2 АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ



2. АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

2.1 Качество атмосферного воздуха

2.1.1 Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и осадках

2.1.1.1 Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

Оценка фонового загрязнения атмосферного воздуха и осадков выполнена по данным сети станций комплексного фонового мониторинга (СКФМ) и специализированных станций Глобальной службы атмосферы (ГСА ВМО). В 2019 г. наблюдения за фоновым загрязнением атмосферного воздуха проводились на пяти СКФМ, расположенных на территориях, минимально затронутых хозяйственной деятельностью, обеспечивая необходимый объем информации только для характеристики регионального фонового загрязнения атмосферы в Центральных районах Европейской территории Российской Федерации (ЕТР). В анализе приведены данные 5 таких станций, которые расположены в биосферных заповедниках: Воронежском, Приокско-Террасном, Астраханском, Кавказском, Алтайском.

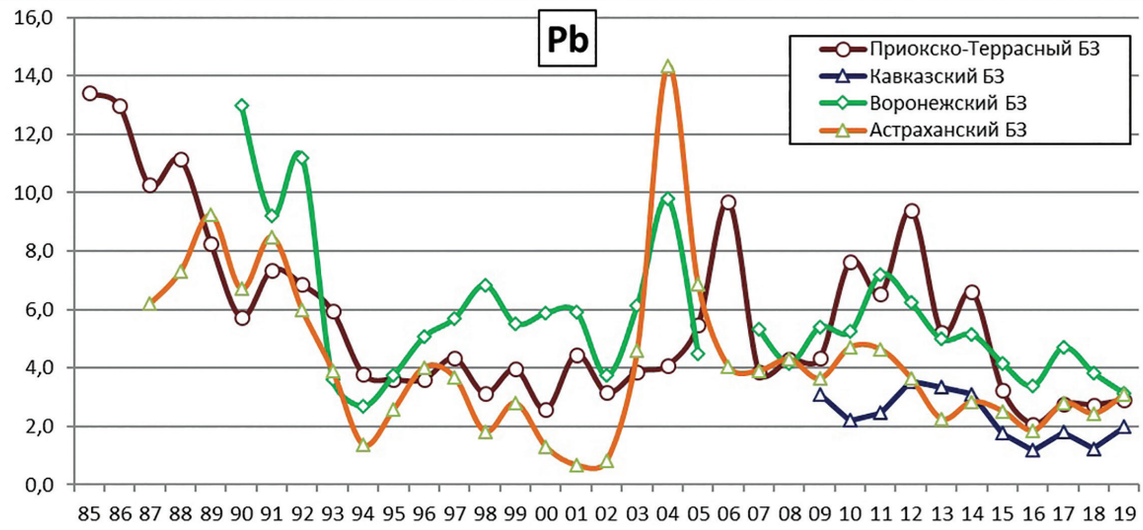
Анализ загрязнения атмосферного воздуха проведен с использованием средних значений концентраций измеряемых на СКФМ веществ в воздухе за месяцы, сезоны и год, рассчитанных из рядов годового цикла наблюдений с октября 2018 г. по сентябрь 2019 г. (см. Таблицу 2.1).

Тяжелые металлы

Среднегодовые концентрации свинца в воздухе фоновых районов ЕТР составили 0,002-0,0031 мкг/м^3, что в 100 раз меньше ПДК для населенных пунктов, составляющего 0,3 мкг/м^3; значимых изменений по сравнению с 2018 г. не выявлено; в целом, уменьшился диапазон между станциями (см. Рисунок 2.1).

Среднегодовые концентрации кадмия в атмосферном воздухе в центральных районах ЕТР в 2019 г. сохранились на уровне, не превышающем 0,0001 мкг/м^3, снизившись в два раза. Продолжают регистрироваться повышенные относительно среднемноголетнего уровня концентраций кадмия на юге ЕТР, в частности, в Астраханском биосферном заповеднике (БЗ), демонстрирующем максимальные среднесуточные концентрации свинца — до 0,083 мкг/м^3 и кадмия — 0,011 мкг/м^3. При этом, следует заметить, что концентрация кадмия значительно снизилась за год — в 2,2 раза, что является наибольшим снижением концентрации

Рисунок 2.1 – Динамика среднегодового содержания свинца в атмосферном воздухе фоновых районов, 1987-2019 гг., нг/м^3



Источник: данные Росгидромета

в районе ЕТР за данный период. В целом фоновые значения кадмия ниже ПДК на три порядка: ПДК по кадмию составляет 0,0003 мг/м³.

Фоновое среднее содержание ртути в атмосферном воздухе, измерения которого проводятся только в центральном районе ЕТР, сохраняется ниже 0,005 мкг/м³: в 2018-2019 геофизическом году среднегодовая концентрация ртути составила 0,0043 мкг/м³, что больше показателя 2018 г. в 1,6 раза (см. Таблицу 2.1). Отношение фоновых значений ртути к ПДК аналогично показателям кадмия: фоновые значения ниже ПДК, составляющего 0,0003 мг/м³, на три порядка.

Взвешенные частицы

В 2018-2019 гг. среднегодовые концентрации взвешенных частиц в воздухе на ЕТР изменялись в пределах 16-28 мкг/м³, что соответствует уровню последних 10 лет (см. Таблицу 2.1, Рисунок 2.2). Эпизодическое повышение концентраций взвешенных частиц наблюдалось в теплый период года: отдельные максимальные среднесуточные концентрации превышали 160 мкг/м³ на всех фоновых станциях. Сезонные изменения содержания взвешенных частиц в атмосфере имеют ярко выраженный максимум в летний период, что обусловлено влиянием природных факторов. Среднегодовые фоновые концентрации не превышали ПДК и были ниже его на два порядка (ПДК по взвешенным частицам составляет 0,15 мг/м³). При этом отдельные пиковые значения превышали указанный ПДК на 0,1 мг/м³.

Сульфаты

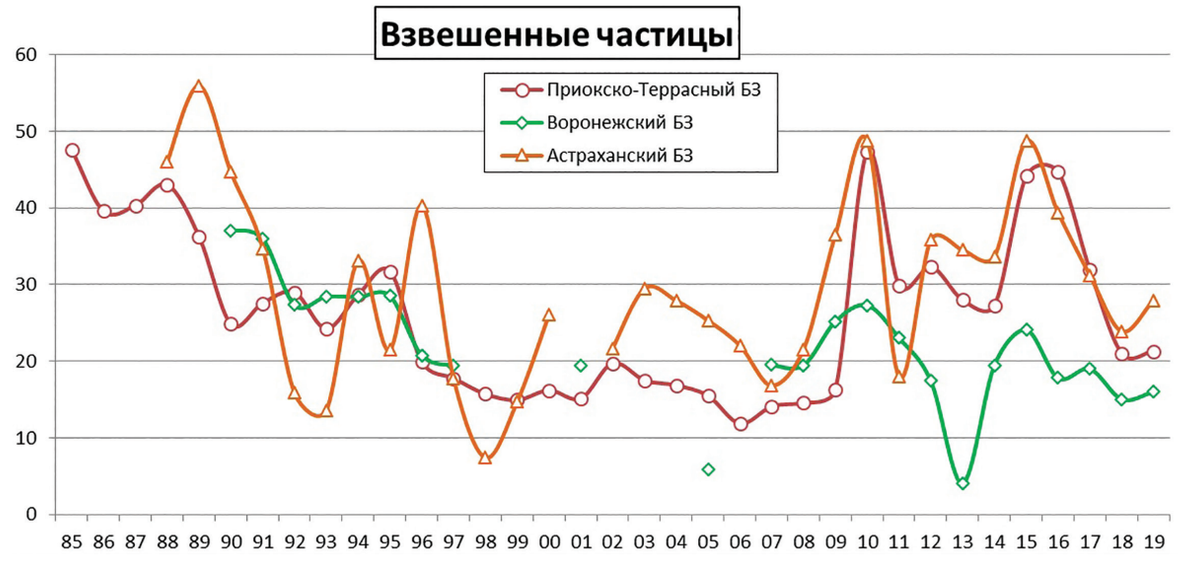
В 2018-2019 гг. среднегодовые фоновые концентрации сульфатов в центре ЕТР составляли около 0,68 мкг/м³, при этом значения меньше 3 мкг/м³ были зарегистрированы в 95% измерений. В южных районах ЕТР среднегодовые концентрации были несколько ниже, чем в центре ЕТР — около 0,5 мкг/м³ (см. Рисунок 2.3). Также, повышенные, относительно среднегодовых значений, концентрации сульфатов в центре ЕТР характерны для холодного периода года, в южных районах — для теплого периода.

Несмотря на значительные межгодовые колебания концентраций, можно проследить общий тренд на уменьшение фоновой концентрации сульфатов, что особенно заметно при анализе показателей Астраханского биосферного заповедника.

Диоксид серы

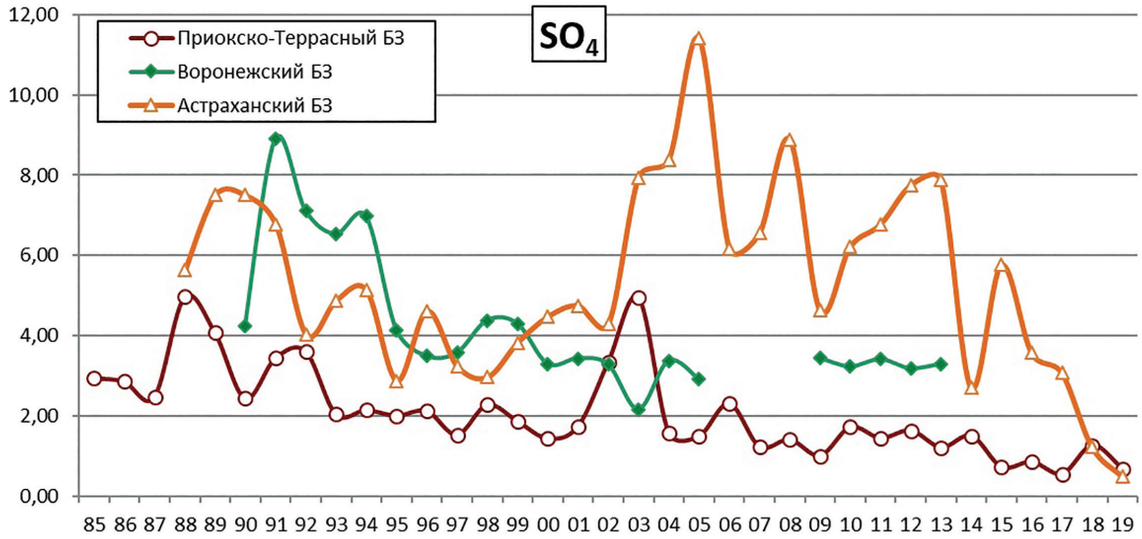
Показатели среднегодовых фоновых концентраций диоксида серы на станциях ЕТР в 2018-2019 г. остались на уровне показателей 2018 г. и составили 0,03-0,44 мкг/м³ (см. Рисунок 2.4). В холодные периоды года концентрации диоксида серы могли достигать в отдельные сутки до 7,6 мкг/м³ в центре ЕТР (см. Таблицу 2.1). В долгосрочной динамике можно отметить стабилизацию уровней концентраций после отмечавшегося их уменьшения в течение 10 предыдущих лет. Сезонные изменения содержания диоксида серы имеют ярко выраженный максимум в холодный период года, что связано с отопительным сезоном. Среднегодовые значения фоновых концентраций диоксида серы не превышали ПДК (0,05 мг/м³).

Рисунок 2.2 – Динамика среднегодового содержания взвешенных частиц в атмосферном воздухе фоновых районов, 1987-2019 гг., нг/м³



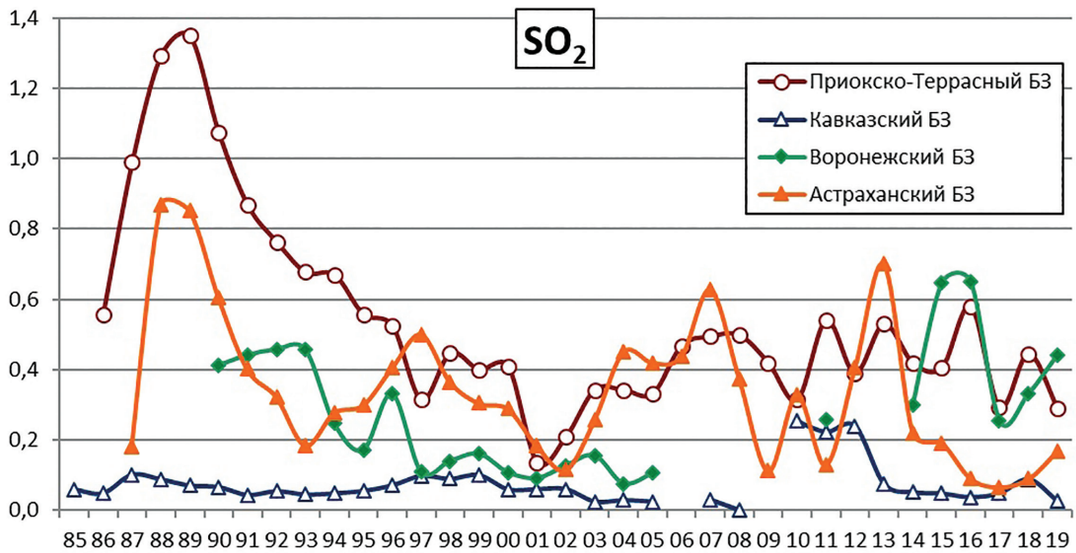
Источник: данные Росгидромета

Рисунок 2.3 – Динамика среднегодового содержания сульфатов в атмосферном воздухе фоновых районов, 1987-2019 гг., нг/м³



Источник: данные Росгидромета

Рисунок 2.4 – Динамика фонового содержания диоксида серы в атмосферном воздухе фоновых районов, 1987-2019 гг., мкг/м³



Источник: данные Росгидромета

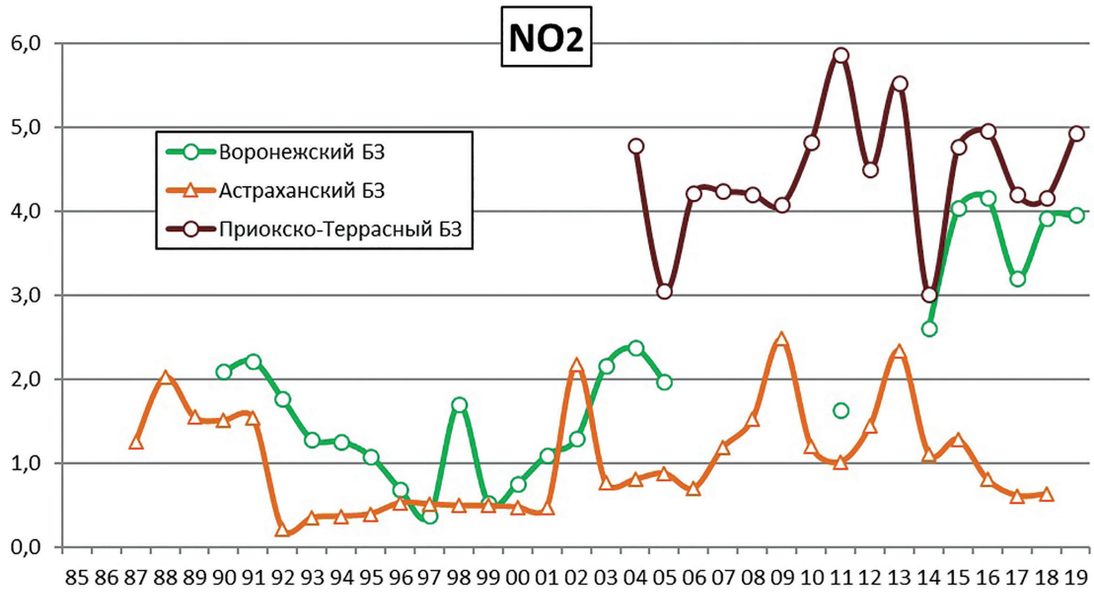
Диоксид азота

В 2018-2019 гг. среднегодовые фоновые концентрации диоксида азота на станциях ЕТР сохранились на уровне прошлых лет, находясь в пределах от 1,21 до 4,93 мкг/м³ (см. Рисунок 2.5), что было меньше ПДК (0,04 мг/м³) почти на порядок. Сезонные изменения фоновых концентраций диоксида азота ясно выражены: в холодный период в центре ЕТР наблюдаются максимальные значения, и повышается повторяемость среднесуточных высоких концентраций.

Хлорорганические пестициды

В 2019 г. среднегодовые значения фоновых концентраций сумм изомеров гексахлорциклогексана (ГХЦГ) и дихлордифенил трихлорметилметана (ДДТ) в воздухе сохранились низкими, при этом, как и в 2018 г., от 30% до 50% проб оказались ниже предела обнаружения аналитическими методами. В 2019 г. содержание пестицидов в воздухе находилось в пределах изменений уровней их концентраций за последние 10 лет.

Рисунок 2.5 – Динамика фонового содержания диоксида азота в атмосферном воздухе фоновых районов, 1987-2019 гг., нг/м^3



Источник: данные Росгидромета

2.1.1.2 Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферных осадках (по данным сети СКФМ)

Оценка показателей фонового загрязнения атмосферных осадков произведена с использованием ряда наблюдений в течение одного геофизического года с октября 2018 г. по сентябрь 2019 г. с последующей экстраполяцией на весь 2019 г.

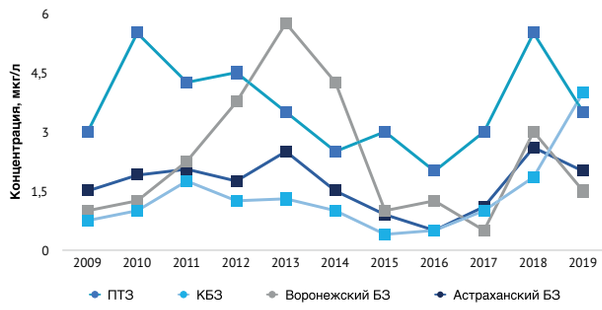
Тяжелые металлы

Средневзвешенные годовые фоновые концентрации свинца в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ — около 4,0 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ — около 3,4 мкг/л, Астраханского БЗ — около 2,1 мкг/л, Воронежского БЗ — около 1,6 мкг/л, Алтайского БЗ (Яйлю) — 1,3 мкг/л. Средневзвешенная годовая фоновая концентрация свинца в атмосферных осадках на территории всех заповедников в рассматриваемый период сохранялась на уровне значений предыдущих лет, и, в отдельных заповедниках, несколько возросла (см. Таблицу 2.2, Рисунок 2.6).

В целом, среднемесячное содержание свинца в осадках на площади ЕТР было в 10 раз ниже ПДК осадков (0,03 мг/л), колеблясь в пределах от 1 мкг/л до 7,4 мкг/л. Важно заметить, что наибольшие значения в северной части ЕТР фиксируются в холодное время года (декабрь–март), а в южной части — весной и летом. Так, разница между минимальными и максимальными значениями в одном районе может достигать 35 мкг/л. Более высокие фоновые значения содержания свинца были зафиксированы на территориях, прилегающих к крупным промышленным центрам, таких как Воронежский биосферный заповедник, более низкие — на территориях, где большую роль играют сельскохозяйственные предприятия.

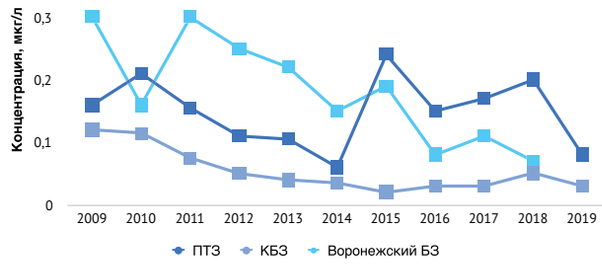
На территории Кавказского БЗ на протяжении 9 месяцев наблюдались концентрации свинца в осадках ⩽ 1 мкг/л; максимальная среднемесячная концентрация свинца в осадках за текущий геофизический год (37 мг/л) отмечалась в марте и была значительно выше средних за период значений (менее 2,2 мкг/л). В Приокско-Террасном БЗ среднемесячные концентрации свинца в осадках варьировали в пределах от 1,3 мкг/л (сентябрь) до 7,4 мкг/л (май), а максимальное содержание было зафиксировано в мае и июне: 7,4 и 6,9 мкг/л соответственно. Среднемесячные концентрации свинца на территории Астраханского БЗ находились в диапазоне от значений ниже предела обнаружения (август) до 4 мкг/л (апрель); значительная часть наблюдений за рассматриваемый период зафиксировала уровень содержания свинца в атмосферных осадках на территории Астраханского заповедника в диапазоне от 2 до 3 мкг/л. В Воронежском БЗ максимальные концентрации были зафиксированы в декабре 2018 г. (около 3,4 мкг/л) и в марте 2019 г. (3,3 мкг/л); в рассматриваемый период концентрации свинца не превышали 3,5 мкг/л. Максимальное содержание свинца в осадках на территории Алтайского БЗ отмечалось в марте (4,1 мкг/л) и сентябре (3,0 мкг/л); содержание свинца в атмосферных осадках на территории Алтайского заповедника

Рисунок 2.6 – Динамика среднего содержания свинца в атмосферных осадках фоновых районов, 2009-2019 гг.



Источник: данные Росгидромета

Рисунок 2.7 – Динамика среднего содержания кадмия в атмосферных осадках фоновых районов, 2009-2019 гг.



Источник: данные Росгидромета

в рассматриваемый период в основном находилось в диапазоне от концентраций, близких к пределу обнаружения, до концентрации около 1,5 мкг/л.

Годовые средневзвешенные фоновые концентрации кадмия в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ — 0,04 мкг/л (без учета экстремально высокого значения, отмеченного в марте), Приокско-Террасного БЗ — около 0,08 мкг/л, Воронежского БЗ — 0,075 мкг/л, Алтайского БЗ — 0,11 мкг/л. Таким образом, среднегодовые значения кадмия не превышали 0,001 мг/л. Средневзвешенные годовые фоновые концентрация кадмия в атмосферных осадках на территории заповедников в рассматриваемый период сохранились на уровне предыдущего года, за исключением Приокско-Террасного БЗ, где отмечено снижение (2018 г. — 0,2 мкг/л) (см. Таблицу 2.2, Рисунок 2.7). Также, в целом отмечается тенденция к снижению концентрации кадмия во всех биосферных заповедниках за десятилетний период.

Максимальная концентрация кадмия за рассматриваемый период на территории Кавказского БЗ, значительно превышающая результаты наблюдений в остальные месяцы (от 0,01 (в январе) до 0,05 мкг/л), была зафиксирована в марте (3,2 мкг/л). Также повышенным было содержания кадмия в августе — 0,11 мкг/л. В Приокско-Террасном БЗ самое высокое содержание кадмия — 0,12 мкг/л — было зафиксировано в июле, самые низкие — менее 0,04 мкг/л — в январе, феврале и в августе. На территории Воронежского заповедника максимальные концентрации кадмия были зафиксированы в ноябре (0,17 мкг/л) и декабре (0,18 мкг/л) 2018 г. В остальные месяцы концентрация кадмия была ниже 0,1 мкг/л, достигая минимума в августе и сентябре. На территории Алтайского заповедника повышенное содержание кадмия было отмечено в марте и сентябре (0,24 и 0,28 мкг/л соответственно), минимальное — в октябре 2018 г. и апреле 2019 г.

В 2018–2019 гг. средневзвешенные годовые фоновые концентрации ртути в атмосферных осадках составили: на территории Воронежского БЗ — 0,8 мкг/л, Алтайского БЗ — около 0,4 мкг/л, Астраханского БЗ — 1,5 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ — 0,94 мкг/л, Кавказского БЗ — 1,7 мкг/л (см. Таблицу 2.2 и Рисунок 2.8). Все значения были в пределах ПДК — 0,005 мг/л.

Годовой ход фоновых концентраций ртути в осадках изменяется с севера на юг: в северных частях ЕТР наибольшие концентрации (0,16 мкг/л) были зафиксированы в холодное время года — в феврале и марте, а в более южных регионах наибольшие концентрации (1 мкл/л и больше) фиксировались в теплое время года — в августе.

Повышенное содержание ртути в атмосферных осадках на территории Кавказского БЗ было зафиксировано в январе (в марте и августе были отмечены концентрации, превышающие 1 мкг/л), на территории Приокско-Террасного БЗ — в феврале, марте и в апреле, Астраханского БЗ — в апреле и августе (в феврале, марте и сентябре превышали уровни, характерные для фоновых районов), Воронежского БЗ — в марте (0,16мкг/л), на территории Алтайского заповедника содержание ртути не превышало 0,05 мкг/л, за исключением июня (0,11 мкг/л).

Средневзвешенные годовые фоновые концентрации меди в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ — 10,9 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ — 5,1 мкг/л, Воронежского БЗ — 6,5 мкг/л, Алтайского БЗ — 3,9 мкг/л, Астраханского БЗ — 3,1 мкг/л. Содержание меди на территории Кавказского БЗ за рассматриваемый период превышало значения предыдущих лет (см. Рисунок 2.9). Важно заметить, что средневзвешенные годовые фоновые концентрации меди были ниже ПДК, равного 1 мг/л, на 2 порядка.

Годовой ход фонового содержания меди в осадках почти аналогичен по всей территории ЕТР: наибольшие значения фиксировались в холодное время года: с сентября по март. Разброс среднемесячных концентраций меди составляет 91 мкг/л. Более высокие значения концентрации меди

Таблица 2.1 – Результаты наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха на СКФМ в 2018-2019 гг.

Загрязняющие вещества		Приокско-Террасный БЗ	Воронежский БЗ	Астраханский БЗ	Кавказский БЗ
Pb, нг/м^3	Среднегодовое значение	2,91	3,13	3,08	1,98
	Интервал изменений суточных концентраций	0,25-16,6	0,23-22,9	0,05-83,0	0,05-10,1
Cd, нг/м^3	Среднегодовое значение	0,091	0,094	0,66	0,091
	Интервал изменений суточных концентраций	0,006-0,62	0,001-0,23	0,084-11,0	0,002-2,20
Hg, нг/м^3	Среднегодовое значение	4,29	-*	-	-
	Интервал изменений суточных концентраций	0,062-36	-	-	-
SO_2, мкг/м^3	Среднегодовое значение	0,29	0,44	0,17	0,026
	Интервал изменений суточных концентраций	0,1-7,6	0,02-2,82	0,01-1,34	0,01-0,4
NO_2, мкг/м^3	Среднегодовое значение	4,93	3,95	1,21	-
	Интервал изменений суточных концентраций	0,7-23,1	1,09-12,76	0,04-5,27	-
SO_4, мкг/м^3	Среднегодовое значение	0,68	-	0,48	-
	Интервал изменений суточных концентраций	0,02-30,6	-	0,04-7,30	-
Взвешенные частицы, мкг/м^3	Среднегодовое значение	21,3	16,0	27,9	-
	Интервал изменений суточных концентраций	3,0-167,0	8,0-160,0	1,3-176,6	-

Примечание:
* – измерения в 2019 г. не проводились
Источник: данные Росгидромета

в осадках характерны для южных регионов, где они всегда повышены относительно северных: наибольшие значения в Кавказском биосферном заповеднике достигают 92 мкг/л, а в Приокско-Террасном биосферном заповеднике — 28,0 мкг/л. Превышения ПДК по среднемесячным значениям не было зафиксировано.

На территории Кавказского БЗ содержание меди в атмосферных осадках на протяжении рассматриваемого периода изменялось от минимальных значений (на уровне предела обнаружения) в ноябре 2018 г., а также в июле и сентябре 2019 г., до максимальных — 92 мг/л — в декабре 2019 г. Значения концентраций меди в атмосферных осадках на территории Приокско-Террасного БЗ варьировали от 1,1 до 2,9 мкг/л, при этом в декабре 2018 г., марте и апреле 2019 г. были отмечены максимальные значения, составляющие 28, 0, 6,1 и 11 мкг/л соответственно. На территории Астраханского БЗ максимальная концентрация меди — 13 мкг/л — была отмечена в июне, минимальные значения — менее 1 мкг/л — зафиксированы в январе и сентябре. В Воронежском БЗ показания во все месяцы, за исключением апреля, когда была достигнута максимальная концентрация меди в атмосферных осадках, не превышали 10 мкг/л, минимальное содержание меди зарегистрировано в июле. Минимальная концентрация меди (0,8 мкг/л) на территории Алтайского заповедника была зафиксирована в апреле 2019 г., а максимальная (15,7 мкг/л) — в ноябре 2018 г., в остальные месяцы содержание меди не превышало 8 мкг/л.

Хлорорганические пестициды

На территории Приокско-Террасного БЗ в исследуемый период (2018–2019 гг.) концентрации альфа-ГХЦГ в осадках составили 0,0128 мкг/л. Концентрации гамма-ГХЦГ были на уровне предела обнаружения — 0,0049 мкг/л (см. Таблицу 2.2). Концентрации находились в пределах ПДК (0,05 мкг/л).

Максимальное содержание альфа-изомера на территории Астраханского БЗ в исследуемый период было зафиксировано в мае и превысило концентрацию 0,221 мкг/л, гамма-изомера — в феврале и превысило концентрацию 0,223 мкг/л. Среднемесячная концентрация суммы изомеров ГХЦГ варьировала в диапазоне от предела обнаружения до 0,2866 мкг/л (февраль). Максимальные содержания превышали ПДК по альфа-ГХЦГ.

Таблица 2.2 – Уровни содержания загрязняющих веществ в атмосферных осадках фоновых районов по результатам наблюдений СКФМ и среднегодовые концентрации за 2018-2019 гг.

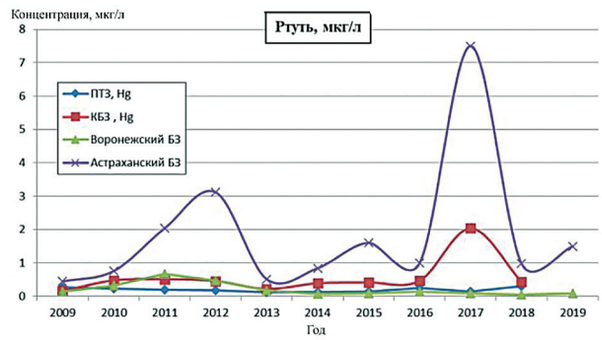
		Кавказский БЗ	Приокско-Террасный БЗ	Астраханский БЗ	Воронежский БЗ	Яйлю
Период наблюдений		1982 – 2019	1983 – 2019	1987 – 2019	1989 – 2019	1988 – 2019
Свинец, мкг/л	Диапазон	0,19 – 69,0	0,2 – 696,0	0,05 – 91,0	0.18 – 44,2	0,25 – 48,0
	2019	4,0	3,4	2,1	1,6	1,3
Кадмий, мкг/л	Диапазон	0,010 – 49,0	0,009 – 20,0		0,025 – 19,0	0,011 – 12,5
	2019	0,04	0,08		0,075	0,11
Ртуть, мкг/л	Диапазон	0,001 – 22,4	0,01 – 80,0	0,02 – 376,0	0,001 – 311,0	0,001 – 0,97
	2019	1,7	0,94	1,5	0,8	0,4
Бенз(а)пирен, нг/л	Диапазон	0,05 – 61,0	0,05 – 28,0	0,05 – 22,72	0,05 – 10,4	0,1 – 14,0
	2019	1,12*	1,47*	1,08*	1,28*	1,05*
Сумма-ДДТ, нг/л	Диапазон	1,01 – 1811	1,5 – 1729	1,5 – 994	1,0 – 71748	0,4 – 350
	2019	135*	75,0	99,0	45,1	158*
γ-ГХГЦ, нг/л	Диапазон	0,25 – 240	0,25 – 12960	0,3 – 1397	0,23 – 48,9	0,1 – 398
	2019	52,5*	4,9	54,4	8,0	29,1*

Примечание:
* – данные последнего года наблюдений
Источник: данные Росгидромета

Среднемесячная концентрация альфа-изомера ГХЦГ в осадках на территории Воронежского БЗ в исследуемый период была ниже предела обнаружения. Среднемесячные концентрации гамма-изомера ГХЦГ находились в диапазоне 0,0036-0,026 мкг/л. Концентрация гамма-изомера ГХЦГ в январе и феврале была ниже предела обнаружения.

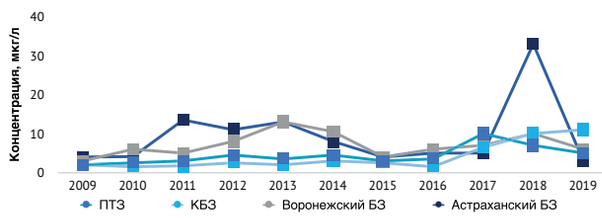
Среднемесячная концентрация ДДТ и его метаболитов в осадках на территории Приокско-Террасного БЗ в исследуемый период была близка к пределу обнаружения. Метаболиты ДДЕ были чуть выше предела обнаружения. ДДД в концентрациях выше предела обнаружения не был зарегистрирован. Среднегодовая сумма ДДТ составила 0,0927 мкг/л. В осадках на территории Астраханского БЗ в исследуемый период содержание ДДТ и его метаболитов выше предела обнаружения было зарегистрировано в нескольких пробах: концентрации ДДЕ и ДДД находились ниже предела обнаружения, а ДДТ был выявлен в трех образцах. В остальных образцах среднемесячные концентрации исследуемых поллютантов были ниже предела обнаружения. Среднегодовая сумма ДДТ составила 0,099 мкг/л. В обоих случаях концентрация ДДТ в осадках находилась в пределах ПДК, равного 1 мг/л.

Рисунок 2.8 – Динамика среднего содержания ртути в атмосферных осадках фоновых районов, 2009-2019 гг.



Источник: данные Росгидромета

Рисунок 2.9 – Динамика среднего содержания меди в атмосферных осадках фоновых районов, 2009-2019 гг.



Источник: данные Росгидромета

2.1.2 Выпадение серы и азота в результате трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ (ЕМЕП)

Перенос выброшенных в атмосферу кислотообразующих соединений, в особенности газообразных оксидов серы и азота, является главным фактором формирования трансграничного загрязнения воздуха и осадков. В ходе дальнего переноса в атмосфере происходит их химическая

трансформация до кислотных ионов и формируются выпадения на территории соседних стран в виде кислотных осадков и сухого осаждения аэрозолей (трансграничное загрязнение). В рамках выполнения международной «Совместной программы наблюдения и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе» (ЕМЕП — Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe) в 2019 г. проводились наблюдения на четырех станциях ЕМЕП, расположенных в северо-западном регионе (Янискоски, Пинега) и в центральной части Европейской территории Российской Федерации: на станциях Данки (юг Московской области) и Лесной заповедник (Тверская область). Основные измерения по программе мониторинга ЕМЕП представляют собой регулярный анализ содержания в воздухе и атмосферных осадках основных химических соединений, определяющих кислотно-щелочной баланс.

При использовании традиционного анализа степени закисления атмосферных осадков по величине pH, показателю концентрации свободных ионов водорода, необходимо учитывать, что он также характеризует соотношение анионов закисляющих соединений и щелочных нейтрализующих катионов, образующихся и абсорбируемых в облачных слоях в ходе переноса. На это соотношение влияют как природные, так и антропогенные факторы. Для различных районов земного шара и в разные сезоны pH атмосферных осадков варьируется в весьма широких пределах, внутри которых осадки условно можно подразделить на кислые (при pH < 4), слабокислые (4 < pH < 5), природно-нейтральные (5 < pH ⩽ 7) и слабощелочные (pH > 7). В 2019 г. кислые осадки (pH < 4) практически не наблюдались; на всех станциях повторяемость выпадений атмосферных осадков с pH от 5 до 6 превышала 50% (см. Таблицу 2.3).

Степень негативного воздействия загрязнения атмосферы на состояние окружающей среды можно оценить по величине выпадений соединений серы и азота на подстилающую поверхность — избыточное поступление этих веществ может привести в долгосрочной перспективе к закислению почвенных растворов и ухудшению свойств почвы. Загрязняющие вещества из атмосферы могут поступать в виде влажных выпадений — с атмосферными осадками, и сухих — осаждении веществ в виде газов и аэрозольных частиц на подстилающую поверхность. Поток влажных выпадений серы и азота (нитратного и аммонийного) на подстилающую поверхность определяется концентрациями осадков этих соединений.

Вклад сульфат-иона в ионный баланс атмосферных осадков для всех станций ЕМЕП составляет 17-31%, нитрат-иона и ионов аммония — 7-15% и 10-22% соответственно. Среднегодовая концентрация сульфатной серы в осадках в 2019 г. на станции Янискоски составила 0,54 мг S/л, на станции Пинега — 0,95 мг S/л, на станции Лесной заповедник — 0,54 мг S/л и 0,62 мг S/л на станции Данки (в районе Приокско-Террасного биосферного заповедника). Диапазон варьирования концентраций ионов аммония в осадках составил 0,14-0,54 мг N/л. Максимальные концентрации сульфатов в районах станций ЕМЕП наблюдались в весенний и осенний периоды, при этом было ярко выражено превышение значений в холодный период в 3 раза по сравнению с теплым. Концентрация нитратов и ионов аммония в осадках распределена таким же образом во внутригодовом ходе и принимает максимальные значения в холодный период года.

Рассчитанные в 2019 г. по средневзвешенным концентрациям и месячным суммам выпавших осадков величины влажных выпадений для районов станций составляли: серы 0,32-0,69 г/м^2 в год и азота 0,16-0,43 г/м^2 в год. Для всех станций ЕМЕП потоки влажных выпадений серы и азота были существенно ниже в зимний период, нежели в летний. Доля аммонийного азота составила около 60% от суммарного влажного выпадения азота.

Межгодовая изменчивость сумм осадков приводит к значительному варьированию выпадений за многолетний период. Так, вариации месячных и годовых величин могут составлять десятки процентов от среднемноголетних значений. При этом суммы влажных выпадений за период

Таблица 2.3 – Распределение измеренных значений показателя кислотности (ед. pH) по диапазонам характера закисления атмосферных осадков в районах расположения станций ЕМЕП Российской Федерации в 2019 г.

Станция	pH, среднее	Доля проб в диапазоне pH, %				
		< 4	4 – 5	5 – 6	6 – 7	> 7
Янискоски	5,61	0	6	53	39	3
Пинега	5,41	2	11	56	31	0
Лесной	5,12	0	32	60	7	1
Данки	5,49	0	9	72	17	2

Источник: данные Росгидромета

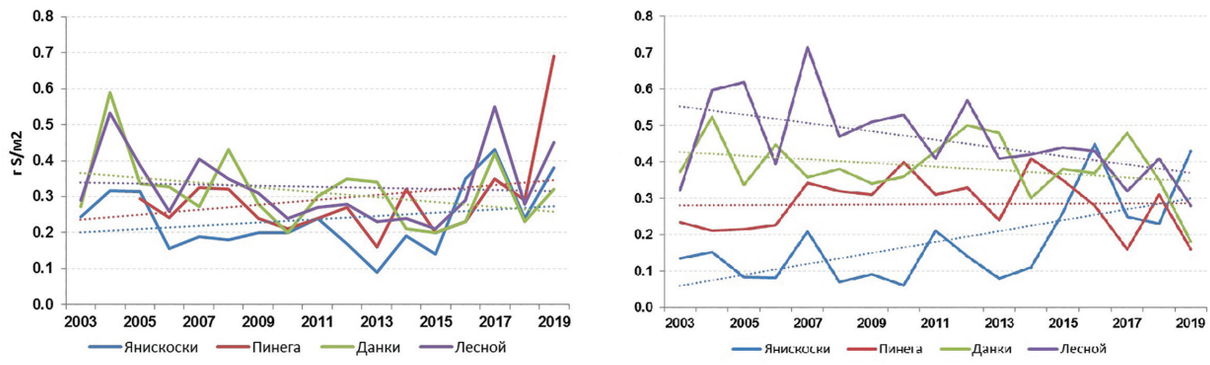
действия Гетеборгского протокола практически не уменьшаются и приблизительно характеризуются линейным трендом. Анализ многолетних выпадений сумм нитратных и аммонийных соединений с осадками (см. Рисунок 2.10) говорит о росте выпадений азота на северных станциях ЕМЕП Российской Федерации.

В программах Конвенции Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН) (включая ЕМЕП) для определения степени экологической опасности, вызываемой поступлением избыточного содержания кислотообразующих веществ из атмосферы, используется сравнение атмосферных выпадений с уровнями критических нагрузок, рассчитанных с учетом чувствительности почв к потоку веществ из атмосферы в разрезе изменения их свойств в долгосрочной перспективе при условии, что экосистемы могут выдерживать воздействие количества подкисляющих выпадений без какого-либо ущерба. При оценке величин критических нагрузок используются методические рекомендации ЕЭК ООН, при этом для азота они являются лишь ориентировочными. Расчет поступлений из атмосферы подразумевает суммирование сухих и влажных выпадений всех химических соединений серы и азота. Согласно ранее выполненным оценкам для станций ЕМЕП Российской Федерации вклад сухих выпадений составляет около 40% от общих для серы и около 10% для азота.

В 2019 г. значения суммарных влажных выпадений серы на территориях всех станций ЕМЕП Российской Федерации оказались выше показателей 2018 г. Эта тенденция относится и к суммарным влажным выпадениям азота, за исключением района, в котором расположена станция Янискоски: на этой территории значения исследуемых выпадений азота уменьшились практически в 2 раза (см. Таблицу 2.4). Для западных и центральных районов Российской Федерации суммарные влажные выпадения серы были значительно ниже уровня критических нагрузок, для северо-западной части ЕТР показатели оказались на одном уровне с нагрузками, либо же немного их превышали. Сравнение значений суммарных выпадений азота с расчетными критериями на территориях северо-западных станций ЕМЕП, как и в случае с азотом, говорит о близости показателей к критическим значениям и о существенном превышении на отдельных станциях (Янискоски).

Анализ многолетних данных станций ЕМЕП позволяет сказать, что Северо-Запад Российской Федерации является территорией наиболее сильно среди районов ЕТР подверженной

Рисунок 2.10 – Многолетние выпадения сульфатной серы (слева) и суммарного нитратного и аммонийного азота (справа) из атмосферы с осадками на станциях ЕМЕП (г N/м^2 в год)



Источник: данные Росгидромета

Таблица 2.4 – Сравнение суммарных влажных выпадений и критических нагрузок серы и азота в районах расположения станций ЕМЕП Российской Федерации в 2019 г.

Станция	Влажные выпадения и критические нагрузки для серы, г S/м^2 в год		Влажные выпадения и критические нагрузки для азота, г N/м^2 в год	
	Выпадения	Нагрузки	Выпадения	Нагрузки
Янискоски	0,38	0,32-0,64	0,43	<0,28
Пинега	0,69	0,32-0,64	0,16	<0,28
Лесной	0,45	1,6-2,4	0,28	0,56-0,98
Данки	0,32	1,6-2,4	0,18	0,56-0,98

Источник: данные Росгидромета

трансграничному переносу воздушных масс. Если в краткосрочном аспекте подобные тенденции заметны мало, то при увеличении срока фиксации до суток и более повышается количество воздушных масс из-за рубежа, что связано с влиянием западного переноса на ЕТР. Так, основываясь на данных станции Лесной, при учете воздушных масс в течение 48 часов, 70% приходит с запада. Особенно сильно влияние воздушных масс из Скандинавии и Центральной Европы. Таким образом, в существенной степени химический состав осадков, выпадающих на ЕТР, зависит от выбросов, осуществляемых в странах Северной и Центральной Европы.

2.1.3 Региональное загрязнение атмосферного воздуха и осадков по данным станций мониторинга ЕАНЕТ

С 2000 г. на территории Российской Федерации постоянно работают 4 станции международной Сети мониторинга выпадения кислотных осадков в Восточной Азии (EANET):

— три в регионе оз. Байкал — Иркутск (городская), Листвянка (региональная) и Монды (фоновая);
— одна в Приморском крае — Приморская (региональная).

Значения среднегодового содержания газовых примесей на всех станциях возросло по сравнению с 2018 г. Наибольший рост отмечен по аммиаку: его среднегодовая концентрация оказалась выше или близка к среднему значению за последние 10 лет. На станции Литвянка содержание диоксида серы значительно превысило уровни, зафиксированные на остальных станциях ЕАНЕТ. В исследуемом геофизическом году отмечено снижение в целом концентраций азот- и серосодержащих аэрозолей на всех станциях. Концентрации нитратов на станции Монды приблизились к уровню средних многолетних значений; на Приморской станции значения продолжают стабилизироваться. Для сульфатов, вносящих вклад в состав атмосферных аэрозолей по массе, составляющий 40-60%, отмечены наибольшие концентрации за весь период наблюдения на всех станциях ЕАНЕТ. Для аэрозолей в Приморском крае характерны высокие (относительно других станций ЕАНЕТ) значения содержания практически всех ионов при существенном вкладе азотсодержащих соединений (см. Рисунок 2.11) для района озера Байкал — более низкие, при этом за весь период содержание практически всех основных ионов в аэрозолях воздуха уменьшилось вдвое.

Внутригодовые колебания концентраций аэрозолей сульфатов и нитратов имеют ярко выраженный максимум в зимний сезон. Среднесезонные концентрации на станциях Листвянка и Приморская продолжают снижаться по сравнению с периодом 2007-2011 гг.

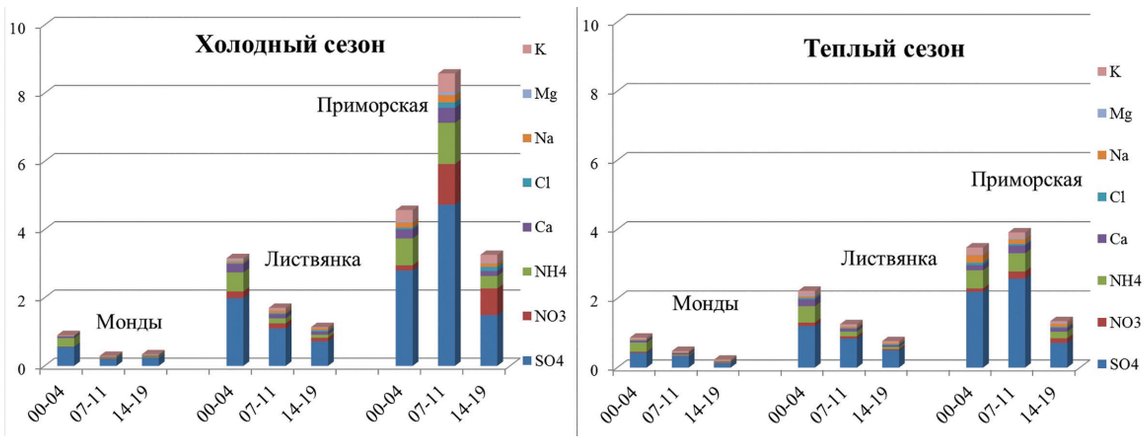
Наблюдается существенное снижение значений, зарегистрированных в начале периода многолетних наблюдений.

Отмечены следующие изменения концентраций серо- и азотсодержащих веществ в воздухе на станциях ЕАНЕТ:

— на станциях в районе оз. Байкал среднегодовые значения продолжают снижаться по сравнению с периодом 2015-2017 гг. (см. Рисунок 2.12);
— на станции Приморская среднегодовые значения значительно снизились по сравнению с периодом 2013-2015 гг.

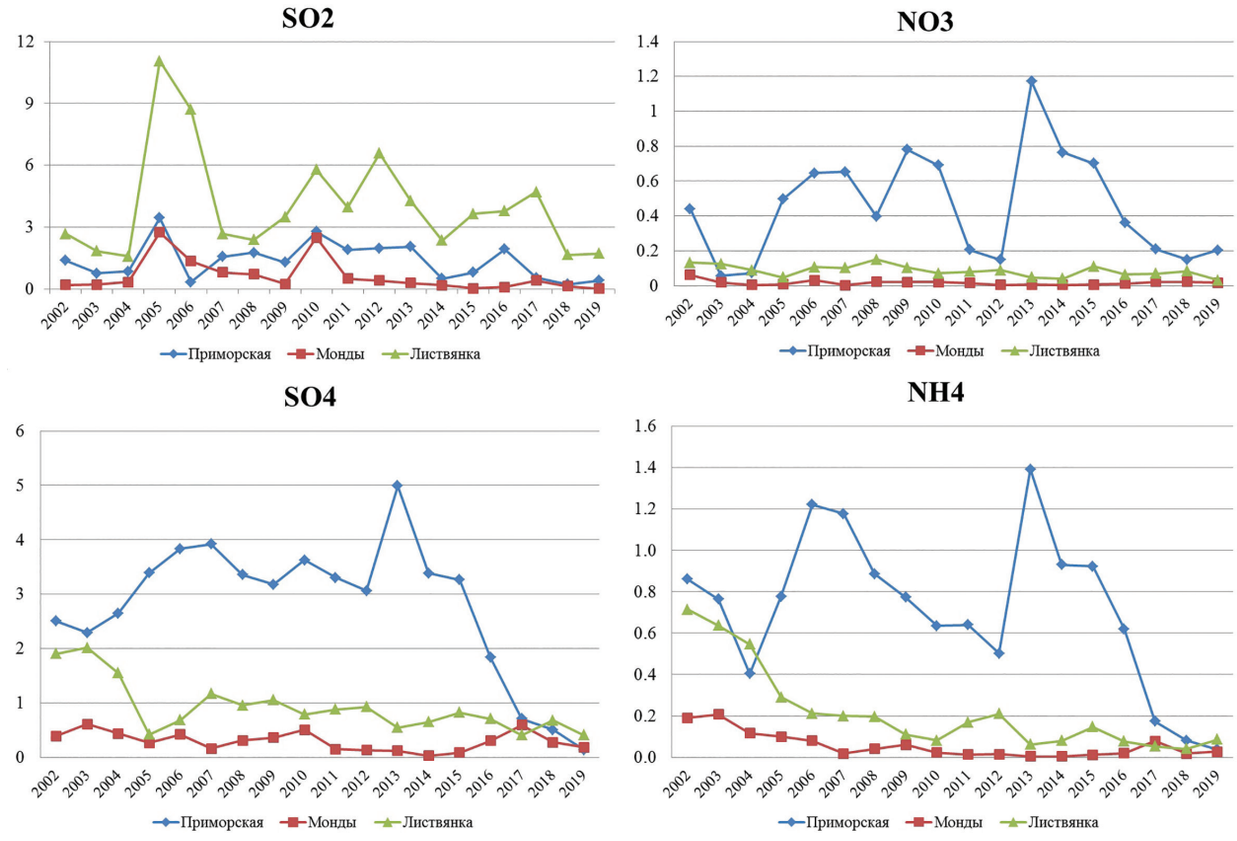
В зимние месяцы 2019 г. в районе станции Приморская было отмечено аномально низкое количество

Рисунок 2.11 – Изменения среднего химического состава аэрозолей (мкг/м^3) на станциях ЕАНЕТ в холодный (сверху) и теплый (снизу) сезоны по наблюдениям 2000-2019 гг.



Источник: данные Росгидромета

Рисунок 2.12 – Изменения средних годовых концентрации соединений серы (сверху) и азота (снизу) в воздухе на станциях ЕАНЕТ (мкг/м^3)



Источник: данные Росгидромета

осадков (менее 1-1,5 мм в месяц). Значения содержания сульфатов в весенних осадках, как и в предыдущие годы, было в 3-7 раз выше, чем в остальные месяцы года, при этом концентрации нитратов в течение 2019 г. имели сравнимые значения.

Сезонные изменения выпадений веществ определялись с использованием данных о годовом ходе осадков. В районе станции Приморская наибольшие выпадения нитратов и сульфатов были зафиксированы:

— в мае и августе: NO^{3-} — 0,17-0,28 г/м, SO_4^{2-} — 0,23 г/м;

— в начале осени: NO^{3-} — 0,19 г/м, SO_4^{2-} — 0,26 г/м.

В течение всего холодного периода влажные выпадения не превысили 0,29 г/м^2 для NO^{3-} и 0,53 г/м^2 для SO_4^{2-}. В итоге годовые выпадения сульфатов, нитратов и аммония составили 0,27 г/м^2, 1,0 г/м^2, 0,37 г/м^2 соответственно.

2.1.4 Качество атмосферного воздуха городских населенных пунктов

Оценка уровня загрязнения атмосферы городских населенных пунктов осуществляется путем сравнения значений концентрации загрязняющих веществ с ПДК (предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений, устанавливаемая Главным санитарным врачом Российской Федерации). При этом используются значения средних концентраций примеси, мг/м^3 или мкг/м^3 ($q_{ср}$), и максимальных разовых концентраций примеси, мг/м^3 или мкг/м^3 ($q_м$). Средние концентрации сравниваются с ПДК среднесуточными (ПДК с. с.) и годовыми (ПДК год), максимальные из разовых концентраций — с ПДК максимально разовыми (ПДК м. р.).

Для оценки качества воздуха в соответствии с РД 52.04.667-2005 используются:

1) ИЗА — комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий несколько примесей. Величина ИЗА рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций. Показатель характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха;

2) СИ — стандартный индекс — наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, деленная на ПДК м. р. Определяется по данным наблюдений на станции за одной примесью или на всех

станциях рассматриваемой территории за всеми примесями за месяц или за год. В тексте приведено количество городов, в которых СИ > 5 или СИ > 10.

3) НП — наибольшая повторяемость, %, превышения ПДК м. р. одной из примесей по данным наблюдений на всех станциях города за год.

Согласно существующим методам оценки уровень загрязнения воздуха считается:

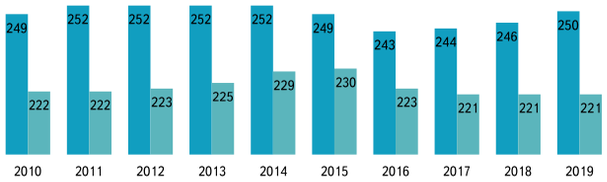
— низким — при ИЗА < 5;
— повышенным — при ИЗА от 5 до 6, СИ < 5, НП < 20%;
— высоким — при ИЗА от 7 до 13, СИ от 5 до 10, НП от 20% до 50%;
— очень высоким — при ИЗА ⩾ 14, СИ > 10, НП > 50%.

2.1.4.1 Характеристика уровня загрязнения воздуха

В 2019 г. наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха проводились в 250 городах Российской Федерации (см. Рисунок 2.13) на 677 станциях (см. Рисунок 2.14). Из них регулярные наблюдения выполнялись в 221 городе на 611 станциях за содержанием в атмосферном воздухе 54 загрязняющих веществ, в том числе 11 тяжелых металлов. В настоящий момент измеряются концентрации до 54 загрязняющих веществ.

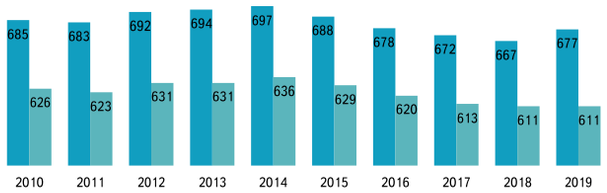
В 2019 г., согласно наблюдениям, 40 городов Российской Федерации были подвержены высокому и очень высокому загрязнению воздуха, что на 6 городов меньше, чем в 2018 г.

Рисунок 2.13 – Количество городов с наблюдениями за загрязнением воздуха (столбец 1), в том числе на сети Росгидромета (столбец 2), 2010-2019 гг.



Источник: данные Росгидромета

Рисунок 2.14 – Количество станций в городах с наблюдениями за загрязнением воздуха (столбец 1), в том числе на сети Росгидромета (столбец 2)



Источник: данные Росгидромета

2.1.4.2 Тенденции изменения качества атмосферного воздуха городов

Согласно данным наблюдений в период 2015-2019 гг. средние за год концентрации исследуемых веществ изменились следующим образом:

— взвешенных веществ — не изменились;
— бенз(а)пирена — увеличились на 21%;
— формальдегида — увеличились на 3%;
— диоксида серы, диоксида азота, оксида азота и оксида углерода — снизились на 4-16% (см. Таблицу 2.5, Рисунок 2.15).

Количество городов за период 2015-2019 гг., в которых средние за год концентрации какой-либо примеси превышают 1 ПДК, снизилось на 14 (см. Рисунок 2.16).

Рисунок 2.15 – Суммарные выбросы от стационарных источников отдельных веществ, тыс. т



Источник: данные Росгидромета

Таблица 2.5 – Тенденции изменения средних за год концентраций примесей в городах Российской Федерации, 2015-2019 гг.

Примесь	Количество городов	Тенденция средних за год концентраций, %
Взвешенные вещества	209	0
Диоксид азота	231	−16
Оксид азота	136	−15
Диоксид серы	225	−4
Оксид углерода	208	−11
Бенз(а)пирен	174	+21
Формальдегид	150	+3

Источник: данные Росгидромета

Рисунок 2.16 – Количество городов, в которых среднегодовые концентрации одного или нескольких веществ превысили 1 ПДК (1) и отмечались значения СИ больше 10 (2)



Источник: данные Росгидромета

Количество городов, в которых максимальные концентрации превышают 10 ПДК, за пять лет увеличилось на 1 город.

В список городов с наибольшим уровнем загрязнения воздуха в Российской Федерации в 2019 г. (Приоритетный список) включены 18 городов (см. Рисунок 2.17). За пять лет количество городов в Приоритетном списке увеличилось на 7.

Рисунок 2.17 – Количество городов, в которых уровень загрязнения высокий и очень высокий (ИЗА > 7) (2), в том числе городов в Приоритетном списке (1)



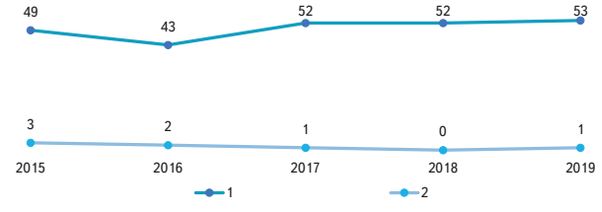
Источник: данные Росгидромета

2.1.4.3 Загрязнение атмосферного воздуха отдельными веществами

Изменения количества городов, в которых за последние 5 лет средние за год концентрации следующих веществ превысили 1 ПДК:

— взвешенных веществ — увеличилось на 4 города;
— бенз(а)пирена — увеличилось на 5 городов;
— диоксида азота — уменьшилось на 35 городов;
— формальдегида — уменьшилось на 2 города.

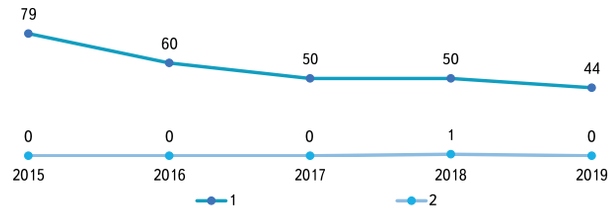
Рисунок 2.18 – Количество городов, в которых среднегодовые концентрации взвешенных веществ превысили 1 ПДК (1), СИ взвешенных веществ больше 10 (2)



Источник: данные Росгидромета

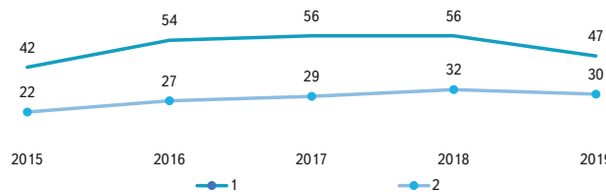
На Рисунках 2.18-2.21 продемонстрирована характеристика тенденций изменения за период 2015-2019 гг. количества городов, среднегодовые концентрации отдельных исследуемых веществ в которых превысили 1 ПДК, а СИ данных веществ больше 10.

Рисунок 2.19 – Количество городов, в которых среднегодовые концентрации диоксида азота превысили 1 ПДК (1), СИ диоксида азота больше 10 (2)



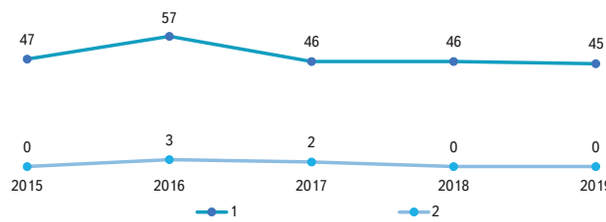
Источник: данные Росгидромета

Рисунок 2.20 – Количество городов, в которых среднегодовые концентрации бенз(а)пирена превысили 1 ПДК (1), СИ бенз(а)пирена больше 10 (2)



Источник: данные Росгидромета

Рисунок 2.21 – Количество городов, в которых среднегодовые концентрации формальдегида превысили 1 ПДК (1), СИ формальдегида больше 10 (2)



Источник: данные Росгидромета

2.1.4.4 Оценка уровня загрязнения в городских населенных пунктах

В Таблице 2.6 представлены данные о средних за год и средних из максимальных значений концентрации основных загрязняющих веществ и специфических примесей, таких как бенз(а)пирен и формальдегид, в городах Российской Федерации, согласно данным регулярных наблюдений в 2019 г.

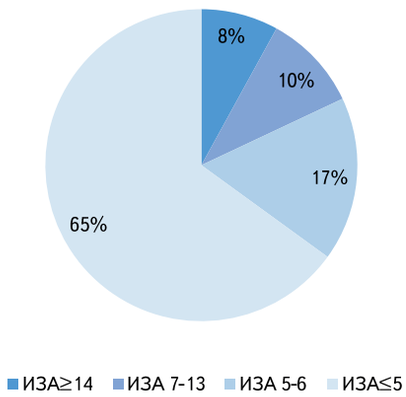
В 2019 г. в 40 городах Российской Федерации, что составляет 18% городов страны, уровень загрязнения воздуха является высоким и очень высоким (см. Рисунки 2.22, 2.23). В 65% городов

Таблица 2.6 – Средние концентрации примесей в атмосферном воздухе городов Российской Федерации и по данным регулярных наблюдений в 2019 г.

Примесь	Число городов	Средние концентрации (мкг/м^3)	
		$q_{ср}$	$q_м$
Взвешенные вещества	229	114	821
Диоксид азота	244	30	214
Оксид азота	177	16	190
Диоксид серы	241	7	158
Оксид углерода	232	1009	6100
Бенз(а)пирен (нг/м^3)	180	1,5	6,6
Формальдегид	163	9	73

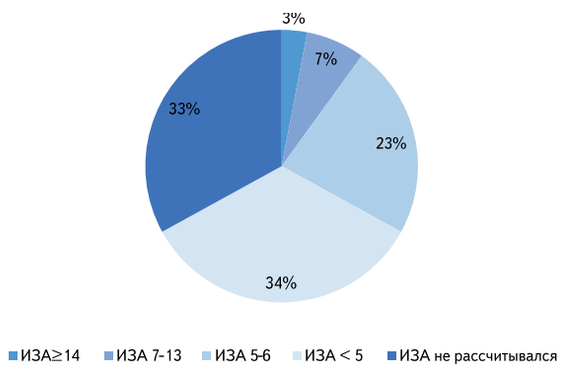
Источник: данные Росгидромета

Рисунок 2.22 – Количество городов по ИЗА, %



Источник: данные Росгидромета

Рисунок 2.23 – Численность населения (%) в городах, где ИЗА≥14 (1), 7–13 (2), 5–6 (3), ≤5 (4), ИЗА не рассчитывался из-за отсутствия наблюдений или их недостаточного количества (5)



Источник: данные Росгидромета

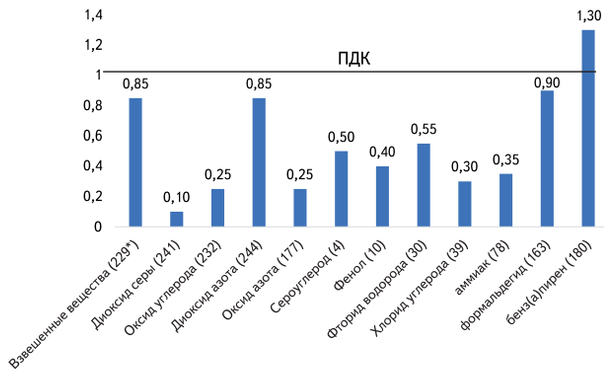
уровень загрязнения остается низким. В городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха проживает 10,6 млн чел., что составляет 10% городского населения.

Средняя за год концентрация бенз(а)пирена в 2019 г. превысила ПДК в 1,5 раза; концентрации остальных наблюдаемых веществ не превышают 1 ПДК (см. Рисунок 2.24).

В разрезе городов Российской Федерации средние из максимальных концентраций рассматриваемых примесей, за исключением диоксида серы и оксида азота, превысили 1 ПДК. Средние из максимальных концентраций аммиака, диоксида азота, оксида углерода, фторида водорода, формальдегида, фенола, взвешенных веществ, сероводорода и сероуглерода составили 1,0-2,0 ПДК, показатели для хлорида водорода и этилбензола превысили ПДК в 2,4-2,9 раза, для бенз(а)пирена — в 6,6 раза (см. Рисунок 2.25).

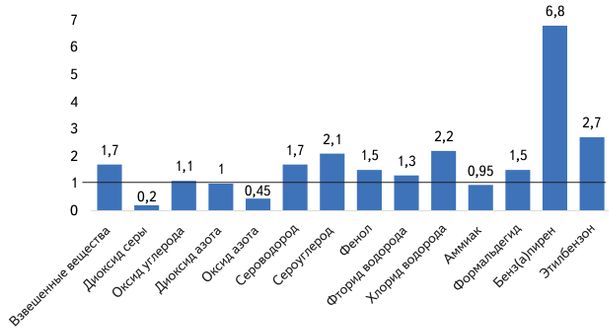
В 133 городах (53% городов из числа тех, где проводятся наблюдения) средние за год концентрации какого-либо вещества превышают 1 ПДК. В этих городах проживает 50,6 млн чел. (см. Рисунок 2.26).

Рисунок 2.24 – Средние за год концентрации примесей относительно ПДК в городах Российской Федерации, $q_{ср}$/ПДК



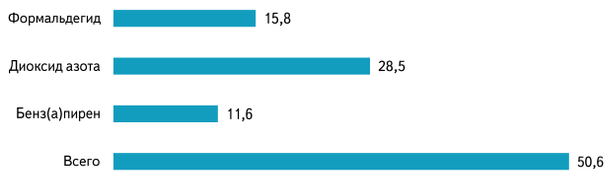
Примечание:
* – цифры в скобках указывают количество городов, в которых проводились регулярные наблюдения за данной примесью
Источник: данные Росгидромета

Рисунок 2.25 – Средние из максимальной концентрации примесей относительно ПДК в городах Российской Федерации, $q_м$/ПДК



Источник: данные Росгидромета

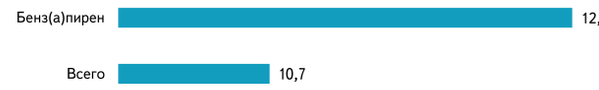
Рисунок 2.26 – Число жителей в городах, находящихся под воздействием средних концентраций примесей в воздухе выше 1 ПДК (млн чел.)



Источник: данные Росгидромета

В 53 городах отмечено превышение ПДК по среднегодовым концентрациям взвешенных веществ, бенз(а)пирена — в 47 городах, формальдегида — в 45 городах, диоксида азота — в 44 городах. При этом в 35 городах с общим населением 10,7 млн чел. максимальные концентрации загрязняющих веществ превышают 10 ПДК (см. Таблицу 2.7, Рисунок 2.27).

Рисунок 2.27 – Число жителей в городах, находящихся под воздействием максимальных концентраций примесей в воздухе выше 10 ПДК (всего) и 5 ПДК бенз(а)-пирена в 2019 г. (млн чел.)



Источник: данные Росгидромета

За исключением случаев, приведенных в Таблице 2.7, были также зафиксированы максимальные разовые концентрации этилбензола в Екатеринбурге, сероводорода — в Уфе, хлорида водорода — в Красноярске и Томске, а также среднемесячная концентрация бенз(а)пирена в Назарово, достигающие почти 10 ПДК.

Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения в 2019 г. (см. Таблицу 2.8) включает 18 городов с общим числом жителей в них 3,3 млн человек. В этот список включены города с очень высоким уровнем загрязнения воздуха, для которых комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), учитывающий из полного

Таблица 2.7 – Перечень городов Российской Федерации с зарегистрированными случаями высокого загрязнения атмосферного воздуха (максимальные разовые концентрации отдельных примесей более 10 ПДК м.р.) в 2019 г.

Города	Примесь	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК[1]
Абакан	бенз(а)пирен[3]	4	88,2
Ангарск	бенз(а)пирен[3]	2	11,5
Архангельск	бенз(а)пирен[2]	2	29,8
Барнаул	бенз(а)пирен[3]	5	15,5
Бийск	бенз(а)пирен[3]	2	11,8
Братск	бенз(а)пирен[3]	4	31,6
Зима	бенз(а)пирен[3]	4	44,2
Иркутск	бенз(а)пирен[3]	5	16,5
Кемерово	бенз(а)пирен[3]	1	14,6
Комсомольск-на-Амуре	бенз(а)пирен[3]	1	20,0
Красноярск	бенз(а)пирен[3]	15	22,0
Курган	бенз(а)пирен[3]	1	11,4
Кызыл	бенз(а)пирен[3]	5	51,3
Лесосибирск	бенз(а)пирен[3]	4	31,6
Магнитогорск	свинец[2]	1	13,0
Минусинск	бенз(а)пирен[3]	4	82,5
Никель	диоксид серы	3	>10
Новодвинск	бенз(а)пирен[2]	2	52,8
Новокузнецк	бенз(а)пирен[3]	8	37,6

Города	Примесь	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК[1]
Новосибирск	бенз(а)пирен[3]	1	14,7
Петровск-Забайкальский	бенз(а)пирен[3]	1	16,9
Рязань	сероводород	1	>10
(п. Турлатово)	фенол	1	>10
Самара	сероводород	1	>12,5
Саянск	бенз(а)пирен[3]	1	11,5
Свирск	бенз(а)пирен[3]	5	62,7
Селенгинск	бенз(а)пирен[3]	4	25,6
Улан-Удэ	бенз(а)пирен[3]	10	43,5
Усолье-Сибирское	бенз(а)пирен[3]	8	19,7
Уссурийск	бенз(а)пирен[3]	1	11,9
Чегдомын	бенз(а)пирен[3]	1	14,8
Черемхово	бенз(а)пирен[3]	8	31,7
Черногорск	бенз(а)пирен[3]	4	40,2
Чита	бенз(а)пирен[3]	14	58,7
Шелехов	бенз(а)пирен[3]	4	19,1
Южно-Сахалинск	взвешенные вещества[2]	1	13,3

Примечание:
[1] – приведены наибольшие разовые концентрации примесей, деленные на максимальную разовую ПДК м.р.;
[2] – приведены среднесуточные концентрации, деленные на ПДК с.с.;
[3] – приведены среднемесячные концентрации, деленные на ПДК с.с.
Источник: данные Росгидромета

Таблица 2.8 – Города с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы (ЗА) и вещества, его определяющие, в 2019 г.

Города	Вещества, определяющие уровень ЗА	Города	Вещества, определяющие уровень ЗА
Абакан	**БП,** NO_2, CO, ВВ, Ф	Свирск	**БП, ВВ,** NO_2, SO_2, CO
Братск	**БП, ВВ, CS_2,** Ф, HF	Селенгинск	**БП, O_3, PM2.5, PM10, ВВ**
Зима	**БП,** NO_2, HCl, Ф, CO	Улан-Удэ	**БП, PM2.5, PM10, ВВ, Ф**
Иркутск	**БП, ВВ, NO_2,** Ф, NO	Усолье-Сибирское	**БП,** ВВ, NO_2, Ф, SO_2
Кызыл	**БП, ВВ, NO_2,** Ф, CO	Черемхово	**БП, NO_2, ВВ,** SO_2, NO
Лесосибирск	**БП, ВВ, Ф,** NO_2, CO	Черногорск	**БП,** NO_2, Ф, ВВ, CO
Минусинск	**БП,** NO_2, Ф, ВВ, CO	Чита	**БП, ВВ, фенол,** NO_2, Ф
Новокузнецк	**БП,** ВВ, HF, NO_2, NH_3	Шелехов	**БП, O_3, ВВ, PM10,** NO_2
Норильск*	**SO_2,** NO, NO_2, ВВ, БП	Южно-Сахалинск	**Ф, БП, NO_2, углерод (сажа), ВВ**

Примечание:
БП – бенз(а)пирен, ВВ – взвешенные вещества, PM – взвешенные частицы фракций PM10 и PM2.5, Ф – формальдегид, CO – оксид углерода, CS_2 – сероуглерод, HCl – хлорид водорода, HF – фторид водорода, NH_3 – аммиак, NO_2 – диоксид азота, NO – оксид азота, O_3 – приземный озон, SO_2 – диоксид серы. Выделены вещества с наибольшим вкладом в уровень ЗА
* с учетом значительных объемов выбросов диоксида серы и данных наблюдений за химическим составом осадков. Города Приоритетного списка не ранжируются по уровню загрязнения воздуха
Источник: данные Росгидромета

перечня определяемых в городе 5 загрязняющих веществ, вносящих наибольший вклад в уровень загрязнения, равен или выше 14. При формировании перечня городов учитываются также показатели, характеризующие уровень кратковременного воздействия загрязненного воздуха (стандартный индекс — СИ и наибольшая повторяемость превышения ПДК — НП).

Аномально высокие температуры в зимний период 2019 г. привели к снижению концентраций бенз(а)пирена в воздухе (за счет снижения нагрузки на отопительную систему городов) и,

как следствие, исключению из Приоритетного списка 5 городов (по сравнению с 2018 г.):
— Ангарск — Иркутская область;
— Барнаул — Алтайский край;
— Искитим — Новосибирская область;
— Красноярск — Красноярский край;
— Петровск-Забайкальский — Забайкальский край.

В 2019 г. в Красноярске отмечено значительное снижение концентраций относительно 2018 г. следующих веществ:
— взвешенных веществ — на 12%;
— оксида азота — на 36%;
— фенола — на 30%;
— фторида водорода — на 50%;
— формальдегида — на 13%;
— бенз(а)пирена — на 40%; также было выявлено снижение количества случаев высокого загрязнения бенз(а)пиреном с 24 до 15.

Столь существенное снижение концентраций отдельных веществ в Красноярске связывают, в первую очередь, с метеорологическими условиями года, способствовавшими более активному очищению атмосферного воздуха, особенно в холодный период года, и, кроме того, с проведением комплексных мероприятий с целью улучшения экологической обстановки в период подготовки и проведения зимней Универсиады-2019, которые включали, в том числе, замену угля для отопления частного сектора на альтернативные виды топлива. На данной территории также было отмечено снижение повторяемости приземных инверсий, застоев, слабого ветра, способствующих накоплению загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы, и при этом увеличение количества дней с осадками.

Южно-Сахалинск, исключенный из списка в 2015 г. в связи с существенным снижением концентраций взвешенных веществ, бенз(а)пирена, сажи и формальдегида, в 2019 г. оказался вновь включен в него. В г. Южно-Сахалинске и его окрестностях отсутствуют нефтеперерабатывающие предприятия. Единственный нефтеперерабатывающий завод АО «Петросах» находится в Смирныховском районе Сахалинской области. За пятилетний период наблюдения тенденция по снижению концентрации бенз(а)пирена составила 25%, диоксида азота — 38,7%.

Остальная часть Приоритетного списка осталась неизменной относительно версии 2018 г. Сохраняет позицию в списке и Норильск, характеризующийся максимальными в Российской Федерации объемами выбросов диоксида серы. Выполненная оценка выпадений серы с осадками в наиболее загрязненных населенных пунктах Российской Федерации в сопоставлении с установленными значениями критической нагрузки серы сульфатной на окружающую среду (2 т/км^2 в год) показала, что влажные выпадения серы в г. Норильске (9,1 т/км^2 в год) превысили критическое значение нагрузки в 4,6 раза, но при этом в 2018 г. данный показатель превышал критическое значение 5,2 раза, что говорит о незначительном улучшении экологической обстановки в Норильске.

В Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха вошли: 12 городов, где основными источниками выбросов являются предприятия топливно-энергетического комплекса, 3 города — предприятия черной, цветной и алюминиевой промышленности, 4 — угольной и горнодобывающей, предприятия машиностроения, лесной и деревообрабатывающей, химической и нефтеперерабатывающей, а также целлюлозно-бумажной промышленности по 2 города.

Во всех городах Приоритетного списка вклад в очень высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха вносит бенз(а)пирен, в наибольших количествах поступающий в воздух в результате сжигания твердого топлива. Существенный вклад в уровень загрязнения воздуха в 11 городах вносят также сверхнормативные среднегодовые концентрации взвешенных веществ, в 4 — диоксида азота, в 3 — формальдегида. в 3 — приземного озона, в 3 — взвешенных частиц PM10.

Все города Приоритетного списка расположены в Азиатской части территории Российской Федерации, характеризующейся особо неблагоприятными для рассеивания примесей метеорологическими условиями.

2.1.5 Радиационная обстановка

Радиационная обстановка на территории Российской Федерации остается спокойной, существенных изменений по сравнению с 2018 г. не отмечено.

В 2018-2019 гг. проводились следующие измерения характеристик радиационной обстановки на территории Российской Федерации:
— наблюдения за радиоактивными атмосферными выпадениями — на 356 пунктах;
— за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы — на 53 пунктах;
— за объемной активностью трития в атмосферных осадках — на 32 пунктах;
— за объемной активностью трития в водах рек — на 15 пунктах;
— за объемной активностью ^{90}Sr в водах рек и озер — на 43 пунктах;
— за объемной активностью ^{90}Sr в морях — на 10 станциях;

— за содержанием гамма-излучающих радионуклидов в морском грунте — в 10 пунктах.

Результаты мониторинга радиоактивного загрязнения компонентов природной среды техногенными радионуклидами в 2018-2019 гг. на территории Российской Федерации за пределами отдельных территорий, загрязненных в результате аварийных ситуаций, приведены в Таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Радиоактивность компонентов природной среды на территории Российской Федерации, 2018-2019 гг.

Радионуклиды, параметры	Единицы измерений	Диапазон среднемесячных значений (минимальное – максимальное)		Допустимые уровни
		2018	2019	
Воздух				$ДОА_{НАС}$[1], Бк/м^3
Объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере				
Σβ	10^{-5} Бк/м^3	13,48 - 29,11	12,71 - 20,47	-
^{137}Cs	10^{-7} Бк/м^3	1,01 - 2,14	1,12 - 1,37	27
^{90}Sr	10^{-7} Бк/м^3	0,07 - 7,30	0,10 - 5,0	2,7
$^{239+240}$Pu (Обнинск)	10^{-9} Бк/м^3	1,0 - 8,7	0,54 - 38,5	$2,5 \cdot 10^{-3}$
Радиоактивные атмосферные выпадения				
Σβ	Бк/м^2·сутки	0,06 - 8,74	0,26 - 3,91	-
^{137}Cs	Бк/м^2·квартал	0,022 - 0,039	0,023 - 0,041	-
^{3}H	Бк/м^2·мес.	34 - 122	37 - 172	-
Объемная активность радионуклидов в атмосферных осадках				
^{3}H	Бк/л	1,13 - 2,13	1,15 - 2,42	-
Вода				УВ[2], Бк/л
Объемная активность радионуклидов в речной воде				
^{90}Sr	мБк/л	1,5 - 11,0	1,7 - 7,6*	4,9
^{3}H	Бк/л	1,2 - 2,3	0,9 - 2,2	7 600
Объемная активность радионуклидов в морской воде				
^{90}Sr	мБк/л	1,2 - 4,8**	1,14 - 5,7**	-

Примечания:
[1] – допустимая объемная активность радионуклида в воздухе для населения по НРБ-99/2009
[2] – уровень вмешательства для населения (допустимая объемная активность питьевой воды) по НРБ-99/2009
* – р. Колва – 14,3 мБк/л
** – без Таганрогского залива Азовского моря
Источник: данные Росгидромета

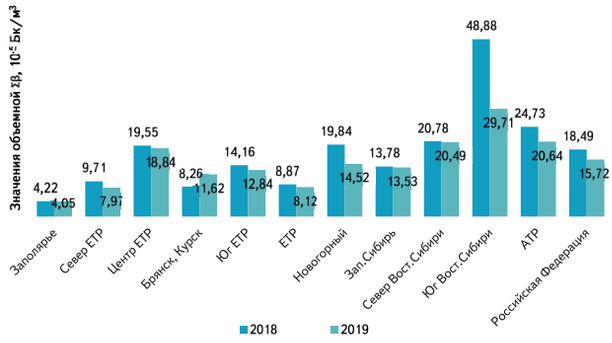
Среднемесячная объемная активность $^{239+240}$Pu в воздухе, измеряемая в г. Обнинске Калужской обл., в 2019 г. увеличилась в 1,4 раза по сравнению с показателями 2018 г. и составила $4,9 \cdot 10^{-9}$ Бк/м^3 при значении $3,5 \cdot 10^{-9}$ Бк/м^3 в 2018 г.

Содержание техногенных радионуклидов в приземной атмосфере на территории Российской Федерации осталось на уровне прошлого года и оказалось на 6-7 порядков ниже значений допустимой среднегодовой объемной активности, а в пресноводных водоемах — на 3-4 порядка ниже уровней вмешательства, установленных требованиями Санитарных правил и нормативов СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009» для населения (далее НРБ-99/2009).

Объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере

В 2019 г. было отмечено снижение среднегодовых значений объемной Σβ в приземном слое атмосферы в пос. Новогорный (Челябинская обл.) с $19,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3 в 2018 г. до $14,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3 в 2019 г. и на юге ЕТР с $14,16 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3 до $12,84 \cdot 10^{-5}$ Бк м^3 соответственно. Существенные изменения коснулись юга

Рисунок 2.28 – Средние значения объемной Σβ в приземном слое атмосферы на территории Российской Федерации, 2018-2019 гг.



Источник: данные Росгидромета

Восточной Сибири: в данном районе зафиксировано снижение среднегодовых значений объемной Σβ с 48,88·10^{-5} Бк/м^3 в 2018 г. до 29,71·10^{-5} Бк/м^3 в 2019 г. В центре ЕТР показатели сохранились на уровне 2018 г. — 18,84·10^{-5} Бк/м^3 в 2019 г. при 19,55·10^{-5} Бк/м^3 в 2018 г. В среднем по Российской Федерации можно отметить незначительное уменьшение значений с 18,73·10^{-5} Бк/м^3 в 2018 г. до 15,72·10^{-5} Бк/м^3 в 2019 г. О постепенной стабилизации глобального техногенного фона можно говорить в связи с особенно низким уровнем объемной Σβ в Заполярье (4,06·10^{-5} Бк/м^3 в 2019 г. и 4,22·10^{-5} Бк/м^3 в 2018 г.).

По данным наблюдений за радиоактивным загрязнением атмосферы существенно сократилось количество случаев кратковременного превышения над фоновыми уровнями объемной Σβ радионуклидов в аэрозолях: с 86 случаев в 2018 г. до 32 случаев в 2019 г.

В 2019 г. были зафиксированы следующие максимальные значения объемной Σβ:

1) в январе:

— Самара — 426,0·10^{-5} Бк/м^3 при среднемесячном 49,0·10^{-5} Бк/м^3;

— Уяр (Красноярский край) — 146,1·10^{-5} Бк/м^3 при среднемесячном 22,4·10^{-5} Бк/м^3;

— Вологда — 70,3·10^{-5} Бк/м^3 при среднемесячном 3,3·10^{-5} Бк/м^3;

2) в августе:

— Северодвинск — 431,0·10^{-5} Бк/м^3 при среднемесячном 3,3·10^{-5} Бк/м^3;

3) в ноябре:

— Обнинск (Калужская обл.) — 99,8·10^{-5} Бк/м^3 при среднемесячном 17,3·10^{-5} Бк/м^3.

Среднегодовая, взвешенная по территории Российской Федерации, объемная активность ^{137}Cs в 2019 г. составила 1,12·10^{-7}-1,63·10^{-7} Бк/м^3, что меньше показателя 2018 г., равного 1,01·10^{-7}-2,14·10^{-7} Бк/м^3. В следующих городах были отмечены значения, повышенные относительно фоновых:

— в г. Курске — 15,7·10^{-7} Бк/м^3 в сентябре;

— в г. Нововоронеже — 12,3·10^{-7} Бк/м^3 в сентябре;

— в г. Барнауле — 9,1·10^{-7} Бк/м^3 во втором квартале.

Среднемесячные значения объемной активности ^{137}Cs в воздухе в 2019 г. оказались на шесть-семь порядков ниже допустимой объемной активности ^{137}Cs в воздухе для населения ($ДОА_{НАС}$) по НРБ-99/2009, сохранившись на уровне прошлого года.

Объемная активность $^{239+240}$Pu в приземном слое атмосферы, наблюдаемая в г. Обнинске, в 2019 г. варьировалась в пределах от 0,54·10^{-9} Бк/м^3 в феврале до 38,5·10^{-9} Бк/м^3 в апреле.

Средняя объемная активность этих изотопов в воздухе г. Обнинска существенно возросла и превысила показатель 2018 г. (3,5·10^{-9} Бк/м^3) в 1,4 раза, составив 4,9·10^{-9} Бк/м^3. Все зафиксированные величины на шесть порядков ниже допустимой объемной активности во вдыхаемом воздухе для населения по НРБ-99/2009 (2,5·10^{-9} Бк/м^3).

Радиоактивные атмосферные выпадения

В целом в 2019 г. на территории Российской Федерации был зафиксирован 21 случай высоких значений Σβ атмосферных выпадений, что почти в 2 раза меньше аналогичного значения в 2018 г. (41 случай). Повышенные среднемесячные величины Σβ атмосферных выпадений наблюдались в следующих пунктах:

— г. Астрахань — 6 случаев;

— г. Красноярск — 2 случая;

— г. Волгоград — 2 случая;

— а также по одному случаю в 11 пунктах.

Средняя по Российской Федерации плотность выпадения ^{137}Cs из атмосферы на подстилающую поверхность в 2019 г. практически не изменилась по сравнению с 2018 г. (0,12 Бк/м^2 в год) и составила 0,13 Бк/м^2 в год. Выпадения ^{90}Sr глобального происхождения на большей части территории Российской Федерации оказались ниже предела обнаружения, то есть менее 0,2 Бк/м^2 в год. Выпадение трития с осадками в 2019 г. составило 73,5 Бк/м^2 при 63,7 Бк/м^2 в 2018 г.

Объемная активность радионуклидов в атмосферных осадках

Среднемесячное содержание трития (^{3}H) в атмосферных осадках и месячные выпадения его из атмосферы с осадками в 2019 г. варьировались от пункта к пункту в пределах 0,24-4,35 Бк/л и, соответственно, 0,7-654,5 Бк/м^2 в месяц. Среднее содержание трития в осадках по Российской Федерации, в 2018 г. составлявшее 1,64 Бк/л, в 2019 г. незначительно возросло до 1,79 Бк/л.

2.2 Выбросы загрязняющих веществ

Общий объем выбросов загрязняющих веществ в 2019 г, сократился в 1,4 раза по сравнению с 2018 г. и составил (по данным Росприроднадзора) 22734 тыс. т, что является наименьшим значением за период наблюдений 2010-2019 гг. Выбросы от стационарных источников несколько возросли по сравнению с показателями 2018 г. (17068 тыс. т) и составили 17295 тыс. т. Основным фактором значительного снижения валового объема выбросов загрязняющих веществ в 2019 г. стало существенное сокращение выбросов от передвижных источников — 5439 тыс. т против 15259 тыс. т в 2018 г., при этом значение выбросов от железнодорожного транспорта лишь незначительно снизилось с 151 тыс. т в 2018 г. до 148 тыс. т в 2019 г. Серьезные изменения коснулись характеристик выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта — данный показатель в 2019 г. уменьшился в 2,9 раза по сравнению с 2018 г. и составил 5291 тыс. т. Подобное падение выбросов связано, прежде всего, с сокращением выбросов оксида углерода: в 2018 г. выбросы составили 11700 тыс. т, а в 2019 г. уже 3745 тыс. т. Вероятнее всего, изменение данного показателя связано с изменением системы учета оксида углерода, отходящего от передвижных источников, а также с увеличением количества автомобилей с газовым двигателем.

Линейный восходящий тренд общего объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу с 2014 г. в 2019 г. резко сменил направление, когда сильно уменьшились выбросы от передвижных источников. В свою очередь, объем выбросов от стационарных источников поддержал среднемноголетний тренд (см. Рисунок 2.29).

В разрезе федеральных округов в 2019 г. наибольший уровень выбросов загрязняющих веществ

Рисунок 2.29 – Динамика объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников, 2010-2019 гг., тыс. т



Источник: данные Росприроднадзора

Рисунок 2.30 – Распределение объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников в разрезе федеральных округов в 2019 г., тыс. т



Источник: данные Росприроднадзора

в атмосферу от стационарных источников зафиксирован в Сибирском федеральном округе, как и в 2018 г., значения изменились несущественно — возросли с 5216,8 тыс. т до 5626,2 тыс. т. Федеральный округ, лидирующий по значениям выбросов от передвижных источников — Центральный федеральный округ — также сохранился, но при этом в 2019 г. отмечено снижение показателей выбросов веществ от передвижных источников в данном округе в 2,9 раза по сравнению с 2018 г. ввиду аналогичных с общими выбросами причин.

Наименьший объем выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников зафиксирован в Северо-Кавказском федеральном округе (165,2 тыс. т), от передвижных — в Дальневосточном федеральном округе (348,71 тыс. т).

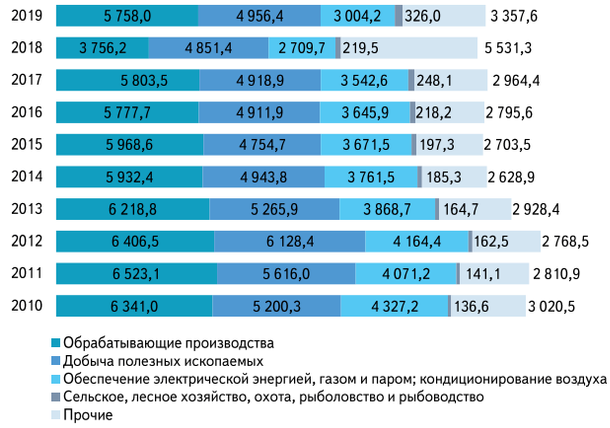
Распределение объема выбросов от стационарных источников по видам экономической деятельности осуществляется в следующей градации (см. Рисунок 2.31):

1) «обрабатывающие производства» — вклад в 2019 г. составил 5758 тыс. т или 33% от общего объема выбросов от стационарных источников, показатель значительно превышает аналогичный абсолютный показатель 2018 г. (3756,2 тыс. т) и относительный (22% в 2018 г.), в связи с ростом отрасли на 1,1%;

2) «добыча полезных ископаемых» — абсолютный вклад в 2019 г. сохранился на уровне прошлого года — 4956,4 тыс. т, относительный также остался неизменным — 28,5%;

3) «обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» — абсолютное значение выбросов от стационарных источников несколько возросло — с 2709,7 тыс. т до 3004,2 тыс. т, относительный

Рисунок 2.31 – Динамика объема выбросов от стационарных источников по видам экономической деятельности, 2010-2019 гг.



Примечание:
с 2012 г. с учетом индивидуальных предпринимателей;
с 2017 г. название ОКВЭДа «производство и распределение электроэнергии, газа и воды» изменилось на «обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха».
Источник: данные Росприроднадзора

показатель — 17,3% — при этом остался на уровне 2018 г. (15,9%);

4) «сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» — в 2019 г. абсолютный показатель существенно возрос и составил 326 тыс. т, что в 1,5 раза больше объема выбросов от стационарных источников, приходящегося на данный сектор в 2018 г.; относительный вклад остался на уровне 1-2% от общего объема.

5) «прочие» — абсолютный показатель значительно снизился с 5531,3 тыс. т до 3357,6 тыс. т, относительный показатель остался на уровне 1-2%.

Основная масса выбросов от стационарных источников приходится на предприятия и организации, расположенные на территории городов и городских округов, ранжированных по показателю «Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ за 2019 г.» перечень которых представлен в Таблице 2.10.

Данные о значениях выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в 12 крупных промышленных центрах, обозначенных в Указе Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических

Таблица 2.10 – Ранжированный перечень городов и городских округов Российской Федерации, характеризующихся наибольшими значениями показателя «Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников» в 2019 г.

Город, городской округ	Количество загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников загрязнения, тыс. т	Улавливание и обезвреживание		Утилизация		Всего выброшено в атмосферу загрязняющих веществ, тыс. т
		Всего, тыс. т	Уловлено в % к количеству загрязняющих веществ	Всего, тыс. т	Утилизировано загрязняющих веществ в % к уловленным	
г. Норильск (Красноярский край)	3200,8	1362,6	42,6	1362,6	100,0	1838,2
Новокузнецкий (Кемеровская область)	1893,7	1567,0	82,8	1455,1	92,9	326,7
г. Череповец (Вологодская область)	974,9	678,5	69,6	490,4	72,3	296,4
г. Липецк (Липецкая область)	1420,3	1145,4	80,6	787,9	68,8	274,9
Рефтинский (Свердловская область)	4737,6	4480,0	94,6	3,5	0,1	257,5
Красноярск (Красноярский край)	825,6	608,8	73,7	268,0	44,0	216,8
Междуреченский (Кемеровская область)	217,9	13,6	6,2	5,9	43,5	204,3
г. Уфа (Республика Башкортостан)	285,0	82,8	29,0	27,8	33,6	202,2
Воркута (Республика Коми)	371,7	193,4	52,0	10,6	5,5	178,3
Челябинский (Челябинская область)	487,2	347,6	71,3	240,1	69,1	139,6
г. Омск (Омская область)	1736,3	1603,5	92,4	147,0	9,2	132,8

Город, городской округ	Количество загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников загрязнения, тыс. т	Улавливание и обезвреживание		Утилизация		Всего выброшено в атмосферу загрязняющих веществ, тыс. т
		Всего, тыс. т	Уловлено в % к количеству загрязняющих веществ	Всего, тыс. т	Утилизировано загрязняющих веществ в % к уловленным	
г. Нижний Тагил (Свердловская область)	708,3	587,1	82,9	243,3	41,5	121,3
г. Магнитогорск (Челябинская область)	342,1	228,9	66,9	133,0	58,1	113,2
Беловский (Кемеровская область)	478,8	372,2	77,7	6,3	1,7	106,6
г. Братск (Иркутская область)	288,6	183,7	63,7	80,5	43,8	104,9
Качканарский (Свердловская область)	346,1	263,1	76,0	263,0	100,0	83,1
г. Иркутск (Иркутская область)	419,6	340,8	81,2	47,0	13,8	78,8
Ленинск-Кузнецкий (Кемеровская область)	91,8	13,0	14,2	10,2	77,9	78,7
г. Костомукша (Республика Карелия)	91,8	16,6	18,1	16,6	100,0	75,1
г. Ярославль (Ярославская область)	81,0	13,8	17,1	11,0	79,2	67,1
г. Саяногорск (Республика Хакасия)	131,8	68,4	51,9	64,7	94,6	63,4
г. Тула (Тульская область)	227,9	164,8	72,3	155,1	94,1	63,1
г. Новотроицк (Оренбургская область)	254,1	197,5	77,7	193,6	98,0	56,6
г. Благовещенск (Амурская область)	312,6	260,9	83,5	3,3	1,3	51,7
г. Волжский (Волгоградская область)	61,6	12,5	20,3	2,7	21,5	49,1
г. Новосибирск (Новосибирская область)	376,3	327,8	87,1	10,3	3,2	48,5
г. Стерлитамак (Республика Башкортостан)	171,8	123,6	72,0	2,9	2,4	48,2
г. Барнаул (Алтайский край)	264,2	216,1	81,8	17,2	8,0	48,1
г. Мончегорск (Мурманская область)	227,6	179,9	79,1	177,8	98,8	47,6
Усинск (Республика Коми)	47,7	0,2	0,3	0,0	0,0	47,5
г. Назарово (Красноярский край)	202,6	156,1	77,1	1,6	1,0	46,5
г. Сургут (Ханты-Мансийский автономный округ - Югра)	45,4	0,1	0,2	0,0	33,6	45,3
г. Новороссийск (Краснодарский край)	754,8	710,6	94,1	710,6	100,0	44,2

Город, городской округ	Количество загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников загрязнения, тыс. т	Улавливание и обезвреживание		Утилизация		Всего выброшено в атмосферу загрязняющих веществ, тыс. т
		Всего, тыс. т	Уловлено в % к количеству загрязняющих веществ	Всего, тыс. т	Утилизировано загрязняющих веществ в % к уловленным	
г. Тюмень (Тюменская область)	107,0	63,4	59,2	58,6	92,5	43,7
Серовский (Свердловская область)	83,9	42,7	50,9	38,2	89,3	41,2
Пелым (Свердловская область)	39,7	0,0	0,0	0,0	0,0	39,7
г. Ачинск (Красноярский край)	2699,8	2660,7	98,6	2539,7	95,5	39,1
г. Хабаровск (Хабаровский край)	347,8	309,2	88,9	6,6	2,1	38,5
г. Салават (Республика Башкортостан)	39,6	5,2	13,2	5,2	99,2	34,4
г. Новодвинск (Архангельская область)	223,9	194,4	86,8	28,4	14,6	29,5
г. Чита (Забайкальский край)	199,7	171,9	86,1	1,1	0,7	27,8
г. Заринск (Алтайский край)	36,1	9,3	25,7	8,7	93,8	26,8
г. Краснодар (Краснодарский край)	26,0	1,4	5,2	0,2	11,9	24,7
г. Екатеринбург (Свердловская область)	31,3	7,1	22,6	5,6	79,3	24,2
г. Киров (Кировская область)	52,0	27,8	53,4	1,6	5,8	24,2
г. Горячий Ключ (Краснодарский край)	12,1	0,0	0,4	0,0	100,0	12,1
г. Медногорск (Оренбургская область)	184,6	177,9	96,4	177,9	100,0	6,7

Примечание:
ранжирование городов и городских округов осуществлено по показателю «Всего выброшено в атмосферу загрязняющих веществ» (последний столбец)
Источник: данные Росприроднадзора

задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г.», говорят о снижении уровня рассматриваемых показателей относительно 2018 г. Повышение объемов выбросов в атмосферный воздух отмечено в 3 городах (25% от числа городов, включенных в Указ Президента):

— в Норильске — на 1,8%;
— в Челябинске — на 2,5%;
— в Красноярске — на 86,6% (резкое увеличение объема выбросов загрязняющих веществ обосновано тем фактом, что основной вклад (60%) в загрязнение атмосферного воздуха г. Красноярска вносят такие предприятия, как АО «РУСАЛ Красноярск», ООО «Сибирская генерирующая компания», ООО «Красноярский цемент», суммарный выброс загрязняющих веществ которых в 2019 году составил 97,4 тыс. т).

Снижение объемов выбросов загрязняющих веществ в 2019 г. по сравнению с 2018 г. отмечено в 9 городах, наибольшее относительное снижение зафиксировано в г. Чита (на 44,3%), наименьшее — в г. Нижний Тагил (на 1,5%) (см. Таблицу 2.11).

Таблица 2.11 – Характеристика городов, включенных в Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204, по показателю «Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников», 2018-2019 гг.

Города и городские округа, включенные в Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204	Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, тыс. т		Направление изменения динамики, %
	2018	2019	
г. Норильск (Красноярский край)	1805,2	1838,2	↑ 1,8
г. Новокузнецк (Кемеровская область)	361,3	326,7	↓ 9,6
г. Липецк (Липецкая область)	284,6	274,9	↓ 3,4
г. Череповец (Вологодская область)	312,8	296,4	↓ 5,2
г. Челябинск (Челябинская область)	136,2	139,6	↑ 2,5
г. Магнитогорск (Челябинская область)	203,2	113,2	↓ 44,3
г. Омск (Омская область)	186,5	132,8	↓ 28,8
г. Красноярск (Красноярский край)	116,2	216,8	↑ 86,6
г. Нижний Тагил (Свердловская область)	123,1	121,3	↓ 1,5
г. Братск (Иркутская область)	112,8	104,9	↓ 7
г. Чита (Забайкальский край)	31,1	27,8	↓ 10,6
г. Медногорск (Оренбургская область)	7,4	6,7	↓ 9,5

Источник: данные Росприроднадзора

2.2.1 Выбросы основных загрязняющих веществ

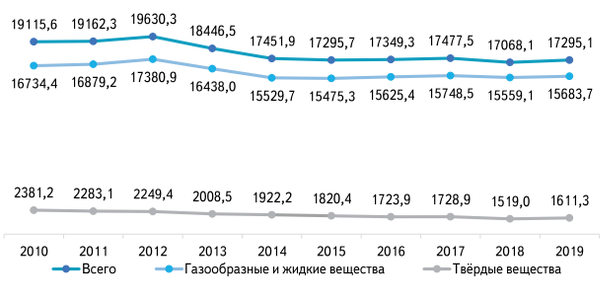
Общий объем выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников в 2019 г. составил 17295 тыс. т, в том числе:

— твердых веществ — 1611 тыс. т;

— газообразных и жидких веществ — 15684 тыс. т.

Преобладание доли твердых веществ в общем объеме снижения выбросов (см. Рисунок 2.32) в значительной мере объясняется относительной простотой и меньшими затратами на проведение мероприятий по улавливанию, обезвреживанию и снижению их образования по сравнению с газообразными и жидкими соединениями, а также другими мерами в отношении выбросов твердых частиц.

Рисунок 2.32 – Динамика выбросов твердых, газообразных и жидких веществ, отходящих от стационарных источников, 2010-2019 гг., тыс. т

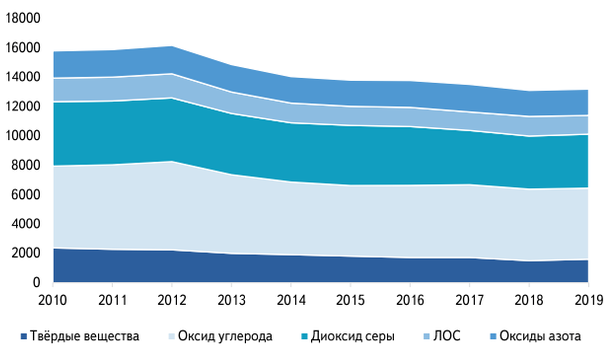


Источник: данные Росприроднадзора

Основными загрязняющими веществами, поступающими в атмосферный воздух вместе с выбросами предприятий различных отраслей промышленности и транспорта, являются пыль, диоксид серы, оксиды азота, оксид углерода. При сжигании газа в условиях недостаточного количества воздуха или при охлаждении пламени горелок в атмосферу выбрасываются углеводороды.

Анализ объемов выбросов в разрезе конкретных загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух стационарными источниками за 2010-2019 гг. (см. Рисунок 2.33) показывает снижение с 2010 г. количества выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников по всем основным компонентам. Что касается динамики данного показателя по автотранспорту,

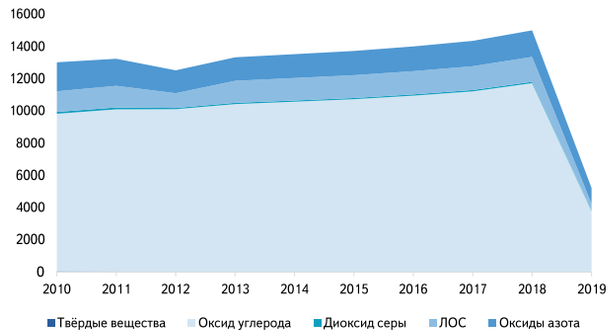
Рисунок 2.33 – Динамика выбросов основных загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников, 2010-2019 гг., тыс. т



Источник: данные Росприроднадзора

до 2018 г. наблюдался рост по оксиду углерода и летучим соединениям и снижение по остальным ингредиентам, однако в 2019 г. тенденция приняла иной характер — отмечается резкое снижение по всем компонентам (см. Рисунок 2.34).

Рисунок 2.34 – Динамика выбросов основных загрязняющих веществ в атмосферный воздух от автотранспорта, 2010-2019 гг., тыс. т



Источник: данные Росприроднадзора

В 2019 г. доля твердых веществ в выбросах от стационарных источников составила 9,3% от общего объема выбросов от стационарных источников. Объем выбросов твердых веществ от стационарных источников составил 1611 тыс. т, что незначительно ниже показателя 2018 г. — на 6,8% — и на 32,3% ниже показателя 2010 г. В 2019 г. доля твердых веществ (прежде всего сажи, С) в выбросах автотранспортных средств составила 0,56% от общего объема выбросов автотранспортных средств. Объем выбросов твердых веществ от автотранспорта составил 29,53 тыс. т, что на 4,8% выше показателя 2018 г. и на 45,1% ниже показателя 2010 г.

Наибольший вклад в выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух в 2019 г. внес оксид углерода. На его долю пришлось 28,0% общего поступления этих веществ в воздушный бассейн от стационарных источников и 70,8% всех выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта. Выбросы этого вещества от стационарных источников составили 4834,6 тыс. т, что на 0,7% ниже уровня 2018 г. и на 13,1% ниже уровня 2010 г. Выбросы от автотранспорта составили 3745,6 тыс. т, что на 68,0% ниже показателя 2018 г. и на 61,7% ниже уровня 2010 г.

Как и в 2018 г. рассматриваемая пропорция показателей выбросов диоксида серы имела обратный вид: на это вещество приходилось свыше 21,0% поступления в атмосферу выбросов от стационарных источников, но менее 1,0% от всех выбросов автотранспорта. Выбросы диоксида серы от стационарных источников составили 3676,7 тыс. т, что на 1,7% превышает показатель 2018 г., но на 16,2% ниже уровня 2010 г. Выбросы от автотранспорта составили 37,43 тыс. т, что на 56,1% ниже значений 2018 г. и на 66,8% ниже уровня 2010 г. Существенного сокращения выбросов диоксида серы от автотранспортных средств удалось достичь за счет использования видов автомобильного топлива с низким содержанием серы.

В 2019 г. доля летучих органических соединений (ЛОС) составила:

— по стационарным источникам — 7,4%;

— по автотранспорту — 8,2%.

Объем выбросов ЛОС от стационарных источников составил 1271,5 тыс. т, что на 4,8% ниже уровня 2018 г. и на 20,8% ниже уровня 2010 г. Выбросы от автотранспорта составили 432,3 тыс. т, что на 72,0% ниже показателя 2018 г. и на 66,2% ниже показателя 2010 г.

Доля оксидов азота в выбросах от стационарных источников осталась неизменной с 2018 и 2017 гг. и составила 10,4%, при этом доля оксидов азота в выбросах от автотранспорта повысилась с 10,9% до 18,5%. Выбросы оксидов азота от стационарных источников составили 1799,0 тыс. т, что всего на 1,6% превышает уровень 2018 г. и на 3,0% ниже уровня 2010 г. Выбросы от автотранспорта составили 979,3 тыс. т, что на 40,6% ниже показателя 2018 г. и на 45,6% ниже уровня 2010 г.

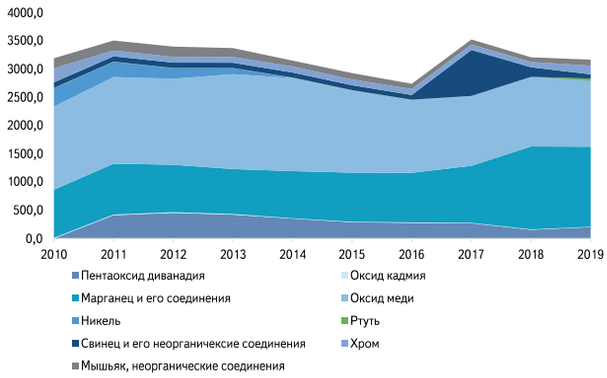
2.2.2 Выбросы тяжелых металлов

Основными источниками тяжелых металлов в атмосфере являются выбросы промышленности, энергетики, транспорта. Предприятия каждой отрасли производят выбросы, для которых характерен специфический набор загрязняющих веществ. В соответствии с рекомендациями ЕЭК ООН[1] по формированию показателей выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух проведен анализ выбросов тяжелых металлов (ванадий, свинец, кадмий, ртуть, марганец, медь, никель, хром, мышьяк) от стационарных источников.

Динамика выбросов тяжелых металлов в целом имеет положительную тенденцию по большинству веществ: за период 2010-2019 гг. объемы выбросов оксида ванадия (V), оксида кадмия, оксида меди, никеля, хрома, свинца и мышьяка сократились. Увеличение объема выбросов за рассматриваемый период отмечено по марганцу и ртути. В 2019 г. объем выбросов марганца и его соединений составил 1416,6 т, ртути — 38,6 т, что на 3,5% ниже и на 3116,9% выше, соответственно, показателей 2018 г. и на 56,1% и 2357,3%, соответственно, выше показателей 2010 г. (см. Рисунок 2.35).

[1] Пересмотренное Руководство по применению экологических показателей

Рисунок 2.35 – Динамика выбросов тяжелых металлов от стационарных источников, 2010-2019 гг., тыс. т



Источник: данные Росприроднадзора

2.2.3 Выбросы радионуклидов

По данным Госкорпорации «Росатом» в 2019 г. радиационная нагрузка на окружающую среду по сравнению с 2018 г. существенно не изменилась. Суммарная активность радионуклидов, выброшенных в атмосферу организациями атомной отрасли, составила 4,85E+16 Бк, что всего на 0,62% выше показателя 2018 г.

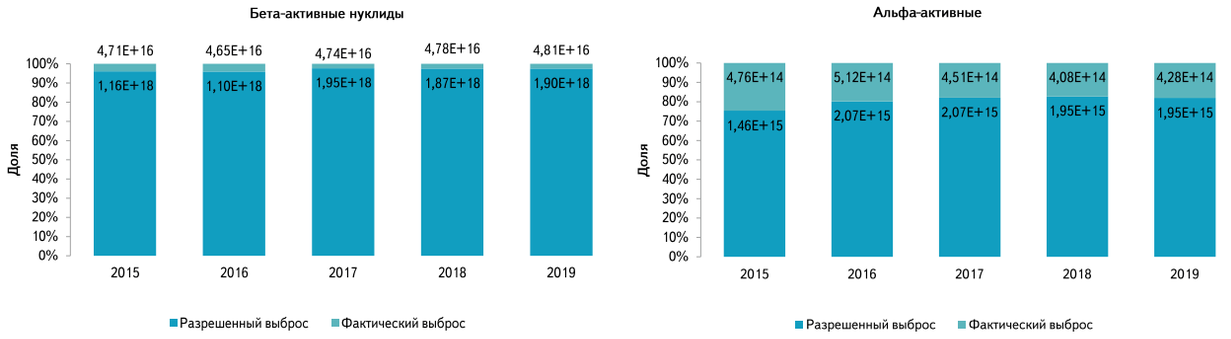
Суммарная активность на 99,12% обусловлена выбросами бета-активных нуклидов, в составе которых доля инертных радиоактивных газов (ИРГ) составляет 96,11% (4,62E+16 Бк), трития — 3,61% (1,73E+15 Бк). В 2019 г. суммарная активность бета-активных нуклидов составила 4,81E+16 Бк, превысив показатели 2018 г. на 0,56%.

Выбросы альфа-активных радионуклидов на 96,55% обусловлены радоном-222, поступающим от уранодобывающих производств. В 2019 г. суммарная активность альфа-активных нуклидов составила 4,28E+14 Бк, что на 4,71% выше уровня 2018 г.

В целом по отрасли выбросы альфа-активных нуклидов составили 21,94%, бета-активных нуклидов — 2,53% от разрешенного норматива (см. Рисунок 2.36).

В 2019 г. в организациях атомной отрасли превышений установленных допустимых значений выбросов радионуклидов (как и в предыдущие годы) не установлено. Объем выбросов кобальта-60, стронция-90, циркония-95, рутения-103 и 106, йода-131, цезия-134, цезия-137 в целом по отрасли составляет менее 1% от установленного норматива.

Рисунок 2.36 – Соотношение между фактическим и разрешенным выбросом радионуклидов организациями Госкорпорации «Росатом», Бк, 2015-2019 гг.



Источник: данные Росатома

2.3 Мероприятия, направленные на улучшение качества атмосферного воздуха

Фоновый мониторинг позволяет осуществлять сбор данных о состоянии окружающей среды на территории Российской Федерации, в том числе о качестве атмосферного воздуха, необходимых для проведения оценки и прогноза изменения его состояния под влиянием антропогенных факторов. Результаты мониторинга состояния атмосферного воздуха позволяют корректировать ряд мероприятий направленных на улучшение его качества, в том числе включенных в федеральный проект «Чистый воздух», направленный на реализацию положений Указа Президента Российской Федерации № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». Проект

направлен на улучшение экологической обстановки и снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в крупных промышленных центрах, включая города Братск, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Челябинск, Череповец и Читу.

Для указанных городов разработаны комплексные планы мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, утвержденные Заместителем Председателя Правительства Российской Федерации А. В. Гордеевым, содержащие комплексы конкретных мероприятий, в том числе следующей направленности:

— снижение выбросов загрязняющих веществ от промышленных предприятий и предприятий теплоэнергетики, от частного сектора;
— снижение выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта;
— совершенствование градостроительной деятельности по озеленению и благоустройству;
— мониторинг состояния (загрязнения) атмосферного воздуха.

Перечисленные города, согласно Федеральному закону от 26.07.2019 № 195-ФЗ «О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части снижения загрязнения атмосферного воздуха», в 2020-2024 гг. будут участвовать в эксперименте по квотированию выбросов загрязняющих веществ. Роспотребнадзором будут определены приоритетные загрязняющие вещества и квотируемые объекты для городов данного списка. Регионы будут отвечать за достижение квот по транспорту, ЖКХ и социальным объектам.

Мероприятия по снижению выбросов загрязняющих веществ от предприятий теплоэнергетики и частного сектора можно разделить на два ключевых направления: газификация частного сектора, модернизация и капитальный ремонт действующих мощностей теплоэнергетического комплекса.

Мероприятия по снижению выбросов загрязняющих веществ от транспорта включают главным образом мероприятия по переводу транспорта на экологические виды топлива и обновление транспортного подвижного состава, а также мероприятия по обновлению и развитию дорожной инфраструктуры. Объем потребления природного газа в качестве моторного топлива за 2019 г. составил 58,28 млн м^3. Так, в следующих городах работы по снижению выбросов загрязняющих веществ от транспорта проводились с использованием автотранспорта, работающего на природном газе:

— Нижний Тагил Свердловской области;
— Челябинск и Магнитогорск Челябинской области.

Более того, в г. Нижний Тагил основные загрязнители атмосферного воздуха — АО «ЕВРАЗ НТМК» и ОАО «ВГОК» проводят мероприятия, которые к 2024 г. должны обеспечить снижение массы вредных выбросов в атмосферный воздух на 9,57% и 8,76% соответственно. В Челябинске, в свою очередь, увеличено до 11 количество стационарных и до 3 передвижных постов наблюдений за качеством атмосферного воздуха в рамках территориальной системы наблюдений за состоянием окружающей среды; также в настоящее время ведется модернизация государственной наблюдательной сети за загрязнением атмосферного воздуха города. В Магнитогорске можно отметить мероприятия, планируемые основным загрязнителем атмосферного воздуха в городе — ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», которые по оценкам должны обеспечить снижение массы вредных выбросов в атмосферный воздух на 2,5% до конца 2024 г. Обновление транспортного подвижного состава и развитие дорожной инфраструктуры будет осуществляться в рамках реализации национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги», паспорт которого утвержден Президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24.12.2018 № 15).

Мероприятия по созданию «зеленого каркаса» — совокупности территорий, сохранивших растительность, необходимых для поддержания благоприятного состояния среды города — направлены на снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха за счет создания условий для самоочищения.

Согласно разработанным показателям федерального проекта «Чистый воздух», выполнение мероприятий комплексных планов позволит к 2024 г. снизить совокупный объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в крупных промышленных центрах более чем на 20% от уровня 2018 г., а также достигнуть снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха со значения «очень высокое» до значения «повышенное».

Таблица 2.12 – Выполнение в Российской Федерации мероприятий по снижению объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в 2019 г.

Наименование мероприятия	Количество мероприятий, ед.	Использовано (освоено) средств на проведение мероприятий (за счет всех источников финансирования), тыс. руб. в фактических ценах соответствующих лет		Уменьшение выбросов в атмосферу после проведения мероприятий, т	
		за отчетный год	за прошлый год	План	Факт
Мероприятия, выполнение (внедрение) которых предусмотрено в отчетном году	2 277	3355766316,9	48587865,3	-549020,1	-532545,0
В том числе начато и выполнено в отчетном году	1 913	2176963123,7	30797247,1	-489692,7	-526240,5
Из общего количества мероприятий: совершенствование технологических процессов	177	1012985958,3	3363896,0	-71047,8	-19131,2
В том числе начато и выполнено в отчетном году	140	606755662,6	1605555,5	-21755,4	-15432,6
Строительство и ввод в действие пылегазоочистных установок и сооружений	96	379238204,0	15022567,7	-11516,2	-5316,1
В том числе начато и выполнено в отчетном году	78	315040153,3	8134202,6	-3320,2	-3632,0
Повышение эффективности действующих очистных установок	596	669983968,0	21364334,4	-52465,7	-45924,1
В том числе начато и выполнено в отчетном году	575	660757419,3	16467469,1	-52338,4	-45859,9
Ликвидация источников загрязнения	103	236776956,5	2765530,4	-2034,5	-1928,2
В том числе начато и выполнено в отчетном году	98	236776956,5	-1933	-2034,5	-1928,2
Перепрофилирование цеха, участка на выпуск другой продукции	8	4141,5	38593,0	-21,7	-21,8
В том числе начато и выполнено в отчетном году	6	4141,5	38593,0	-19,7	-19,8
Прочие мероприятия – всего	1297	1056777088,6	6032943,8	-411934,1	-460223,7
В том числе начато и выполнено в отчетном году	1016	357628790,4	4207125,5	-410325,5	-459369,1

Источник: данные Росприроднадзора

Таблица 2.13 – Данные о количестве уловленных и обезвреженных загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников загрязнения, и инвестициях, направленных на охрану атмосферного воздуха, в 2019 г.

Федеральный округ	Количество загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников загрязнения, тыс. т		Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану атмосферного воздуха, тыс. руб.
	Всего, тыс. т	Из них уловлено и обезврежено, тыс. т	
Центральный федеральный округ	6052,0	4449,1	4863370
Северо-Западный федеральный округ	13735,0	11987,3	22637226
Южный федеральный округ	3022,4	2137,6	3062016
Северо-Кавказский федеральный округ	532,9	367,7	32636
Приволжский федеральный округ	7231,0	4722,2	4352224
Уральский федеральный округ	13292,3	9636,8	16533576

Федеральный округ	Количество загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников загрязнения, тыс. т		Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану атмосферного воздуха, тыс. руб.
	Всего, тыс. т	Из них уловлено и обезврежено, тыс. т	
Сибирский федеральный округ	19837,3	14205,6	14523835
Дальневосточный федеральный округ	5605,9	4507,3	4245000
Всего по Российской Федерации	69308,7	52013,6	70249883

Источник: данные Росстата и Росприроднадзора

Таблица 2.14 – Данные о фактическом достижении основных показателей загрязнения атмосферного воздуха по сравнению с плановыми величинами в 2019 г.

Наименование показателя	Единицы измерения	Значение показателя			Обоснование отклонений значений показателя на конец отчетного года (при наличии)
		2018	2019 план	2019 факт	
Государственная программа 12. Охрана окружающей среды					
Объем выбросов загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, на 1 млн рублей валового внутреннего продукта в постоянных ценах	тонна; метрическая тонна (1000 кг)	0,25	-	0,2	С 2019 г. наблюдение по показателю прекращено
Количество городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха	ед.	46	44	40	Перевыполнение показателя связано, в том числе, с реализацией ФП «Чистый воздух»
Численность населения, проживающего в неблагоприятных экологических условиях (в городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха (индекс загрязнения атмосферного воздуха более 7)	млн чел.	13,4	17,2	10,6	Перевыполнение показателя связано, в том числе, с реализацией ФП «Чистый воздух»
Подпрограмма 1. Регулирование качества окружающей среды					
Доля уловленных и обезвреженных загрязняющих атмосферу веществ в общем количестве загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников	%	75,9	н/д	н/д	
Объем выбросов загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, в топливно-энергетическом комплексе по отношению к 2007 г.	%	74	н/д	н/д	
Объем выбросов загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, в металлургии по отношению к 2007 г.	%	75,1	н/д	н/д	
Выбросы загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, по отношению к 2007 г.	%	92,9	н/д	н/д	
Выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автомобильного транспорта по отношению к 2007 г.	%	91,5	н/д	н/д	
Доля хозяйствующих субъектов, снизивших массу вредных (загрязняющих) веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух, в общем количестве проверенных хозяйствующих субъектов	%	49,275	н/д	н/д	

Источник: данные Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации