

Глава 2. Климат

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ 2017 ГОДА

Температура воздуха

По данным Всемирной метеорологической организации (ВМО), в мире в 2017 г. глобальные средние температуры были на 0.46 ± 0.1 °C выше среднего значения за 1981-2010 гг. ¹ и приблизительно на 1.1 ± 0.1 °C выше значений доиндустриальных уровней². По этим показателям 2017 г. и 2015 г. практически неразличимы и заняли второе и третье места в числе самых теплых лет в истории метеонаблюдений, уступив только 2016 г., который превысил средний показатель 1981-2010 гг. на 0.56 °C (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Самые теплые годы в истории наблюдений

Год	Аномалия по сравнению со средним значением за период 1981-2010 гг. (°C)					
2016	+0,56					
2017*	+0,46					
2015	+0,45					
2014	+0,30					
2010	+0,28					
2005	+0,27					
2013	+0,24					
2006	+0,22					
2009	+0,21					

^{*} По данным Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды, Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства США и Японского метеорологического агентства, 2017 г. стал вторым из самых теплых; по данным управления океанических и атмосферных исследований США и Центра им. Гадлея Метеобюро Соединенного Королевства 2017 г. стал третьим из самых теплых. Эта ситуация в основном обусловлена различными способами анализа районов со слабым охватом данными, особенно в Арктике, где в последние годы наблюдается сильнейшее в мире потепление.

Источник: Заявление ВМО о состоянии глобального климата в 2017 году / Всемирная метеорологическая организация. 2018.

На протяжении всего 2017 г. глобальные температуры в мире были значительно выше среднего (рисунок 2.1).

Самые сильные аномалии были отмечены в начале года, причем с января по март в каждом месяце как минимум на 0,5 °C был превышен средний показатель за период 1981-2010 гг.,

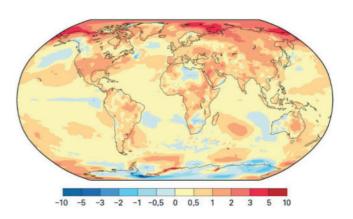


Рисунок 2.1 – Аномалия приземной температуры воздуха в 2017 г. по сравнению со средним значением за период 1981-2010 гг.

Источник: данные ERA-Interim, Служба по изменению климата в рамках программы «Коперник» Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды (ЕЦСПП).

а в марте - на 0,64 °С. В течение оставшейся части года месячные глобальные аномалии температуры находились в диапазоне от 0,3 до 0,5 °С. Тепло в 2017 г. отличалось своей пространственной протяженностью, на всех континентах были зафиксированы значительные температурные аномалии (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Аномалия континентальных температур

Регион	Аномалия по сравнению со средним значе- нием за период 1981-2010 гг. (°C)	Место 2017 г. в истории наблюде- ний	Зарегистри- рованное рекордное значение
Северная Америка	+0,84	6	+1,32 (2016)
Южная Америка	+0,54	2	+0,69 (2015)
Европа	+0,73	5	+1,18 (2014)
Африка	+0,54	4	+0,83 (2010)
Азия	+0,88	3	+0,92 (2015)
Океания	+0,51	6	+0,73 (2013)

Источник: Заявление ВМО о состоянии глобального климата в 2017 году / Всемирная метеорологическая организация. 2018.

¹ Период 1981-2010 гг. используется в качестве стандартного базового периода, поскольку по этому периоду доступен самый широкий диапазон комплектов данных (особенно комплектов спутниковых данных).

 $^{^{2}\,}$ В качестве базового для доиндустриальных температур используется период 1850-1900 гг.

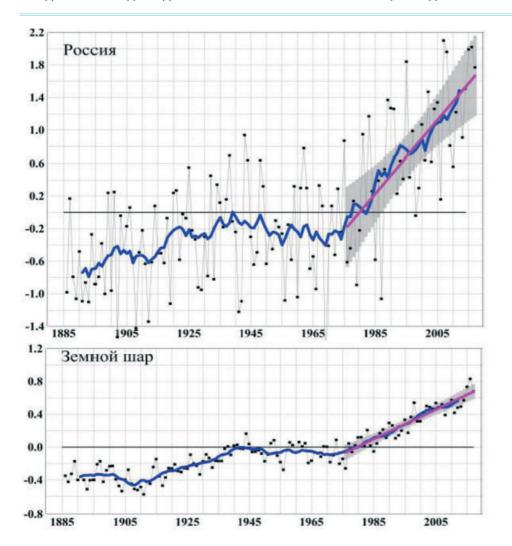


Рисунок 2.2 – Годовая аномалия (декабрь-ноябрь) приповерхностной температуры Земного шара и Российской Федерации за 1885-2017 гг.

Источник: Изменения климата 2017 год (декабрь 2016 – ноябрь 2017). Обзор состояния и тенденций изменения климата России / ФГБУ «Институт Глобального климата и экологии Росгидромета и РАН». М., 2018.

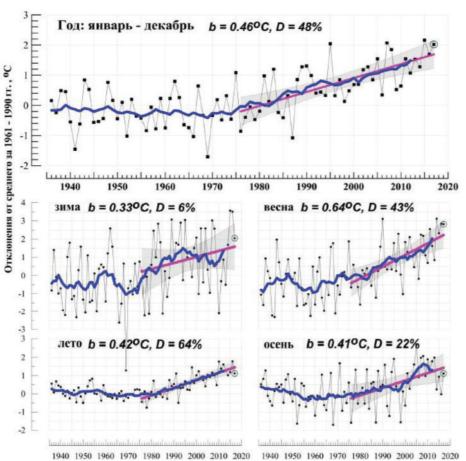


Рисунок 2.3 – Динамика средних годовых (вверху) и сезонных аномалий температуры приземного воздуха (°С), осредненные по территории Российской Федерации, 1936-2017 гг.

Примечание: Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961-1990 гг. Показаны также 11-летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976-2017 гг. с 95%-й доверительной полосой; b - коэффициент тренда (°С /10 лет), D% – вклад тренда в суммарную дисперсию.

Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год / Росгидромет. М., 2018.

В Российской Федерации теплеет быстрее, чем в среднем на Земном шаре – линейный тренд среднегодовой температуры за период 1976-2017 гг. для Земного шара составил +0,18 °C /10 лет, в то время как для территории Российской Федерации +0,45 °C /10 лет (рисунок 2.2).

Для Российской Федерации 2017 г. стал четвертым среди самых теплых с 1936 г.: осредненная среднегодовая аномалия температуры воздуха составила +2,02 °C (рисунок 2.3).

Положительные аномалии наблюдались на всей территории страны. Экстремально тепло было в Азиатской части Российской Федерации, восточнее Енисея повсеместно отмечались 95%-е экстремумы; весенний сезон был исключительно теплым (рисунок 2.4).

Зима. В 2016-2017 гг. средняя по Российской Федерации аномалия составила +2,05 °C. Очень тепло (аномалии +3,5 °C) было в южных и центральных районах Азиатской части Российской Федерации, а также на Чукотке. Температуры ниже нормы (аномалии до -2 °C) наблюдались на Урале и боль-

шей части Западной Сибири, в Северо-Сибирской низменности, а также на юге Европейской части Российской Федерации (рисунок 2.5).

Весна. В целом по Российской Федерации была теплой, аномалия составила +2,82 °C. Рекордно тепло было в Азиатской части Российской Федерации, особенно в Дальневосточном и Сибирском федеральных округах. В ряде районов Северо-Западного и Приволжского федеральных округов весенние аномалии температуры были отрицательными (рисунок 2.6).

Лето. В целом по Российской Федерации было умеренно теплое (аномалия +1,11 °C). Особенно тепло (аномалии около 2 °C) было на юге Сибирского федерального округа и в центре Дальневосточного федерального округа. На северо-западе и в центре Европейской части Российской Федерации температуры были ниже климатической нормы (рисунок 2.7).

Осень. Средняя по Российской Федерации аномалия составила 1,12 °C. Температуры выше нормы наблюдались на большей части страны,

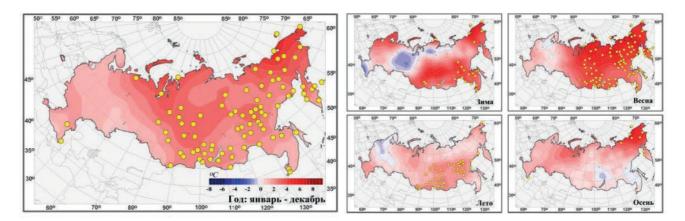


Рисунок 2.4 – Поля аномалий температуры приземного воздуха (°C) на территории Российской Федерации в 2017 г., в среднем за год и по сезонам

Примечание: Кружками желтого цвета показано местоположение станционных экстремумов выше 95-го процентиля (отклонения от среднего за базовый период 1961-1990 гг.).

Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год / Росгидромет. М., 2018.

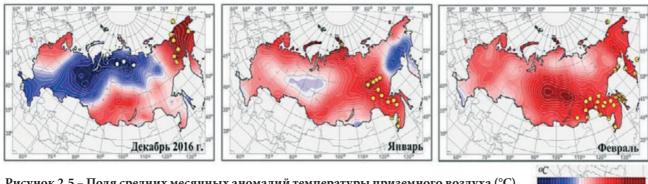


Рисунок 2.5 – Поля средних месячных аномалий температуры приземного воздуха (°C) зимой на территории Российской Федерации в 2016-2017 гг.

Примечание: Кружками белого цвета показано местоположение станционных экстремумов ниже 5-го процентиля, желтого – выше 95-го процентиля. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за базовый период 1961-1990 гг.

Источник: Изменения климата 2017 год (декабрь 2016 – ноябрь 2017). Обзор состояния и тенденций изменения климата России / ФГБУ «Институт Глобального климата и экологии Росгидромета и РАН». М., 2018.

Рисунок 2.6 – Поля средних месячных аномалий температуры приземного воздуха (°C) весной на территории Российской Федерации в 2017 г.

Примечание: Кружками белого цвета показано местоположение станционных экстремумов ниже 5-го процентиля, желтого – выше 95-го процентиля. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за базовый период 1961-1990 гг.

Источник: Изменения климата 2017 год (декабрь 2016 – ноябрь 2017). Обзор состояния и тенденций изменения климата России / Φ ГБУ «Институт Глобального климата и экологии Росгидромета и РАН». М., 2018.

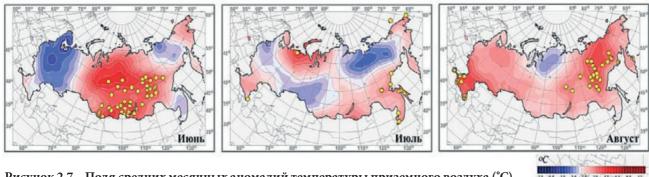
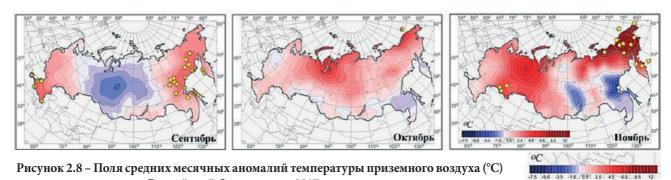


Рисунок 2.7 – Поля средних месячных аномалий температуры приземного воздуха (°C) летом на территории Российской Федерации в 2017 г.

Примечание: Кружками белого цвета показано местоположение станционных экстремумов ниже 5-го процентиля, желтого – выше 95-го процентиля. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за базовый период 1961-1990 гг.

Источник: Изменения климата 2017 год (декабрь 2016 – ноябрь 2017). Обзор состояния и тенденций изменения климата России / Φ ГБУ «Институт Глобального климата и экологии Росгидромета и РАН». М., 2018.



осенью на территории Российской Федерации в 2017 г.

Примечание: Кружками белого цвета показано местоположение станционных экстремумов ниже 5-го процентиля, желтого – выше 95-го

Источник: Изменения климата 2017 год (декабрь 2016 – ноябрь 2017). Обзор состояния и тенденций изменения климата России / ФГБУ «Институт Глобального климата и экологии Росгидромета и РАН». М., 2018.

экстремально тепло (аномалии выше 3 °C) было на северо-востоке Российской Федерации, очень тепло (аномалии выше 2 °C) – на Северном Урале и в дельте Оби. Отрицательные аномалии температуры наблюдались в верхнем течении Лены, в Приамурье и Приморье (рисунок 2.8).

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

Более подробную информацию о температуре воздуха в 2017 г. можно найти в Докладе об осо-

бенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год (http://climatechange.igce. ru/index.php?option=com_docman&Itemid=73&gi d=27&lang=ru).

Таким образом, тенденции климатических изменений температуры, наблюдавшиеся в предыдущие годы, в основном сохранялись – среднегодовые, весенние и осенние температуры рос-

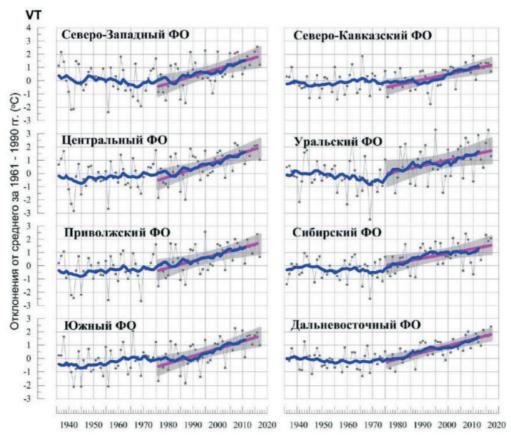


Рисунок 2.9 – Динамика годовых аномалий температуры приземного воздуха (°С) в федеральных округах Российской Федерации в 1936-2017 гг.

Примечание: аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961-1990 гг. Показаны также 11-летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976-2016 гг. с 95%-й доверительной полосой.

Источник: Изменения климата 2017 год (декабрь 2016 – ноябрь 2017). Обзор состояния и тенденций изменения климата России / ФГБУ «Институт Глобального климата и экологии Росгидромета и РАН». М., 2018.

ли на всей территории Российской Федерации (рисунок 2.9).

Наибольшая аномалия в 2017 г. была характерна для Дальневосточного федерального округа, наименьшая – для Приволжского (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Среднегодовая температура воздуха в 2017 г., осредненная по территориям федеральных округов

Федеральный округ	Среднегодовая температура, С°	Аномалия (норма 1961- 1990 гг.), С°
Северо-Западный	1,30	1,20
Центральный	5,61	1,03
Приволжский	3,75	0,67
Южный	10,12	0,99
Северо-Кавказский	9,48	0,70
Уральский	-2,53	1,19
Сибирский	-2,96	2,07
Дальневосточный	-5,80	2,41

Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год / Росгидромет. М., 2018.

Минимальная среднемесячная температура воздуха -49,1 °C в 2017 г. была отмечена на метео-

станции Делянкир (Республика Саха-Якутия) в январе. Максимальная температура воздуха 28,4 °C зафиксирована в июле на метеостанции Комсомольской (Республика Калмыкия).

Наиболее интенсивное потепление в период 1936-2017 гг. наблюдалось в Восточной Сибири (+0,54 °C/10 лет в основном, за счет весны и осени) и в Европейской части Российской Федерации (+0,51 °C/10 лет за счет всех сезонов). По федеральным округам тренд потепления выглядит следующим образом: зимой – в Северо-Западном (0,71 °C/10 лет) и Центральном (0,64 °C/10 лет), весной – в Уральском (0,72 °C/10 лет) и Сибирском (0,74 °C/10 лет), летом - в Центральном (0,64 °C/10 лет), осенью - в Дальневосточном (0,58 °C/10 лет) и в Приволжском (0,56 °C/10 лет). Помимо повышения температуры в целом, по территории Российской Федерации на большей ее части увеличиваются годовые минимумы и максимумы температуры воздуха, особенно в западной части Российской Федерации. Число волн тепла, их продолжительность и интенсивность во все сезоны имеют положительную тенденцию; аналогичные характеристики волн холода – тенденцию к уменьшению. Согласно прогнозам, в течение XXI в. в Российской Федерации ожидается дальнейшее повышение средней температуры приземного воздуха. Наибольшего потепления следует ожидать в Сибири и в северных регионах страны, а также в Арктике³.

³ Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации. Экологические приоритеты для России / Под ред. С.Н. Бобылева, Л.М. Григорьева. М., 2017.

Атмосферные осадки

По данным Всемирной метеорологической организации, в 2017 г. в мире было меньше районов с большими аномалиями осадков, чем в 2016 г. Самая обширная область с ежегодным количеством осадков выше 90-го процентиля была в северо-восточной Европе, простираясь от северной европейской части Российской Федерации к западу вплоть до северной части Германии и южной части Норвегии (рисунок 2.10).

По данным Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, в 2017 г.

средняя по Российской Федерации годовая сумма осадков составила 111% от нормы – вторая величина после рекордного 2013 г. (112%) (рисунок 2.11).

Зима. В 2016-2017 гг. в целом по Российской Федерации выпало 110% от нормы осадков, экстремальное количество – на юге Западной Сибири, много осадков выпало на севере и востоке Европейской части Российской Федерации (рисунок 2.12).

Весна. Преобладал избыток осадков: в целом по Российской Федерации выпало 119% от нормы,

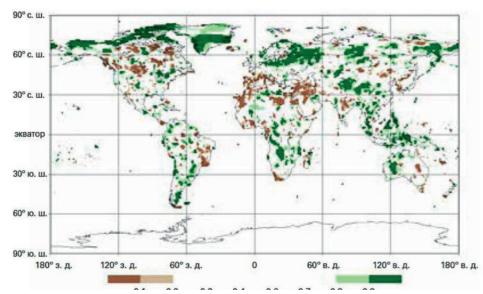
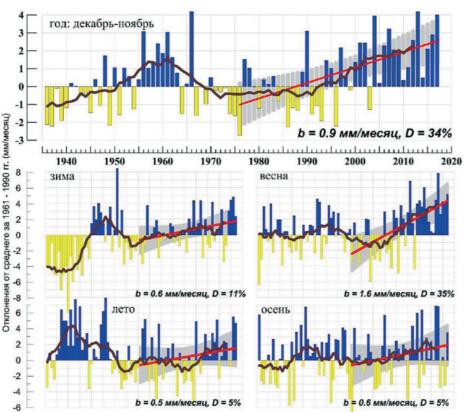


Рисунок 2.10 – Общее количество осадков за 2017 г., выраженное в виде процентиля по отношению к базовому периоду 1951-2010 гг.

Примечание: Самые засушливые области окрашены в коричневый цвет, самые влажные – в зеленый цвет, при этом более темные оттенки коричневого и зеленого цветов указывают на наиболее засушливые и наиболее влажные соответственно.

Источник: Глобальный центр климатологии осадков, Метеослужба Германии, Германия.



1940 1950 1960 1970 1980 1990 2000 2010 2020 1940 1950 1960 1970 1980 1990 2000 2010 2020

Рисунок 2.11 – Динамика средних годовых и средних сезонных аномалий месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненных по территории Российской Федерации, 1936-2017 гг.

Примечание: Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961-1990 гг. Показаны также 11-летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976-2017 гг. с 95%-й доверительной полосой.

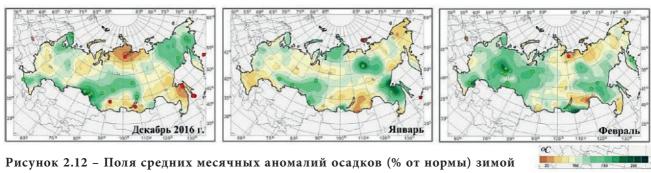
Источник: Изменения климата 2017 год (декабрь 2016 – ноябрь 2017). Обзор состояния и тенденций изменения климата России / ФГБУ «Институт Глобального климата и экологии Росгидромета и РАН». М., 2018.

доля площади с избытком осадков составила 31% территории. Почти всюду на юге, востоке Европейской части Российской Федерации, в центральных районах Азиатской части Российской Федерации выпало более полутора норм осадков. Особенно много осадков было в Средней Сибири: 137% от нормы – исторический максимум. Сильный дефицит осадков наблюдался на Чукотке – менее 40% от нормы (рисунок 2.13).

Лето. Осредненные по Российской Федерации осадки составили 107% от нормы. Значительный избыток осадков (более 120%) наблюдался в центре и на севере Европейской части Российской Федерации, в Западной Сибири, на Дальнем Востоке.

Во все месяцы сезона наблюдались области сильного дефицита осадков (рисунок 2.14).

Осень. В целом по Российской Федерации выпало 108% от нормы осадков. Наиболее значительный избыток осадков наблюдался в Восточной Сибири, на большей территории Европейской части Российской Федерации, на юге Сибирского федерального округа, в центральных и северных районах Дальневосточного федерального округа. Дефицит осадков наблюдался на юге Европейской части Российской Федерации, на юге Западной Сибири, вдоль побережья Северного Ледовитого океана, а также в Саянах, в Забайкалье, в Приамурье и в Приморье (рисунок 2.15).



на территории Российской Федерации, 2016-2017 гг.

Примечание: Кружками красного цвета показаны станционные экстремумы ниже 5-го процентиля, зеленого – выше 95-го процентиля.

Источник: Изменения климата 2017 год (декабрь 2016 – ноябрь 2017). Обзор состояния и тенденций изменения климата России / Φ ГБУ «Институт Глобального климата и экологии Росгидромета и РАН». М., 2018.

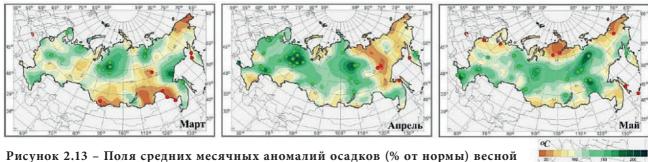


Рисунок 2.13 – Поля средних месячных аномалий осадков (% от нормы) весной на территории Российской Федерации в 2017 г.

Примечание: Кружками красного цвета показаны станционные экстремумы ниже 5-го процентиля, зеленого – выше 95-го процентиля.

Источник: Изменения климата 2017 год (декабрь 2016 – ноябрь 2017). Обзор состояния и тенденций изменения климата России / Φ ГБУ «Институт Глобального климата и экологии Росгидромета и РАН». M., 2018.

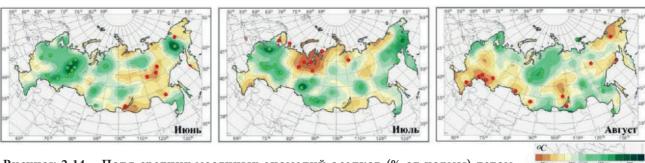


Рисунок 2.14 – Поля средних месячных аномалий осадков (% от нормы) летом на территории Российской Федерации в 2017 г.

Примечание: Кружками красного цвета показаны станционные экстремумы ниже 5-го процентиля, зеленого – выше 95-го процентиля.

Источник: Изменения климата 2017 год (декабрь 2016 – ноябрь 2017). Обзор состояния и тенденций изменения климата России / ФГБУ «Институт Глобального климата и экологии Росгидромета и РАН». М., 2018.

Рисунок 2.15 – Поля средних месячных аномалий осадков (% от нормы) осенью на территории Российской Федерации в 2017 г.

Примечание: Кружками красного цвета показаны станционные экстремумы ниже 5-го процентиля, зеленого – выше 95-го процентиля.

Источник: Изменения климата 2017 год (декабрь 2016 – ноябрь 2017). Обзор состояния и тенденций изменения климата России / ФГБУ «Институт Глобального климата и экологии Росгидромета и РАН», М., 2018.

Таким образом, на территории федеральных округов Российской Федерации в 2017 г. в целом преобладала тенденция к росту годовых сумм осадков (рисунок 2.16).

Более подробную информацию об атмосферных осадках в 2017 г. можно найти в Докладе об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год (http://climatechange.igce.ru/index.php?option=com_docman&Itemid=73&gid=27&lang=ru).

Количество осадков на территории Российской Федерации растет в основном за счет весеннего сезона и зимы, летом и осенью тренд осадков в целом

по Российской Федерации незначим. Наиболее заметна тенденция к росту осадков весной в Северном Прикаспии, на Южном Урале, в дальневосточных регионах Российской Федерации; летом – в Якутии; осенью – в дальневосточных районах Российской Федерации; зимой – на севере Европейской части Российской Федерации, на севере Средней Сибири, в южных районах Азиатской части Российской Федерации, в Прикаспии. Убывают осадки на севере Чукотского автономного округа, незначительное убывание наблюдается в центральных районах Европейской части Российской Федерации.

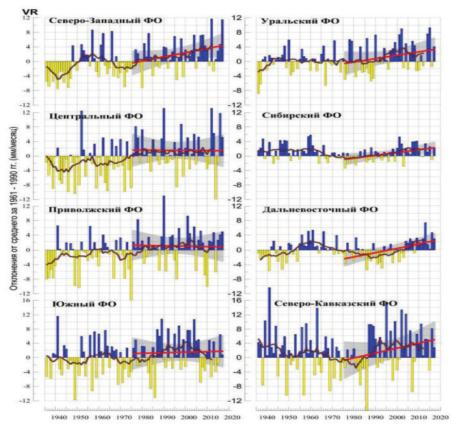


Рисунок 2.16 – Годовые аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц) для федеральных округов Российской Федерации, 1936-2017 гг.

Примечание: Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Показаны также 11-летнее скользящее среднее, линейный тренд (красная полоса) за 1976-2017 гг. с 95%-й доверительной полосой.

Источник: Изменения климата 2017 год (декабрь 2016 – ноябрь 2017). Обзор состояния и тенденций изменения климата России / Φ ГБУ «Институт Глобального климата и экологии Росгидромета и РАН». M., 2018.

Снежный покров

На территории Российской Федерации осуществляется ежегодный мониторинг состояния снежного покрова, поскольку снежный покров играет важную роль в функционировании экосистем.

Первый снег зимой 2016-2017 гг. на Европейской части Российской Федерации выпал позже среднеклиматических сроков на 10-20 дней в северных областях, на Верхней Волге и Среднем Урале, а в западных и южных областях – на 10-20 дней раньше. На Азиатской части Российской Федерации раньше обычных сроков снег появился на юге Сибири, в Якутии, на северном побережье Охотского моря, тихоокеанском побережье Чукотки, в северных районах Камчатского края, в Приморье и на юге Сахалина. В северных и северо-восточных районах Азиатской части Российской Федерации из-за теплого октября первый снег выпал позже климатических сроков (рисунок 2.17).

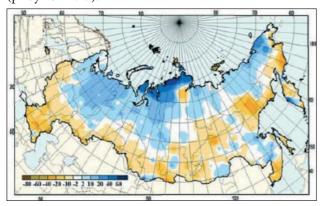


Рисунок 2.17 – Аномалии в датах появления первого снега (положительные аномалии соответствуют более поздним датам) на территории Российской Федерации в зимний период 2016-2017 гг. (от норм 1971-2000 гг.)

Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год / Росгидромет. М., 2018.

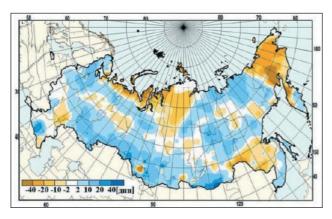


Рисунок 2.18 – Аномалии в датах схода снега (положительные аномалии соответствуют более поздним датам) на территории Российской Федерации в зимний период 2016-2017 гг. (от норм 1971-2000 гг.)

Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год / Росгидромет. М., 2018.

Сошел снег на севере Европейской части Российской Федерации и Сибири позже средних многолетних сроков из-за очень снежных февраля и марта. В Тюменской области, в центральных и западных районах Якутии, на Чукотке и дальневосточном юге на фоне повышенных температур и дефицита весенних осадков снежный покров сошел раньше климатических сроков (рисунок 2.18).

Продолжительность залегания снежного покрова в среднем по Российской Федерации была близка к климатической норме, всего на 2,39 дня меньше. В центре и на юге Европейской части Российской Федерации и Сибири число дней со снегом превысило норму; максимальные положительные аномалии отмечены на Алтае и в Саянах. Минимальная продолжительность залегания снежного покрова отмечена на Чукотке и севере Камчатки, и обусловлена она более поздним установлением и ранним сходом снежного покрова (рисунок 2.19).

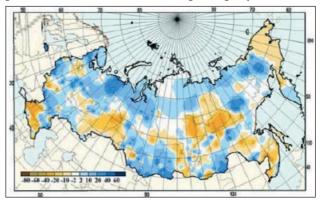


Рисунок 2.19 – Аномалии числа дней с покрытием снегом более 50% территории вокруг метеостанции зимой 2016-2017 гг. (от среднемноголетних значений за период 1971-2000 гг.)

Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год / Росгидромет. М., 2018.

Максимальная высота снежного покрова в среднем по Российской Федерации была выше климатической нормы, однако в отдельных регионах наблюдались значительные аномалии максимальной за зиму высоты снежного покрова обоих знаков. На Европейской части Российской Федерации высота снежного покрова значительно превысила норму в северных, юго-западных и восточных областях, а на северо-западе отмечены отрицательные аномалии. На Азиатской части Российской Федерации значительные положительные аномалии максимальной высоты снежного покрова отмечены на большей части Западной Сибири, в северных и восточных районах Якутии, в Чукотском автономном округе, на Камчатке и Сахалине (рисунок 2.20).

Максимальный за зиму запас воды в снеге, по данным маршрутных снегосъемок, в среднем по Российской Федерации оказался значительно

выше нормы в поле и близким к норме в лесу (рисунок 2.21).

Таким образом, в зимний период 1976-2017 гг. наблюдалось увеличение максимальной высоты снежного покрова на севере Западной Сибири, на побережье Охотского моря и дальневосточном юге, в центре Европейской части Российской Федерации, в Чукотском автономном округе и на юге Камчатки. Тенденция к уменьшению наблюдалась на отдельных станциях на севере Европейской части Российской Федерации, севере Камчатского края, северо-западе Якутии, замедлился рост высоты снежного покрова в восточных районах Северного Кавказа. На значительной части страны обнаружено уменьшение продолжительности залегания снежного покрова; в среднем для Российской Федерации число дней со снегом сократилось на 0,85 дня за 10 лет. Тенденции изменений максимального за зиму запаса воды в снеге в 1976-2017 гг. следующие: средний для страны в целом запас воды в снеге в поле увеличился на 2,33 мм за 10 лет, запас воды в снеге в лесу уменьшился примерно на 2 мм за 10 лет.

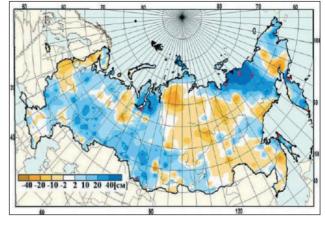
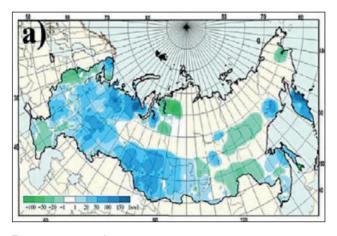


Рисунок 2.20 – Аномалии максимальной высоты снежного покрова зимой 2016-2017 гг. (от средних многолетних значений за период 1971-2000 гг.)

Примечание: Кружками красного цвета показаны станции, на которых зарегистрирован абсолютный максимум высоты снежного покрова.

Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год / Росгидромет. М., 2018.



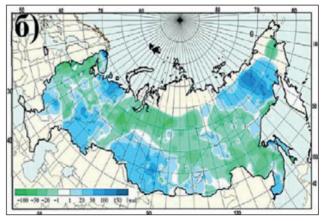


Рисунок 2.21 – Аномалии максимального запаса воды в снеге (мм) зимой (от среднемноголетних значений за период 1971-2000 гг.) в поле (а) и в лесу (б)

Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год / Росгидромет. М., 2018.

Агроклиматические условия

Положительная тенденция к росту показателей теплообеспеченности сельскохозяйственных культур за последние десятилетия сохраняется на Европейской и Азиатской частях Российской Федерации. В среднем для территории Российской Федерации оценка скорости роста сумм активных температур воздуха за 1976-2017 гг. составила 87°С/10 лет, продолжительности вегетационного периода (T>5°С) и периода активной вегетации (T>10°С) 3,4 сут./10 лет и 3,5 сут./10 лет соответственно. Сохраняется положительная тенденция к росту весенних осадков на всей территории земледельческой зоны Российской Федерации, а тренды летних осадков за 1976-2017 гг. отрицательны в основных сельскохозяйственных регионах Евро-

пейской части Российской Федерации и положительны в Сибири и на Дальнем Востоке.

Агроклиматические условия 2017 г. ⁴ на территории Центрального, Приволжского, Южного и Северо-Кавказского федеральных округов благоприятствовали формированию более высокого уровня урожайности по сравнению с предшествующим десятилетием. В Саратовской, Самарской и Оренбургской областях оценки ожидаемой урожайности яровой пшеницы превысили среднемноголетний уровень в 2,2-2,4 раза. На территории Южного федерального округа и юго-восточных областей Приволжского федерального округа в предпосевной и осенний периоды наблюдалась достаточная влагообеспеченность для озимых культур урожая 2018 г.

⁴ По данным Доклада об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год / Росгидромет. М., 2018.

Опасные природные явления

Продолжительность и сроки опасных природных явлений, их частота, интенсивность и пространственные масштабы в значительной степени определяются происходящими климатическими изменениями. В рейтинге глобальных рисков Всемирного экономического форума⁵ в последние годы на первые позиции выходят угрозы населению и экономике, связанные с изменением климата. Так, в 2017 г. экстремальные погодные явления возглавили список глобальных рисков, заняв первое место по критерию вероятности и второе - по критерию масштабов воздействия и тяжести последствий, ожидаемых в течение ближайшего десятилетия. По данным Всемирной метеорологической организации⁶, в мире в 2017 г. было зафиксировано 84 тропических циклона, которые привели к широкомасштабным разрушениям и большому числу жертв; был отмечен ряд разрушительных сильных гроз, особенно затронувших Центральную и Восточную Европу весной и в начале лета. Экстремальная жара и засуха в 2017 г. способствовали возникновению многочисленных природных пожаров в различных частях мира; значительный ущерб нанесли наводнения во многих странах.

По данным Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, в 2017 г. в целом на территории Российской Федерации было отмечено 907 опасных гидрометеорологических явлений (включая агрометеорологические и гидрологические), из них 378 явлений нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения; число непредусмотренных явлений составило 22 (рисунок 2.22).



Рисунок 2.22 – Количество опасных гидрометеорологических явлений, 2010-2017 гг.

Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год / Росгидромет. М., 2018.

Наибольшая активность возникновения опасных явлений на территории Российской Федерации, нанесших значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения, наблюдалась в период с апреля по сентябрь 2017 г. (рисунок 2.23).

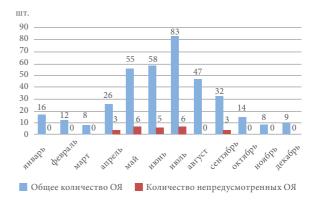


Рисунок 2.23 – Распределение гидрометеорологических опасных явлений, нанесших ущерб в 2017 г., по месяцам

Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год / Росгидромет. М., 2018.

В ФГБУ «Гидрометцентр России» ведется отдельная статистика опасных метеорологических явлений. В 2017 г. на территории Российской Федерации было зарегистрировано 553 случая возникновения опасных метеорологических и комплексов метеорологических явлений (КМЯ) (рисунок 2.24).

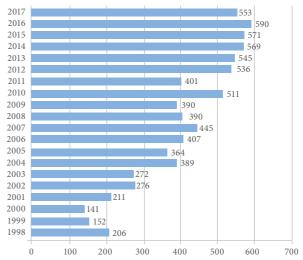


Рисунок 2.24 – Динамика количества опасных метеорологических явлений, 1998-2017 гг.

Примечание: анализируемый ряд не однороден, так как в Южный федеральный округ с 2015 г. вошла Республика Крым.

Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год / Росгидромет. М., 2018.

⁵ https://www.weforum.org

⁶ https://public.wmo.int/ru

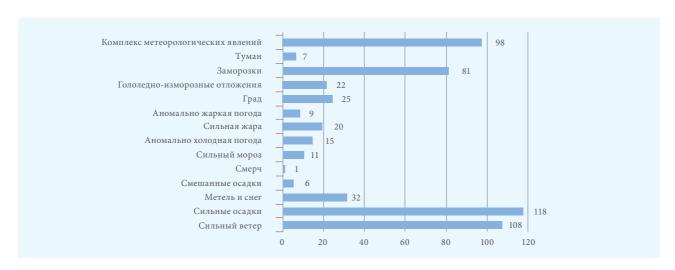


Рисунок 2.25 - Распределение опасных метеорологических явлений в 2017 г. по видам

Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год / Росгидромет. М., 2018.

Высокой была повторяемость сильных осадков, сильного ветра, комплекса метеорологических явлений и заморозков; их количество составило 73% от всех опасных метеорологических явлений (рисунок 2.25).

Более половины (59%), или 326 случаев, всех опасных метеорологических явлений было зарегистрировано на территории Сибирского, Южного и Дальневосточного федеральных округов

(таблица 2.4). Это связано с тем, что территория этих округов обладает наибольшими размерами и характеризуется очень активными атмосферными процессами. По сравнению с 2016 г., в 2017 г. количество опасных метеорологических явлений в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах увеличилось почти на 30%, а в остальных федеральных округах уменьшилось на 7-32%.

Таблица 2.4 – Распределение опасных метеорологических явлений в 2017 г. по территориям федеральных округов

	Федеральные округа								
Явления	Северо- Запад- ный	Цен- траль- ный	При- волж- ский	йынжЮ	Северо- Кавказ- ский	Ураль- ский	Сибир- ский	Дальне- восточ- ный	Всего
Сильный ветер	8	3	9	3	7	8	53	17	108
Сильные осадки	5	7	16	28	14	7	19	22	118
Метель и снег	3	-	3	7	-	-	_	20	33
Смешанные осадки	-	-	-	2	1	-	_	3	6
Смерч	_	-	1	_	-	-	_	_	1
Сильный мороз	1	1	2	3	-	2	2	-	11
Аномально холодная погода	1	1	4	1	-	3	4	1	15
Сильная жара	-	3	2	3	4	-	6	2	20
Аномально жаркая погода	-	1	1	1	-	1	5	-	9
Град	1	1	1	6	8	1	7	-	25
Гололедные явления	-	2	7	6	1	-	4	1	21
Заморозки	8	14	10	12	4	12	12	9	81
Туман	-	-	3	_	-	2	1	1	7
Комплекс метеорологических явлений	3	5	8	19	11	6	33	13	98
Всего	30	38	67	91	50	42	146	89	553

Парниковые газы

Постоянный мониторинг содержания и изменчивости наиболее распространенных парниковых газов – метана и диоксида углерода – проводится Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды в северных широтах Российской Федерации и в центральном районе Европейской территории Российской Федерации. Данные измерений представлены в единицах объемного отношения смеси – в частях на миллион (млн-1).

Мониторинг парниковых газов в северных широтах Российской Федерации. Анализ изменчивости концентрации парниковых газов на основе результатов измерений в приземном слое атмосферы в 2017 г. выполнялся на трех арктических станциях (таблица 2.5).

Таблица 2.5 – Станции мониторинга парниковых газов в северных широтах Российской Федерации

Станция	Местоположение	Период наблю- дений	Про- грамма наблю- дений
Териберка	Кольский полуостров, побережье Баренцева моря. Расположена в условиях, близких к фоновым.	С 1988 г.	CO ₂ , CH ₄
Новый порт	Полуостров Ямал, берег Обской губы. Находится в районе антропогенных и природных источников парниковых газов.	С 2002 г.	CO,, CH ₄
Тикси	Арктическое побережье, море Лаптевых, залив Сого. Расположена в условиях, близких к фоновым.	ье, море Лаптевых, за- ив Сого. Расположена С 2011 г. условиях, близких к	

Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год / Росгидромет. М., 2018.

Уровень концентрации диоксида углерода в атмосфере северных широт достиг в 2017 г. очередного максимума. Среднегодовое значение концентрации СО, на станциях, расположенных в фоновых условиях, превысило 408 млн⁻¹ (в 2016 г. 405 млн⁻¹), а максимальные за год концентрации, наблюдаемые с марта по май, приблизились к значению 415 млн⁻¹ (в 2016 г. 410 млн⁻¹). Для сравнения полученных результатов привлечены данные станции Барроу (Аляска, США), расположенной в том же широтном поясе. Уровень концентрации и амплитуда сезонного хода на российских станциях Териберка и Тикси достаточно близки к данным станции Барроу; для станции Новый Порт, подверженной влиянию региональных источников, указанная величина периодически выходит за пределы изменений, наблюдаемых в фоновых условиях (рисунок 2.26).

В 2017 г. межгодовые изменения концентрации CO_2 превысили значение 3 млн⁻¹/год, что заметно выше средней за десятилетний период скорости роста среднего глобального значения 2,2 млн⁻¹/год.

Это соответствует наблюдаемой в последние годы тенденции роста содержания ${\rm CO_2}$ в северных широтах (рисунок 2.27).

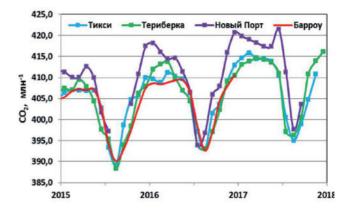


Рисунок 2.26 – Временной ход концентрации CO₂ для последних трех лет наблюдений в сравнении с доступными для общего пользования данными станции Барроу

Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год / Росгидромет. М., 2018.

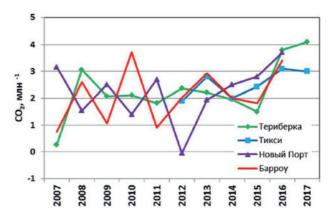


Рисунок 2.27 – Межгодовые изменения концентрации ${\rm CO_2}$ на российских арктических станциях в сравнении с доступными для общего пользования данными станции Барроу

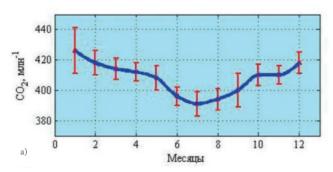
Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год / Росгидромет. М., 2018.

С 2007 по 2017 г. концентрация CO_2 , по данным станции Териберка, возросла на 23 млн⁻¹. Возобновившийся рост концентрации метана, отчетливо проявившийся в последние 4 года, привел к увеличению долговременной скорости роста. По данным станции Териберка, эта величина возросла на 7,3 млрд⁻¹ в год в период 2007-2017 гг.

Мониторинг парниковых газов в центральном районе Европейской территории Российской Федерации. Для анализа уровня содержания и изменчивости парниковых газов в приземном слое атмосферы использовались данные измерений ${\rm CO_2}$ и ${\rm CH_4}$, выполняемых на станции Обнинск и станции Приокско-Террасный биосферный заповедник, подверженных влиянию антропогенных источников.

Станция Обнинск. Результаты измерений изменчивости в 2017 г. средних месячных значений концентраций диоксида углерода в приземном слое атмосферы и их среднеквадратичных отклонений приведены на рисунке 2.28. Среднегодовая концентрация CO_2 в приземном воздухе в 2017 г. составила 408 млн⁻¹ и уменьшилась по сравнению с 2016 г. на 7 млн⁻¹ и по сравнению с 2015 г. – на

4 млн $^{\text{-}1}$. За время наблюдений с 1998 г. по 2017 г. величина положительного тренда среднегодовых концентраций СО $_2$ равна 2,1 \pm 0,5 млн $^{\text{-}1}$ в год. Величина тренда в пределах погрешности совпадает с расчетом для глобально-усредненных данных: за период 01.1998 – 07.2017 гг. скорость роста концентрации диоксида углерода составляла 2,08 \pm 0,14 млн $^{\text{-}1}$ в год.



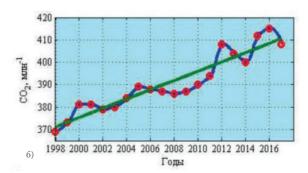
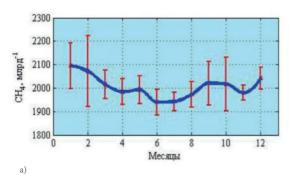


Рисунок 2.28 – Динамика концентраций диоксида углерода в приземном слое атмосферы на станции Обнинск (a) в течение 2017 г. (б) за период 1998-2017 гг.

Примечание: прямая линия – линейный тренд

Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год / Росгидромет. М., 2018.



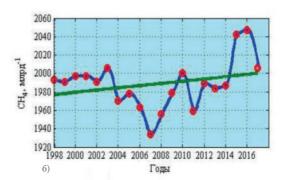


Рисунок 2.29 – Динамика концентраций метана в приземном слое атмосферы на станции Обнинск (a) в течение 2017 г. (б) за период 1998-2017 гг.

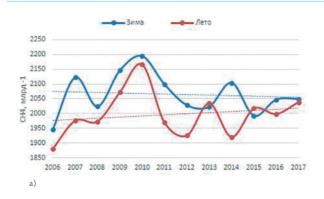
Примечание: прямая линия – линейный тренд.

Средняя годовая концентрация метана в приземном слое атмосферы в 2017 г. составила (2006 \pm 48) млрд $^{-1}$ (рисунок 2.29а) и уменьшилась по сравнению с данными за 2016 г. и 2015 г. (рисунок 2.29б). Значения средних годовых концентраций метана в воздухе в эти годы составили 2047 и 2042 млрд $^{-1}$ соответственно. Рост концентрации метана, по данным измерений в Обнинске, наблюдался начиная с 2007 г. Для периода 1998-2017 гг. линейный тренд метана составил $1,2\pm1,0$ млрд $^{-1}$ в год, для периода с 01.2007 по 12.2017 гг. - 8,3 \pm 3,3 млрд $^{-1}$ в год. Значение линейного тренда для глобально-усредненных концентраций метана за 01.2007-07.2017 гг. составляло 6,7 \pm 0,6 млрд $^{-1}$ в год.

Станция Приокско-Террасный биосферный заповедник (ПТЗ). Согласно данным многолетних наблюдений на станции, сезонные изменения кон-

центраций диоксида углерода и метана в течение года характеризуются летним минимумом. Наиболее высокие концентрации измеряемых парниковых газов регистрируются в зимние месяцы года. Указанная закономерность, согласно данным станций наблюдений, расположенных в средних широтах Северного полушария, является характерной для сезонных изменений концентраций метана и диоксида углерода. Многолетние изменения средних зимних (декабрь-февраль) и средних летних (июнь-август) концентраций диоксида углерода и метана представлены на рисунке 2.30.

Результаты проведенных измерений свидетельствуют о продолжающейся в 2017 г. тенденции роста содержания метана и диоксида углерода в приземном слое атмосферы на станции в летний период.



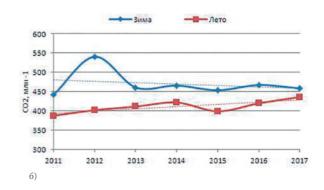


Рисунок 2.30 – Изменения средних летних и средних зимних концентраций ${\rm CH_4}$ (a) и ${\rm CO_2}$ (б) в приземном слое атмосферы на станции $\Pi T3$

Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год / Росгидромет. М., 2018.

Состояние озонового слоя

Озоновый слой – часть стратосферы на высоте от 12 до 50 км, где под воздействием ультрафиолетового излучения Солнца образуется озон, высокая концентрация которого поглощает опасные ультрафиолетовые лучи и защищает все живущее на суше от губительного излучения. Согласно данным Всемирной метеорологической организации, озоновая дыра в Антарктике в 2017 г. была относительно небольшой в ряду наблюдений последних десятилетий. Большинство показателей озоновой дыры указывают на слабый, незначительный нисходящий тренд за последние 20 лет. Средняя площадь озоновой дыры в пик сезона 2017 г. (с 7 сентября по 13 октября) составляла 17,4 млн км² – минимальное значение за период 2003-2017 гг. (рисунок 2.31), что может указывать на ее возможное сокращение.

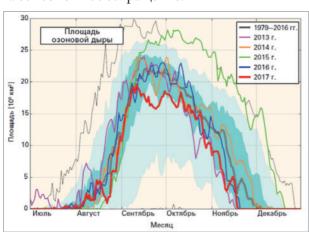


Рисунок 2.31 – Площадь (в млн км²), на которой общее содержание озона в атмосферном столбе было ниже 220 единиц Добсона

Примечание: 2017 г. показан красным цветом. Самые последние годы приводятся для сравнения, как указано в легенде. Жирная серая линия отображает средний показатель за 1979-2016 гг. Темная зелено-синяя закрашенная область отображает 30-й и 70-й процентиль, а светлая зелено-синяя закрашенная область — 10-й и 90-й процентиль за период 1979-2016 гг. Тонкие черные линии отображают максимальные и минимальные значения за каждый день в течение периода 1979-2016 гг.

Источник: Заявление ВМО о состоянии глобального климата в 2017 году / Всемирная метеорологическая организация. 2018.

Общее содержание озона (ОСО) является важнейшей характеристикой озонового слоя. По данным Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды поле отклонений среднегодовых значений ОСО от нормы в 2017 г. в Российской Федерации достаточно ровное (рисунок 2.32). На большинстве озонометрических станций среднегодовые значения ОСО ниже средних многолетних значений за 1974-1984 гг. Особенностью 2017 г. были низкие среднемесячные значения ОСО в декабре и низкие средние за четвертый квартал значения ОСО над северными регионами Российской Федерации.

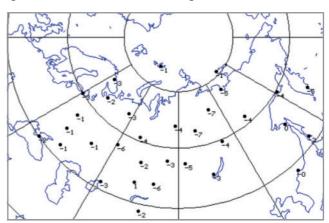


Рисунок 2.32 – Поле отклонений (%) общего содержания озона от средних многолетних значений по данным озонометрической сети СНГ в 2017 г.

Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год / Росгидромет. М., 2018.

Отклонения среднегодовых значений ОСО от нормы для всех анализируемых станций лежат в интервале от –7 до +1%. Наибольший дефицит среднегодового значения ОСО (–7%) зарегистрирован на станциях Тура и Оленек на севере Центральной Сибири. Максимальное превышение среднегодового значения ОСО над нормой (+1%) зарегистрировано на станции Караганда на северо-востоке Казахстана. Наиболее крупные и

продолжительные аномалии ОСО обычно наблюдаются в марте, реже в апреле. Аномалия в марте 2017 г. была средней по продолжительности и наблюдалась около двух недель.

Долговременные изменения ОСО над территорией Российской Федерации иллюстрируют ход среднегодовых значений ОСО (рисунок 2.33).

Рисунок 2.33 демонстрирует долговременные изменения толщины защитного озонового слоя, тренды и тенденции в содержании озона за 44-летний период:

- 1973–1993 гг. значительное уменьшение ОСО (- 1,4 е.Д./год);
- 1992–1995 гг. минимальная толщина озонового слоя;
- 1993-1999 гг. значительный рост ОСО (3,0 е.Д./год);
- 1996–2017 гг. значительные межгодовые колебания, средний уровень содержания озона (347 е.Д.) несколько ниже нормы, падение ОСО (- 0,4 е.Д./год).

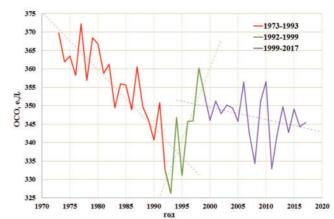


Рисунок 2.33 – Среднегодовые значения ОСО над территорией Российской Федерации, 1973-2017 гг.

Источник: данные Росгидромета.

Над всей территорией Российской Федерации в 2017 г. средняя за год толщина озонового слоя составила 346 е.Д. и оказалась ниже нормы (353 е.Д.) на 2%.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Согласно Климатической доктрине Российской Федерации, утвержденной распоряжением Президента Российской Федерации от 17.12.2009 № 861-рп, хозяйственная деятельность человека, связанная прежде всего с выбросами парниковых газов в результате сжигания ископаемого топлива, оказывает заметное влияние на климат. Изменения климата многообразны и проявляются, в частности, в изменении частоты и ин-

тенсивности климатических аномалий и экстремальных погодных явлений. В течение XXI века высока вероятность ускорения динамики наблюдаемых изменений климата. Ожидаемые изменения климата неизбежно отразятся на жизни людей, на состоянии животного и растительного мира во всех регионах планеты, а в некоторых из них станут ощутимой угрозой для благополучия населения и устойчивого развития.

Воздействие хозяйственной деятельности

человека на климат

Выбросы парниковых газов. Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата констатирует, что антропогенные выбросы парниковых газов, вызванные в основном экономическим ростом и увеличением населения, возросли относительно доиндустриальной эпохи, и сейчас они как никогда значительны. Это привело к беспрецедентным, по крайней мере за последние 800 тысяч лет, уровням атмосферных концентраций диоксида углерода (CO_2), метана (CH_4) и закиси азота (N_2O). Их воздействия, совместно с воздействиями других антропогенных факторов, обнаружены во всей климатической системе и крайне вероятно (вероятность более 95%), что

именно антропогенные воздействия являются главной причиной потепления, наблюдаемого с середины XX века.

В мире в 2016 г.концентрации парниковых газов достигли новых максимумов: концентрация ${\rm CO_2}$ составила 145%, ${\rm CH_4}$ – 257%, ${\rm N_2O}$ – 122% по отношению к доиндустриальным уровням (до 1750 г.). Увеличение ${\rm CO_2}$ с 2015 г. по 2016 г. было более значительным, чем среднее увеличение за последнее десятилетие – это был самый большой ежегодный прирост, наблюдавшийся в период после 1984 г. Увеличение концентрации ${\rm CH_4}$ превысило средние темпы роста за последнее десятилетие, а концентрации ${\rm N_2O}$ были более низкими, чем средние темпы роста за последние 10 лет8.

⁷ Доклад опубликован на сайте Межправительственной группы экспертов по изменению климата: https://www.ipcc.ch/home_languages_main_ russian.shtml

⁸ Заявление ВМО о состоянии глобального климата в 2017 году / Всемирная метеорологическая организация. 2018. В настоящем докладе данные о выбросах парниковых газов представлены за 2016 г. Данные за 2017 г. будут доступны в декабре 2018 г.