

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра физики

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

на тему:

**«Анализ мониторинга загрязнений атмосферы Санкт-
Петербурга»**

Выполнил:

студентка 4 курса

группы Ф-Б18-1

Спириденок Алина Александровна

Научный руководитель:

канд. физ-мат. наук, д-р техн. наук, доц. кафедры физики

Дьяченко Наталия Владимировна

Санкт-Петербург, 2022 г.

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА.....	6
1.1 Антропогенные воздействия на окружающую среду.....	6
1.2 Загрязненный воздух.....	7
2 Мониторинг атмосферного воздуха	9
2.1 Организация наблюдения и контроля	9
2.1.1 Фоновый мониторинг	9
2.1.2 Региональный мониторинг	14
2.1.3 Импактный мониторинг	15
2.1.4 Мониторинг источников загрязнения.....	19
2.2 Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха.....	24
2.2.1 Стационарный пост наблюдений	24
2.2.2 Маршрутные и передвижные посты наблюдений	28
2.2.3 Автоматизированная система наблюдений и контроля окружающей среды	30
2.2.4 Наблюдения за радиоактивным загрязнением атмосферного воздуха и уровнем радиации.....	32
3 КОНТРОЛЬ И КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В САНКТ- ПЕТЕРБУРГЕ	35
3.1 Состояние атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге в 2020 году .	37
3.1.1 Концентрации взвешенных веществ.....	41
3.1.2 Концентрации диоксида серы, растворимых сульфатов	41
3.1.3 Концентрации оксида углерода	42
3.1.4 Концентрации диоксида азота и оксида азота	42
3.1.5 Концентрации озона	43
3.1.6 Концентрации бенз(а)пирена	44
3.1.7 Концентрации специфических примесей	45
3.2 Уровень загрязнения атмосферного воздуха Санкт-Петербурга в 2020 году.....	48
3.3 Тенденция за период 2016-2020 годы.....	49
3.4 Оценка качества воздуха по нормативам качества воздуха и принятым в РФ показателям	49
3.5 Источники загрязняющих веществ в Санкт-Петербурге	59

3.6 Загрязнение атмосферы вредными выбросами от стационарных источников по районам Санкт-Петербурга.....	59
3.7 Оценка и прогноз экологической ситуации в Санкт-Петербурге по показателям загрязнения атмосферного воздуха и изменения здоровья населения	61
3.8 Баланс территорий города, характеризующихся повышенным уровнем загрязнения атмосферного воздуха	62
3.9 Влияние загрязнения атмосферного воздуха на человека.....	65
3.10 Защита атмосферного воздуха от выбросов промышленных предприятий.....	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с Федеральным законом от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», атмосферный воздух – это жизненно важный компонент окружающей природной среды, представляющий собой естественную смесь газов атмосферы, находящуюся за пределами жилых, производственных и иных помещений.

Атмосферный воздух – это неотъемлемая важнейшая жизненно необходимая часть окружающей среды. Качественный воздух играет огромную роль в социальном и экономическом развитии страны. Он включает в себя биологические, транспортные, производственные и другие функции. Атмосферный воздух является одним из важнейших факторов существования людей. Стоит отметить, что воздух оказывает огромное влияние на здоровье человека, продолжительность жизни. Исходя из этого следует, что сохранять чистый воздух это в интересах людей. Не стоит забывать о том, что непосредственное влияния атмосферный воздух оказывает также и на окружающую среду, животный и растительный миры.

Опираясь на вышесказанное можно сделать вывод, что охрана атмосферного воздуха – это одна из главных задач нынешнего времени. Безусловно из года в год происходит технический прогресс, с одной стороны, это очень упрощает человеку жизнь, но с другой стороны, это пагубно может сказываться в том числе и на атмосферном воздухе. Проанализировав это, можно прийти к умозаключению о том, что технический прогресс должен в большей степени приносить свой вклад в окружающую среду, в том числе и атмосферный воздух. Поэтому очень важен баланс между внедрением новых технологических процессов и созданием новых технологий и приборов, которые могут контролировать предельные допустимые концентрации выбросов или вовсе не допускать их. Только при описанных условиях

последующий экономический прогресс промышленных областей не будет ограничиваться факторами, которые причиняют вред окружающей среде.

Актуальность вопроса о защите атмосферного воздуха подключает к себе различные сферы науки, огромный спектр исследований. Исследования содержат в себе многочисленные задачи, например, задачи машиностроения, задачи химической технологии, задачи метеорологии. Также для исследований необходимы узконаправленные специалисты, такие как: программисты-аналитики, физики, юристы, биологи, врачи, конструкторы, математики, гигиенисты, электротехники, геологи и т.д.

Цель дипломной работы: обрисовать систему мониторинга атмосферного воздуха и дать комплексную оценку результатам ее деятельности в городе Санкт-Петербурге.

Задачи дипломной работы:

- выявить главные источники загрязнения атмосферного воздуха в городе;
- проанализировать систему мониторинга атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге;
- дать оценку и проанализировать качество атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге;
- определить воздействие загрязняющих веществ на окружающую среду.

1 ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

1.1 Антропогенные воздействия на окружающую среду

Усугубляющее влияние людей на окружающую среду приблизилось к крайнему пределу, при котором последующее развитие антропогенного воздействия на биогеоценоз принесет существенные последствия как для человека, так и для природы.

Формирование мировой цивилизации нарушило стабильность жизнедеятельности экосистемы, внесло огромные и топические изменения в состояние биоты.

Шахты, предприятия, фабрики, комбинаты, карьеры, заводы, транспортные артерии, рудники, населенные пункты, нефтепромыслы и газопромыслы, сооружения создают отдельную целостную оболочку, которая развивается по сравнению с биосферой по индивидуальным законам. Согласно Н. Ф. Реймерсу, ее называют техносферой — «частью биосферы, коренным образом преобразованной чело веком в технические и техногенные объекты». Иначе говоря, техносфера – это пространство, которое освоено человеком, а не биотой.

Наибольшую опасность для человека представляют:

- выбросы огромного количества парниковых газов в атмосферу;
- увеличение охвата применения и количества негативных для организма людей и совокупности видов живых организмов в целом химических веществ, например, таких как: токсиканты, мутагены, канцерогены;
- бесконтрольная и быстротечная урбанизация природных комплексов (особенно опасная в прибрежных районах);

- значительное и неразумное расходование природных ресурсов, таких как: леса, земли, пресные воды и другие, превышающее возможность окружающей среды к их регенерации и возобновлению.

1.2 Загрязненный воздух

Около 50% экологически вызванных заболеваний возникают из-за загрязнения воздушной среды. В первую очередь загрязненная экология пагубно сказывается на самочувствии детей, людей в пожилом возрасте, а также лиц, которые страдают от хронических болезней органов дыхания и сердечно-сосудистой системы.

Главными источниками возникновения загрязняющих веществ в воздушном бассейне являются промышленные предприятия и автотранспорт, а самыми встречающимися вредными веществами - пыль (взвешенные вещества различной природы), диоксид серы, оксиды азота, оксид углерода и углеводороды (несколько сотен химических веществ). При этом важно иметь в виду, что для определенного города существует свой конкретный список загрязнителей, которые содержатся в воздушном бассейне в концентрациях, часто в десятки и более раз превышающих ПДК. К таким загрязнителям можно отнести, например, сероводород, сероуглерод, фенол, фтористый и хлористый водород, стирол, формальдегид, хлор, бензпирен, металлы и т.д. Всякий из данных веществ по-своему влияет на здоровье людей. Исходя из этого, спектр заболеваний, которые появляются у жителей в результате загрязнения атмосферного воздуха, чрезвычайно разнообразен: заболевания органов дыхания (в том числе бронхиальная астма), заболевания сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта, болезни крови и кроветворных органов, болезни кожи, нервной системы, эндокринные заболевания (в том числе диабет), новообразования, аллергозы, врожденные аномалии развития и т.д.

В общем виде характер действия химических загрязнений атмосферного воздуха на организм человека по времени воздействия и по форме проявления эффекта можно представить в виде рисунка 1.

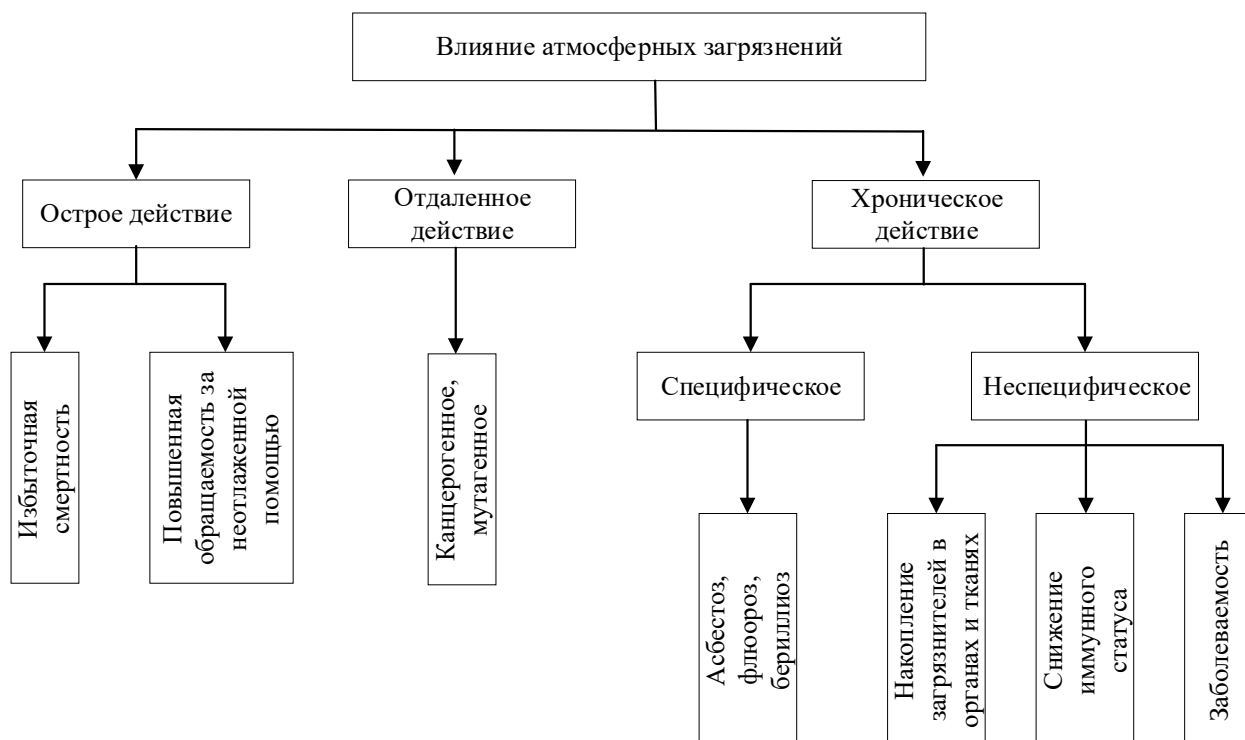


Рисунок 1 – Влияние атмосферных загрязнений на здоровье населения

По информации ООН, в мире выпускается в год до 1 миллиона наименований для не существующей ранее продукции, включая до 100 тысяч химических соединений, из которых примерно 15 тысяч это потенциальные токсиканты.

2 Мониторинг атмосферного воздуха

Мониторинг атмосферного воздуха – это система наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, а также оценка и прогноз основных тенденций изменения качества атмосферного воздуха в целях своевременного выявления негативных воздействий природных и антропогенных факторов.

2.1 Организация наблюдения и контроля

Контроль качества атмосферного воздуха осуществляется на территориях со значительным антропогенным воздействием (в городах, промышленных и агропромышленных центрах и т.д.) и в районах, которые далеки от источников загрязнения (в фоновых районах).

2.1.1 Фоновый мониторинг

Международная сеть станций мониторинга фонового загрязнения атмосферы (БАПМоН) была разработана Всемирной метеорологической организацией (ВМО) в 1960-х гг. Задача БАПМоН заключалась в сборе материалов о фоновых уровнях концентрации атмосферных составляющих, их разновидностях и преобразованиях, по ним можно сделать выводы о воздействии деятельности людей на состояние атмосферы. Станции БАПМоН отвечают за реализацию наблюдений и актуальность отправленных данных в курирующие их управления по гидрометеорологии (УГМ) и Главную геофизическую обсерваторию им. А. И. Воейкова, которая представляет собой национальный научно методический центр работ по фоновому мониторингу атмосферы. УГМ ответственны за выполнение работ как по обеспечению и контролю фоновых постов, так и по практическому использованию прогрессивных идей для сети новых методов контроля фонового состояния атмосферы.

Станции БАПМоН распределяют на три вида: базовые, региональные и континентальные. Первые находятся в преимущественно чистых местностях – в горах и на островах. Основной целью обозначается контроль за фоновым состоянием атмосферы, не подвергающем воздействию никаких местных источников. Вторые – в сельской местности, как минимум в 40 км от больших источников загрязнения. Их целью является нахождение в районе станции долгопериодных колебаний атмосферных компонент, вызванных эволюциями в применении Земли и другими антропогенными воздействиями. Третьи – на высоте 1000 м и более (выше слоя перемешивания воздуха) в дальних местах для того, чтоб в радиусе 100 км не имелось локальных источников загрязнения. Их цель – анализ фонового уровня загрязнения воздуха на континенте в целом.

Фоновые наблюдения по отдельной программе осуществляют в биосферных заповедниках. На территории Российской Федерации станции комплексного фонового мониторинга (СКФМ) находятся в семи биосферных заповедниках (Астраханский, Баргузинский, Воронежский, Кавказский, Приокско-Тerrasный, Алтайский, Центрально-Лесной).

Расположение СКФМ по собственным ландшафтным и климатическим параметрам должно соответствовать для конкретного региона. После определения локализации принимают во внимание находящиеся на данной местности источники загрязнения. При наличии широкомасштабных локальных источников (административно-промышленных центров с населением свыше 500 тысяч человек) дистанция до наблюдательного полигона СКФМ должно быть не меньше чем 100 км. При невозможности осуществления данного условия, СКФМ дислоцируют так, чтобы цикличность воздушного потока от источников загрязнения по траектории станции не была более 20-30%.

СКФМ содержит стационарный наблюдательный полигон и химическую лабораторию. На полигоне находятся пробоотборные площадки,

гидропосты и наблюдательные скважины. Она предназначена для отбора проб воздуха и атмосферных осадков, вод, почв, растительности и реализации гидрометеорологических и геофизических измерений. Пробоотборные устройства и измерительные механизмы устанавливаются на опорных базовых площадках фоновых станций.

Они обладают размером 50х50 метров и располагаются на гладком рельефе поодаль от сооружений, лесных полос, холмов и прочих преград, создаваемых спецификой рельефа местности. Площадки оснащены оборудованием для отбора проб воздуха, сборниками осадков, анализаторами газов и метеорологическими приборами.

Химическая лаборатория станции находится на дистанции не менее, чем 500 м от опорной площадки. Там осуществляется изучение некоторых образцов: измерение электропроводности, рН, содержание в атмосферных осадках концентрации катионов и анионов, содержание пыли в атмосферном воздухе, сульфатов и диоксида серы. Оставшиеся образцы отправляют в региональную лабораторию.

Полигоны СКФМ располагаются в местах, которые удалены на расстояние свыше 50 км от провинций и главных индустриальных очагов, загрязняющих воздушную среду.

В областях биосферных заповедников не допускается сельскохозяйственная деятельность, не реформируется система землепользования на протяжении минувших 20 лет. Здесь проводится оценивание и прогнозирование загрязнения воздушной среды посредством анализа пребывания в ней взвешенных частиц, ртути, бензпирена, сульфатов, свинца, ДДТ, диоксида озона, диоксида серы, мышьяка, кадмия, оксида азота, диоксида углерода озона и других хлорорганических соединений.

Помимо наблюдения и анализа загрязненности воздушной среды, на СКФМ еще производится метеорологический мониторинг скорости и

направления ветра, температуры почвы (на поверхности и в глубине), солнечного сияния, температуры и влажности воздуха, состояния поверхности почвы, атмосферных явлений (туман, метели, грозы, пыльные бури и т.д.), атмосферного давления, радиации (прямой, рассеянной, суммарной и отраженной) и радиационного баланса, облачности (количество, форма, высота), градиента температуры, снежного покрова (высота, содержание влаги), влажности и скорости ветра на высоте 0,5-10 м, атмосферных осадков (количество и интенсивность), снежным покровом (высотой, содержанию ем влаги), теплового баланса.

Единое исследование содержания загрязняющих веществ в компонентах экологических систем, т.е. регулярные измерения содержания загрязняющих веществ во всех средах параллельно является одним из основ фонового мониторинга. Вещества, которые находятся под контролем на СКФМ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Список компонентов, подлежащих контролю на СКФМ

Компонент	Окружающая среда				
	Атмосфера	Атмосферные выпадения (осадки)	Поверхностные и подземные воды	Почва	Биота
Пыль	+	-	-	-	-
Диоксид серы	+	-	-	-	-
Озон	+	-	-	-	-
Оксид углерода	+	-	-	-	-
Диоксид углерода	+	-	-	-	-
Углеводороды	+	-	-	-	-
3,4-бензпирен	+	+	+	+	+
Хлороорганические соединения	+	+	+	+	+
Хлорфторуглеводороды	+	-	-	-	-
N, P-содержащие вещества	-	+	+	+	+
Анионы и катионы	-	+	-	-	-
Радионуклиды	-	+	-	-	-
Тяжелые металлы	+	+	-	-	-

На станциях БАПМОИ в необходимую к выполнению программу входит мониторинг за радиацией, химическим составом осадков, содержанием диоксида серы, взвешенными аэрозольными частицами, аэрозольной мутностью атмосферы. В более полные программы мониторинга вносят малые газовые составляющие, их объемная концентрация меньше 1%, также они, изменяясь в атмосфере, способны трансформироваться в аэрозольные частицы.

Находящаяся на территории Российской Федерации сеть фоновых станций входит в Глобальную систему мониторинга окружающей среды (ГСМОС). Данные с фоновых станций способствуют оцениванию состояния биоты и течение крупномасштабных вариаций загрязнения окружающей среды.

Кроме того, фоновые наблюдения осуществляются с использованием научных исследовательских судов в морях и океанах. Предполагается, что для всей Земли вполне хватает 30-40 базовых станций на суше и до 10 – на акватории Мирового океана.

При мониторинге за фоновыми уровнями загрязнения воздушной среды создаются модели переноса примесей и формируется роль в течение переноса гидрометеорологических и техногенных факторов. На фоновых станциях изучаются и проверяются опытным путем:

- условия создания сети наблюдений;
- списки контролируемых примесей;
- принципы работы контроля и обработки данных измерений;
- средства обмена информацией и приборами;
- средства международного сотрудничества.

В частности, по международным соглашениям станции базового и регионального наблюдения необходимо устанавливать на расстоянии 40-60 км

от главных источников загрязнения с подветренной стороны. В местах, граничащих со станцией, в радиусе 40-400 км не должно появляться новшеств в деятельности людей. Помимо того, было выяснено, что пробы воздуха следует отбирать на высоте не меньше, чем 10 м над поверхностью растительности.

2.1.2 Региональный мониторинг

Региональный мониторинг дает возможность обнаружить главные направления распространения загрязняющих веществ на значительные расстояния. Уровни концентраций загрязняющих веществ становятся близки к фоновым при значительном расстоянии от предприятий. Мониторинг при данных условиях можно отнести к аэроаналитическим задачам, в них особенно важна значимость воздушных течений. Требуется перечень функционирования деятельности региона, в том числе и сельское хозяйство, в то же время прямой контакт между загрязнением атмосферного воздуха и определенными технологиями создать не просто. Как правило требуется иметь дело с вторичными веществами, которые появляются по причине фотохимических и биологических процессов.

Данные о региональном фоновом загрязнении атмосферного воздуха собирают по информации сети постов мониторинга, которые находятся в относительно малых населенных пунктах, поодаль от больших городов, и по информации постов мониторинга за трансграничным переносом загрязнителей атмосферы.

Для определения регионального загрязнения воздуха зимой и установления области распределения загрязнителей от промышленных центров, и городов, фиксируют содержание загрязняющих веществ в снегу. Состав проб атмосферных осадков, точно также, как и загрязнение снега – не прямые показатели загрязненности слоя атмосферы, в котором происходит

формирование облаков, осуществляется газовый обмен и из которого выпадают осадки и сухие вещества.

В обязательном порядке определяют величину в особенности частых загрязняющих веществ: оксида углерода, пыли, оксидов азота, диоксида серы. После предварительных наблюдений, присланных на приблизительную оценку состояния загрязнения, устанавливают подробный список контролируемых в определенной области веществ.

2.1.3 Импактный мониторинг

Импактный мониторинг осуществляют в местностях значительного антропогенного воздействия. Структура и уровни концентраций загрязнителей формируются технологией производств, которые создают загрязнение. Уровни загрязнения обуславливаются местонахождением источников, их характеристиками, направлением и скоростью ветра. Мониторинг производят на стационарных, маршрутных и передвижных постах.

Для того, чтобы оценить загрязненность атмосферного воздуха экспериментальный и теоретический анализ осуществляют с применением методов физического и математического моделирования.

Как правило местонахождение источников выбросов и их параметры являются известными, либо же подлежат определению. Располагая метеорологическими параметрами, а также розой ветров, возможно с применением физических и математических моделей определить поля концентрации загрязнителей в атмосферном воздухе для каждого случая. Но соответствие установленных моделей нужно исследовать экспериментально для реальных случаев.

Для того, чтобы получить информацию о пространственных и временных изменениях загрязнения атмосферы требуется заранее произвести

оценку метеорологических условий, кроме того учесть характер пространственной и временной изменчивости загрязнения атмосферы с использованием передвижных средств. Для данных целей применяется передвижная лаборатория, которая производит отбор, а также иной раз и анализ проб воздуха во время остановок. Данный метод изучения получил название рекогносцировочный. Он имеет довольно массовое применение за границей.

На карту-схему города (населенного пункта, района) наносится регулярная сетка с шагом 0,1; 0,5 или 1 км. На территории созданной по определенной специальной программе случайного отбора проб отбираются и исследуются пробы в точках, которые совпадают с узлами сетки, которая наложена на карту-схему. Для того, чтобы получить статистически верные средние значения измеренных концентраций, осуществляется анализ комбинаций точек на сетке, которые объединены в квадраты, например, площадью 2-4 км², при этом принимается во внимание направления ветра.

Благодаря данному методу можно определить, как границы промышленных комплексов и узлов, так и сферу их действия. В то же время можно осуществить сравнение полученных результатов с расчетными данными математических моделей, что считается обязательным.

Если наблюдается вероятность роста концентрации примеси свыше принятых нормативов, то требуется установить контроль за ее содержанием в определенной местности. Если приведенной тенденции не наблюдается и невозможен дальнейший прогресс развития промышленности, автотранспорта и энергетики, в таком случае обеспечение местности стационарными постами наблюдений за состоянием атмосферного воздуха не имеет смысла. Данное следствие не актуально для осуществления наблюдений за фоновым уровнем загрязнения воздуха за пределами населенных пунктов. Определив степень загрязненности атмосферного воздуха всеми примесями, которые выбрасываются имеющимися и планируемыми к строительству и пуску

источниками, а также характер преобразования полей концентрации примесей по местности и во времени с принятым во внимание учетом карт загрязнения воздуха, созданных по данным физического и математического моделирования, допускается начать разработку схемы расположения стационарных постов наблюдений на территории города и программы их работ.

Программа создается на основе задач всех в отдельности измерительных пунктов и различных вариаций концентрации всех в отдельности примесей в атмосферном воздухе. Пост наблюдений, который не находится в области влияния конкретных источников выбросов, может предоставлять сведения об общем состоянии воздушного бассейна и вести контроль за источниками выбросов, находясь в зоне влияния источников выбросов.

В обязательный перечень контролируемых в городе веществ включают:

- пыль;
- диоксид серы;
- оксид и диоксид азота;
- специфические вещества, свойственные для промышленных выбросов предприятия конкретного города;
- растворимые сульфаты — в городах с населением свыше 100 тысяч человек;
- формальдегид и соединения свинца — в городах с населением свыше 500 тысяч человек;
- металлы — в городах с предприятиями черной и цветной металлургии;
- бензпирен — в городах с населением свыше 100 тысяч человек и в населенных пунктах с широкомасштабными источниками выбросов;

- пестициды — в городах, которые находятся поблизости с крупными сельскохозяйственными территориями.

Список веществ, которые подлежат контролю, изменяется при поступлении более новой информации инвентаризации промышленных выбросов, но происходит это не менее, чем один раз в три года.

Данные, получаемые на сети наблюдений, по степени срочности делятся на три типа: экстренные, оперативные и режимные.

Экстренная информация о вероятном или предполагаемом крайне экстремально высоком загрязнении атмосферы и аварийных выбросах загрязнителей в воздух сразу же направляется в органы, которые осуществляют контроль. Экстремально высоким загрязнением атмосферного воздуха считается содержание одного или нескольких веществ, которые превышают ПДК:

- в 20-29 раз при сохранении данного уровня свыше 2 дней;
- в 30-49 раз – от 8 часов и свыше;
- в 50 раз и свыше.

Видимые признаки:

- возникновение устойчивого, но не присущего определенной территории запаха;
- заметное действие воздуха на органы чувств людей – резь в глазах, слезотечение, затруднение дыхания, покраснение или иные изменения кожного покрова у нескольких десятков человек в одно и то же время;
- выпадение подкрашенных дождей и иных атмосферных осадков, возникновение в осадках специфического запаха.

Оперативная информация включает в себя обобщенные данные наблюдений за месяц в форме таблиц и справок.

Режимная информация, которая включает в себя оценку состояния загрязнения атмосферы, результаты о средних и наибольших уровнях за длительный период (год), характер изменения уровня в многолетнем режиме, как правило имеет форму обзоров, ежегодников. Они предоставляются заинтересованным и осуществляющим контроль организациям в сроки их накопления – ежемесячно и ежегодно. Режимная информация, включает в себя информацию о среднем и максимальном уровнях загрязнения атмосферы за длительное время, используется при организации мероприятий по охране атмосферы, утверждении нормативов выбросов, оценках ущерба, который наносится народному хозяйству путем загрязнения воздушного бассейна.

В Москве в 2001 г. было создано ГУП «Мосэкомониторинг» в рамках Единой системы экологического мониторинга Москвы. На сайте <http://www.mosecom.ru/org.html> любой может получить информацию об экологической ситуации в столице.

2.1.4 Мониторинг источников загрязнения

Система мониторинга выглядела бы несовершенной, если бы не содержала контроль за источниками загрязнений на самих предприятиях (мониторинг источников). Его проводят внутренние службы. Но это осуществляется на самых масштабных предприятиях или на предприятиях с повышенной опасностью.

Загрязняющие вещества газовых выбросов в источнике целиком устанавливаются в качественном и количественном отношении технологией производства. Уровни концентраций загрязнителей в самом источнике выше ПДК в десятки тысяч раз. Аналитическая задача не является сложной, так как состав определен и весьма стационарен, что касается уровней концентраций – они не нуждаются в изначальном концентрировании пробы. Вся сложность заключается в получении представительной пробы из источника, так как потоки газа нередко гетерогенны, нагреты до высокой температуры и не

однородны по времени и диаметру газохода. При данных условиях результативны неконтактные методы анализа, при которых не нужно брать пробы.

На рисунке 2 представлена блок-схема инвентаризации поступления загрязняющих веществ в окружающую среду.

Исходя из предложенной схемы в соответствии с расчетами и прямыми измерениями прежде формируется список загрязнителей, которые поступают в атмосферный воздух в нормальном (проектном) режиме функционирования. Затем следует расчет концентрации данных загрязняющих веществ в определенных компонентах окружающей среды, в то же время принимается в расчет воздействие климатических составляющих, которые снижают концентрацию вследствие переноса ветром атмосферных осадков, течений и т.п. Значения концентраций загрязняющих веществ, полученные в ходе проделанной работы, соотносят с фоновыми концентрациями, которые присущи зоне влияния со сформированными прямыми измерениями.

Суммарные значения концентраций, которые были получены в ходе вышеперечисленных действий, сравнивают с установленными нормами ПДК и по итогу сопоставления принимается решение о последующей работе источников.



Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма инвентаризации поступления загрязняющих веществ в окружающую среду

При расчетах требуется брать во внимание ограничения, которые действуют по совместным или суммарным концентрациям отдельных совокупностей загрязняющих веществ.

По аналогичной блок-схеме производятся расчеты для однократных залповых выбросов загрязняющих веществ, происходящих из-за неисправности или аварийных ситуаций. Также формируются максимальные концентрации загрязняющих веществ, скорости их уменьшения вследствие

климатических факторов и свойств приспособления окружающей среды, определяется время достижения допустимых концентраций.

Наблюдения за источниками выбросов вредных веществ в атмосферный воздух выполняет Росгидромет. Инспекциями Росгидромета устанавливается наблюдение за работой предприятий в части соблюдения закона об охране атмосферного воздуха; при выявлении нарушений применяются меры к ответственным предприятия. Частота обширных инспекторских проверок воздухоохранной кампании устанавливается категорией предприятия и зависит от величины валового выброса вредных веществ в атмосферный воздух (таблица 2) и положения воздухоохранной деятельности.

Таблица 2 – Периодичность контроля воздухоохранной деятельности предприятий

Характеристика предприятий		Категория	Количество проверок
Валовый выброс, т/год	Количество единиц автотранспорта, шт		
Более 500	Более 500	1	2 раза в год
100-5000	100-500	2	1 раз в год
Менее 100	Менее 100	3	1 раз в 5 лет

Обширный контроль предприятия осуществляется в несколько этапов.

I. Изучение осуществления деятельности по охране атмосферного воздуха; наличие нормативных и законодательных документов, приказов по предприятию; разрешения на выброс вредных веществ в атмосферу.

II. Обследование предприятия:

1) ознакомление с технологическими регламентами, особенностями производства;

2) технический осмотр стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха:

- неорганизованных источников выбросов;

- организованных источников, не оснащенных установками очистки газа;

- оснащение установками очистки газа;

- установок (аппаратов) очистки газа;

- сбор и утилизация уловленных отходов;

- наличие фильтрующих материалов;

3) проверка работы лаборатории по контролю за выбросами загрязняющих веществ в атмосферу и результатов контрольных замеров;

4) ознакомление с расположением и оборудованием мест отбора проб выбросов;

5) проверка состояния строительства производственных объектов и установок очистки газа;

6) проверка автотранспортного подразделения предприятия — технической оснащенности контрольно-регулирующего пункта;

7) подведение итогов проверки:

- составление и оформление акта проверки;

- оформление протоколов на штраф, постановлений на остановку работы.

Таким образом, в работе по контролю за соблюдением воздухоохранного законодательства можно выделить три основных пункта:

- работа с документами;

- полная проверка воздухоохранной деятельности предприятия;

- оперативные или целевые проверки.

Проверка предприятия является выполненной после предоставления оформленного акта, который подписан руководителем предприятия.

2.2 Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха

На территории Российской Федерации контроль за загрязнением атмосферного воздуха состоит из постов ручного отбора проб воздуха и автоматизированных систем наблюдений и контроля окружающей среды (АНКОС). Из постов наблюдений за загрязнениями (ПНЗ) можно выделить стационарные, маршрутные и передвижные (подфакельные). С постов ручного отбора пробы для исследования поставляют в химические лаборатории, АНКОС снабжены техникой непрерывного отбора и анализа проб воздуха и предоставление информации по каналам связи в центр управления.

2.2.1 Стационарный пост наблюдений

Стационарный пост наблюдений – это определенный оснащенный павильон, в нем находится аппаратура, которая требуется для учета концентраций вредных веществ и метеорологических параметров по установленной программе. Среди стационарных постов можно выделить следующие: стационарные посты, которые предопределены для установления долговременных вариаций содержания основных и в большей степени распространенных вредных загрязнителей. Как правило, на каждом посту осуществляются измерения до восьми вредных веществ, но принимая во внимание, что каждый промышленный город имеет индивидуальную экологическую обстановку и количество вредных загрязнителей, измерения могут достигать до 80 компонентов.

Местонахождение, где установлен стационарный пост подбирается с принятием во внимание метеорологических условий, а именно, имеется ввиду, определение уровней загрязнения атмосферного воздуха. Наряду с этим

формируются конкретные задачи: оценка средней месячной, сезонной, годовой и разовой концентрации, вероятности нарастания концентраций, которые превышают ПДК. Прежде чем устанавливать пост нужно провести некоторый анализ:

- расчетных полей концентраций по всем ингредиентам от состава выбросов каждого стационарного и передвижного источника;

- принципов застройки и рельефа местности: возможности развития жилых районов и увеличения предприятий промышленности, энергетики, коммунального хозяйства, транспорта и иных комплексов городского хозяйства;

- технические возможности выбранного места;

- количество населения;

- метеорологическая обстановка выбранного места и др.

Пост требуется установить вне аэродинамической тени зданий и вне зоны зеленых насаждений, его зона должна быть хорошо проветриваемой, не быть подвергаемой воздействию близлежащих низких источников (стоянок автомашин, мелких предприятий с низкими выбросами загрязняющих веществ и т.д.), пространственной и временной вариацией полей концентрации загрязняющих веществ. К примеру, опираясь на численность населения, формируется количество постов в таком виде, как представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Зависимость количества стационарных постов от численности населения

Численность населения, тыс. чел.	Количество постов	Численность населения, тыс. чел.	Количество постов
< 50	1	500-1000	5-10
50-100	2	1000-2000	10-15
100-200	3	> 2000	15-20
200-500	3-5		

Для населенных пунктов со сложным рельефом и большим количеством источников требуется размещать один пост на каждые 5-10 км². Для того, чтобы данные о загрязненности воздуха были с опорой на особенности населенного пункта, требуется ставить посты во всевозможных функциональных зонах – жилой, промышленной и зоне досуга.

В городах с большим количеством передвижение автомобильного транспорта соответственно размещаются посты наблюдения и около автомагистралей.

Лаборатория ПОСТ представляет собой утепленное, обитое дюралевыми ячейками помещение, в нем размещены комплекты приборов и соответствующего оборудования для отбора проб воздуха, снятия метеорологических данных, таких как: направление ветра, температура и влажность.

Почти каждый стационарный пункт контроля за загрязнениями атмосферного воздуха включает в себя комплексные лаборатории ПОСТ1 (автоматическое газоанализаторы, системы для осуществления взятия отбора проб и метеорологических наблюдений). Изготавливаются и оснащаются более новые преобразованные лаборатории – ПОСТ2 и ПОСТ2а, они принципиально отличаются наиболее высокой производительностью отбора проб и степенью автоматизации.

Для того, чтобы произвести измерения разовых концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе и контроля первостепенных метеорологических параметров применяется станция автоматического контроля воздуха МР16. Благодаря станции возможно осуществлять непрерывное измерение концентраций вредных веществ, таких как: CO, SO₂, NO₂, NO_x, NH₃, H₂S, Cl₂, C_xH_y. Зонт, который отбирает пробы с газовой магистралью применяется для отбора проб по пяти независимым каналам,

контроля и автоматического управления подогревом проб. И в итоге, данные, которые получили направляют в центр сбора и обработки информации.

Требуется осуществлять измерения круглогодично, во все сезоны года, вне зависимости от метеорологической ситуации. Посты наблюдений включают в себя три программы наблюдения: полная, неполная и сокращенная.

Рассмотрим полную программу наблюдения: контроль загрязнения атмосферного воздуха осуществляется каждый день (выходные – воскресенье, субботы – чередуются), в 1, 7, 13 и 19 часов по местному декретному времени, или по скользящему графику: вторник, четверг, суббота – 7, 10 и 13 часов; понедельник, среда, пятница – 15, 18, и 21 час. Контроль по полной программе включает в себя наблюдение и фиксирование нахождения в воздухе как основных, так и своеобразных загрязнителей воздуха.

Неполная программа представляет собой контроль, который осуществляется каждый день (воскресенья и субботы чередуются), но только в 7, 13 и 19 часов по местному декретному времени.

В местности, где температура воздуха менее 45°C, мониторинг осуществляется по сокращенной программе каждый день, кроме воскресенья, в 7 и 13 часов соответственно.

Контроль по сокращенной программе также можно проводить в областях, где средние месячные концентрации менее 1/20 ПДК_{мр} или меньше нижнего предела диапазона измерений примеси используемым методом. Если же присутствуют неблагоприятные метеоусловия, такие как: туман или продолжительный аномальный рост температуры воздуха с высотой в атмосфере (вместо обычного снижения) отбор проб воздуха на всех постах мониторинга следует осуществлять через каждые 3 часа. Вместе с тем требуется отбирать пробы под факелами главных источников загрязнения атмосферного воздуха в местности, где наиболее плотное население.

2.2.2 Маршрутные и передвижные посты наблюдений

Маршрутный пост наблюдений представляет собой конкретное место на определенном маршруте в городской среде. Он осуществляет постоянный отбор проб воздуха в конкретной точке территории при мониторинге, проводимом с использованием передвижной техники.

Маршрутный контроль проводится на маршрутных постах с использованием автолабораторий. Данная передвижная лаборатория обладает продуктивностью порядка 5000 отборов проб в год, за один день на автолаборатории возможно получить 8-10 проб воздуха. Путь машины через маршрутные посты прокладывается так, чтобы отбор проб воздуха в каждом пункте осуществлялся в разное время дня. К примеру, в первый месяц автолаборатория следует по пути, где посты наблюдения расположены в порядке возрастания номеров, в следующий месяц иначе, т.е. в порядке убывания номеров, соответственно в третий месяц – с середины предложенного пути к концу и от начала маршрута к середине и т.д.

Передвижная лаборатория «Атмосфера2» рассчитана для проведения контроля за загрязнением атмосферного воздуха, измерения метеопараметров, к примеру, за температурой и относительной влажностью воздуха, атмосферным давлением, к тому же возможно экспрессная оценка загрязнения почвы и воды, а также контроль за скоростью и направлением ветра. Данная передвижная лаборатория оснащена полуавтоматическими переносными приборами индикаторами, благодаря которым возможно измерение содержания SO₂ (оксид серы), H₂S (сероводород), Cl₂ (хлор), а также O₃ (озон) в атмосферном воздухе, еще существуют такие газоанализаторы серии «Элан», которые предназначены для количественного определения NH₃ (аммиак), O₂ (кислород), CO (монооксид углерода или угарный газ), Cl₂ (хлор), NO (оксид азота), NO₂ (диоксид азота), H₂S (сероводород), SO₂ (оксид серы).

Передвижной (подфакельный) пост может осуществлять отбор проб под дымовым (газовым) факелом для того, чтобы установить зону действия конкретного источника. Передвижной контроль планируется по индивидуальным программам и маршрутам, которые разработаны заранее, к тому же учитываются загрязнители с закономерностями их рассеивания в атмосферном воздухе. Отбор проб осуществляется систематично по направлению ветра на расстояниях 0.2-0.5, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 15, и 20 км соответственно от стационарного источника выбросов загрязняющих веществ, и точно также с наветренной стороны источника выбросов загрязнителей.

Контроль под факелом осуществляется с принятием во внимание объема выбросов, а также их токсичность. В области, где загрязнение достигает своего предела (по информации из расчетов и экспериментальных замеров) выделяется минимум 60 проб воздуха, а в других областях минимум 25 проб воздуха.

Отбор проб воздуха при осуществлении передвижного контроля осуществляется на высоте 1,5 м от поверхности земли длительностью около 20-30 минут минимум в трех точках в одно и то же время. В течение одних суток под факелом возможно осуществить взятие пробы последовательно в 5-8 точках.

200 наблюдений в год или 20 наблюдений в месяц – это самое наименьшее число наблюдений, которое возможно применять для того, чтобы получить данные о средних характеристиках содержания примеси в атмосфере. Для передвижных наблюдений наименьшее число наблюдений на каждом установленном расстоянии от источника загрязняющих веществ должно быть минимум 50 в год. Если же количество наблюдений будет меньше выше приведенных, то данные характеристики будут неточными.

Информация о полученных результатах наблюдений загрязнения атмосферного воздуха и метеопараметров, о полученных результатах

передвижных и иных наблюдений передаются со стационарных и маршрутных постов в одно из подразделений органов Росгидромета, зачастую в отделы, которые отвечают за снабжение данными народно-хозяйственных структур управлениями по гидрометеорологии, там поступившая информация подвергается проверке и оформляется в специальные таблицы, которые имеют название – таблицы наблюдений за загрязнением атмосферы (ТЗА). Данные таблицы делятся на 4 составляющие:

- ТЗА1: данная таблица включает в себя данные о разовых наблюдениях за загрязнением атмосферного воздуха сети постоянно функционирующих стационарных и маршрутных постов в конкретном городе или промышленном центре, кроме того также включена информация метеорологических и аэрологических наблюдений;

- ТЗА2: данная таблица включает в себя результаты подфакельных наблюдений;

- ТЗА3: данная таблица состоит из информации о среднесуточных наблюдениях за выпадением и концентрацией пыли и газообразных примесей;

- ТЗА4: данная таблица включает в себя информацию о суточных наблюдениях, которые были получены с применением газоанализаторов или других приборов и устройств, которые работают на постоянной основе.

Для того, чтобы соотнести полученные данные наблюдений, которые были взяты в разных областях и в разное время, требуется применять единые унифицированные методы отбора и анализа, а также обработки и передачи данных.

2.2.3 Автоматизированная система наблюдений и контроля окружающей среды

Представленная система используется для автоматического сбора, обработки и передачи данных об уровне загрязнения атмосферного воздуха и

предоставления рекомендаций по корректировке режима работы предприятий и транспорта во время максимального загрязнения и неблагоприятных метеоусловиях.

Благодаря АНКОС можно сразу же принимать данные о концентрации примесей и метеопараметрах в городах или возле крупных заводов.

Система, произведенная отечественной промышленностью, включает в себя ниже представленные технические приспособления, такие как:

- павильон, который состоит из металлического каркаса, имеющего прямоугольную форму размером 2300х4700х7600 мм;

- мачтовое устройство с комплектом метеорологических датчиков на крыше павильона, предназначенных для измерения скорости и направления ветра, температуры и влажности;

- приборы, предназначенные для отопления, вентиляции, освещения, кондиционирования и пожаротушения;

- газоанализаторы оксида, диоксида и суммы оксидов азота, оксида углерода, озона, суммы углеводородов без метана, диоксида серы;

- прибор для осуществления сбора и обработки информации на базе микроЭВМ.

Для того чтобы получить средние данные о концентрациях примесей требуется минимум 20-30 минут, что аналогично времени отбора проб в поглотительные приборы.

Что касается частоты получения данных, осуществляемой автоматической системой, то она может предоставляться от нескольких минут до нескольких часов.

2.2.4 Наблюдения за радиоактивным загрязнением атмосферного воздуха и уровнем радиации

Наблюдения за радиоактивным загрязнением атмосферного воздуха выполняются как на фоновом уровне, так и в областях воздействия атомных электростанций и иных возможных очагов вероятных выделений или выбросов радиоактивных веществ. При наблюдении за радиоактивным загрязнением на фоновом уровне применяются уже имеющиеся фоновые станции или специальные станции, которые находятся на расстоянии 50-100 км от предполагаемого источника радиоактивного загрязнения. При наблюдении на расстоянии до 25 км от предполагаемых источников выбросов радиоактивных веществ применяются как имеющаяся сеть контроля, так и специальные посты наблюдений, которые оснащены датчиками гамма-излучения и устройствами для отбора проб и анализа воздуха. Рекомендовано оснащать область до 25 км 10-15 специальными пунктами контроля, которые включают в себя дистанционную систему и высокопроизводительные воздушные фильтры, кроме того, примерно 30 дополнительных стационарных пунктов контроля за радиационным фоном, которые включают в себя интегрирующие термолюминесцентные дозиметры. Наряду с этим область санитарно-защитной зоны оснащается постами дистанционного контроля радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха.

Стационарный пункт наблюдений за радиоактивным загрязнением атмосферного воздуха это может быть либо стационарный павильон типа ПОСТ, либо же домик размером 3х3х3 м. Он обычно расположен на специализированных оснащенных гидрометеорологических станциях (ГМС), которые огорожены металлической сеткой с размером ячеек 10х10 см. Площадь огороженной зоны составляет 5х10 м, а высота сетки 1,2-1,5 м. Требуется, чтобы площадка находилась на расстоянии минимум 10 высот от ближайшего здания и минимум 30 м от дорог, а также иметь травяной покров. Запрещена посадка иных растений, кустарников и деревьев.

В зоне ГМС не менее 4 м от пункта наблюдений и ограды располагается марлевый планшет, который предназначен для сбора радиоактивных выпадений и термолюминесцентный дозиметр. Прибор, предназначенный для отбора проб воздуха предпочтительнее устанавливать в специализированной будке с жалюзи, которая приподнята над поверхностью земли на 80-100 см. Требуется, чтобы выброс воздуха, который прошел через фильтры прибора типа «Тайфун», осуществлялся в обратную от планшета сторону. Но, при условии, если в стационарном павильоне или домике не проведено электричество (трехфазное 5-10 кВт), то в данном случае на место фильтрующего прибора возможно установить марлевый конус.

Контроль за радиоактивностью атмосферного воздуха производится регулярно целый год. Замена марли на планшетах и вертикальных экранах, точно также фильтров в приборах осуществляется каждый день утром в 7 часов 30 минут по местному соответствующему поясу времени. С приборов, которые отвечают за фильтрацию фильтры могут заменяться как через 24 часа, т.е. в 7 часов 30 минут, так и через 12 часов, следовательно, два раза в день. Для отбора, который происходит два раза в день также назначено время работы приборов, соответственно, с 7 часов 30 минут до 13 часов 30 минут и с 19 часов 30 минут до 1 часа 30 минут. Скорость воздуха в приборе устанавливается посредством расходомеров УС125 или УС17512 три раза в день, соответственно, в 7 часов 30 минут, далее в 13 часов 30 минут и 1 час 30 минут.

Для того, чтобы установить количество воздуха, который прошел через экран, ручной анемометр устанавливают над центром экрана, и замеры скорости ветра производятся 4 раза в день, соответственно, в 7 часов 30 минут, в 13 часов 30 минут, далее в 19 часов 30 минут и последний замер в 1 час 30 минут. Среднюю скорость ветра V находят как среднее арифметическое, а объем воздуха, который прошел через экран определяют с помощью уравнения:

$$Q = S1Vft 3600,$$

где $S1$ — площадь экрана; t — время экспонирования экрана, с; f — продуваемость экрана, равная примерно 45%.

3 КОНТРОЛЬ И КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Характеристика уровня загрязнения атмосферного воздуха по данным государственной сети наблюдений и автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга.

Единая государственная система мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в районах города Санкт-Петербурга содержит государственную наблюдательную сеть, которая была создана Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу экологического состояния природы, а также территориальную систему наблюдений, которая была создана Комитетом.

ФГБУ «Северо-Западное УГМС», т.е. государственная сеть наблюдений, осуществляет регулярный контроль за обстановкой по загрязнению атмосферного воздуха в городе Санкт-Петербурге на стационарных постах (ПНЗ), которые находятся в различных административных районах Санкт-Петербурга. Правила и программы работы постов контроля установлены Руководством по контролю загрязнения атмосферы РД 52.04.186-89. На постах осуществляется забор пробы воздуха, чтобы установить нахождение в нем формальдегида, оксида углерода, взвешенных веществ, оксида азота, ароматических углеводородов (таких как этилбензол, ксилолы, бензол и толуол), диоксида серы, фенола, хлористого водорода, диоксида азота, сероводорода, бенз(а)пирена и аммиака.

Автоматизированная система мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга (далее – АСМ-АВ) была создана в рамках территориальной системы наблюдений Комитетом, она включает в себя 25 автоматизированных станций контроля загрязнения атмосферного воздуха. Станции АСМ-АВ находятся в каждом из 18 административных районов города Санкт-Петербурга. На автоматизированных станциях в соответствии с программой

мониторинга производится постоянное установление, которое происходит каждые 20 минут, оксида углерода (CO), оксида азота (NO), взвешенных частиц диаметром менее 2,5 мкм (PM_{2,5}) или взвешенных частиц диаметром менее 10 мкм (PM₁₀), озона (O₃), диоксида азота (NO₂), диоксида серы (SO₂). На станциях, в которых установлены автоматизированные хроматографы можно определить ароматические углеводороды, такие как: бензол, изомеры ксилолы (о-, м-, п-), толуол, этилбензол, а также определяется фенол. На автоматизированной станции №8 дополнительно происходит забор пробы на бенз(а)пирен.

АСМ-АВ осуществляет каждодневное (по состоянию на утро) обеспечение данными об уровне загрязнения атмосферного воздуха в населенном пункте. Обеспечение деятельности данных станций производит Санкт-Петербургское государственное геологическое унитарное предприятия «Специализированная фирма «Минерал».

Для того, чтобы оценить качество атмосферного воздуха, приобретенные концентрации загрязнителей атмосферного воздуха (в мг/м³, мкг/м³) сопоставляют с предельно допустимыми концентрациями, т.е. с ПДК.

ПДК определяется как санитарно-гигиенический норматив, установленный Министерством здравоохранения Российской Федерации. Средняя концентрация за месяц загрязнителя атмосферного воздуха сопоставляется со среднесуточной ПДК, т.е. с ПДКс.с., соответственно наибольшая разовая концентрация сопоставляется с максимальной разовой ПДК, т.е. с ПДКм.р..

Автоматизированные станции АСМ-АВ Комитета оснащены устройствами автоматическое системы наблюдения за радиационной обстановкой.

3.1 Состояние атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге в 2020 году

В 2020 году контроль за качеством атмосферного воздуха производился на 9-ти стационарных постах Государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды, которые относятся к ФГБУ «Северо-Западное УГМС».

Постоянный контроль за концентрацией диоксида азота, озона, оксида углерода, диоксида серы, оксида азота в приземном слое воздуха населенного пункта были выполнены посредством газоанализаторов на станциях Автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха в городе Санкт-Петербурге (АСМ), которая относится к Комитету по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности.

Согласно санитарно-гигиеническим требованиям разовые и среднесуточные предельно допустимые концентрации (ПДК) – это главные параметры токсичности примесей, которые находятся в воздухе. ПДК – это санитарно-гигиенический норматив, который принят Минздравсоцразвития России (СанПиН 2.1.6.1032-01).

Для того, чтобы оценить на сколько чист атмосферный воздух, взятые на постах наблюдения концентрации загрязнителей воздуха, которые имеют размерность мг/м³, мкг/м³, нг/м³ сопоставляют с предельно допустимыми концентрациями (ПДК), которые приняты гигиеническими нормативами ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений».

В соответствии с принятым в действие с 1 февраля 2006 года РД 52.04.667-2005 (Росгидромет) для описания параметров загрязненности атмосферного воздуха применяются показатели, такие как: средняя концентрация примеси, она сопоставляется со среднесуточной ПДК (ПДКс.с.); стандартный индекс, стандартный индекс (СИ) – это максимальная разовая

концентрация любого вещества, деленная на ПДК наибольшую разовую (ПДКм.р.); наибольшая повторяемость превышения концентрациями ПДКм.р., которая измеряется в процентах (НП, %); комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) – принимается во внимание вклад отдельных примесей в общий уровень загрязнения, отсортировываются 5 примесей, которые имеют максимальные парциальные значения ИЗА. Для того, чтобы оценить качество атмосферного воздуха за месяц используются параметры СИ и НП. Насколько загрязнена атмосфера за год можно установить по комплексному ИЗА. Величина комплексного ИЗА определяется по пяти примесям, с максимальными парциальными параметрами ИЗА, наряду с этим для установления величины комплексного ИЗА избираются только те примеси, для которых принято среднесуточное ПДК (ПДКс.с.). В соответствии с параметрами ИЗА, СИ, НП степени загрязнения можно разделить на представленные в таблице 4.

Таблица 4 – Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха

Степень		Показатели		
Градации	Загрязнение атмосферы	ИЗА	СИ	НП, %
1	Низкое	От 0 до 4	От 0 до 1	0
2	Повышенное	От 5 до 6	От 2 до 4	От 1 до 19
3	Высокое	От 7 до 13	От 5 до 10	От 20 до 49
4	Очень высокое	≥ 14	> 10	> 50

В какой степени загрязнен атмосферный воздух населенного пункта определяется не только величиной выбросов вредных веществ и их химическим составом, но и климатическими условиями, т.к. именно климатические условия влияют на перенос, рассеивание и превращение выбрасываемых веществ. Вообще климатическая обстановка Санкт-Петербурга воздействует на уровень загрязнения атмосферного воздуха в некоторой степени более положительно, по сравнению с другими городами Российской Федерации, это можно объяснить тем, что Санкт-Петербургу присущ морской климат и подходящие погодные условия для рассеивания

выбросов от промпредприятий и автомобильного транспорта. В соответствии с розой ветров за год в Санкт-Петербурге город наибольшее количество раз продувался юго-западным в размере 18% и западным – 25% направлениями ветра. Исходя из этого, над западными и юго-западными районами Санкт-Петербурга наиболее часто по сравнению с северными и восточными районами преобладает наиболее чистый воздух. В таблице 5 представлены климатические характеристики, которые были сформированы за многие годы, а также за 2019 и 2020 год. Местонахождения постов наблюдения и станций мониторинга для оценки загрязненности атмосферного воздуха на территории города показаны на рисунке 3, а также на рисунке 4 представлена роза ветров за январь, июль и 2020 год.

Таблица 5 – Климатические характеристики Санкт-Петербурга в 2019, 2020 гг. в соответствии с многолетними

Среднегодовые данные	Многолетние данные	Данные за 2019 год	Данные за 2020 год
Осадки, число дней	179	242	231
Скорость ветра, м/с	2,2	1,9	2,1
Повторяемость приземных инверсий, %	22,6	34,7	28,9
Повторяемость застоев, %	7,6	1,9	4,1
Повторяемость ветров со скоростью 0-1 м/с, %	33,5	37,8	35,1
Повторяемость приподнятых инверсий, %	39,0	50,9	52,5
Повторяемость туманов, %	0,6	0,2	0,1

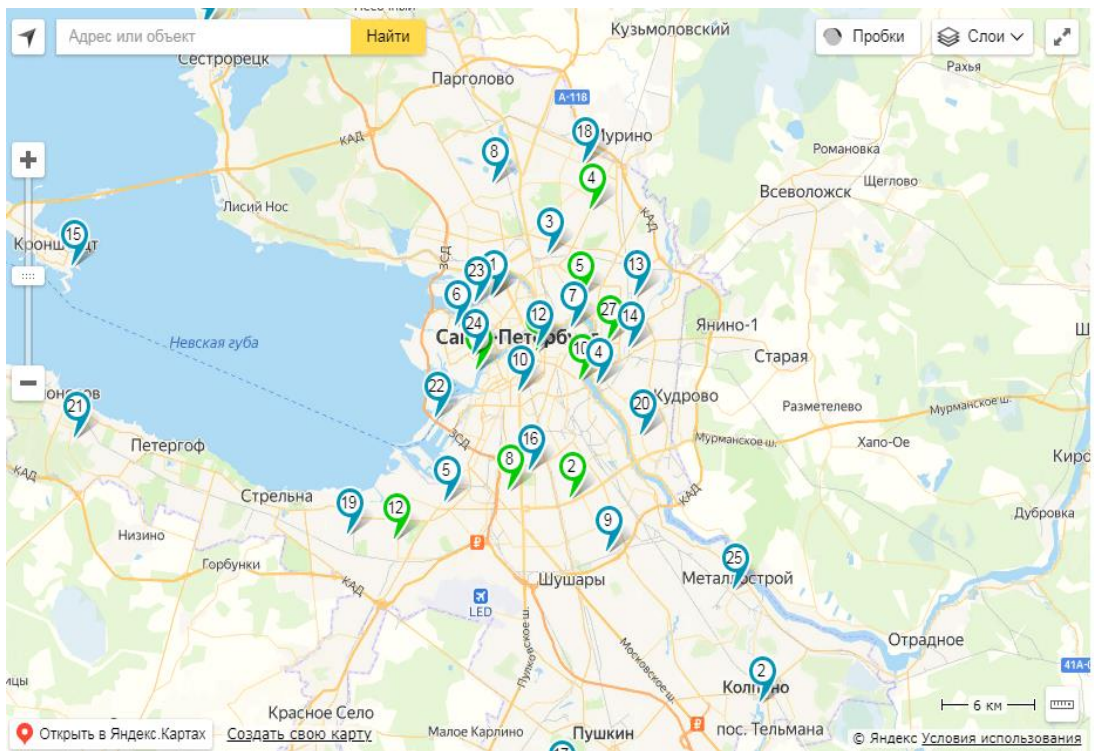


Рисунок 3 - Схема расположения постов и станций мониторинга состояния загрязненности воздуха на территории Санкт-Петербурга

📍 - автоматическая станция мониторинга загрязнения атмосферного воздуха Комитета

📍 - стационарный пост наблюдений за состоянием загрязнённости атмосферного воздуха (ПНЗ) ФГБУ «Северо-Западное УГМС»

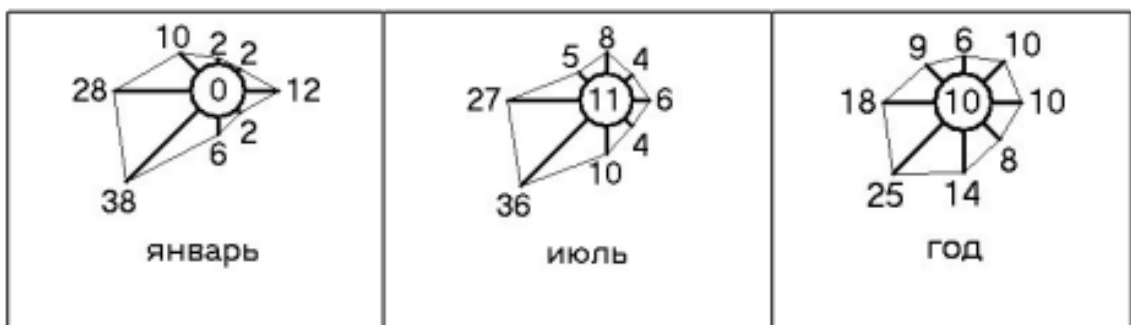


Рисунок 4 – Схема розы ветров по городу Санкт-Петербургу за январь, июль и 2020 год

3.1.1 Концентрации взвешенных веществ

Значение средней концентрации по всему Санкт-Петербургу за 2020 год было равным 0,8 среднесуточной ПДК, данное значение превышает значение за 2019 год. Наибольшая концентрация была зафиксирована в июле в Василеостровском районе (автоматической станцией №7), что соответствовало превышению стандартного индекса в 6 раз (СИ – 6). За 2020 год среднемесячные концентрации во всем Санкт-Петербурге варьировались от 0,5 до 1,6 ПДКс.с., наибольшая из концентраций была зафиксирована в апреле, что представлено на рисунке 5. Максимальное количество повторений превышения концентрациями ПДК за 2020 год составило 5,6%.

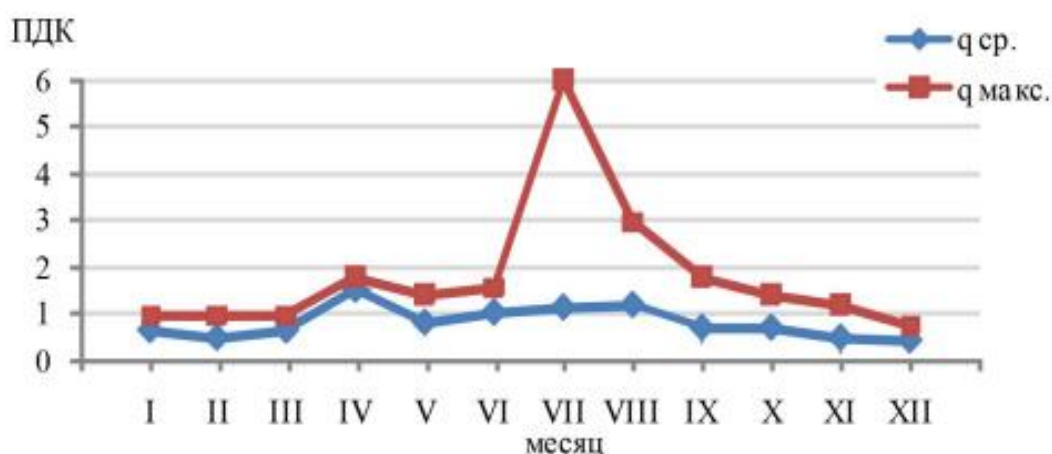


Рисунок 5 - Годовой ход максимальных и среднемесячных концентраций (в долях ПДК) взвешенных веществ в целом по городу и количества осадков в 2020 году

3.1.2 Концентрации диоксида серы, растворимых сульфатов

Полученная средняя концентрация диоксида серы за 2020 год при осуществлении постоянных измерений по городу Санкт-Петербургу была равной менее 0,1 среднесуточной ПДК, а наибольшая концентрация составила 0,3 максимальной разовой ПДК, данные были получены с автоматической станцией №1, которая находится в Кронштадтском районе. Что касается

растворимых сульфатов, то их средняя концентрация за 2020 год была равной 2 мкг/м³, а максимальная разовая концентрация составила 16 мкг/м³.

3.1.3 Концентрации оксида углерода

Полученная средняя концентрация оксида углерода за 2020 год при осуществлении постоянных измерений по городу Санкт-Петербургу была равной 0,1 среднесуточной ПДК, наибольшая из разовых концентраций была зафиксирована в мае автоматическим постом №16, который находится в Московском районе, превышение стандартного индекса было в 3 раза (СИ – 3). Максимальный повтор превышения концентрациями ПДК был равен 0,1%.

3.1.4 Концентрации диоксида азота и оксида азота

Полученная средняя концентрация оксида углерода за 2020 год при осуществлении постоянных измерений по городу Санкт-Петербургу была равной 0,7 среднесуточной ПДК. Наибольшая концентрация, для которой стандартный индекс был равен 4,1 (СИ – 4,1), была зафиксирована в августе на автоматической станции №12, которая находится в Красносельском районе, а максимальный повтор превышения концентрациями ПДК был равен 1%. Варьирование среднегодовых концентраций по Санкт-Петербургу и параметров СИ и НП диоксида азота за 2016-2020 годы показан на рисунке 6.

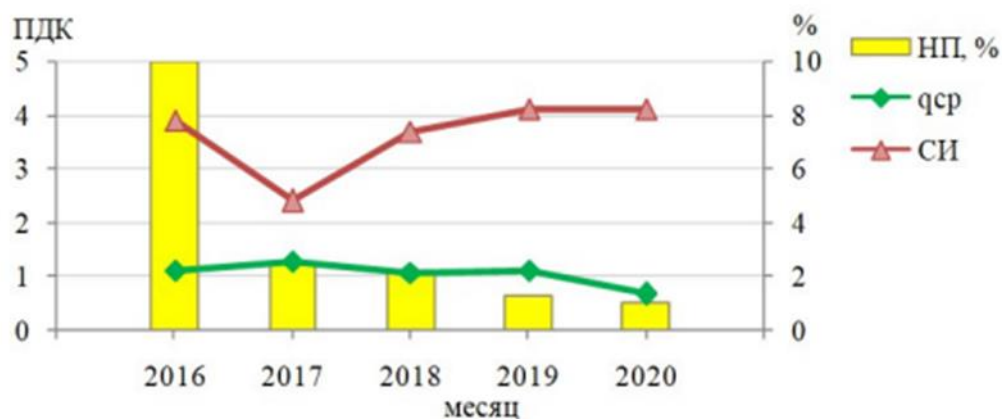


Рисунок 6 - Изменение среднегодовых концентраций в целом по городу, значений СИ, НП диоксида азота за 2016-2020 годы

Полученная среднегодовая концентрация оксида азота за 2020 год при осуществлении постоянных измерений по городу Санкт-Петербургу была равной 0,1 среднесуточной ПДК, а наибольшая концентрация составила 2,2 максимальной разовой ПДК. Данные были получены в ноябре автоматическим постом №11, который находится в Курортном районе.

3.1.5 Концентрации озона

Полученная среднегодовая концентрация озона за 2020 год при осуществлении постоянных измерений по городу Санкт-Петербургу была равной 1,2 среднесуточной ПДК. Наибольшая значение концентрации озона было получено в июле автоматическим постом №11, который находится в Курортном районе, значение наибольшей повторяемости составило 0,4%. Варьирование среднемесячных и максимальных концентраций озона за 2020 год представлены на рисунке 7.



Рисунок 7 - Годовой ход максимальных и средних за месяц концентраций (в долях ПДК) озона в целом по городу

3.1.6 Концентрации бенз(а)пирена

По полученным данным было выяснено, что не зафиксированы изменения загрязнения атмосферного воздуха в городе Санкт-Петербурге бенз(а)пиреном сравнительно с 2019 годом. Полученная среднегодовая концентрация бенз(а)пирена за 2020 год по дискретным и непрерывным измерениям по городу Санкт-Петербургу была равной 0,3 среднесуточной ПДК, соответственно такая же концентрация 0,3 ПДКс.с. была получена и в 2019 году. Что касается среднегодовых концентраций, то по отдельным постам значения варьировались от 0,2 до 0,6 ПДКс.с., что отображено на рисунке 8. Максимальные среднемесячные концентрации были больше среднесуточной ПДК в 1,2 раза (стандартный индекс – 1,2), данные были зафиксированы в октябре автоматической станцией №4, которая находится в Калининском районе, автоматической станцией №8, которая находится в Московском районе, а также автоматической станцией №10, которая находится в Центральном районе. Процесс варьирования данных среднегодовых концентраций бенз(а)пирена за 2011-2020 годы представлен на рисунке 9.

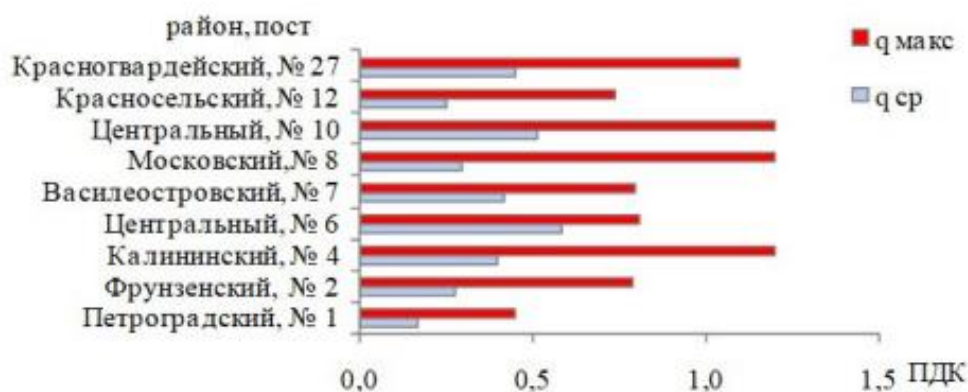


Рисунок 8 - Распределение по постам наибольших концентраций (q макс) и среднемесячных концентраций (q ср) бенз(а)пирена в 2020 году.

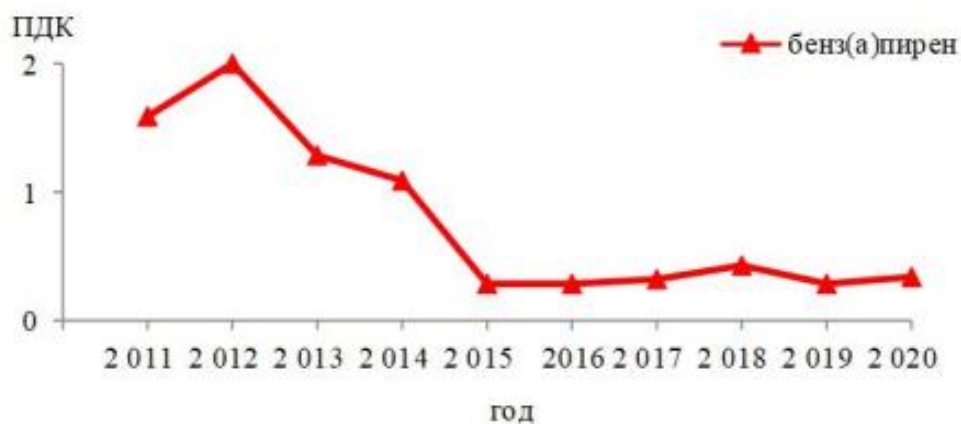


Рисунок 9 - Динамика изменения среднегодовых концентраций бенз(а)пирена в целом по городу за период с 2011 по 2020 годы.

3.1.7 Концентрации специфических примесей

Полученная средняя концентрация оксида углерода за 2020 год при осуществлении постоянных измерений по городу Санкт-Петербургу была равной 0,9 среднесуточной ПДК, в сравнении с 2019 годом значение несущественно увеличилось, в 2019 году концентрация была равной 0,8 среднесуточной ПДК. Превышение среднегодовой концентрации аммиака за 2020 год по сравнению со среднесуточной ПДК составило 1,3-1,5 раза, данные были зафиксированы на автоматической станции №7, которая находится в Василеостровском районе, а также автоматической станцией №8, которая находится в Московском районе, на других постах среднегодовые концентрации варьировались от 0,5-0,9 среднесуточной ПДК. Наибольшая разовая концентрация, зафиксированная в мае автоматической станцией №8, которая находится в Московском районе, была равной 3,5 максимальной разовой ПДК (СИ – 3,5). Максимальное количество повторений превышения концентрациями ПДК за 2020 год составило 5,4%. Варьирование максимальных и средних за месяц концентраций аммиака по всему Санкт-Петербургу изображено на рисунке 10.

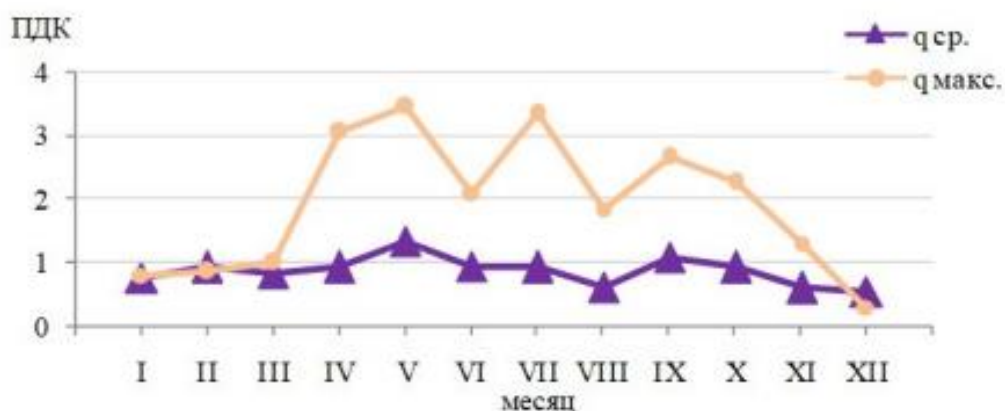


Рисунок 10 - Годовой ход среднемесячных концентраций (q ср.) и максимальных концентраций (СИ) аммиака (в долях ПДК) в целом по городу в 2020 году

Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 12 января 2015 г. № 3 «О внесении изменения в ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест», которое было зарегистрировано в Минюсте России 09.02.2015 г. №35927, принят новый санитарно-гигиенический норматив среднесуточной концентрации гидроксibenзола, т.е. фенола, среднесуточная ПДК которого составляет 0,006 мг/м³. Среднегодовая концентрация фенола по городу Санкт-Петербургу была зафиксирована менее 0,1 среднесуточной ПДК. Наибольшая концентрация фенола, зафиксированная в сентябре автоматической станцией №12, которая находится в Красносельском районе, была равной 3,5 максимальной разовой ПДК (СИ – 3,5). Максимальное количество повторений превышения концентрациями ПДК за 2020 год составило 0,6%. Варьирование стандартного индекса и максимальных значений наибольшей повторяемости по всему Санкт-Петербургу изображено на рисунке 11.

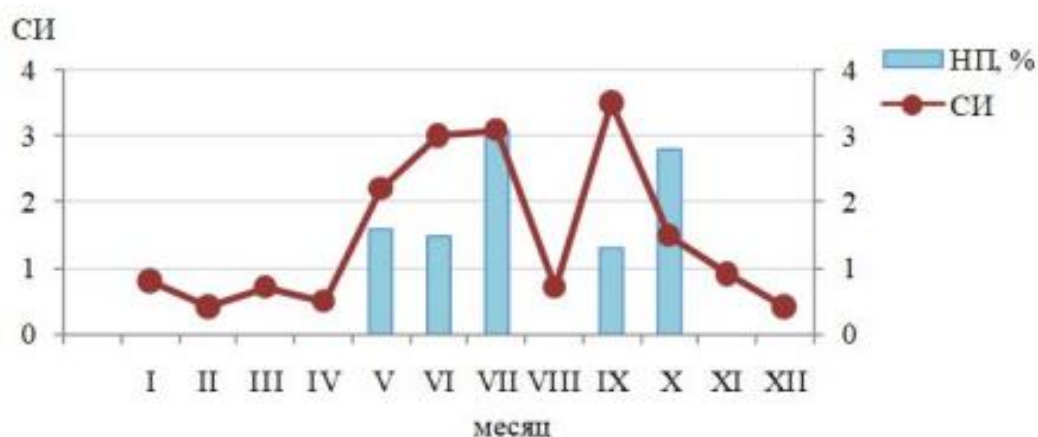


Рисунок 11 - Годовой ход значений СИ и НП фенола в целом по городу

Среднегодовая концентрация формальдегида по всему Санкт-Петербургу была равна 0,3 среднесуточной ПДК. Средний уровень загрязненности атмосферного воздуха Санкт-Петербурга формальдегидом в соотношении с 2019 годом стал ниже. Максимальные концентрации, полученные в июне автоматической станцией №2, которая находится во Фрунзенском районе, а также автоматической станцией №8, которая находится в Московском районе, были равны стандартному индексу 1,4. Варьирование наибольших и средних за месяц концентраций формальдегида в 2020 году изображено на рисунке 12.

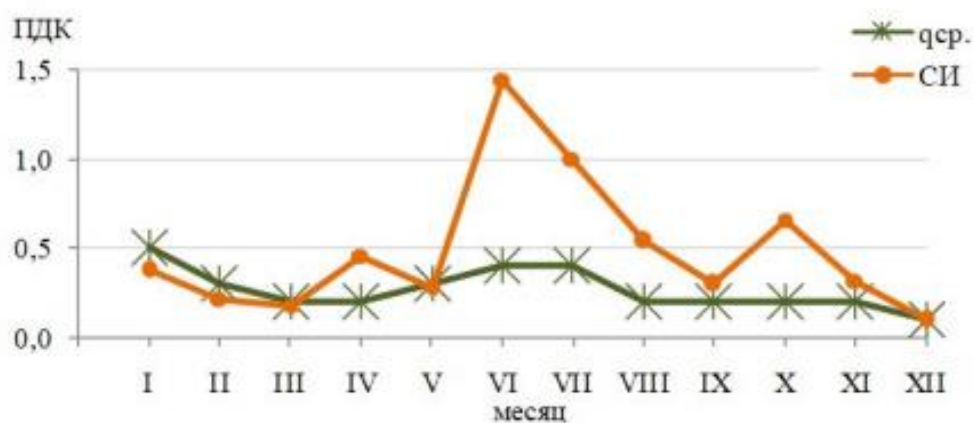


Рисунок 12 - Годовой ход среднемесячных концентраций (в долях ПДКс.с.) и значений СИ формальдегида в целом по городу в 2020 году

Концентрации хлористого водорода на каждой из станций, где были осуществлены наблюдения, не превысили санитарных норм, таким образом,

среднегодовая концентрация составила 0,2 среднесуточной ПДК, а наибольшая концентрация была зафиксирована равной 0,5 максимальной разовой ПДК (стандартный индекс – 0,5). Если сопоставить данные с 2019 годом, то можно увидеть, что содержание данной примеси стало незначительно меньше.

Среднегодовая концентрация сероводорода на автоматической станции №7, которая находится в Василеостровском районе, была зафиксирована равной 1 мкг/м³, наибольшая концентрация была равна стандартному индексу 0,6.

Концентрация углеводородов в воздухе Санкт-Петербурга не превышала санитарно-гигиенической нормы. Значение средней концентрации бензола по Санкт-Петербургу было менее 0,1 среднесуточной ПДК. Значение стандартного индекса для этилбензола было равным 1, для суммы ксилолов значение было равным 0,3, а для бензола и толуола составило 0,1.

Среднегодовые концентрации и максимальные из средних за месяц концентраций цинка, кадмия, марганца, никеля, свинца, меди, хрома и железа были в пределах нормы среднесуточной ПДК.

3.2 Уровень загрязнения атмосферного воздуха Санкт-Петербурга в 2020 году

Уровень загрязненности атмосферного воздуха по Санкт-Петербургу в 2020 году характеризовался как низкий, в соотношении с комплексным индексом загрязнения атмосферы (ИЗА). Наибольшую роль в загрязнении атмосферного воздуха играли следующие вещества: озон, взвешенные вещества, формальдегид, а также диоксид азота. В соотношении с 2019 годом показатель индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) стал ниже за 2020 год. Рисунок 13 демонстрирует динамику изменения ИЗА за последние 5 лет. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в 2016 и 2017 годах квалифицировался как повышенный, а с 2018 год по 2020 год как низкий.

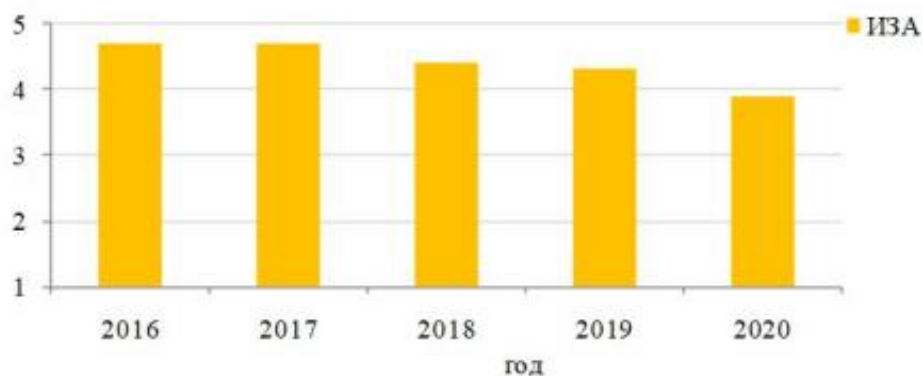


Рисунок 13 - Изменение комплексного ИЗА за 2016-2020 годы с учетом вклада отдельных примесей.

По информации полученной с помощью постоянных наблюдений в 2020 году в соотношении с 2019 годом по Санкт-Петербургу значения средних за год концентраций озона, взвешенных веществ, суммы ксилолов, этилбензола, 14 диоксида серы, аммиака и растворимых сульфатов возросли. Что касается концентраций оксида углерода, диоксида азота, фенола, формальдегида, толуола, хлористого водорода, оксида азота и бензола понизились. А концентрации бенз(а)пирена и сероводорода вовсе не изменились.

3.3 Тенденция за период 2016-2020 годы

За прошедшие 2016-2020 годы среднегодовые концентрации суммы ксилолов, сульфатов, бензола и озона увеличились. Концентрации оксидов азота, взвешенных веществ, толуола, оксида углерода, хлористого водорода, формальдегида, аммиака, фенола уменьшились. Среднегодовые концентрации бенз(а)пирена, диоксида серы, этилбензола и сероводорода остались без изменений.

3.4 Оценка качества воздуха по нормативам качества воздуха и принятым в РФ показателям

Для того, чтобы оценить качество и уровень загрязненности атмосферного воздуха Санкт-Петербурга были применены установленные на

территории Российской Федерации гигиенические нормативы предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в жилых местах такие как: предельно допустимая максимальная разовая концентрация, т.е. ПДКм.р., которая используется для того, чтобы оценить данные 20-минутного осреднения, а также применяется предельно допустимая среднесуточная концентрация, т.е. ПДКс.с, которая позволяет оценить концентрации в периодах осреднения от суток до года.

Для того, чтобы оценить качество и уровень загрязненности атмосферного воздуха Санкт-Петербурга взвешенными частицами были применены гигиенические нормативы предельно допустимых концентраций взвешенных частиц РМ10 и РМ2,5 (ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений») такие как: предельно допустимая максимальная разовая концентрация, т.е. ПДКм.р., а также предельно допустимая среднегодовая концентрация, т.е. ПДКс.г.

Для того, чтобы оценить уровень загрязнения атмосферного воздуха Санкт-Петербурга помимо выше перечисленных были использованы показатели, которые приняты Росгидрометом для сравнительной оценки состояния атмосферного воздуха в соотношении со средним уровнем загрязнения других городов Российской Федерации, такие как:

- стандартный индекс, т.е. СИ – это максимальная разовая концентрация загрязнителя за время наблюдения, которая измеряется в единицах максимальной разовой ПДК;

- наибольшая повторяемость моментов превышения максимальной разовой ПДК за время наблюдения, т.е. НП, которая измеряется в процентном отношении ко всем измерениям.

Характеристики уровня загрязненности атмосферного воздуха по городу Санкт-Петербургу за 2020 год главными загрязняющими веществами, а также озоном, РМ10, РМ 2,5 отображены в таблицах 6-12.

Таблица 6 - Характеристика уровня загрязненности атмосферного воздуха по городу Санкт-Петербургу за 2020 год диоксидом азота

Номер станции	Концентрация (в ед. ПДКс.с.)	СИ (в ед. ПДК м.р.)	НП (%)
1	0,4	0,6	4,3
3	0,4	0,8	5,5
4	0,7	0,4	18,6
5	0,7	0,7	22,6
6	0,7	0,8	18,3
7	0,7	0,6	22,7
8	0,6	0,5	10,4
9	0,7	1,6	2,5
10	0,6	0,5	11,9
12	0,9	0,7	36,5
13	0,8	1,0	30,1
16	0,6	0,7	13,3
18	0,5	0,9	8,4
19	0,4	0,4	5,5
20	1,2	2,7	53,7
22	0,7	4,1	26,3
23	0,5	0,3	12,3
24	0,6	0,7	16,0
2	0,4	0,6	6,6
11	0,2	0,6	2,9
14	0,6	0,5	15,1
15	0,2	1,5	2,0
17	0,2	0,5	0,9
21	0,2	0,6	0,0
25	0,4	0,5	5,9

Таблица 7 - Характеристика уровня загрязненности атмосферного воздуха по городу Санкт-Петербургу за 2020 год оксидом азота

Номер станции	Концентрация (в ед. ПДКс.с.)	СИ (в ед. ПДК м.р.)	НП (%)
1	0,2	0,6	2,1
3	0,2	0,8	2,6
4	0,3	0,9	5,8
5	0,2	1,2	1,7
6	0,2	1,5	2,6
7	0,1	3,6	1,0

8	0,1	0,8	1,1
9	0,2	0,9	3,9
10	0,1	0,4	0,9
12	0,6	1,7	20,6
13	0,3	1,0	5,8
16	0,1	0,6	1,3
18	0,1	0,9	1,6
19	0,1	0,6	0,9
20	0,4	1,7	9,0
22	0,2	1,3	4,4
23	0,1	0,1	1,6
24	0,1	0,4	0,9
2	0,1	0,6	0,8
11	0,04	1,8	0,2
14	0,2	0,8	3,2
15	0,03	1,0	0,1
17	0,02	0,5	0,2
21	0,05	0,6	0,3
25	0,1	0,9	1,2

Таблица 8 - Характеристика уровня загрязненности атмосферного воздуха по городу Санкт-Петербургу за 2020 год оксидом углерода

Номер станции	Концентрация (в ед. ПДКс.с.)	СИ (в ед. ПДК м.р.)	НП (%)
1	0,1	0,8	0,0
3	0,1	0,5	0,0
4	0,1	0,5	0,0
5	0,1	0,7	0,0
6	0,1	2,1	0,07
7	0,1	0,4	0,0
8	0,1	4,3	0,02
9	0,1	2,8	0,05
10	0,1	0,4	0,0
12	0,2	1,3	0,1
13	0,1	0,6	0,0
16	0,1	3	0,2
18	0,1	0,6	0,0
19	0,1	0,8	0,0
20	0,1	0,8	0,0
22	0,1	4,3	0,03
23	0,1	0,1	0,0
24	0,1	0,9	0,0
2	0,1	0,4	0,0
11	0,1	0,5	0,0
14	0,1	0,4	0,0
15	0,1	0,4	0,0
17	0,1	1,3	0,04

21	0,1	0,7	0,0
25	0,1	0,7	0,0

Таблица 9 - Характеристика уровня загрязненности атмосферного воздуха по городу Санкт-Петербургу за 2020 год диоксидом серы

Номер станции	Концентрация (в ед. ПДКс.с.)	СИ (в ед. ПДК м.р.)	НП (%)
1	0,005	0,3	0,0
4	0,03	0,2	0,0
5	0,04	0,2	0,0
6	0,04	0,4	0,0
8	0,03	0,1	0,0
9	0,02	0,2	0,0
10	0,1	0,1	0,0
13	0,02	0,5	0,0
15	0,01	0,3	0,0
16	0,04	0,2	0,0
20	0,002	0,1	0,0
23	0,05	0,01	0,0
25	0,03	0,3	0,0
2	0,03	0,1	0,0
21	0,04	0,3	0,0

Таблица 10 - Характеристика уровня загрязненности атмосферного воздуха по городу Санкт-Петербургу за 2020 год РМ10

Номер станции	Концентрация (в ед. ПДКс.с.)	СИ (в ед. ПДК м.р.)	НП (%)
3	0,1	0,7	0,0
4	0,1	0,2	0,0
5	0,1	0,7	0,0
7	0,03	0,4	0,3
8	0,1	0,4	0,0
9	0,2	0,3	0,0
13	0,2	1,0	0,2
18	0,1	0,3	0,04
19	0,1	0,3	0,07
20	0,2	0,3	0,0
2	0,1	0,4	0,0
14	0,06	0,4	2,6
17	0,2	0,3	0,03
21	0,2	0,7	1,9
25	0,1	1,1	0,1

Таблица 11 - Характеристика уровня загрязненности атмосферного воздуха по городу Санкт-Петербургу за 2020 год озоном

Номер станции	Концентрация (в ед. ПДКс.с.)	СИ (в ед. ПДК м.р.)	НП (%)
2	0,9	0,6	48,8
7	0,1	0,8	42,3
8	1,2	0,8	57,9
9	1,2	1,0	50,6
11	1,4	2,2	66,8
14	0,9	0,7	45,8
15	1,4	1,1	79,7
17	1,1	1,3	64
18	1,2	0,7	58,25
19	1,3	0,8	63,4
23	1,4	0,6	64,1
24	1,2	0,7	60,3
25	1,2	0,7	66,8

Таблица 12 - Характеристика уровня загрязненности атмосферного воздуха по городу Санкт-Петербургу за 2020 год PM2,5

Номер станции	Концентрация (в ед. ПДКс.с.)	СИ (в ед. ПДК м.р.)	НП (%)
1	0,2	0,6	0,0
16	0,2	6,8	0,4
24	0,2	0,3	0,2
11	0,2	0,9	0,5
15	0,2	0,9	1,7
22	0,2	0,4	0,2
23	0,2	0,1	0,0

Из выше представленных измерений в таблице 6, можно сделать следующий вывод: средние концентрации диоксида азота в центре Санкт-Петербурга варьировались от 0,4 до 1,2 ПДК, а значения СИ изменялись от 0,3 до 4,1, повторяемость моментов превышения максимальной разовой ПДК составила от 0,00% до 53,7%. Также можно заметить, что на одном из 19 представленных автоматических постов в центре Санкт-Петербурга средняя концентрация диоксида азота в атмосферном воздухе была выше уровня среднесуточной ПДК.

По значению стандартного индекса, который был равен 0,9 можно сделать следующий вывод: уровень загрязненности атмосферного воздуха Санкт-Петербурга диоксидом азота можно охарактеризовать как «низкий». Максимальные уровни загрязненности атмосферного воздуха диоксидом азота были зафиксированы на станциях, которые находятся в Невском, Фрунзенском, Кронштадтском, Красногвардейском, а также Кировском районах города. Средняя за год концентрация диоксида азота в общем по центру Санкт-Петербурга была равна 0,6 среднесуточной ПДК, в других районах города значение составило 0,4 среднесуточной ПДК.

Из выше представленных измерений в таблице 7, можно сделать следующий вывод: средние за год концентрации оксида азота в центре Санкт-Петербурга варьировались от 0,02 до 0,6 среднесуточной ПДК, а значения СИ изменялись от 0,1 до 3,6, повторяемость моментов превышения максимальной разовой ПДК составила от 0,2% до 58%.

По значению стандартного индекса, который был равен 1,3 можно сделать следующий вывод: уровень загрязненности атмосферного воздуха Санкт-Петербурга оксидом азота можно охарактеризовать как «низкий». Максимальные уровни загрязненности атмосферного воздуха оксидом азота были зафиксированы на станциях, которые находятся в Курортном, Центральном, Кронштадтском, Красногвардейском, Невском, а также Кировском районах города. Средняя за год концентрация оксида азота в общем по центру Санкт-Петербурга была равна 0,3 среднесуточной ПДК, в других районах города значение составило 0,1 среднесуточной ПДК.

Средние за год концентрации оксида углерода вблизи месторасположения станций автоматизированных систем мониторинга варьировались от 0,1 до 0,2 среднесуточной ПДК. Значение стандартного индекса изменялось от 0,1 до 4,3. Повторяемость моментов превышения максимальной разовой ПДК составили от 0,00% до 0,2%, что отображено в таблице 8.

По значению стандартного индекса, который был равен 1,1 можно сделать следующий вывод: уровень загрязненности атмосферного воздуха Санкт-Петербурга оксидом углерода можно охарактеризовать как «низкий». Максимальные уровни загрязненности атмосферного воздуха оксидом углерода были зафиксированы на станциях, которые находятся в Приморском, Василеостровском, Московском, Кировском, Фрунзенском, а также Центральном районах города. Средняя за год концентрация оксида азота в общем по центру Санкт-Петербурга была равна 0,1 среднесуточной ПДК, в других районах города значение составило 0,1 среднесуточной ПДК.

Средние за год концентрации диоксида серы вблизи месторасположения станций автоматизированных систем мониторинга варьировались от 0,01 до 0,05 среднесуточной ПДК. Значение стандартного индекса изменялось от 0,01 до 0,5. Повторяемость моментов превышения максимальной разовой ПДК составили 0,00% что отображено в таблице 9.

По значению стандартного индекса, который был равен 0,2 можно сделать следующий вывод: уровень загрязненности атмосферного воздуха Санкт-Петербурга диоксидом серы можно охарактеризовать как «низкий». Средняя за год концентрация диоксида серы в общем по центру Санкт-Петербурга была равна 0,03 среднесуточной ПДК, в других районах города значение составило 0,04 среднесуточной ПДК.

Средние за год концентрации озона в общем по центру Санкт-Петербурга варьировались 0,1 до 1,4 среднесуточной ПДК, в других районах города значения изменялись от 0,9 до 1,4 среднесуточной ПДК. Повторяемость моментов превышения максимальной разовой ПДК составили от 42,3% до 79,7%, что отображено в таблице 11. По значению стандартного индекса, который был равен 0,9 можно сделать следующий вывод: уровень загрязненности атмосферного воздуха Санкт-Петербурга озоном можно охарактеризовать как «низкий».

Средние за год концентрации мелкодисперсных взвешенных частиц PM₁₀, представленные в таблице 10, в общем по центру Санкт-Петербурга за 2020 год варьировались 0,03 до 0,2 среднегодовой ПДК, в других районах города значения изменялись от 0,9 до 1,4 среднегодовой ПДК. Максимальные разовые концентрации PM₁₀ или, иначе говоря, величины стандартного индекса в общем по центру Санкт-Петербурга находились в пределах от 0,3 до 1,1 максимальной разовой ПДК. Что касается повторяемости моментов превышения максимальной разовой ПДК, то значение варьировалось от 0,00% до 1,9%.

По значению стандартного индекса, который был равен 0,7 можно сделать следующий вывод: уровень загрязненности атмосферного воздуха Санкт-Петербурга PM₁₀ можно охарактеризовать как «низкий». Средние за год концентрации PM₁₀ в общем по центру и другим районам Санкт-Петербурга были равны 0,1 среднегодовой ПДК.

Средние за год концентрации мелкодисперсных взвешенных частиц PM_{2,5}, представленные в таблице 12, вблизи месторасположения станций автоматизированных систем мониторинга варьировались 0,2 до 0,3 среднегодовой ПДК. Максимальные разовые концентрации PM_{2,5} или, иначе говоря, величины стандартного индекса находились в пределах от 0,1 до 6,8 максимальной разовой ПДК. Что касается повторяемости моментов превышения максимальной разовой ПДК, то значение варьировалось от 0,00% до 1,7%. Средние за год концентрации PM_{2,5} в общем по центру и другим районам Санкт-Петербурга были равны 0,2 среднегодовой ПДК.

Процесс варьирования концентраций главных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе по городу Санкт-Петербургу с 2001 по 2020 год отображен в таблице 13.

Таблица 13 - Среднегодовые концентрации главных загрязняющих веществ по городу Санкт-Петербургу

Год	Диоксид азота	Оксид азота	Оксид углерода	Диоксид серы	PM10
2001	0,7	0,5	0,3	0,2	-
2002	0,9	0,8	0,3	0,3	-
2003	1,1	0,7	0,3	0,3	-
2004	1,3	0,8	0,3	0,3	-
2005	1,2	0,7	0,3	0,3	-
2006	1,4	0,6	0,3	0,4	0,8
2007	1,3	0,7	0,2	0,4	1,1
2008	0,9	0,5	0,2	0,2	0,7
2009	0,9	0,5	0,2	0,2	0,5
2010	1,0	0,5	0,2	0,2	0,6
2011	0,9	0,5	0,1	0,2	0,5
2012	1,0	0,5	0,2	0,2	0,6
2013	1,0	0,4	0,1	0,1	0,5
2014	0,9	0,4	0,1	0,1	0,5
2015	0,8	0,4	0,1	0,1	0,4
2016	0,9	0,4	0,1	0,1	0,3
2017	0,8	0,3	0,1	0,1	0,2
2018	0,9	0,3	0,1	0,1	0,2
2019	0,7	0,3	0,1	0,1	0,2
2020	0,6	0,2	0,1	Менее 0,1	0,1

Данные таблицы 13 представлены исходя из данных, которые были измерены автоматизированными станциями в центральной части города. Измерения приведены в единицах ПДКс.с.

Среди указанных загрязняющих веществ можно увидеть такое, как PM10. Изначально стоит разобраться в том, что такое взвешенные вещества.

Взвешенные вещества – это недифференцированная по составу пыль (аэрозоль), содержащаяся в воздухе населенных пунктов.

Теперь разберемся непосредственно что из себя представляют PM10.

PM10 — это в атмосферном воздухе взвешенные вещества, иначе говоря - твердые частицы, с аэродинамическим диаметром частиц менее 10 мкм, проходящие через эталонный сепаратор с разделением на фракции для отбора и измерения PM10 с эффективностью разделения (отсечки) 10 мкм, равной 50%. Концентрация PM10 в таблице приведена в единицах среднегодовых ПДК.

3.5 Источники загрязняющих веществ в Санкт-Петербурге

Возникновение загрязнения атмосферного воздуха осуществляется посредством выбросов стационарных источников, иначе говоря, промышленных предприятий, а также транспортных средств, где первостепенную роль играют автомобили. При общем объеме загрязняющих веществ, который в 2014 году был равен 513 тыс. тонн, объем загрязнения от автомобилей равнялся 441,7 тыс. тонн. Количество вредных веществ за 2014 год отображено на рисунке 14. Исходя из выше сказанного, можно заметить, что районы, находящиеся вблизи загруженных городских автомагистралей, обладают наиболее загрязненным атмосферным воздухом.

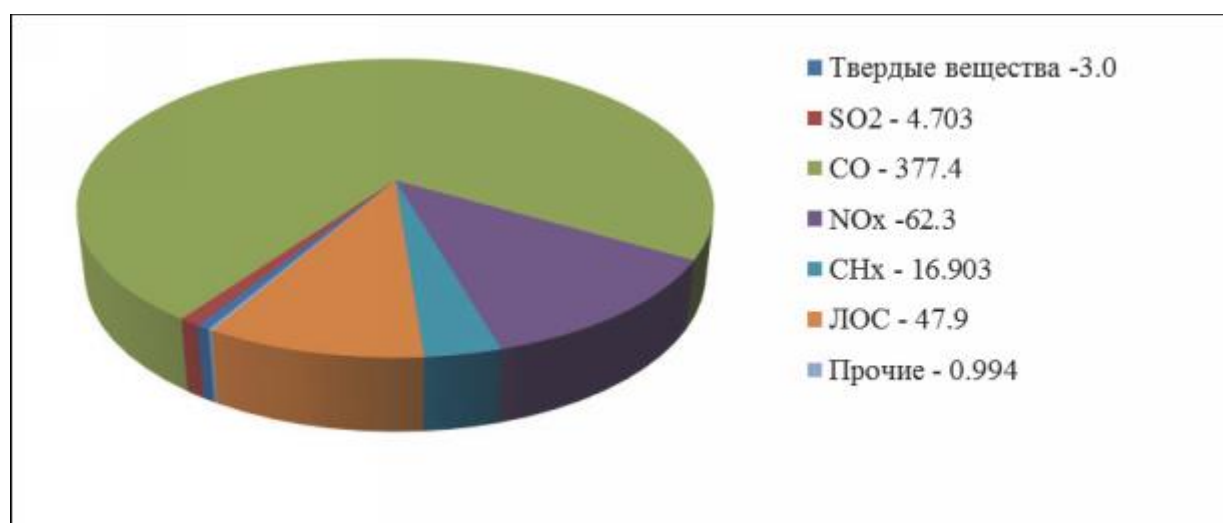


Рисунок 14 – Количество вредных веществ (в тыс. тонн) в выбросах от транспорта и стационарных источников в Санкт-Петербурге за 2014 год.

3.6 Загрязнение атмосферы вредными выбросами от стационарных источников по районам Санкт-Петербурга

Наиболее загрязненными районами Санкт-Петербурга являются Выборгский, Кировский, Приморский и Невский.

К наименее загрязненным районам можно отнести следующие: Кронштадтский, Адмиралтейский, Фрунзенский, а также Петродворцовый.

Общий объем загрязняющих веществ в 2014 году уменьшился на 24,4 тыс. тонн в сравнении с 2013 годом, в том числе: от стационарных источников уменьшился на 1,8 тыс. тонн, от транспортных средств – на 22,6 тыс. тонн.

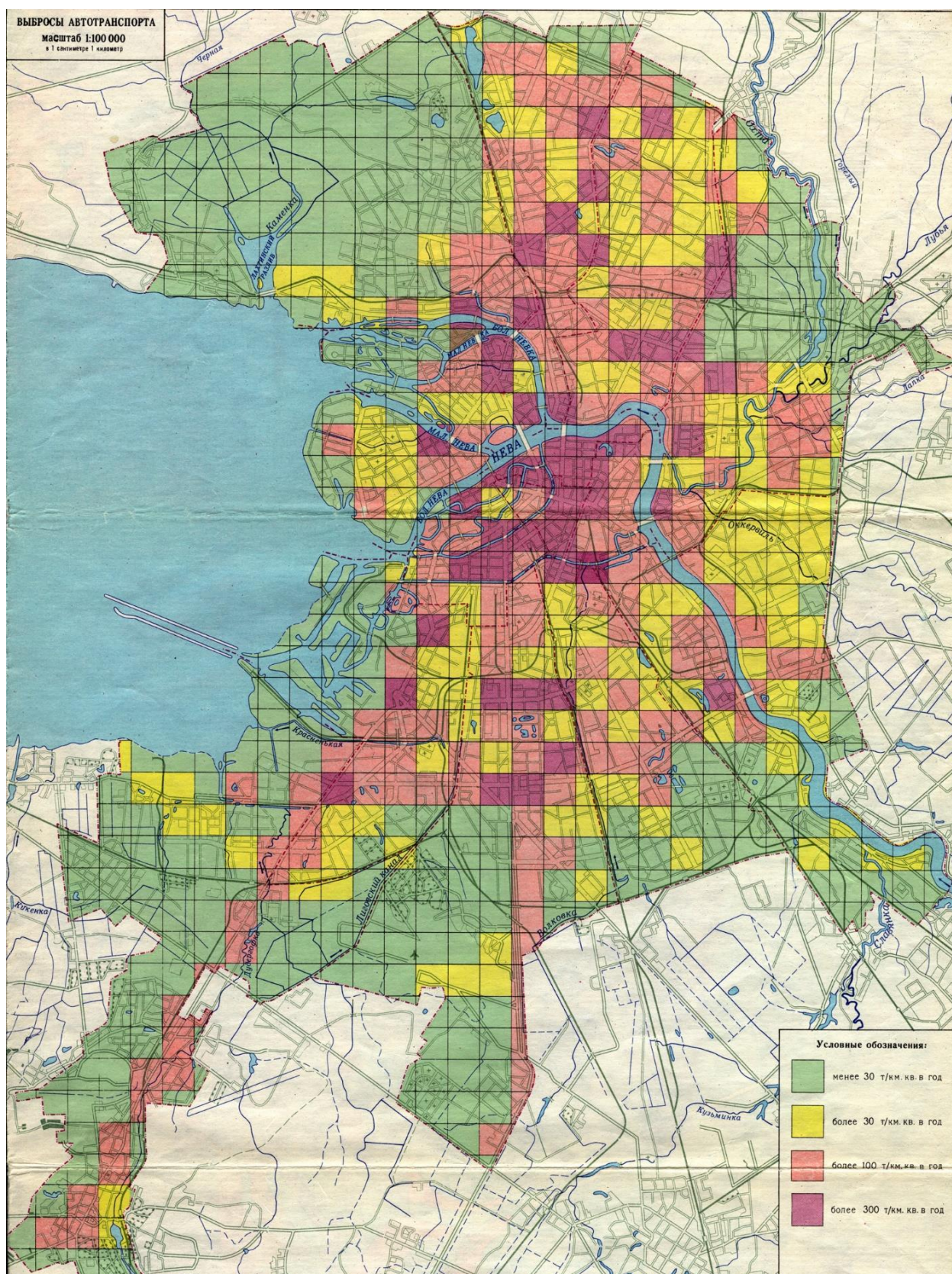


Рисунок 15 - Распределение выбросов от автомобильного транспорта по районам СПб

3.7 Оценка и прогноз экологической ситуации в Санкт-Петербурге по показателям загрязнения атмосферного воздуха и изменения здоровья населения

Опираясь на информацию государственной статистики по загрязнению атмосферного воздуха, а также сопутствующей заболеваемости по городу Санкт-Петербургу была дана оценка того, как изменялась экологическая обстановка за прошедшие 35 лет, сопровождающихся экономическими трансформациями. Было выделено несколько этапов влияния антропогенного воздействия на биоту, а также на людей. Первый этап имеет временные рамки начиная с 1993 года и заканчивая 2008 годом, за указанное время суммарный объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух сократился в 3 раза, это объясняется тем, что произошло уменьшение промышленного производства в Санкт-Петербурге. Рассмотрим второй этап антропогенного воздействия. Он начался с 2009 года, в то время произошло двукратное увеличение суммарного объема выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, это объяснялось тем, что произошел рост использования автотранспорта. За рассматриваемое время значительно увеличилась заболеваемость среди населения. Это в большей степени дало о себе знать с 2005 по 2009 года, когда показатель уровня заболеваемости возрос в 1,4 раза. За исследуемое время более всего увеличился рост заболеваемости у жителей административных районов Санкт-Петербурга. Среди детей, проживающих в Центральном и индустриальном Колпинском районах, пик пришелся на конец 1990-х годов, в то время наблюдалось резкое увеличение заболеваемости, вследствие чего данные районы Санкт-Петербурга заняли первые места по городу, хотя ранее находились на 10 и 11 позициях. Исходя из полученных данных по оцениванию неканцерогенного воздействия на здоровье, который возникает при ингаляционном поступлении в организм главных вредных

веществ, было сделано заключение о том, что жители Центрального района Санкт-Петербурга в большей степени подвергнуты негативному воздействию на свое здоровье из-за антропогенных источников загрязнения. Что касается Колпинского района, можно ожидать, что произойдет перемещение по тенденции заболеваемости со 2-го места на 6-е место. Минимальному риску возникновения неканцерогенных эффектов при суммарном влиянии загрязнителей атмосферного воздуха Санкт-Петербурга подвержен Петродворцовый район. Подчеркивается важность принятия мер по уменьшению антропогенного воздействия на городскую среду в административных районах, которые в наибольшей степени характеризуются завышенными показателями неканцерогенного риска здоровья населения. Исходя из выше сказанного, в первую очередь требуется принятие мер в Центральном районе Санкт-Петербурга.

3.8 Баланс территорий города, характеризующихся повышенным уровнем загрязнения атмосферного воздуха

Дать оценку качеству воздуха в Санкт-Петербурге можно используя данные по выбросам вредных веществ в атмосферу. Загрязняющие вещества могут образовываться посредством работы предприятий, находящихся в городе, а также из-за использования автотранспорта.

Баланс областей города, где может быть разовое увеличение уровня загрязнения атмосферного воздуха, которое образуется из-за выбросов промпредприятий, формируется исходя из полученных расчетных измерений рассеивания вредных веществ в воздухе. Определение рассеивания вредных веществ от выбросов локальных источников осуществляется с помощью Методики по проведению сводных расчетов с использованием модуля расчета максимально-разовых концентраций программного комплекса "Эколог-город-Санкт-Петербург" по каждому загрязнителю, который зафиксирован в Санкт-Петербурге. Для уменьшения погрешности полученных данных территорию

Санкт-Петербурга условно разделили на четыре одинаковых квадрата, далее по каждому выделенному квадрату осуществлялся подсчет загрязненности атмосферного воздуха основными вредными веществами по вспомогательной равномерной сетке, расстояние между соседними узлами сетки было равным 500 метров. Пространственный анализ выделенных квадратов был осуществлен посредством программного комплекса ArcGIS.

Исходя из проведенного анализа было определено, что по 75 загрязняющим веществам есть вероятность превышения максимальной разовой ПДК в городе Санкт-Петербурге. Отношение области загрязнения атмосферного воздуха по всем загрязняющим веществам, ко всей площади Санкт-Петербурга составляет 23,9%, что отображено на рисунке 16. При расчете учитывались загрязняющие вещества, у которых есть вероятность превышения максимальной разовой ПДК, а также расчет производился для неблагоприятных метеорологических условий.

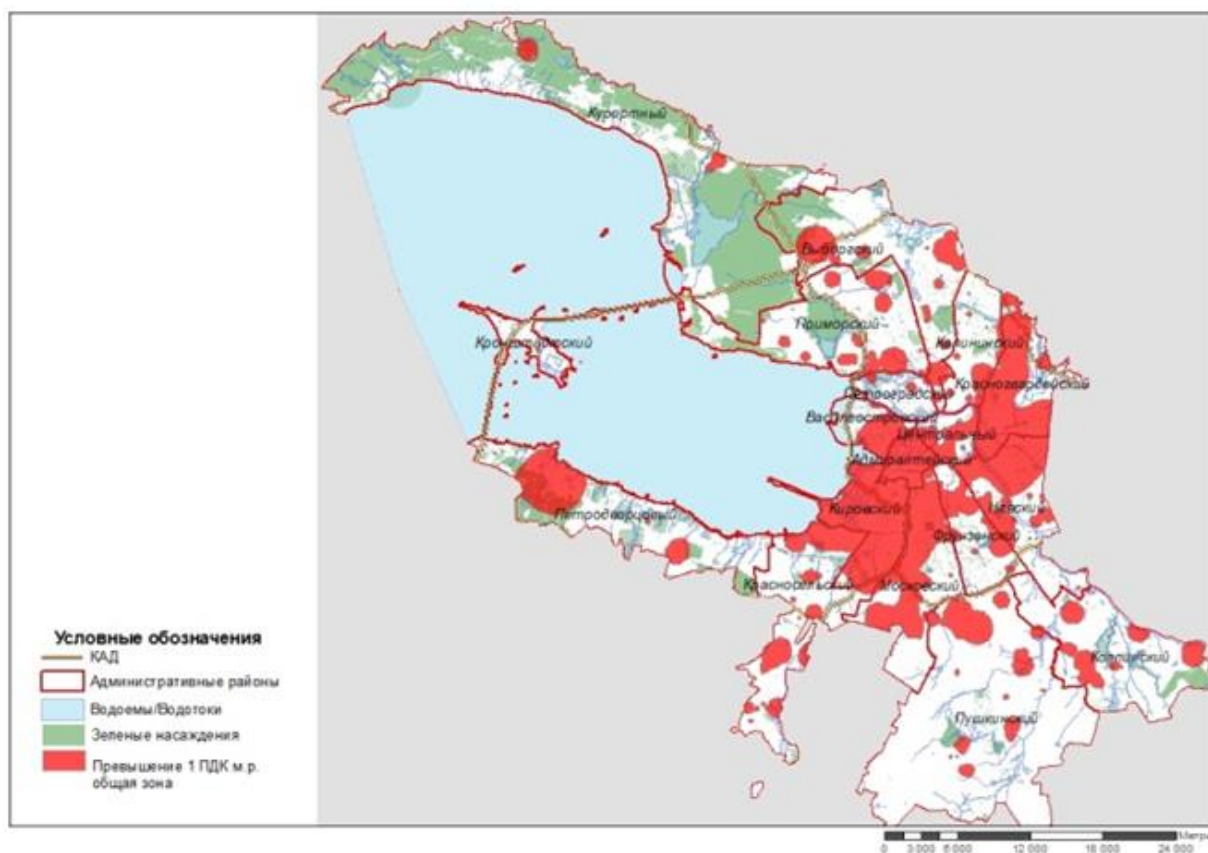


Рисунок 16 – Общая область превышения в пределах 1 максимальной разовой ПДК по всем загрязняющим веществам в Санкт-Петербурге

Область Санкт-Петербурга со сверхнормативным, т.е. свыше 1 среднесуточной ПДК, уровнем загрязнения атмосферного воздуха диоксидом азота представлена на рисунке 17. Сверхнормативный уровень загрязнения объясняется тем, что исходят выбросы от промпредприятий, от автотранспорта, а также от водного транспорта.

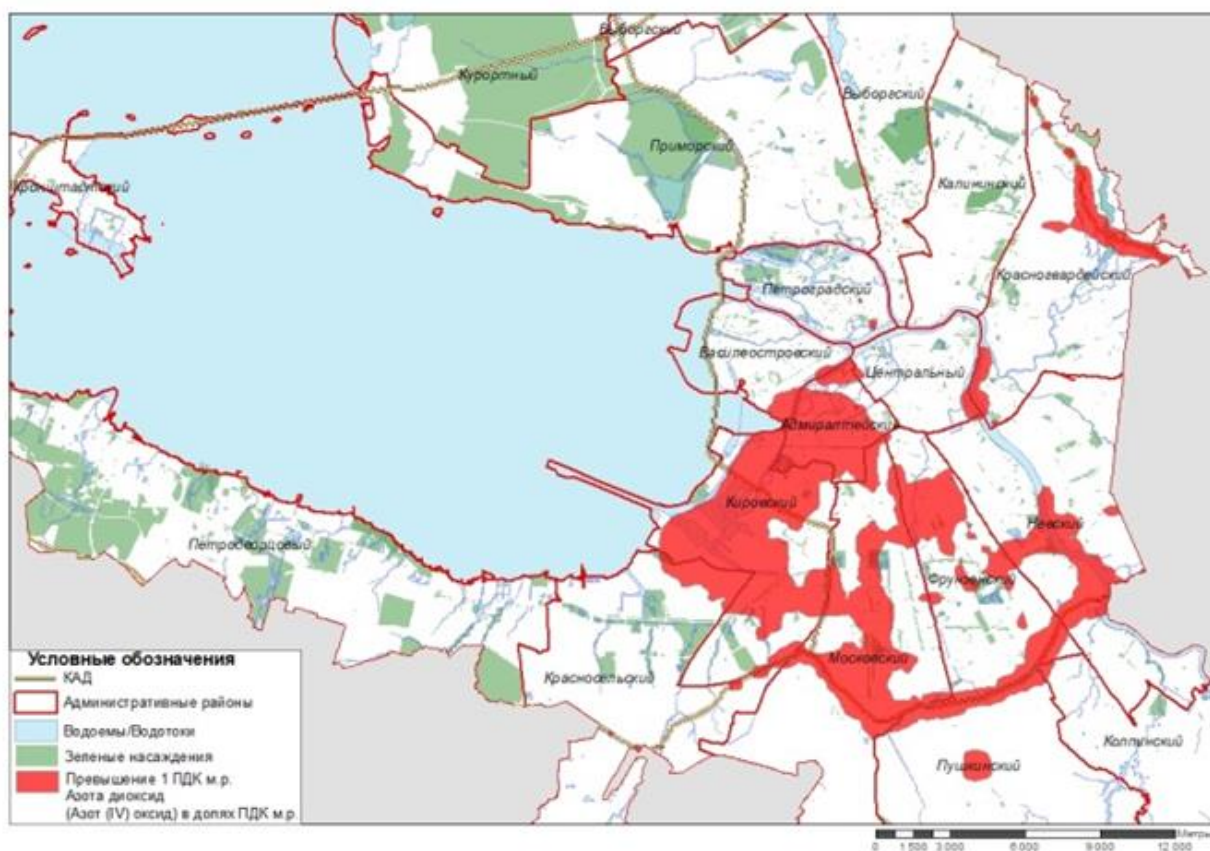


Рисунок 17 – Область Санкт-Петербурга со сверхнормативным уровнем загрязнения атмосферного воздуха диоксидом азота

Определение рассеивания вредных веществ от выбросов локальных источников, автотранспорта, а также водного транспорта осуществляется с помощью модуля средних концентраций программного комплекса «Эколог-город-Санкт-Петербург». По полученным данным было определено, что в городе Санкт-Петербурге вероятность превышения среднесуточной ПДК

существует только у одного загрязняющего атмосферный воздух вещества, им оказался диоксид азота, что отображено на рисунке 17. В нашем случае измерения диоксида азота были получены как расчетным путем, так и экспериментальным. Измерения проводились в местах нахождения автоматизированных систем мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга. Коэффициент корреляции, т.е. показатель степени связи между двумя измерениями, был равен 0,97. Исходя из этого, был сделан следующий вывод: данные полученные путем расчетов соответствуют данным, полученным экспериментальным путем.

Если рассмотреть в процентном соотношении область города, в которой зафиксирован сверхнормативный уровень загрязненности атмосферного воздуха диоксидом азота, по отношению ко всему городу, то соотношение будет таким: сверхнормативный уровень загрязненности наблюдается на 6,9% территории Санкт-Петербурга. Данный результат был получен путем расчетов рассеивания диоксида азота. Выбросы исходили от стационарных, водных и автотранспортных источников.

В Санкт-Петербурге присутствуют и иные загрязняющие вещества, например, такие как: диоксид серы, оксид азота, оксид углерода. Но в данном случае, возможности превышения среднегодового норматива качества атмосферного воздуха не существует.

Расчет баланса актуален при проработке мер по адаптации города к климатическим изменениям, по сглаживанию возможных последствий от изменения климата, а также для контроля положения и оценивания итогов осуществления принятых мер, касающихся адаптации.

3.9 Влияние загрязнения атмосферного воздуха на человека

Опираясь на информацию, представленную Всемирной организацией здравоохранения, процент людей, живущих в городе, которые дышат

небезопасным загрязненным воздухом равен 91%. Жители находятся в такой ситуации, когда им приходится вдыхать некачественный воздух, в котором присутствует огромное количество загрязняющих веществ. Вредные вещества образуются путем сжигания продуктов отхода и топлива на теплоэлектроцентралях, кроме того, выбросы исходят от промпредприятий и автотранспорта. Загрязненный воздух непосредственно сказывается на здоровье горожан. По годовой статистике, некачественный воздух является причиной смерти 7 миллионов человек. Из 7 миллионов от болезней легких умирает 43% людей, от рака легких 29% людей, от болезней сердца 25% и от инсульта – 24%. Опираясь на информацию Государственного доклада «О состоянии окружающей среды РФ в 2013 году» следует, что у 57% городов, в число которых входит Санкт-Петербург, уровень загрязненности атмосферного воздуха зафиксирован как очень высокий и высокий. В исследуемых городах проживает 54 миллиона человек, а это составляет 52% людей, проживающих в городах на территории Российской Федерации.

Стоит принять во внимание, что огромную роль в загрязнении атмосферного воздуха играют мусорные полигоны. На них транспортируют 90% всех отходов страны. Вследствие чего происходит загрязнение воздуха, а также почвы, вследствие образования летучих соединений и свалочных фильтратов. Казалось бы, проблема не имеет огромных масштабов в связи с появлением мусоросжигательных заводов, но, к сожалению, это только на первый взгляд. Данное суждение является ошибочным, т.к. вследствие сжигания отходов происходит выброс минимум 250 опасных для здоровья людей и окружающей среды летучих соединений. Самыми опасными являются диоксины. Диоксины – это суперэкоотоксиканты, сильнейшие канцерогены, мутагены и иммунодеструкторы.

Полагаясь на приведенную выше, а также иную информацию, Председатель Совета Экологического союза Семен Гордышевский пришел к умозаключению о том, что первопричина экологического кризиса – это

человек, он же и стал первой его жертвой. Председатель Семен Гордышевский является руководителем работы по направлению «Защита городской среды». Работа включает в себя проблемы загрязнения атмосферного воздуха, почв, обращения с отходами. Большой акцент ставится на проблемах осуществляемого мусоросжигания, а также выбросов от автотранспорта.

3.10 Защита атмосферного воздуха от выбросов промышленных предприятий

Технология защиты атмосферного воздуха состоит из классических основ. Требуется распознать очаги возникновения пагубных факторов и принять наиболее подходящие технические и экономические решения для искоренения проблемы или ограничению данных факторов. Бюджет, необходимый для защиты атмосферного воздуха все время увеличивается, исходя из этого, первоочередной задачей является разработка и внедрение максимально эффективных и экономичных технологий.

Одним из основных причин загрязнения биоты и атмосферного воздуха является процесс производства на промышленных предприятиях. Почти все производства на промпредприятиях сопровождаются огромным количеством отходов, в связи с этим требуются разработки и приборы способные поддерживать качество атмосферного воздуха и окружающей среды на высоком уровне.

Федеральным законом «Об охране атмосферного воздуха» (ст. 16) приняты требования к охране атмосферного воздуха при проектировании, размещении, строительстве, реконструкции и эксплуатации промышленных объектов, соблюдение которых обязательно:

- непревышение экологических, санитарно-гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха;
- установление санитарно-защитных зон предприятий;

- разработка мер по уменьшению выбросов вредных веществ и их обезвреживанию;

- не превышение технологических нормативов выбросов и предельно допустимых выбросов при вводе в эксплуатацию новых и реконструированных предприятий и др.;

- запрет размещения и эксплуатации предприятий, не имеющих установок очистки газов и средств контроля за выбросами в атмосферу, предусмотренных правилами охраны атмосферного воздуха.

Главный фактор, который вынуждает локальные источники загрязнения (промпредприятия) уменьшать объемы выбросов в атмосферный воздух – это принятые экологические нормативы. Такими нормативами являются предельно допустимые выбросы (ПДВ), а также временно согласованные выбросы (ВСВ).

Теперь обратимся к определению предельно допустимых выбросов. ПДВ – это такое количество вредного вещества, при попадании которого в атмосферный воздух в единицу времени, с принятием во внимание рассеивание выбросов в атмосфере и суммы всех иных источников загрязнения, находящихся в конкретном районе, не возникает концентрация, которая превышает гигиенических предельно допустимых концентраций и экологических нормативов качества атмосферного воздуха.

Перейдем к определению временно согласованных выбросов. ВСВ – это предел выброса вредных веществ в атмосферный воздух, который принимается для активных стационарных источников выбросов с принятием во внимание качества атмосферного воздуха, а также социально-экономических условий, развития конкретной территории, в целях поэтапного достижения установленного предельно допустимого выброса.

Под снижением выбросов и сбросов подразумевается уровень, который влечет за собой содержание примеси в объектах окружающей среды,

превосходящему ее санитарно-гигиенический норматив, т.е. предельно допустимую концентрацию (ПДК).

Нормативы ПДВ вредных веществ в атмосферный воздух принимаются и для активных промпредприятий, и для только построенных новых и (или) прошедших реконструкцию промпредприятий.

Для работающих промпредприятий нормативы предельно допустимых выбросов и нормативы временно согласованных выбросов определяются в структуре «Проекта нормативов предельно допустимых выбросов». Нормативы временно согласованных выбросов определяются в том случае, когда нормативы предельно допустимых выбросов не удается получить из-за ряда различных обстоятельств. Главным фактором их принятия считаются данные по инвентаризации выбросов вредных веществ, а также их объекты происхождения.

Что касается новостроящихся промышленных предприятий или тех, которые находятся на стадии реконструкции, то для них создается «Перечень мероприятий по охране окружающей среды». В разделе указываются данные по оценке воздействия загрязняющих веществ на окружающую среду и список мер, благодаря которым возможно устранение или уменьшение неблагоприятного влияния на окружающую среду в то время, когда идут работы по строительству и эксплуатации. Главным фактором принятия нормативов выбросов вредных веществ в атмосферный воздух являются данные по их концентрациям в атмосфере и дальнейшее сравнение их с нормативами предельно допустимых концентраций.

Процесс формирования нормативов предельно допустимых выбросов в атмосферный воздух осуществляется согласно основным правовыми, нормативными и методическими документами, регулирующих и стандартизирующих их создание:

- Федеральный закон от 04.05.1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»;

- Постановление Правительства РФ от 02.03.2000 г. № 183 «О нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него»;

- Перечень методик для расчета, нормирования и контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;

- Рекомендации по оформлению и содержанию проекта нормативов предельно допустимых выбросов в атмосферу (ПДВ) для предприятия;

- Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями;

- Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (дополненное и переработанное);

- Методы расчетов рассеивания вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе;

- Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух.

Практический механизм нормировки выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух учитывает важность и надобность осуществления анализа технологических процессов и технологического оснащения, их соотношение с текущим научно-техническим курсом в стране и в иных точках мира, оценки технического состояния и результативности функционирования пылегазоочистного оборудования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В нынешнее время охрана окружающей среды – это одна из главных задач в природоохранном комплексе.

Появление новых технологий, которые могут улучшить качество атмосферного воздуха, вносит свой вклад также в природоохранное законодательство. К примеру, вводятся новые разработанные документы, которые могут усилить контроль над выбросами, источником которых являются промышленные предприятия.

Исходя из вышесказанного подведу соответствующие итоги по исследованию и анализу предложенной темы.

Главными источниками загрязнения атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге являются промышленные предприятия, а также автотранспорт.

Благодаря системе контроля, которая включает в себя различные виды мониторинга, а также различные посты наблюдений, удастся отслеживать уровень загрязнения атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге и принимать соответствующие меры.

Опираясь на данные по полученным концентрациям загрязняющих веществ можно определить районы, где в большей или меньшей степени загрязнен атмосферный воздух. Самыми благоприятными районами для проживания в Санкт-Петербурге по качеству атмосферного воздуха являются: Петродворцовый район, Курортный район, Кронштадтский район. К менее приемлемому качеству атмосферного воздуха можно отнести следующие районы: Петроградский район, Колпинский район, Красносельский район, Пушкинский район, Адмиралтейский район и Красногвардейский район. Самым загрязненным атмосферным воздухом обладают следующие районы: Выборгский, Кировский, Приморский, Невский, Фрунзенский, Московский, Василеостровский, Центральный, а также Калининский.