (ПТЗ).

Концентрации углекислого газа на станции комплексного фонового мониторинга в ПТЗ измеряются с 2011 г. Полученные сезонные изменения имеют характерный вид с минимумом летом в связи с поглощением CO_2 растительностью. За время наблюдений отмечен общий рост концентрации CO_2 на 21.5 млн⁻¹, но период недостаточен для надежных оценок. Сравнение за 2014 г. содержания CO_2 в воздухе в ПТЗ (457.9 млн⁻¹) и его среднего глобального уровня (397.7 млн⁻¹) свидетельствуют о влиянии антропогенных источников в районе станции. В 2015 г. средняя концентрация CO_2 достигла 435 млн⁻¹.

Концентрации метана измеряются с 2006 г. По данным наблюдений, в 2015 г. значения средней месячной концентрации метана изменялись от 1944 до 2189 млрд. Наиболее низкий в течение года уровень содержания метана в воздухе регистрировался в весенне-летний период года, что характерно в предыдущие годы для ПТЗ и станций ГСА, расположенных в средних широтах.

Изменения средних годовых концентраций метана за 2006-2015 годы представлены на рис. 12.7. Приведённые на рисунке данные свидетельствуют о достаточно высокой изменчивости концентрации метана в воздухе за период наблюдений по сравнению с

результатами измерений, выполняемых на сети станций ГСА. Наиболее высокие концентрации метана регистрировались в 2010 году и были связаны с дальним переносом продуктов сгорания, включая метан из зоны крупномасштабных лесных пожаров (Московская обл.) в район расположения станции мониторинга. В 2015 г. средняя годовая концентрация метана составила 2035 млрд. В целом, за период наблюдений регистрируется положительная динамика изменений содержания метана в воздухе. На станции в ПТЗ средняя скорость роста (при линейном приближении тренда) составляет 6.1 млрд 1/год, что выше скорости роста фонового содержания метана по данным станций глобального мониторинга ГСА за период 2004-2014 гг., которая составила 4.7 млрд 1/год.

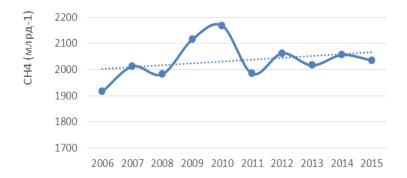


Рисунок 12.7 - Изменения средних годовых значений концентрации метана на станции ПТЗ.

13. ОЗОНОВЫЙ СЛОЙ

Анализ общего содержания озона (ОСО) выполнен по данным отечественной сети фильтровых озонометров М-124 с привлечением данных мировой озонометрической сети, поступающих в Мировой центр данных ВМО по озону и ультрафиолетовой радиации (WOUDC) в Канаде, а также данных аппаратуры SBUV-TOMS-OMI, размещенных на спутниках США. Более подробная оперативная информация о поведении озонового слоя в различные сезоны с указанием отдельных аномалий 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, а также над ЕЧР она составляет около 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 (ед.Д.); приведенная толщина слоя озона 3 мм соответствует 300 ед.Д.

В целом за 2015 г. поле отклонений среднегодовых значений ОСО от нормы (рис. 13.1) достаточно ровное. Отклонения среднегодовых значений ОСО от нормы для всех анализируемых станций лежат в интервале от -9 до +4 %. Наибольший дефицит среднегодового значения ОСО (9 %) зарегистрирован на станции Николаевск-на-Амуре. Максимальное превышение среднегодового значения ОСО над нормой (4 %) зарегистрировано на станциях Нагаево, Аральское море и Киев-УкрНИГМИ.

В течение 2015 года отдельные непродолжительные существенные отклонения ежедневных значений ОСО от нормы отмечались в июле, августе и октябре:

- 14 и 15 июля повышенные на 18-23 % значения ОСО над северными районами ЕЧР (378-397 ед. Д.).

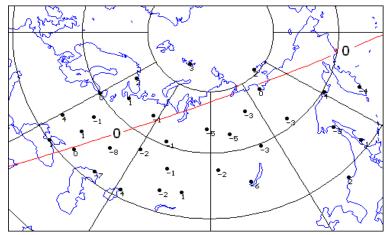


Рисунок 13.1 - Поле отклонений (%) общего содержания озона в целом за 2015 г. от нормы по данным озонометрической сети СНГ.

- 21 и 22 июля повышенные на 17-18 % значения ОСО также над северными районами ЕЧР (371-378 ед. Д.).
- 23 и 24 июля повышенные на 23-25 % значения ОСО над северными районами Якутии и Красноярского края (376-381 ед. Д.).
- с 26 по 28 августа повышенные на 20-34 % значения ОСО над Казахстаном и районами Западной Сибири (368-416 ед. Д.).
- с 4 по 6 октября повышенные на 24-34 % значения ОСО над северными районами ЕЧР, Западной Сибири и северным Уралом (361-380 ед. Д.).
- 10 и 11 октября повышенные на 20-24 % значения ОСО над восточными и юговосточными районами ЕЧР и Уралом (350-362 ед. Д.).

Озоновых "мини-дыр" (территорий, на которых значения ОСО меньше 220 ед.Д.) в 2015 г. не наблюдалось. Согласно наблюдениям минувших лет, наиболее крупные аномалии среднемесячных значений ОСО обычно имеют место в марте, реже в апреле. В 2015 г. над большей частью территории СНГ аномалии среднемесячных значений ОСО за март были незначительными (рис. 13.2). Самая крупная отрицательная среднемесячная аномалия наблюдалась над севером Западной Сибири и была меньше, чем в предыдущий год.

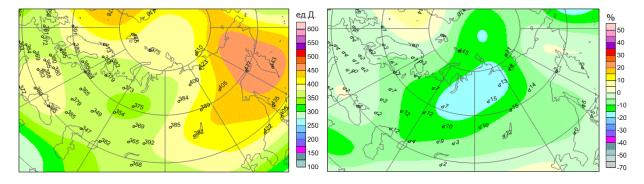


Рисунок 13.2 - Поле общего содержания озона (ед.Д.; слева) в марте 2015 г. и его отклонения (%; справа) в от средних многолетних (1978-1988 г.г.) значений по данным озонометрической сети СНГ и WOUDC.

Долговременные изменения ОСО над территорией России иллюстрируются ходом среднегодовых значений в отдельных пунктах наблюдений (рис. 13.3). Практически на всех российских станциях различия среднемесячных ОСО в 2015 г. и предыдущем году находились в пределах погрешностей измерений. В целом, по данным наземных станций озонометрической сети и спутниковым данным можно констатировать, что после заметного понижения ОСО в период 1979-1996 гг. в последние полтора десятилетия озоновый слой над умеренными широтами Северного полушария четко выраженных однонаправленных долговременных изменений не испытывал. При сохранении тенденций

изменений ОСО, наблюдаемых с начала нынешнего тысячелетия, ощутимые изменения ОСО можно будет заметить лишь через несколько десятилетий.

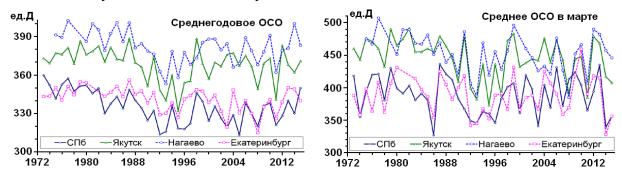


Рисунок 13.3 - Ход среднегодовых (вверху) и средних за март (внизу) значений ОСО в пунктах наблюдений С.-Петербург (60° N, 30° E), Екатеринбург (57° N, 61° E), Якутск (62° N, 130° E), Нагаево (60° N, 151° E).

Как и в последние 30 лет, также имела место весенняя Антарктическая озоновая аномалия (ВАОА или "озоновая дыра"). Основной объем данных о характеристиках ВАОА (максимальная площадь, минимальное значение ОСО в ней и общий дефицит озона за время существования ВАОА) получают с помощью наземных озонометрических наблюдений, проводимых, в том числе, Россией, и спутниковых наблюдений аппаратурой производства США и западноевропейских стран. Площадью, занятой ВАОА, считают площадь территории, над которой ОСО меньше 220 е.Д.; ее временной ход в 2015 г., по данным NOAA, США, приведен на рис. 13.4.

По сравнению с ВАОА последних десяти лет ВАОА 2015 г. поздно началась и поздно закончилась - она стала устойчиво проявляться с конца августа и закончилась лишь в середине декабря. Если по минимальному значению ОСО ВАОА 2015 г. (116 ед. Д.) заметно уступает рекордным показателям, наблюдавшимся в конце 1990-х гг., то по занятой площади она стала одной из крупнейших за все время наблюдений, уступая лишь ВАОА 1998 и 2006 гг. (рис. 13.4). Временной ход характеристик ВАОА указывает, скорее, на стабилизацию, чем на начало восстановления озонового слоя над Антарктидой.

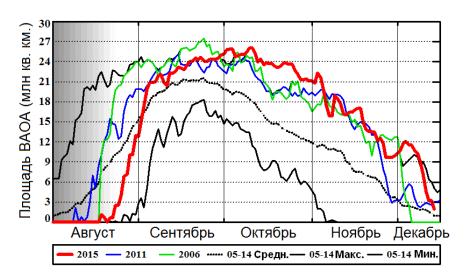


Рисунок Площадь весенней Антарктической озоновой аномалии в различные периоды времени 2015 г. по данным аппаратуры SBUV/2 с NOAA, сайта США (наибольшие по площади ВАОА наблюдались в 1998 и 2006 гг.; для сравнения приведены средняя, максимальные минимальные площади ОСО для каждого календарного дня в период 2005-2014 гг.).

выводы

 \Rightarrow 2015 год в России оказался самым теплым с 1936 г. с аномалией 2.16°C: прежде максимумы наблюдались в 2007 г. (+2.07°C) и 1995 г. (+2.04°C). Рекордно тепло было как в ЕЧР (+2.07°C), так и в АЧР (+2.20°C). Повсеместно, кроме северо-востока ЕЧР, Уральского ФО и северо-востока ДВФО, отмечены экстремальные годовые температуры, в среднем наблюдающиеся реже 1 раза в 20 лет.

Исключительно теплой была зима: аномалия +3.56°С, почти на 0.5°С больше максимума 2007 года; особенно тепло было в АЧР (аномалия +3.65°С, максимум в ряду). Очень теплой была весна: аномалия по России +2.32°С – четвертая в ряду, в АЧР сезонная аномалия: +2.41°С, 2-я с 1936 г. На севере ЕЧР, Урале, в Западной Сибири повсеместно – экстремальные (95%) сезонные температуры. Очень тепло в АЧР было летом: аномалия +1.43°С – 2-я в ряду. Лето было прохладным на севере ЕЧР и Урале, осень – на Урале и юге Западной Сибири. Очень теплым был декабрь: +4.09°С, 2-й после 2013 г.

Потепление (1976-2015 гг.) продолжается в среднем за год на всей территории России (0.45° C/10 лет), максимум потепления — на арктическом побережье и западе ЕЧР. Теплеет во все сезоны, кроме зимы, наиболее быстро весной (0.59° C/10 лет). Зимой после очень быстрого потепления в 1976-95 гг. наблюдалось похолодание, которое возможно прекратилось после самой холодной за последние 30 лет зимы 2010 г.

Во всех высотных зонах Северного Кавказа (горной, предгорной, степной) в целом за год, весной, летом и осенью наблюдается потепление; зимой отмечено незначимое похолодание на высокогорной мс Терскол.

На территории России преобладает тенденция к росту годовых сумм осадков; тренд составляет 2.0% /10 лет при вкладе в дисперсию 29% (значим на уровне 1%). Тенденция роста осадков преобладает осенью и особенно весной (5.8%/10 лет, вклад в дисперсию 31%). Летом в ЕЧР и на арктическом побережье, зимой в северных и центральных областях ДВФО имеются области заметного убывания осадков (скорость более 5%/10 лет).

На Северном Кавказе годовые и осенние осадки растут во всех высотных зонах; летом преобладает тенденция к незначительному убыванию.

♦ Зимой 2014/15 г. продолжительность залегания снежного покрова в среднем по России была на 2.69 дня меньше нормы, но в центре и на юге Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке она была больше нормы. Первый снег на большей части страны появился раньше обычных сроков: на юге Европейской части — на 20-30 дней, а на Азиатской — на 10-15 дней.

Максимальная высота снежного покрова в среднем по России близка к норме, аномалия -0.05см. Однако в отдельных регионах наблюдались значительные аномалии обоих знаков: значительно выше нормы на большей части Западной Сибири, в центре Красноярского края, на востоке Чукотского АО и юге Дальнего Востока.

Максимальный за зиму запас воды в снеге по данным маршрутных снегосъемок в среднем по России был значительно выше нормы, в десятке наибольших с 1967 года. В лесу аномалия запаса воды (в среднем по России) составила 12.7 мм: 3-я с 1967 года. На ЕЧР дефицит запаса воды в снеге преобладал по бассейнам рек центра и юга, на реках северо-запада - Нарвы и Волхова (но здесь это намного больше прошлогодних

показателей). В начале марта снегозапасы бассейна Дона, в отличие от прошлой зимы, оказались выше нормы. На северных реках ЕЧР снегозапасы на 8-40% превысили норму. На крупнейших реках Сибири снегозапасы близки к норме (93-110%), но при этом в бассейнах всех рек, за исключением Верхней Оби, они меньше, чем прошлой зимой. В период 1976 – 2015 гг. обнаружена тенденция увеличения максимальной за зиму высоты снежного покрова на севере Западной и на значительной части Восточной Сибири, на побережье Охотского моря и юге Дальнего Востока, в центре ЕЧР, на Чукотке.

Продолжительность залегания снежного покрова уменьшается на ЕЧР, в Западной Сибири, в Якутии и растет на юге Восточной Сибири, в Забайкалье, на северном побережье Охотского моря, на южном и центральном Урале.

♦ На большей части территории России вскрытие рек проходило раньше обычных сроков, местами до 3-4 недель. В большинстве случаев заторы льда при вскрытии были неопасными, половодье имело слабо выраженный характер. В первой декаде мая при вскрытии р. Нижняя Тунгуска и её левого притока р. Непа (Иркутская область) сформировались заторы льда, наблюдалось резкое повышение уровня воды на 4,5-7,0 м и полное затопление ряда населенных пунктов.

Появление льда на реках происходило позже обычного или в сроки, близкие к средним многолетним.

♦ Аномалия среднегодовой температуры воздуха северной полярной области (60-85°с.ш.) в 2015 г. составила +2.2°С (4-я с 1936 г.). Самым теплым был 2011 г.: аномалия +2.3°С. В широтной зоне 60-70°с.ш. 2015 год был самым теплым в ряду (+1.9°С). Области наиболее крупных положительных аномалий располагались на территории Западносибирского и Аляскинского районов, в районе Карского моря.

В течение последних тридцати лет (1986-2015 гг.) температура росла во всех регионах СПО. В целом для СПО линейный рост среднегодовой температуры составил около 0.68°С/10 лет. В районах арктических морей в последнем 30-ти летнем периоде все тренды положительны; наиболее высокими темпами повышение среднегодовой температуры происходит в районе Карского моря: 1.47°С/10 лет.

В морской Арктике повышение средних зимних и летних температур достигло максимума в 2011 – 2012 гг. В 2015 году средняя температура воздуха за зимний сезон (декабрь – февраль) равнялась -21.5°С, что является 11 -м значением в ряду «теплых» зим, а средняя температура летом составила +5.2°С - 5-е значение в ряду теплых летних сезонов с 1951 года. Минимальная в году площадь морского льда в сентябре 2015 года составила 4.68 млн. кв. км, что является 4-м значением в ряду минимальных значений с 1980 года.

♦ В 2015 году, как и в 2014 году, по сравнению с предыдущим годом на ЕТР и в Западной Сибири наблюдается увеличение мощности сезонно-талого слоя (СТС), характеризующей состояние многолетнемерзлых грунтов, в то время как восточные регионы характеризуются уменьшением СТС. При этом в 2014 г. в 62% случаев, а в 2015 - в 70% случаев СТС был выше средних многолетних значений, что свидетельствует о тенденции его увеличения в 21 веке, особенно выраженной в западных и южных районах криолитозоны.

За период 1999-2015 гг. тренды мощности СТС положительны почти везде, исключая отдельные районы Восточной Сибири. Наибольшая скорость роста наблюдается на севере ЕЧР: до 38 см/10 лет. В целом, тренд СТС уменьшается по мере продвижения в восточные районы криолитозоны России.

♦ На преобладающей части земледельческой зоны возобновление вегетации при положительных аномалиях температуры воздуха наблюдалось на 2-7 суток раньше, чем в среднем за предыдущие 20 лет, и на 1-12 суток раньше, чем за период 1961-1990 гг. Положительные аномалии сумм активных температур (>10°C) по сравнению с последним двадцатилетием изменяется в диапазоне от 19°C (ЮФО) до 98°C (СФО). В УФО и ДВФО наблюдались отрицательные аномалии сумм активных температур: –19°C и –42°C.

Влагообеспеченность сельскохозяйственных угодий в 2015 г. по ряду показателей была ниже, чем в среднем за 1995-2014 гг., в Северо-Западном, Центральном, Южном, Северо-Кавказском и Сибирском ФО; в целом по земледельческой зоне России около нормы (зимой и весной суммы осадков выше нормы).

На большей части сельскохозяйственных площадей в 2015 г. условия произрастания яровой пшеницы оказались лучше средних за 2010-2014 гг., за исключением Приволжского (-2.7%) и Сибирского (-11.6%) ФО.

Линейные тренды продолжительности вегетационного периода (τ >5 °C) и периода активной вегетации (τ >10 °C) с 1976 по 2015 гг. остаются положительными и изменяются по территории земледельческой зоны федеральных округов от 2.6 до 5.0 сут/10 лет и от 1.9 до 5.5 сут/10 лет. Тренды летних осадков за 1976-2015 гг. отрицательны на ЕЧ России и положительны на АЧ России. В среднем по земледельческой зоне тренд осадков отрицателен: -1.4 мм/мес/10 лет. Тренд гидротермического коэффициента периода с мая по август отрицателен, за исключением территории Сибири и Дальнего Востока (где он мал). Тренд индекса сухости положителен везде, кроме Северо-Кавказского ФО.

2015 году территории России отмечалось опасных на гидрометеорологических явления включая агрометеорологические (RO)гидрологические. Максимальное количество ОЯ наблюдалось в 2012 г. (987 без Крымского ФО). Количество ОЯ, нанесших существенный ущерб, в 2015 г. составило 412: пятая величина с 1996 г. Среди наиболее значительных по нанесенному ущербу следует упомянуть очень сильный ветер 12 апреля в Республике Хакасия и центральных районах Красноярского края (порывы 25-28 м/с, в Хакасии до 31 м/с), повредивший линии электропередач; в результате произошло возгорание 1371 частного жилого дома в 38 населенных пунктах, 23 человека погибли. Чрезвычайная пожарная опасность наблюдалась в июне – августе в Бурятии и Забайкальском крае: площадь пожаров составила более 460 тыс. га и 880 тыс. га.

В 2015 году на территории России было зарегистрировано 571 случаев возникновения метеорологических ОЯ и комплексов метеорологических явлений (КМЯ): максимум с 1998 г. (однако, сюда входят 23 случая в Крымском ФО). По сравнению с 2014 г. в 2015 г. количество ОЯ и КМЯ в Северо-Западном, Северо-Кавказском и Уральском федеральных округах уменьшилось на 14-27%, а в Южном, Центральном и Дальневосточном ФО увеличилось на 12-23 %. В течение всего периода с 1998 г. наблюдается рост числа метеорологических ОЯ и КМЯ на территории России.

Наиболее существенная особенность радиационного режима 2015 г. - обширная отрицательная аномалия прямой радиации в северной части ЕЧР и Западной Сибири в летний сезон, обусловленная формированием в июле в этом регионе самого глубокого циклонического центра Северного полушария, а также мощной положительной аномалии, которая образовалась в ЕЧР в августе. В очагах этих аномалий были зафиксированы рекордные отрицательные и положительные значения отклонений месячных и сезонных сумм приходящей радиации от нормы.

В многолетнем режиме на территории ЕЧР сохраняется восходящий тренд в изменении прямой радиации, наиболее выраженный в южных районах. В Западной и Средней Сибири, а также в прибрежных районах дальневосточных морей и в Приамурье в последнее десятилетие наметилась тенденция к снижению радиации.

♦ Осень 2015 года и год в целом стали самыми теплыми для тропосферы нижних и средних широт северного полушария. Оценки для тропосферы хорошо согласуются с оценками 2015 г. как для самого теплого года у поверхности Земли.

Нижняя стратосфера в 2015 году характеризовалась положительными аномалиями в умеренных и высоких широтах. В низких широтах все сезоны кроме летнего попали в десятку самых холодных за период 1958-2015 гг. Весенний сезон 2015 года для нижней стратосферы по всему северному полушарию стал седьмым среди наиболее холодных.

Структура климатических трендов температуры за период с 1981 г по 2015 г, подтверждает тенденции потепления в тропосфере и значительного похолодания в нижней стратосфере.

♦ На большей части России средняя за год максимальная скорость приземного ветра и средние сезонные значения скорости ветра были ниже климатической нормы. Число дней с сильным ветром (>15м/с) везде было незначительно ниже нормы. В отдельные сезоны по несколько дней на ряде станций наблюдались экстремальные (выше 95-го процентиля) ветры: более 5 дней с такими ветрами наблюдалось зимой на юге Хабаровского края.

Для свободной атмосферы 2015 год в целом по территории России характеризуется положительными аномалиями скорости ветра: 0.33 м/с в тропосфере и 1.37 м/с в нижней стратосфере. В обоих слоях отрицательной оказалась аномалия за осенний сезон. В нижней стратосфере выделяется период очень больших положительных аномалий в феврале-апреле (до 5.48 м/с) и в декабре (3.02 м/с).

 \Leftrightarrow Уровень концентрации CO_2 в атмосфере северных широт достиг в 2015 г. нового максимума. Среднегодовое значение приблизилось к 402 млн⁻¹ для всех фоновых арктических станций. Максимальные за год концентрации превысили значение 405 млн⁻¹. Концентрация CO_2 в атмосфере на станциях Новый Порт, Обнинск и ПТЗ превышала измеренную на арктических станциях Териберка и Тикси на 5-10%.

На всех станциях мониторинга парниковых газов России продолжается рост концентрации CO_2 . За последнее десятилетие (2005-2015гг.) концентрация CO_2 по данным арктической станции Териберка возросла на 20 млн⁻¹, на станции Обнинск в центральной части ЕЧР скорость роста за 1998-2015 гг. составила (2,0 ± 0,5) млн⁻¹/ год; эти цифры соответствуют скорости роста глобальной концентрации CO_2 за последнее десятилетие: около 2 млн⁻¹ в год.

В 2015 г продолжился рост концентрации метана, среднегодовое значение СН₄ для арктических фоновых станций России увеличилось на 11 млрд⁻¹ по сравнению с 2014 г. За последнее десятилетие по данным станции Териберка среднегодовая концентрация метана увеличилась на 53 млрд⁻¹, что примерно соответствует скорости роста фонового содержания метана по данным станций глобального мониторинга ГСА за период 2004-2014 гг.: 4.7 млрд⁻¹/год.

⇒ Уровень общего содержания озона практически над всей территорией России в течение 2015 г. был ниже наблюдаемого в конце 1970-х г.г. примерно на 3 % и близок к среднему, наблюдаемому в последние полтора десятилетия. Как и в предыдущие три года, ежегодно наблюдаемая весенняя аномалия ОСО в умеренных и высоких широтах над территорией России была неглубокой. Весенняя Антарктическая озоновая аномалия 2015 г. достаточно неожиданно оказалась хотя и не самой глубокой, но одной из самых обширных за все время наблюдений с 1979 г. Такая динамика изменений озонового слоя указывает, по-видимому, скорее на стабилизацию планетарного озонового слоя, чем на его восстановление.