



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра прикладной и системной экологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(Бакалаврская работа)

На тему «Оценка экологического состояния атмосферного воздуха в г. Кириши»

Исполнитель Смирнова Наталья Игоревна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель доктор химических наук, профессор
(ученая степень, ученое звание)
Мансуров Марат Маруфович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Алексеев Денис Константинович
(фамилия, имя, отчество)

«04» мая 2022 г.

Санкт-Петербург
2022

Оглавление

Введение	3
Глава 1 Характеристика города Кириши	5
1.1 Физико-географическая характеристика города	5
1.2 Основные загрязнители города	8
Глава 2 Методы контроля оценки экологического состояния атмосферного воздуха.....	12
2.1 Контроль качества атмосферного воздуха в городе Кириши	12
2.2 Методика расчёта показателей, характеризующих загрязнение окружающей среды	13
Глава 3 Анализ результатов наблюдений	18
3.1 Экспериментальные данные содержания загрязняющих веществ в воздухе за 2013-2020 годы.....	18
3.2 Расчёт показателей, характеризующих загрязнение окружающей среды .	42
3.3 Результаты и выводы	45
Глава 4 Экологические рекомендации по улучшению качества атмосферного воздуха города Кириши	48
Заключение	50
Список использованной литературы.....	52

Введение

В настоящее время влияние хозяйственной деятельности человека сказывается на состоянии окружающей среды, как в целом, так и отдельно на ее конкретных элементах в виде водоёмов, почв, а также атмосферного воздуха. И основным фактором, негативно влияющим на состояние окружающей среды в городе, является как раз-таки значительное загрязнение атмосферного воздуха.

Такой небольшой город как Кириши расположен на юго-востоке Ленинградской области примерно в 150 километрах от крупного промышленного города Санкт-Петербург. Но, тем не менее, сейчас Киришский район – это один из наиболее перспективных и динамично развивающихся районов Ленинградской области. А непосредственно сам город Кириши считается центром нефтеперерабатывающей промышленности, а также мощным энергетическим узлом Северо-Запада России. Промышленную деятельность в городе Кириши осуществляют такие предприятия как: нефтеперерабатывающий завод «КИНЕФ» и Филиал ПАО «ОГК-2»-Киришская ГРЭС. И именно эти предприятия оказывают значительное воздействие на атмосферный воздух города. Автомобильный транспорт также является одним из источников загрязнения атмосферного воздуха города Кириши. От его эксплуатации происходит огромный выброс ряда химических веществ, так как в составе выхлопных газов разных видов топлива имеются такие вредные элемента как: сернистый ангидрид, оксиды углерода и азота, диоксиды серы и азота, альдегиды, бенз(а)пирен, ароматические углеводороды, взвешенные частицы и многие другие.

Таким образом, проблема мониторинга состава атмосферного воздуха и мер по улучшению качества воздуха является важнейшими в городе.

Целью данной работы является оценка экологического состояния атмосферного воздуха города Кириши.

Для достижения поставленной цели выпускной работы необходимо решить следующие задачи:

1. Охарактеризовать физико-географическое положение города Кириши.
2. Выявить основные загрязнители атмосферного воздуха города.
3. Оценить экологическое состояние атмосферного воздуха в городе.
4. Предложить экологические рекомендации по улучшению качества атмосферного воздуха в городе Кириши.

Объектом данной работы выступает город Кириши.

Предметом работы является экологическое состояние атмосферного воздуха города Кириши.

Актуальность работы заключается в анализе данных, полученных в ходе наблюдений за состоянием атмосферного воздуха города Кириши и в рассмотрении динамики изменения концентрации загрязняющих веществ в воздухе в период с 2013 по 2020 годы, а также в расчёте показателей, характеризующих загрязнение атмосферного воздуха.

Глава 1 Характеристика города Кириши

1.1 Физико-географическая характеристика города

Кириши – это небольшой город, расположенный на юго-востоке Ленинградской области, находящийся в 150 км от крупного города Санкт-Петербург. На юге и востоке Киришский район граничит с Новгородской областью. Из районов Ленинградской области с Тихвинским, Волховским и Тосненским [19].

Вся территория Киришского района расположена в пределах Ильмень-Волховской низины. Относится она к Лужско-Волховскому ландшафтному округу. Также стоит отметить, что для данного района характерны низменные озерно-ледниковые, а также моренные ландшафты [19].

Рельеф территории всюду плоский, с абсолютными высотами 20-25 метров. На юго-востоке и востоке местность немного выше (до 40-50 метров). Также встречаются и небольшие возвышения, в основном это озы или размытые морены. Невысокие озерные гряды, сложенные песками и супесями, тянутся также вдоль реки Волхов [19].

Речная сеть достаточно густая, но реки текут в слабоврезанных долинах и не обеспечивают дренаж водоразделов. Главная река района - Волхов. Здесь в среднем течении падение реки небольшое и пойма неширокая. По юго-восточной части протекает река Пчевжа, которая впадает в Волхов в Новгородской области. Такой рельеф, в совокупности с водоупорным грунтом, обеспечил Киришскому району высокий показатель заболоченности. Болота занимают приблизительно 17% территории. [19].

Более 60% территории занимают леса. В большинстве своем они представлены осиной и березой с примесью хвойных пород, которые выросли на месте заболоченных ельников с торфяно-подзолисто-глеевыми и торфяными

почвами. На сельскохозяйственные земли приходится порядка 16% территории и находятся, главным образом, в лучших дренированных приречных участках в долине Волхова и на юге по Пчевже [19].

В почвенном покрове господствуют дерново-подзолистые, торфяно-подзолистые почвы. Благоприятными для ведения сельского хозяйства являются дерново-подзолистые глееватые и освоенные дерново-подзолистые почвы. Среди полезных ископаемых промышленное значение имеют торф и строительные материалы, главным образом, глины и гравий [19].

Площадь Киришского муниципального района составляет 304,5 тыс. га, в том числе: земли сельскохозяйственного назначения 79,36 тыс. га, земли населенных пунктов 8 тыс. га, земли промышленности, транспорта, связи 2,9 тыс. га, земли особо охраняемых территорий 0,06 тыс. га, земли лесного фонда 211,75 тыс. га, земли водного фонда 1,68 тыс. га [18].

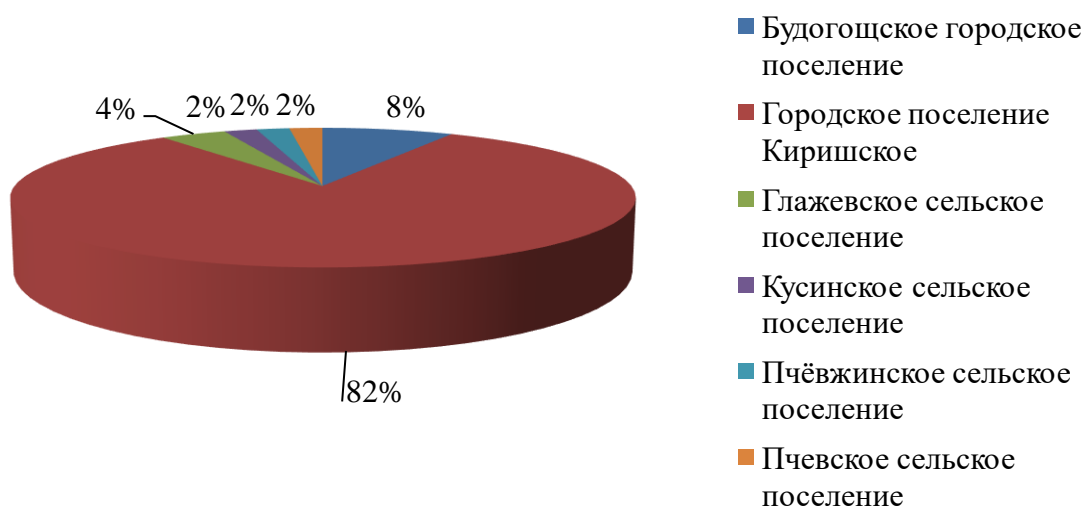


Рисунок 1 - Численность населения по городским и сельским поселениям Киришского муниципального района

Климатические условия Киришского района целиком определяются его географическим расположением на границе континентального массива Евразии

и преддверья Атлантики. Территория района характеризуется умеренно-континентальным климатом. Зима достаточно холодная и продолжительная, а лето преимущественно прохладное с большим количеством осадков. Среднемесячная температура января составляет -9°C , апреля $+3^{\circ}\text{C}$, июля $+17^{\circ}\text{C}$, октября $+4^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура около $+4^{\circ}\text{C}$. Осадков здесь выпадает 650 мм в год, из которых 400 мм идет на испарение. В холодное время года господствуют юго-западные и южные ветра, а в теплое – юго-западные и западные [17].

Численность населения г. Кириши на 1 января 2021 года составляла 50,1 тыс. человек. Больше всего в городе проживает женщин – 54,8% и жителей в возрасте от 30 до 60 лет – 29,7% от общего числа горожан. Доля пенсионеров составляет 25,5%, жителей в возрасте от 18 до 30 лет – 25,3%, несовершеннолетних (кроме детей до 7 лет) – 12,8%, детей до 7 лет – 6,7% [19].

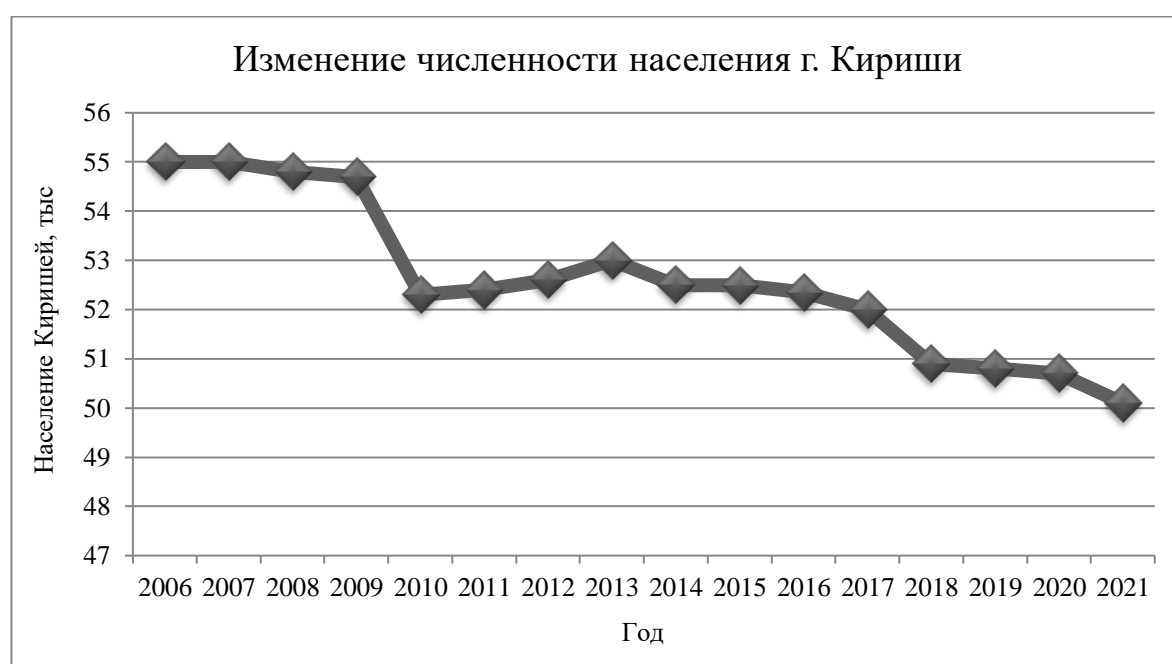


Рисунок 2 – График изменения численности населения г. Кириши

Основными направлениями экономики города Кириши является промышленное производство. В Киришском городском поселении находится

более 20 промышленных предприятий, где работает около 37% от числа занятых во всех видах экономической деятельности [18].

1.2 Основные загрязнители города

Промышленную деятельность в городе Кириши осуществляют такие предприятия как: ООО «КИНЕФ», Филиал ПАО «ОГК-2»-Киришская ГРЭС, Филиал ООО «Пеноплэкс СПб» в г. Кириши, ООО «Русджам Стеклотара Холдинг», ООО «Лоренц Снэк-Уорлд Продакшн Кириши» и другие [18].

В настоящее время ООО «КИНЕФ» - это действующее предприятие в Ленинградской области Северо-Западного Федерального Округа, которое относится к нефтеперерабатывающей отрасли. Специализацией данного предприятия здесь является переработка смесей сернистой нефти, поступающей по трубопроводу, с получением сжиженных углеводородных газов, парафина, серной кислоты, серы, битума, поверхностно-активных веществ, которые применяются для производства синтетических моющих средств, а также моторных топлив (керосина, автобензинов, дизельного топлива). Основное сырье для деятельности предприятия – это сырая нефть месторождения Западной Сибири, которая поставляется по магистральному трубопроводу [25].

Автономная котельная располагается в отдельном здании на территории спорткомплекса «Нефтяник». Она является резервным источником теплоснабжения и горячего водоснабжения данного спорткомплекса. Режим работы этой котельной в основном периодический при необходимости подключения резервного теплоснабжения. Котлы здесь трехходовые, водогрейные и жаротрубные. Выхлопные газы выбрасываются в атмосферу через две дымовые трубы, высота которых составляет 24 метра (по одной от

каждого котла). В атмосферный воздух выбрасываются такие вещества как оксид азота, диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы, углерод (сажа), а также бенз(а)пирен. Кроме того, это автономная котельная оборудована системой общевытяжной вентиляции [25].

Для хранения дизельного топлива здесь предназначено 2 резервуара, где объем составляет 20 куб. метров (один резервный, второй рабочий). Резервуары установлены в отдельной котельной. Воздушные клапаны от топливных баков выведены через крышу и объединены в один патрубок. Выбрасываются такие вредные вещества как алканы $C_{12}-C_{19}$ (предельные углеводороды $C_{12}-C_{19}$, растворитель РПК-265П и другие) (в перерасчете на суммарный органический углерод). Высота дыхательного патрубка 5,5 метров от уровня земли. Подача дизельного топлива осуществляется отдельным бензовозом, грузоподъемность которого составляет почти 14 тонн, а слив насосом производительностью 15 м³/час. Кроме того, хранилище топлива оборудовано системой общевытяжной вентиляции [25].

В целях выполнения санитарно-эпидемиологических требований и в связи со строительством комплекса глубокой нефтепереработки КИНЕФ вместе с Федеральным государственным учреждением здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Ленинградской области (ФГУЗ ЦГСЭН) по специально разработанной программе ведет санитарно-гигиенический мониторинг приоритетных параметров атмосферного воздуха и шума на границе санитарно-защитной зоны ООО «КИНЕФ». В 2010 году был заключен договор с ВНИИМ имени Д.И. Менделеева на проведение наблюдения методом пассивного пробоотбора (автоматического, без участия человека) в трех контрольных точках, расположенных на границе санитарно-защитной зоны [25].

Киришская ГРЭС – это основная тепловая электростанция в энергосистеме Северо-Запада РФ, входящая в состав Публичного акционерного общества «Вторая генерирующая компания оптового рынка электроэнергии»

(ПАО «ОГК-2»). Основным топливом станции является газ, а резервным мазут. Киришская ГРЭС включает в себя 3 электростанции: теплоэлектроцентраль (ТЭЦ, ориентированная на поставку энергоресурсов преимущественно на местный рынок и предназначенная для обеспечения тепловой и электрической энергией города Кириши и Киришской промышленной зоны) и конденсационная электростанция, а также парогазовая установка (ПГУ-800) [18]. Эффективная работающая система сбрасываемую воду освобождает от взвешенных веществ. Но осадок не является самой проблемной частью отходов, образующихся на электростанции. Основные трудности возникают из-за того, что концентрация солей в воде, превращающейся в пар, ниже естественной, а в воде, сбрасываемой в результате технологического цикла, эта концентрация намного выше [24].

Город Кириши имеет выход на автомобильные и железные дороги федерального значения. По характеру работы железнодорожная станция Кириши является грузовой станцией. Северо-восточнее станции Кириши находится станция Кириши-Заводская, предназначенная для обслуживания ООО «КИНЕФ», очистно-паровой станции, а также для формирования и отправления на внешнюю сеть нефтяных маршрутов. Основная работа этой станции связана с приёмом и отправкой грузовых составов [18].

Автомобильный транспорт также является одним из источников загрязнения воздуха города Кириши. От его эксплуатации происходит огромный выброс ряда химических веществ. В городе зарегистрировано 30 тыс. легковых автомобилей при населении почти 51 тыс. человек. Если не брать в расчёт младенцев, детей и стариков, не умеющих водить машину, то на каждого взрослого жителя города Кириши приходится примерно по два автомобиля [18].

В составе выхлопных газов разных видов топлива имеются такие вредные элементы как: сернистый ангидрид, оксиды углерода и азота, диоксиды серы и

азота, альдегиды, бенз(а)пирен, ароматические углеводороды, взвешенные частицы, сажа, а также различные соединения свинца [26].

В зависимости от типа двигателя, бензинового или дизельного, содержание основных химических веществ в выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания варьируется. Когда двигатель работает на этилированном бензине, в выхлопных газах содержится свинец, а в двигателях, которые работают на дизельном топливе, присутствует сажа [15]. Как было сказано ранее, состав выхлопных газов весьма разнообразный, и большинство его компонентов являются токсичными. Например, угарный газ (СО) или окись углерода – это продукт неполного сгорания топлива. При вдыхании угарный газ связывается с гемоглобином в крови и вытесняет из неё кислород, в результате чего наступает кислородное голодание, сказывающееся на центральной нервной системе [4].

Соединения свинца поражают органы и ткани организма, желудочно-кишечный тракт, нервную систему, нарушают обменные процессы, а также приводят к росту онкологических заболеваний. Опасность отравления соединениями свинца усиливается тем, что они как канцерогены не выводятся из организма, а накапливаются в нём, а также в растениях и почве [5].

Автомобилей с дизельными двигателями в Киришах используется огромное количество, а выхлопные газы дизеля содержат гораздо больше ядовитых и токсичных веществ, чем карбюраторного двигателя. В выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания, основу которых составляют диоксид серы, диоксид азота, окись углерода, окись азота, содержится более двухсот вредных для организма человека веществ [1].

Глава 2 Методы контроля оценки экологического состояния атмосферного воздуха

2.1 Контроль качества атмосферного воздуха в городе Кириши

Государственный экологический мониторинг на территории Ленинградской области осуществляется в соответствии с государственными программами Ленинградской области в сфере государственного экологического мониторинга, регламентирующими в том числе расположение пунктов наблюдений, контролируемые показатели, периодичность измерений (наблюдений), методы анализа данных государственного экологического мониторинга и прогноза состояния окружающей среды [21].

Качество атмосферного воздуха в г. Кириши контролируется следующими государственными органами:

- Гидрометеослужба. Она проводит мониторинг 3 раза в сутки в двух точках города по пяти загрязняющим веществам, а именно это взвешенные частицы, оксид азота, диоксид азота, оксид углерода и сероводород;
- ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по Ленинградской области» (город Санкт-Петербург). Этот государственный орган проводит контроль от пяти до десяти раз в квартал по договору с ООО «КИНЕФ» в пяти точках на границе СЗЗ;
- ТОУ Роспотребнадзора в Киришском районе. Проводит наблюдения в двух точках города один раз в неделю по 7 загрязняющим веществам: диоксид азота, взвешенные частицы, оксид углерода, ксилол, толуол, бензол и оксид серы;
- Ведомственный контроль ООО «КИНЕФ». Проводит мониторинг 1 раз в месяц по девяти загрязняющим веществам;

- ООО «ПТК-Аналит» в рамках региональной программы проводит мониторинг также один раз в месяц в двух точках наблюдения по двенадцати загрязняющим веществам [20].

2.2 Методика расчёта показателей, характеризующих загрязнение окружающей среды

Для общей оценки загрязнения воздуха рассчитывается индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). Определяемые по различному набору загрязняющих веществ индивидуально на одной или двух станциях уровни загрязнения по значениям ИЗА не могут отражать истинную картину загрязнения воздуха в городе, так как в течение дня люди передвигаются из одной части города в другую и поэтому они подвержены воздействию всего комплекса загрязняющих веществ, которые попадают в атмосферу. По этой причине для оценки общего загрязнения воздуха в городе используется вся информация об уровне загрязнения атмосферного воздуха в городе и рассчитывается комплексный индекс загрязнения атмосферы [16].

ИЗА, рассчитанный по формуле 1, характеризует какому уровню загрязнения воздуха соответствуют реально наблюдаемые концентрации пяти загрязняющих веществ в воздухе города. То есть, он показывает, во сколько раз общий уровень загрязнения атмосферного воздуха превышает предельно допустимое значение для рассматриваемой совокупности загрязняющих веществ в целом [16].

Уровень загрязнения атмосферного воздуха принято считать:

- низким (Н), если $ИЗА < 5$;
- повышенным (П) при $5 < ИЗА < 7$;
- высоким (В) при $7 < ИЗА < 14$;
- очень высоким (ОВ) если $ИЗА \geq 14$.

Таблица 2.2.1 – Критерий оценки состояния загрязнения атмосферы по комплексному индексу (ИЗА)

Показатель состояния		Уровень загрязнения воздуха
Класс экологического состояния атмосферы	Норма (низкий)	Менее 5
	Риск (повышенный)	5-8
	Кризис (высокий)	8-15
	Бедствие (очень высокий)	Более 15

Комплексный ИЗА (n), который учитывает определенное количество загрязняющих веществ, рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{ИЗА } n = \sum_{i=1}^n \text{ИЗА } i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_{\text{ср } i}}{\text{ПДК}_{\text{с.с.}i}} \right) C_i, \quad (1)$$

где $q_{\text{ср } i}$ – это среднегодовая концентрация i -го загрязняющего вещества, мг/м³; $\text{ПДК}_{\text{с.с.}i}$ – среднесуточная предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества, мг/м³; C_i – это безразмерный коэффициент, зависящий от класса опасности вещества [16].

Значения C_i равны 1,5; 1,3; 1,0 и 0,85 соответственно для 1, 2, 3 и 4 классов опасности загрязняющего вещества. Класс опасности – это показатель, который определяет степень опасности веществ, загрязняющих атмосферу. Вещества делятся на следующие классы опасности:

Таблица 2.2.2 – Классификация веществ по классам опасности

Класс опасности вещества	Степень опасности вещества
1	Чрезвычайно опасные
2	Высоко опасные
3	Опасные
4	Умеренно опасные

Для сопоставления значений индекса загрязнения атмосферы для разных городов или за разные промежутки времени в одном и том же городе, следует рассчитывать их для одного и того же количества загрязняющих веществ. Для этого по парциальным значениям ИЗА для отдельных веществ сначала строится вариационный ряд, где $ИЗА_1 > ИЗА_2 > \dots > ИЗА_n$. Затем вычисляется суммарный ИЗА для данного и одинакового количества примесей. Чтобы значения ИЗА были сравнимы для разных городов или за разные интервалы времени в одном городе, необходимо рассчитывать их для одинакового количества загрязняющих веществ. Для этого по парциальным значениям ИЗА для отдельных примесей вначале составляется ряд вариаций, в котором $ИЗА_1 > ИЗА_2 > \dots > ИЗА_n$. Далее рассчитывается суммарный индекс загрязнения атмосферы для заданного и одинакового количества примесей [16].

Для гигиенической оценки степени опасности загрязнения атмосферного воздуха при одновременном присутствии нескольких веществ применяют также комплексный показатель загрязнения Р. Этот показатель учитывает кратность превышения ПДК, класс опасности вещества, количество совместно присутствующих загрязнителей в атмосфере, характер комбинированного действия веществ. Следует иметь в виду, что этот показатель является условным вследствие того, что при длительном поступлении атмосферных загрязнений в организм человека характер их комбинированного действия в большинстве случаев остается неизвестным, хотя такое количественное его выражение максимально приближено к возможному биологическому воздействию. Расчет комплексного показателя Р производится по формуле:

$$P = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{k_i C_i}{ПДК_i}}, \quad (2)$$

где Р – показатель, который учитывает кратность превышения ПДК; n – количество загрязняющих веществ; k_i – коэффициент изоэффективности,

зависящий от класса опасности i -вещества: для 1 класса – 2,0, для 2 класса – 1,5, для 3 класса – 1,0, для 4 класса – 0,8; C_i – фактическая среднесуточная (среднегодовая) концентрация i -вещества, $\text{мг}/\text{м}^3$; ПДК_i – среднесуточная (среднегодовая) ПДК i -вещества, $\text{мг}/\text{м}^3$ [23].

Показатель P имеет соответственно среднесуточную (среднегодовую) временную характеристику. По значению суммарного показателя P устанавливается степень опасности загрязнения атмосферы в зависимости от количества вредных веществ и величины P .

Таблица 2.2.3 – Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха комплексом вредных химических веществ

Степень загрязнения атмосферного воздуха	Величина комплексного показателя P при числе загрязнителей атмосферы			
	2-3	4-9	10-20	20 и более
I	До 1,0	До 1,9	До 3,1	До 4,4
II	1,1-2,0	2,0-3,0	3,2-4,0	4,5-5,0
III	2,1-4,0	3,1-6,0	4,1-8,0	5,1-10,0
IV	4,1-8,0	6,1-12,0	8,1-16,0	10,1-20,0
V	8,1 и выше	12,1 и выше	16,1 и выше	20,1 и выше

Фактическое загрязнение атмосферного воздуха населенных мест оценивается в зависимости от величины показателя P по пяти степеням: I – допустимая, II – слабая, III – умеренная, IV – сильная, V – опасная [23].

Также для оценки качества загрязнения атмосферного воздуха за месяц используют еще 2 показателя: стандартный индекс – это наибольшая измеренная в городе максимальная разовая концентрация любого загрязняющего вещества, деленная на ПДК (формула 3) и НП – наибольшая

повторяемость превышения разовыми концентрациями примеси ПДК (выражается в %) (формула 4) [23].

$$СИ = C_{i \max} / ПДК_{\text{м.р.}}, \quad (3)$$

где $C_{i \max}$ – максимальная разовая концентрация вещества, мг/м³; ПДК_{м.р.} – максимальная разовая предельно допустимая концентрация, мг/м³.

Для определения показателя НП рассчитывается повторяемость случаев превышения ПДК (НП, %) измеренными разовыми значениями концентраций для каждого загрязняющего вещества и каждого пункта наблюдений по формуле:

$$НП = \frac{m}{n} 100, \quad (4)$$

где n — количество наблюдений за рассматриваемый период; m — количество превышений максимальными разовыми концентрациями каждого загрязняющего вещества 1 ПДК на каждом пункте наблюдений в городе.

Уровень загрязнения воздуха оценивается по 4 категориям по значениям СИ и НП [23].

Таблица 2.2.4 – Оценка степени загрязнения атмосферы

Загрязнение атмосферы	Показатели загрязнения атмосферы	Оценки за год
Низкое	СИ	0-1
	НП, %	0
	ИЗА	0-4
Повышенное	СИ	2-4
	НП, %	1-19
	ИЗА	5-6
Высокое	СИ	5-10
	НП, %	20-49
	ИЗА	7-13
Очень высокое	СИ	>10
	НП, %	>50
	ИЗА	>=14

Глава 3 Анализ результатов наблюдений

3.1 Экспериментальные данные содержания загрязняющих веществ в воздухе за 2013-2020 годы

В Ленинградской области наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводились подразделениями ФГБУ «Северо-Западное УГМС», филиалами ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ленинградской области» (ЦГЭ) и санитарными лабораториями промышленных предприятий ЗАО «Интернешнл Пейпер» и ООО «Тихвинский ферросплавный завод» [14].

ФГБУ «Северо-Западное УГМС» проводил наблюдения за состоянием атмосферного воздуха в Ленинградской области на 5 постах (ПНЗ). В городе Кириши находятся 2 стационарных поста: № 4 «авто», который находится вблизи автомагистралей и № 5 «городской фоновый», находящийся в жилом районе. И по одному посту находится в городах Выборг, Луга и Кингисепп [14].

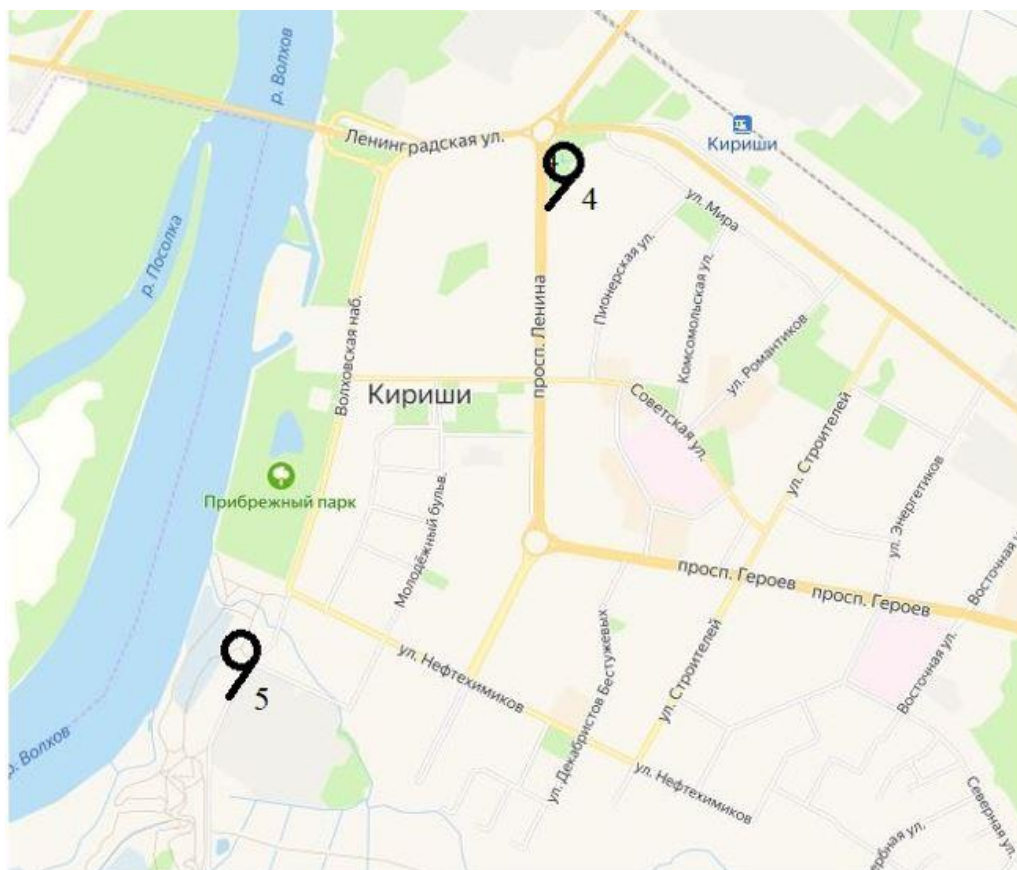


Рисунок 3 – Карта постов наблюдений за атмосферным воздухом города Кириши

За период с 2013 по 2020 годы отбор проб проводился каждый день 4 раза в сутки. Были измерены концентрации таких примесей как диоксид и оксид азота, диоксид серы, сероводород, взвешенные вещества, аммиак, оксид углерода, бенз(а)пирен, бензол, ксилолы, толуол, этилбензол, а в 2015 и 2020 годах дополнительно измерено содержание никеля, меди, железа, марганца, цинка и кадмия.

На основе данных, полученных в ходе наблюдений за состоянием атмосферного воздуха города Кириши, Комитетом по природным ресурсам Ленинградской области были составлены таблицы, в которых представлены результаты измерений.

Таблица 3.1.1 - Характеристика уровня загрязнения воздуха различными примесями за 2013 год [7]

Примесь	Номер станции	$q_{ср}$, мг/м ³
Взвешенные вещества	4	0,049
	5	0,027
Диоксид серы	4	0,002
	5	0,001
Оксид углерода	4	0,8
	5	0,8
Диоксид азота	4	0,019
	5	0,008
Оксид азота	4	0,009
	5	0,003
Аммиак	4	0,021
	5	0,017
Бензол	4	0,015
	5	0,015
Ксилолы	4	0,005
	5	0,003
Толуол	4	0,011
	5	0,008
Этилбензол	4	0,001
	5	0,001
Бенз(а)пирен (мг/м ³ *10 ⁻⁶)	4	1,3
	5	1,2

Таблица 3.1.2 - Характеристика уровня загрязнения воздуха различными примесями за 2014 год [8]

Примесь	Номер станции	$q_{ср}$, мг/м ³
Взвешенные вещества	4	0,075
	5	0,050
Диоксид серы	4	0,001
	5	0,001
Оксид углерода	4	1,0
	5	1,1
Диоксид азота	4	0,021
	5	0,017
Оксид азота	4	0,012
	5	0,013
Сероводород	4	0,001
	5	0,001
Аммиак	4	0,038
	5	0,031
Бензол	4	0,012
	5	0,016
Ксилолы	4	0,004
	5	0,006
Толуол	4	0,008
	5	0,01
Этилбензол	4	0,001
	5	0,002
Бенз(а)пирен (мг/м ³ *10 ⁻⁶)	4	0,9
	5	0,7

Таблица 3.1.3 - Характеристика уровня загрязнения воздуха различными примесями за 2015 год [9]

Примесь	$\varphi_{\text{ср}}$, мг/м ³	$\varphi_{\text{мах}}$, мг/м ³	Номер станции	Количество наблюдений
Диоксид серы	0,001	0,030	4	1122
	0,001	0,040	5	1122
	В ПДК	0,0	0,1	-
Взвешенные вещества	0,063	2,310	4	879
	0,046	0,810	5	879
	0,4	4,6		-
Оксид углерода	1,1	11,8	4	864
	0,8	3,7	5	864
	В ПДК	0,3	2,6	-
Диоксид азота	0,021	0,100	4	1123
	0,017	0,380	5	1123
	В ПДК	0,5	1,9	-
Оксид азота	0,013	0,120	4	1123
	0,011	0,300	5	1123
	В ПДК	0,2	0,8	-
Аммиак	0,025	0,160	4	1123
	0,014	0,110	5	1123
	В ПДК	0,5	0,9	-
Бензол	0,008	0,060	4	295
	0,007	0,020	5	295
	В ПДК	0,1	0,2	-
Сероводород	0,001	0,008	4	1123
	0,001	0,009	5	1123
	В ПДК	-	1,1	-
Толуол	0,010	0,030	4	295
	0,010	0,060	5	295
	В ПДК	-	0,1	-

Продолжение таблицы 3.1.3 – Характеристика уровня загрязнения воздуха различными примесями за 2015 год

Примесь	$q_{\text{ср}}$, мг/м ³	$q_{\text{мах}}$, мг/м ³	Номер станции	Количество наблюдений
Ксилолы	0,004	0,040	4	295
	0,003	0,030	5	295
	-	0,2		-
В ПДК				
Этилбензол	0,002	0,010	4	295
	0,001	0,010	5	295
	-	0,5		-
В ПДК				
Бенз(а)пирен (мг/м ³ *10 ⁻⁶)	0,4	1,3	4	12
	0,2	0,5	5	12
	0,3	1,3		-
В ПДК				
Марганец	0,01	0,01	4	12
	0,01	0,03	5	12
	0,0	0,0		-
В ПДК				
Железо	0,14	0,45	4	12
	0,31	0,73	5	12
	0,0	0,0		-
В ПДК				
Медь	0,01	0,02	4	12
	0,02	0,04	5	12
	0,0	0,0		-
В ПДК				
Никель	0,02	0,08	4	12
	0,02	0,08	5	12
	0,0	0,1		-
В ПДК				
Цинк	0,02	0,02	4	12
	0,03	0,10	5	12
	0,0	0,0		-
В ПДК				
Свинец	0,01	0,06	4	12
	0,01	0,07	5	12
	0,0	0,2		-
В ПДК				

Продолжение таблицы 3.1.3 – Характеристика уровня загрязнения воздуха различными примесями за 2015 год

Примесь	$q_{\text{ср}}$, мг/м ³	$q_{\text{мах}}$, мг/м ³	Номер станции	Количество наблюдений
Кадмий	0,00	0,00	4	12
	0,00	0,01	5	12
В ПДК	0,0	0,0		-

Таблица 3.1.4 - Характеристика уровня загрязнения воздуха различными примесями за 2016 год [10]

Примесь	$q_{\text{ср}}$, мг/м ³	$q_{\text{мах}}$, мг/м ³	Номер станции	Количество наблюдений
Диоксид серы	0,001	0,029	4	1122
	0,00	0,044	5	1122
В ПДК	0,0	0,1		-
Взвешенные вещества	0,056	4,800	4	880
	0,034	0,500	5	880
	0,0	9,5		-
Оксид углерода	1,1	8,0	4	751
	0,8	18,0	5	751
В ПДК	0,3	3,7		-
Диоксид азота	0,019	0,080	4	1121
	0,027	0,270	5	1119
	0,6	1,4		-
Оксид азота	0,012	0,040	4	1121
	0,011	0,060	5	1119
В ПДК	0,2	0,2		-
Аммиак	0,032	0,150	4	1121
	0,016	0,110	5	1121
В ПДК	0,5	0,8		-

Продолжение таблицы 3.1.4 - Характеристика уровня загрязнения воздуха различными примесями за 2016 год

Примесь	$q_{\text{ср}}, \text{мг/м}^3$	$q_{\text{max}}, \text{мг/м}^3$	Номер станции	Количество наблюдений
Сероводород	0,001	0,008	4	1121
	0,000	0,004	5	1121
	-	1,0		-
Ксилолы	0,007	0,030	4	294
	0,008	0,030	5	294
	-	0,2		-
Бензол («с.с»)	0,008	0,040	4	294
	0,010	0,030	5	294
	-	0,2		-
Толуол	0,012	0,030	4	294
	0,014	0,030	5	294
	-	0,1		-
Этилбензол	0,004	0,010	4	294
	0,004	0,020	5	294
	-	1,0		-
Бенз(а)пирен ($\text{мг/м}^3 \cdot 10^{-6}$)	0,3	0,8	4	12
	0,3	0,7	5	12
	0,3	0,8		-

Таблица 3.1.5 - Характеристика уровня загрязнения воздуха различными примесями за 2017 год [11]

Примесь	$q_{\text{ср}}, \text{мг/м}^3$	$q_{\text{макс}}, \text{мг/м}^3$	Номер станции	Количество наблюдений
Оксид углерода	0,07	7,0	4	768
	0,50	7,0	5	768
	В ПДК	0,2	1,4	-
Взвешенные вещества	0,025	1,200	4	873
	В ПДК	0,3	0,70	876
	0,2	2,4		-
Диоксид серы	0,000	0,008	4	989
	0,000	0,008	5	989
	В ПДК	0,0	0,0	-
Диоксид азота	0,025	0,272	4	989
	0,044	0,275	5	986
	В ПДК	0,8	1,4	-
Оксид азота	0,012	0,051	4	989
	0,015	0,323	5	986
	В ПДК	0,2	0,8	-
Сероводород	0,000	0,002	4	989
	0,000	0,003	5	989
	В ПДК	-	0,4	-
Аммиак	0,040	0,170	4	989
	0,019	0,110	5	989
	В ПДК	0,7	0,9	-
Ксилолы	0,008	0,030	4	289
	0,009	0,040	5	289
	В ПДК	-	0,2	-
Этилбензол	0,006	0,010	4	289
	0,006	0,010	5	289
	В ПДК	-	0,4	-
Бензол	0,012	0,030	4	289
	0,012	0,030	5	289
	В ПДК	-	0,1	-

Продолжение таблицы 3.1.5 - Характеристика уровня загрязнения воздуха различными примесями за 2017 год

Примесь	$q_{\text{ср}}, \text{мг/м}^3$	$q_{\text{max}}, \text{мг/м}^3$	Номер станции	Количество наблюдений
Толуол	0,014	0,030	4	289
	0,015	0,030	5	289
В ПДК	-	0,1		-
Бенз(а)пирен ($\text{мг/м}^3 \cdot 10^{-6}$)	0,3	0,7	4	12
	0,4	0,8	5	12
В ПДК	0,4	0,8		-

Таблица 3.1.6 - Характеристика уровня загрязнения воздуха различными примесями за 2018 год [12]

Примесь	$q_{\text{ср}}, \text{мг/м}^3$	$q_{\text{max}}, \text{мг/м}^3$	Номер станции	Количество наблюдений
Оксид углерода	0,7	7,0	4	745
	0,5	1,7	5	745
В ПДК	0,2	1,2		-
Взвешенные вещества	0,048	4,2	4	885
В ПДК	0,022	0,4	5	885
	0,2	7,9		-
Диоксид серы	0,000	0,024	4	1126
	0,000	0,008	5	1126
В ПДК	0,0	0,1		-
Диоксид азота	0,028	0,201	4	1125
	0,027	0,499	5	1122
В ПДК	0,7	2,5		-
Оксид азота	0,016	0,301	4	1126
	0,012	0,211	5	1121
В ПДК	0,2	0,8		-

Продолжение таблицы 3.1.6 - Характеристика уровня загрязнения воздуха различными примесями за 2018 год

Примесь	$q_{ср}$, мг/м ³	q_{max} , мг/м ³	Номер станции	Количество наблюдений
Этилбензол	0,005	0,010	4	293
	0,005	0,010	5	293
	-	0,5		-
Аммиак	0,028	0,198	4	1125
	0,015	0,078	5	1125
	0,5	1,0		-
Бензол	0,011	0,030	4	293
	0,011	0,020	5	293
	0,1	0,1		-
Толуол	0,013	0,020	4	293
	0,014	0,020	5	293
	-	0,2		-
Ксилолы	0,005	0,020	4	293
	0,007	0,030	5	293
	-	0,1		-
Сероводород	0,000	0,003	4	1125
	0,000	0,003	5	1125
	-	0,4		-
Бенз(а)пирен (мг/м ³ *10 ⁻⁶)	0,5	1,2	4	12
	0,4	1,0	5	12
	0,4	1,2		-

Таблица 3.1.7 - Характеристики уровня загрязнения воздуха различными примесями за 2019 год [13]

Примесь	$q_{\text{ср}}$, мг/м ³	$q_{\text{макс}}$, мг/м ³	Номер станции	Количество наблюдений
Диоксид серы	0,0	0,04	4	1122
	0,0	0,025	5	1122
	В ПДК	0,1		-
Взвешенные вещества	0,052	2,0	4	880
	В ПДК	0,037	5	880
	0,3	4,0		-
Оксид углерода	0,6	9,5	4	833
	0,5	3,3	5	833
	В ПДК	0,2	1,9	-
Диоксид азота	0,019	0,095	4	1122
	0,018	0,349	5	1122
	В ПДК	0,5	1,8	-
Оксид азота	0,012	0,230	4	1122
	0,011	0,239	5	1122
	В ПДК	0,2	0,6	-
Сероводород	0,000	0,007	4	1123
	0,000	0,004	5	1123
	В ПДК	0,0	0,9	-
Бензол	0,011	0,020	4	285
	0,011	0,020	5	286
	В ПДК	0,1	0,1	-
Аммиак	0,024	0,187	4	1118
	0,014	0,100	5	1123
	В ПДК	0,5	1,0	-
Ксилолы	0,004	0,020	4	285
	0,004	0,020	5	286
	В ПДК	-	0,1	-
Толуол	0,013	0,020	4	285
	0,013	0,020	5	286
	-	0,0		-

Продолжение таблицы 3.1.7 - Характеристики уровня загрязнения воздуха различными примесями за 2019 год

Примесь	$q_{\text{ср}}, \text{мг/м}^3$	$q_{\text{max}}, \text{мг/м}^3$	Номер станции	Количество наблюдений
Этилбензол	0,004	0,010	4	285
	0,004	0,010	5	286
	-	0,5		-
В ПДК	-	0,5		-
Бенз(а)пирен ($\text{мг/м}^3 \cdot 10^{-6}$)	0,3	0,5	4	12
	0,4	1,0	5	12
	0,3	1,0		-
В ПДК	0,3	1,0		-

Таблица 3.1.8 - Характеристики уровня загрязнения воздуха различными примесями за 2020 год [14]

Примесь	$q_{\text{ср}}, \text{мг/м}^3$	$q_{\text{max}}, \text{мг/м}^3$	Номер станции	Количество наблюдений
Диоксид серы	0,0	0,005	4	1097
	0,0	0,010	5	1093
	0,0	0,0		-
В ПДК	0,0	0,0		-
Взвешенные вещества	0,078	0,9	4	856
	0,063	0,5	5	848
	0,5	1,8		-
В ПДК	0,063	0,5		-
Оксид углерода	0,6	3,0	4	780
	0,7	3,0	5	780
	0,2	0,6		-
В ПДК	0,2	0,6		-
Оксид азота	0,011	0,109	4	1097
	0,011	0,107	5	1086
	0,2	0,2		-
В ПДК	0,2	0,2		-
Диоксид азота	0,019	0,089	4	1097
	0,016	0,160	5	1086
	0,2	0,7		-
В ПДК	0,2	0,7		-

Продолжение таблицы 3.1.8 - Характеристики уровня загрязнения воздуха различными примесями за 2020 год

Примесь	$q_{\text{ср}}, \text{мг/м}^3$	$q_{\text{max}}, \text{мг/м}^3$	Номер станции	Количество наблюдений
Бензол	0,007	0,019	4	280
	0,007	0,019	5	280
В ПДК	0,1	0,1		-
Сероводород	0,000	0,004	4	1096
	0,000	0,003	5	1092
В ПДК	-	0,5		-
Ксилолы	0,004	0,020	4	280
	0,003	0,020	5	280
В ПДК	-	0,2		-
Аммиак	0,018	0,260	4	1096
	0,014	0,155	5	1092
В ПДК	0,4	1,3		-
Толуол	0,008	0,020	4	280
	0,008	0,020	5	280
В ПДК	-	0,0		-
Этилбензол	0,003	0,020	4	280
	0,002	0,010	5	280
В ПДК	-	1,0		-
Бенз(а)пирен ($\text{мг/м}^3 \cdot 10^{-6}$)	0,3	0,9	4	12
	0,3	1,2	5	12
В ПДК	0,3	1,2		-
Медь	0,01	0,06	4	12
	0,01	0,03	5	12
В ПДК	0,0	0,0		-
Никель	0,00	0,01	4	12
	0,00	0,02	5	12
В ПДК	0,0	0,0		-

Продолжение таблицы 3.1.8 - Характеристики уровня загрязнения воздуха различными примесями за 2020 год

Примесь	$q_{\text{ср}}$, мг/м ³	q_{max} , мг/м ³	Номер станции	Количество наблюдений
Цинк	0,00	0,01	4	12
	0,00	0,01	5	12
	0,0	0,0		-
Железо	0,01	0,07	4	12
	0,07	0,13	5	12
	0,0	0,0		-
Кадмий	0,00	0,02	4	12
	0,00	0,01	5	12
	0,0	0,1		-
Марганец	0,01	0,01	4	12
	0,01	0,02	5	12
	0,0	0,0		-

На основе данных таблиц мною были построены гистограммы, показывающие содержание различных примесей в атмосферном воздухе за каждый год в период с 2013 по 2020 годы (концентрации бенз(а)пирена приведены в мг/м³*10⁻⁶).

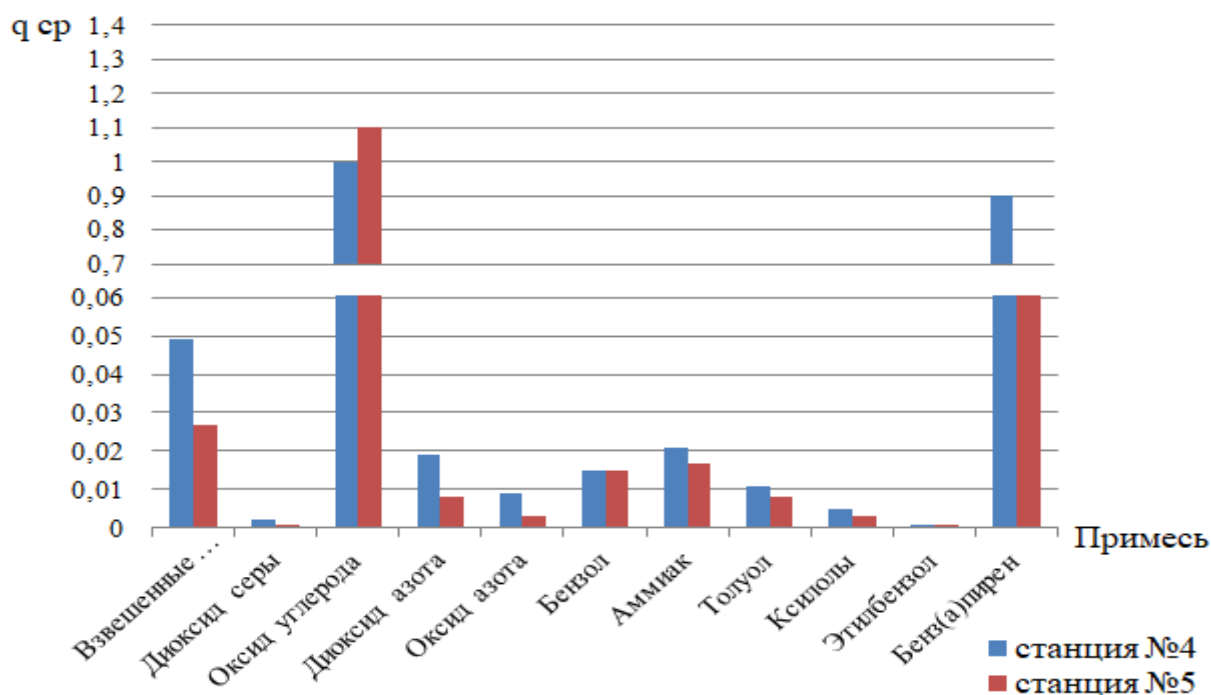


Рисунок 4 – Содержание различных примесей в воздухе за 2013 год

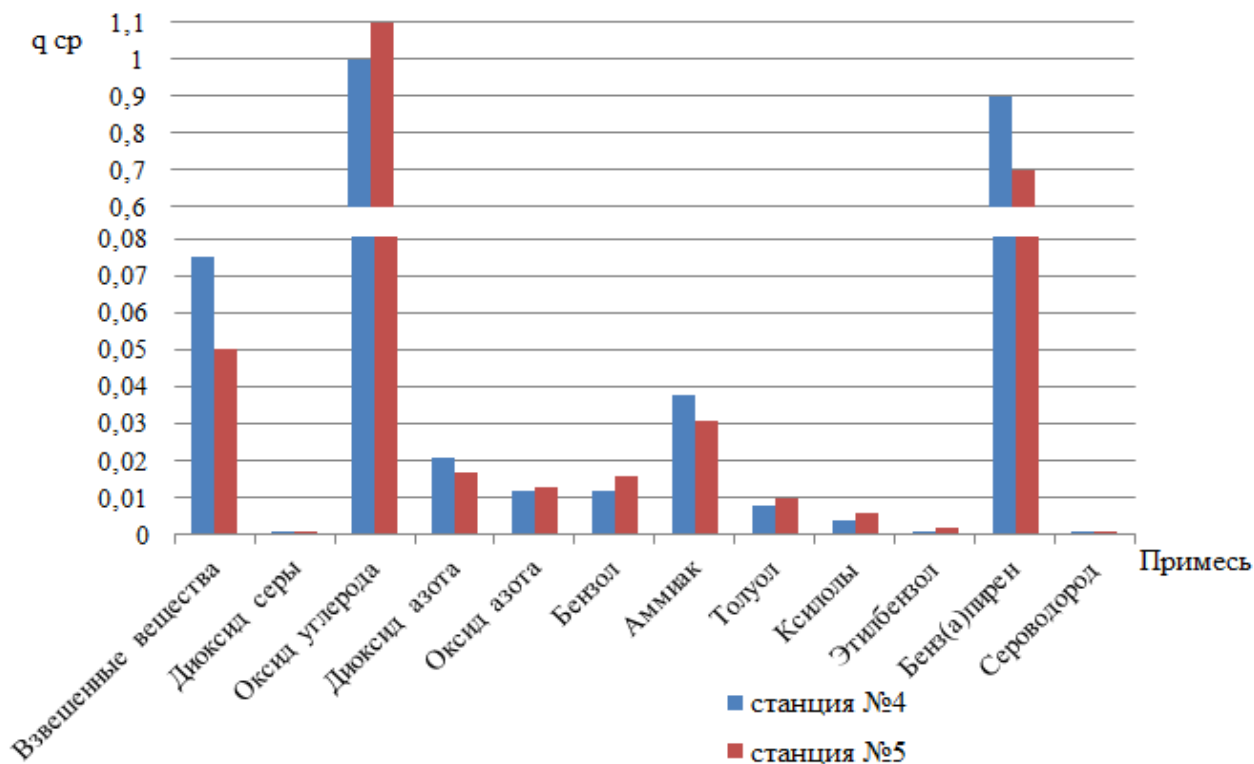


Рисунок 5 – Содержание различных примесей в воздухе за 2014 год

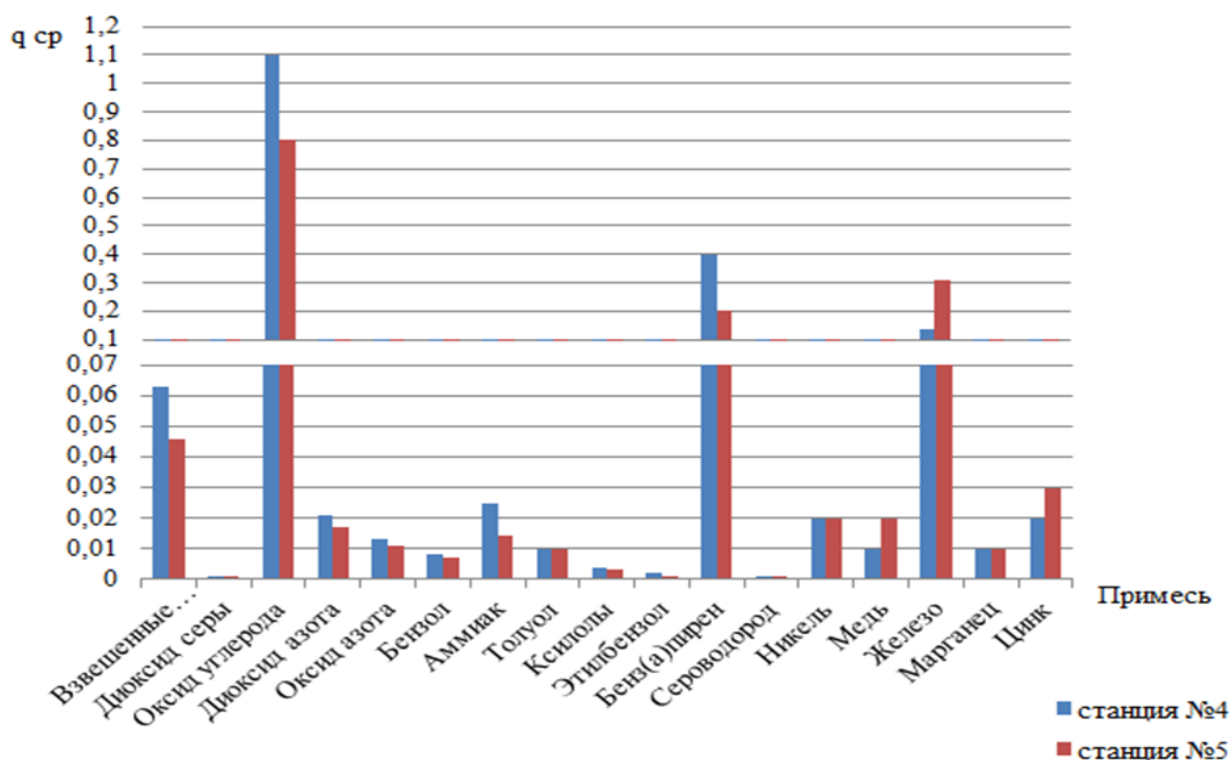


Рисунок 6 – Содержание различных примесей в воздухе за 2015 год

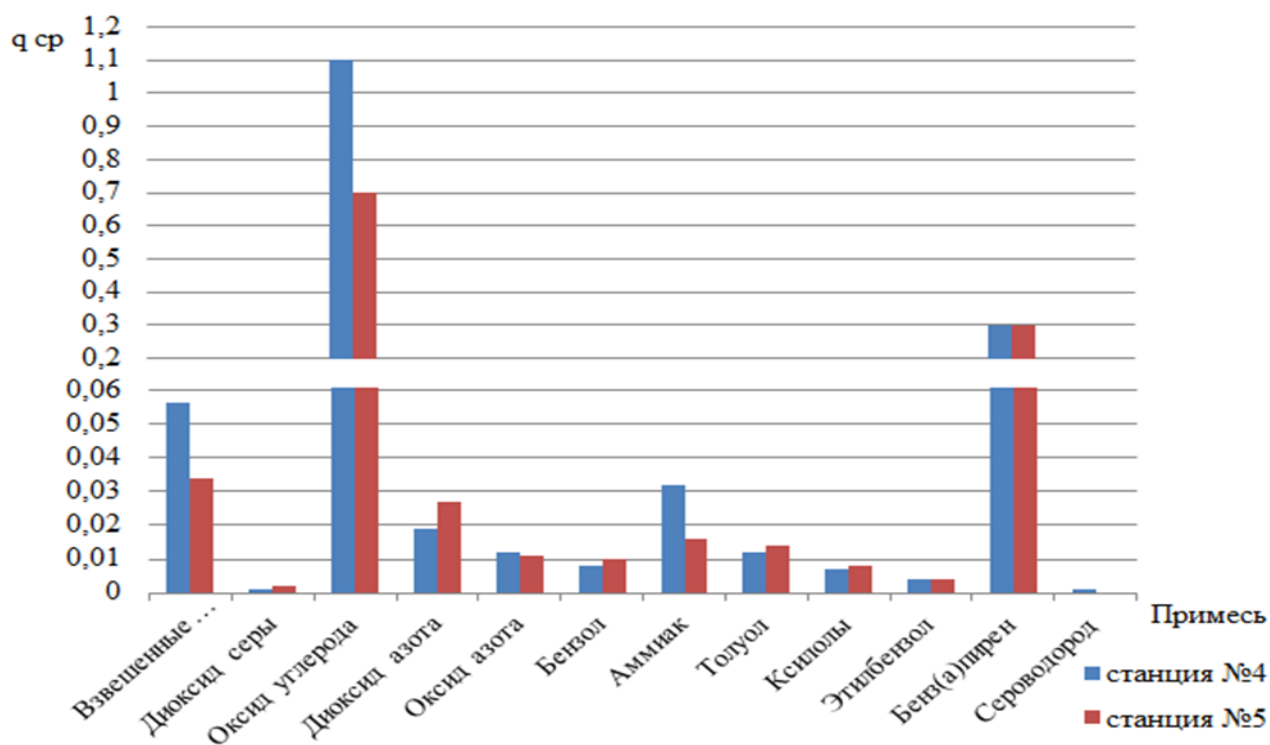


Рисунок 7 – Содержание различных примесей в воздухе за 2016 год

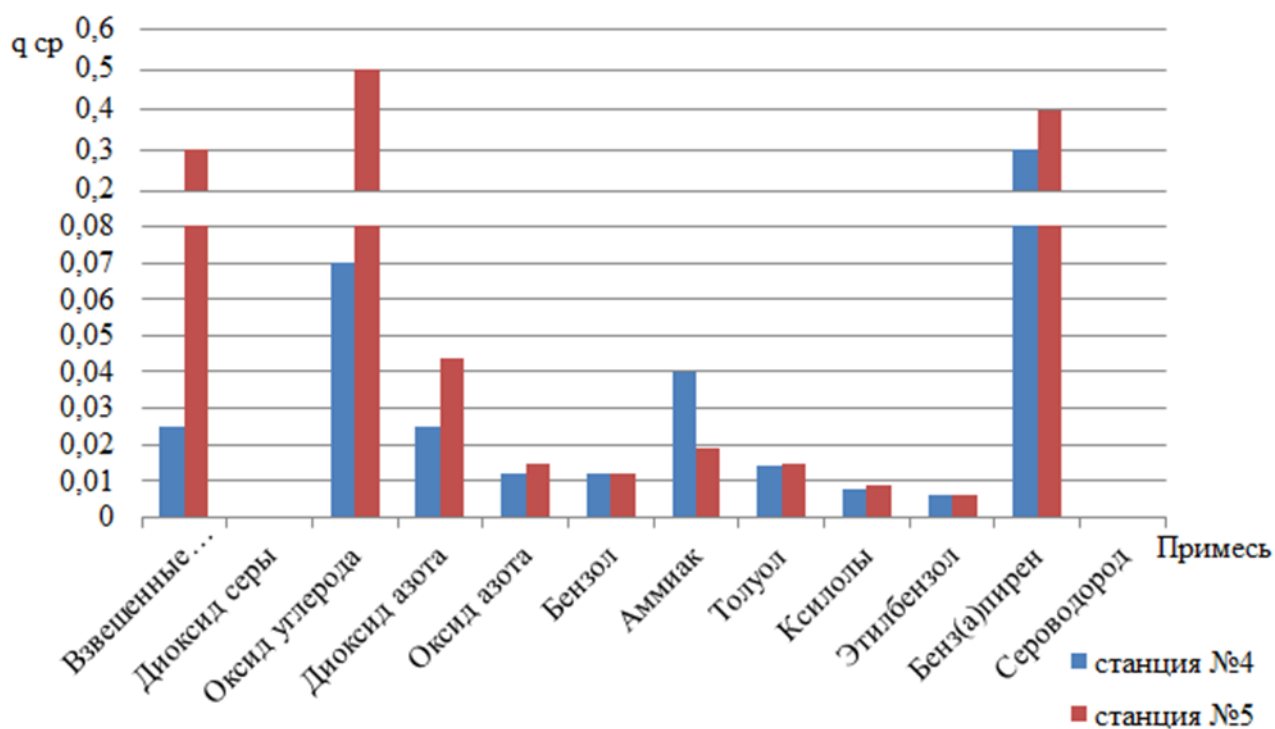


Рисунок 8 – Содержание различных примесей в воздухе за 2017 год

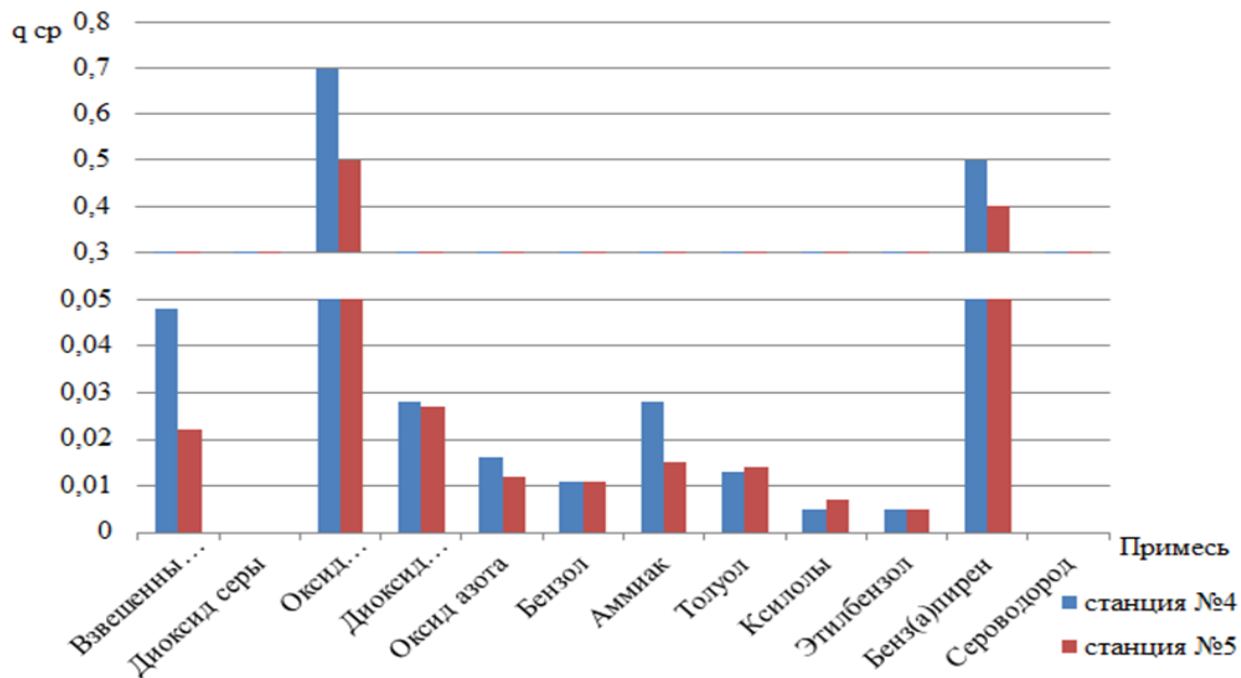


Рисунок 9 – Содержание различных примесей в воздухе за 2018 год

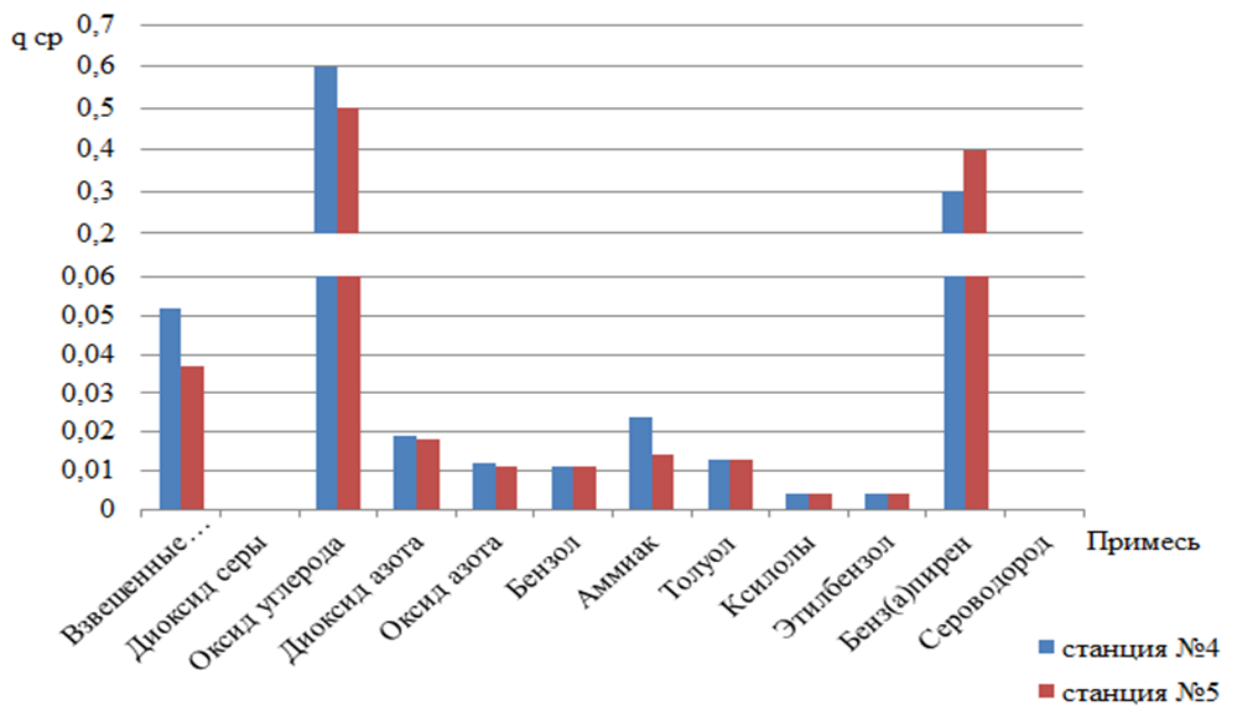


Рисунок 10 – Содержание различных примесей в воздухе за 2019 год

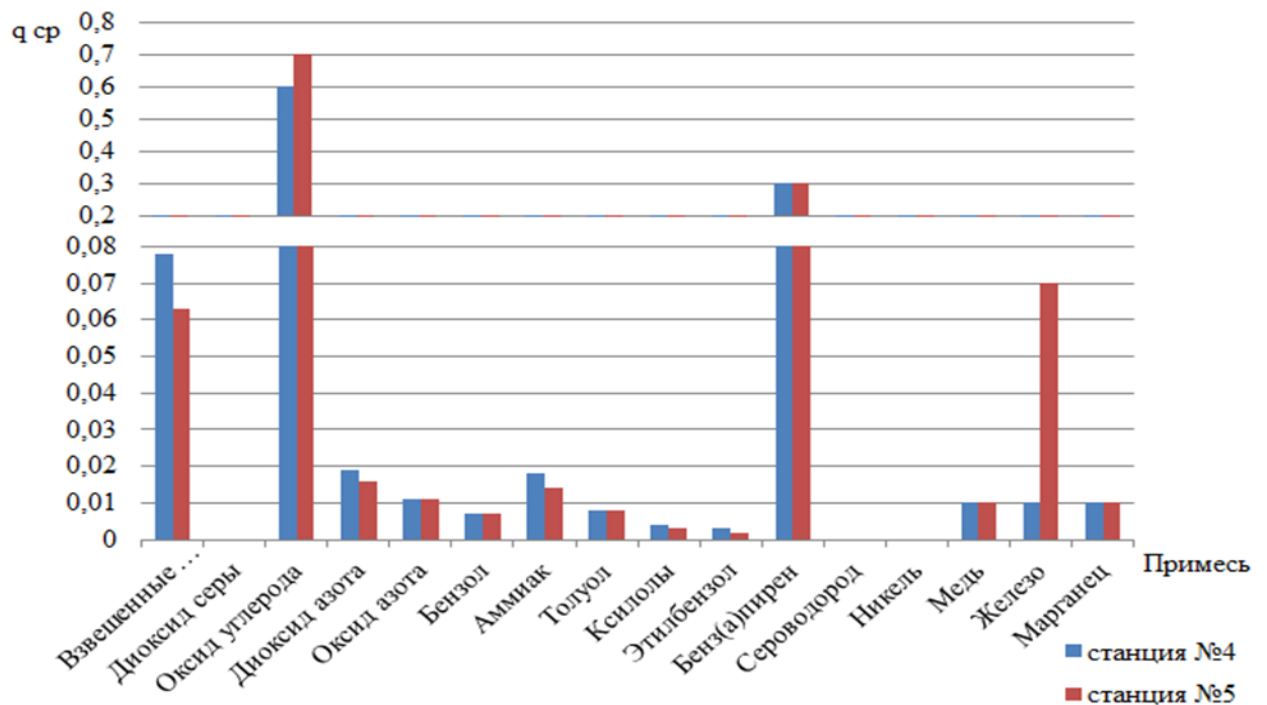


Рисунок 11 – Содержание различных примесей в воздухе за 2020 год

Также на основе данных таблиц были построены графики различных примесей, концентрации которых были измерены за период с 2013 по 2020 года. Графики визуализируют изменение средней концентрации данных загрязняющих веществ на двух стационарных постах наблюдений за атмосферным воздухом города Кириши (№4 и №5).

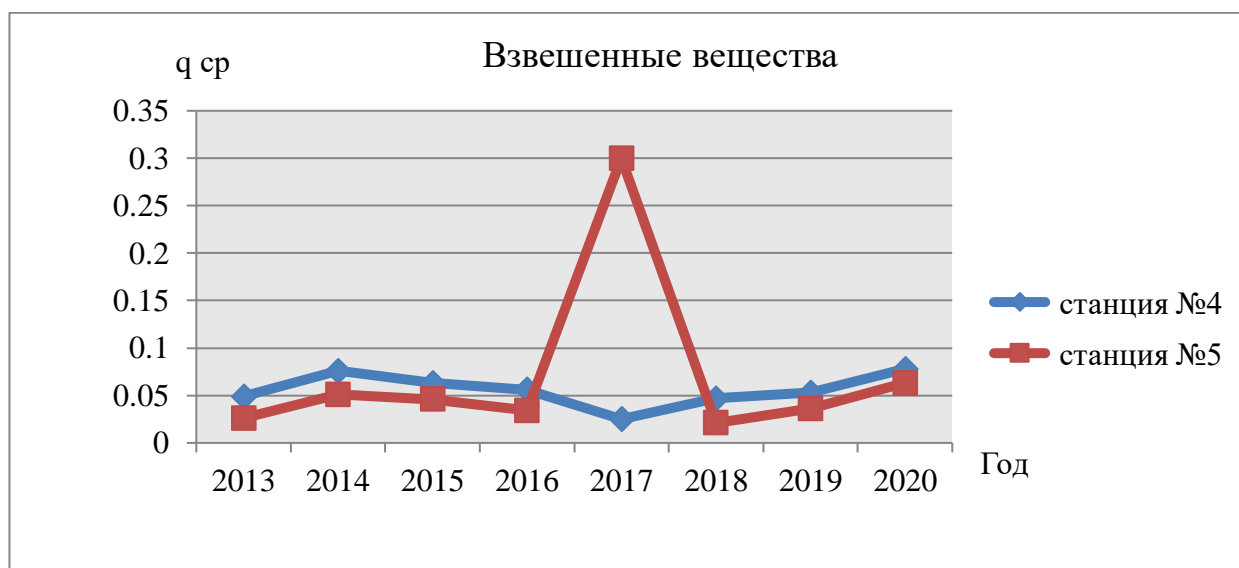


Рисунок 12 – График изменения концентрации взвешенных веществ в воздухе

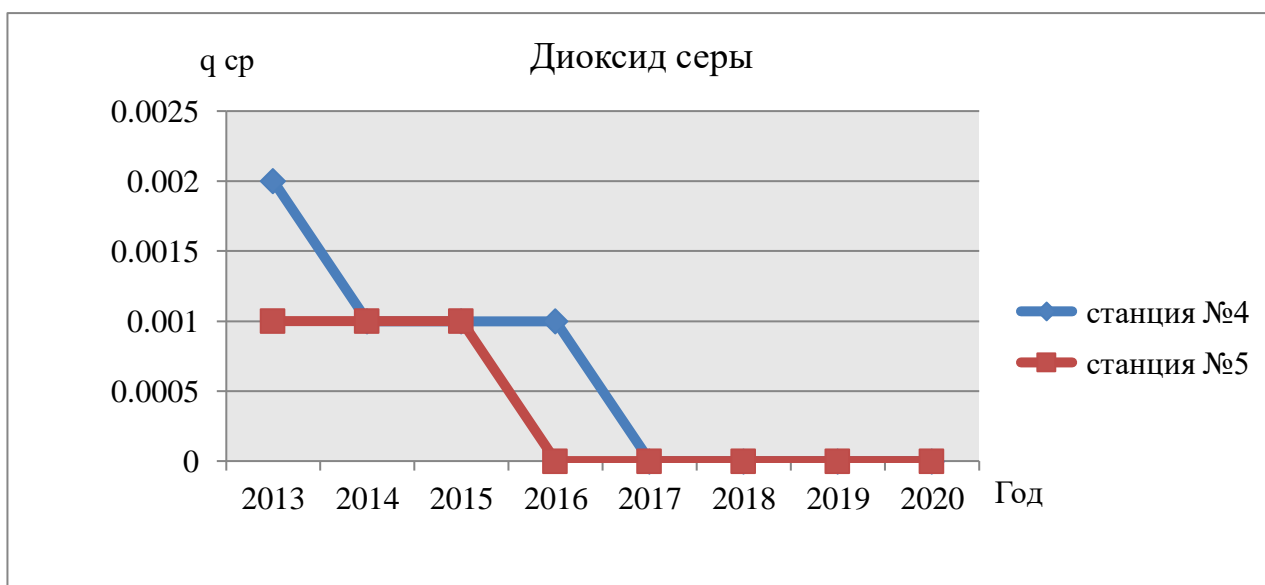


Рисунок 13 – График изменения концентрации диоксида серы в воздухе

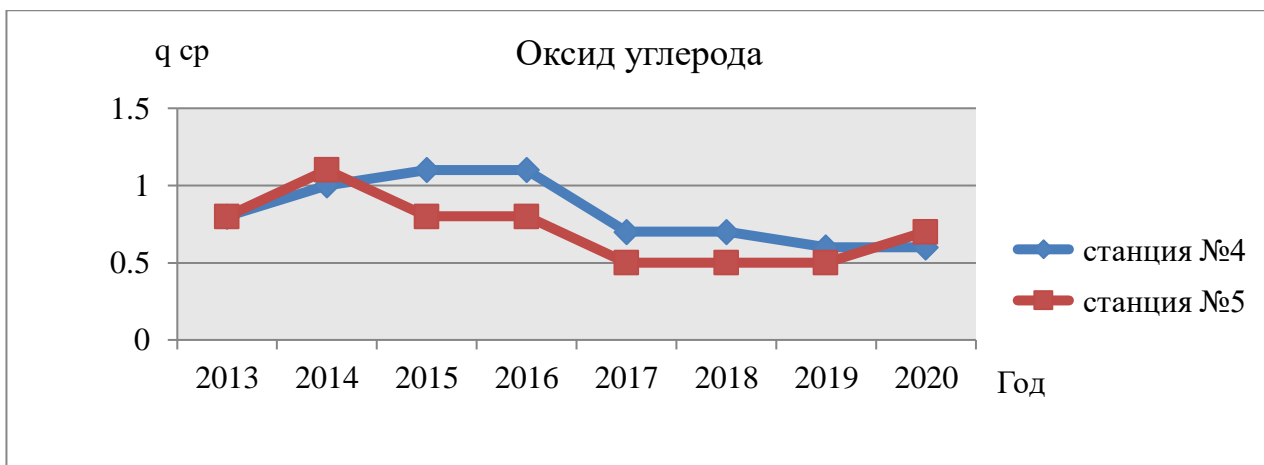


Рисунок 14 – График изменения концентрации оксида углерода в воздухе

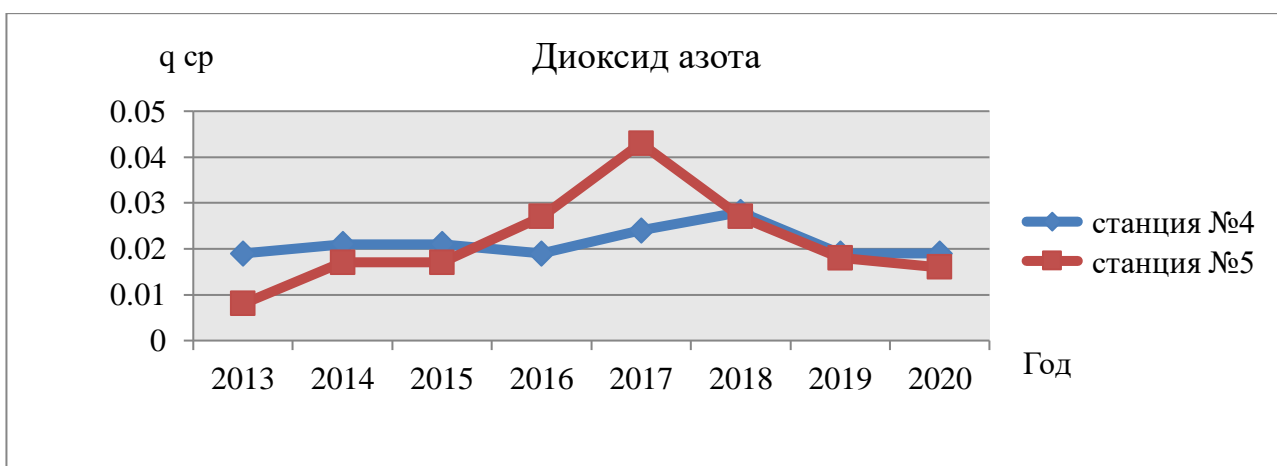


Рисунок 15 – График изменения концентрации диоксида азота в воздухе

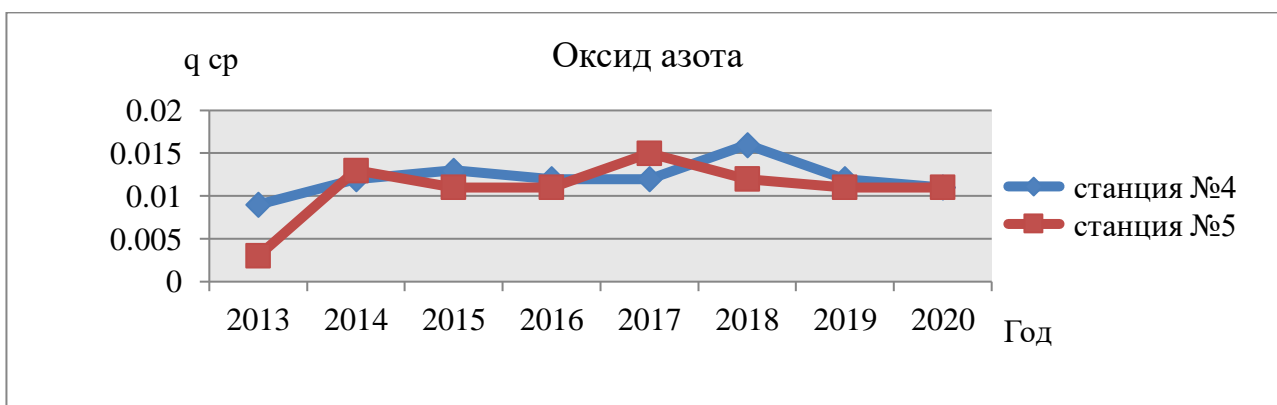


Рисунок 16 – График изменения концентрации оксида азота в воздухе

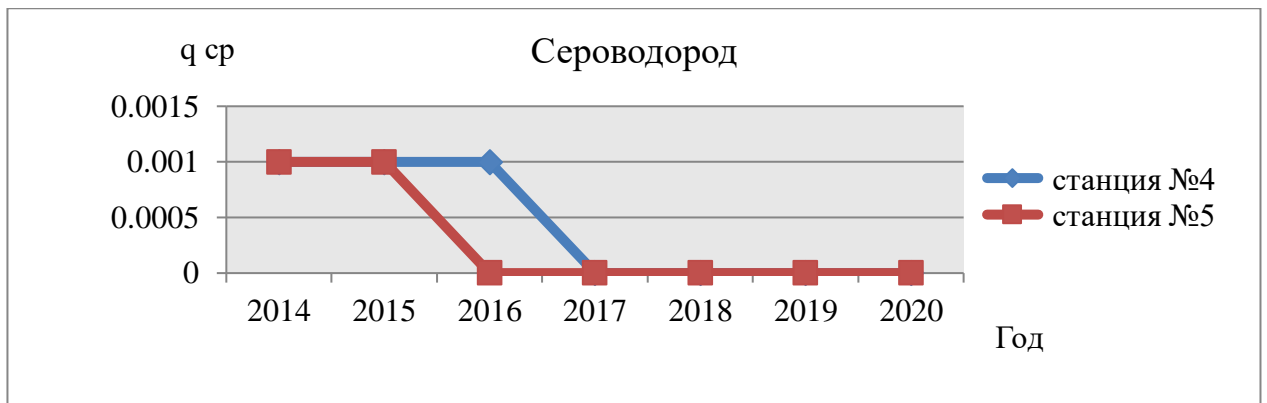


Рисунок 17 – График изменения концентрации сероводорода в воздухе

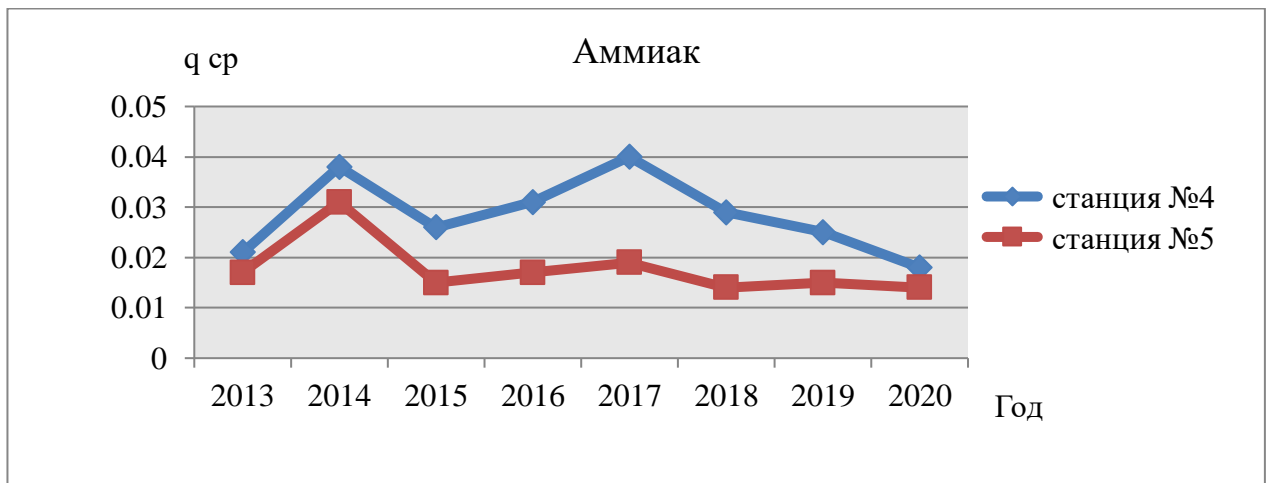


Рисунок 18 – График изменения концентрации аммиака в воздухе

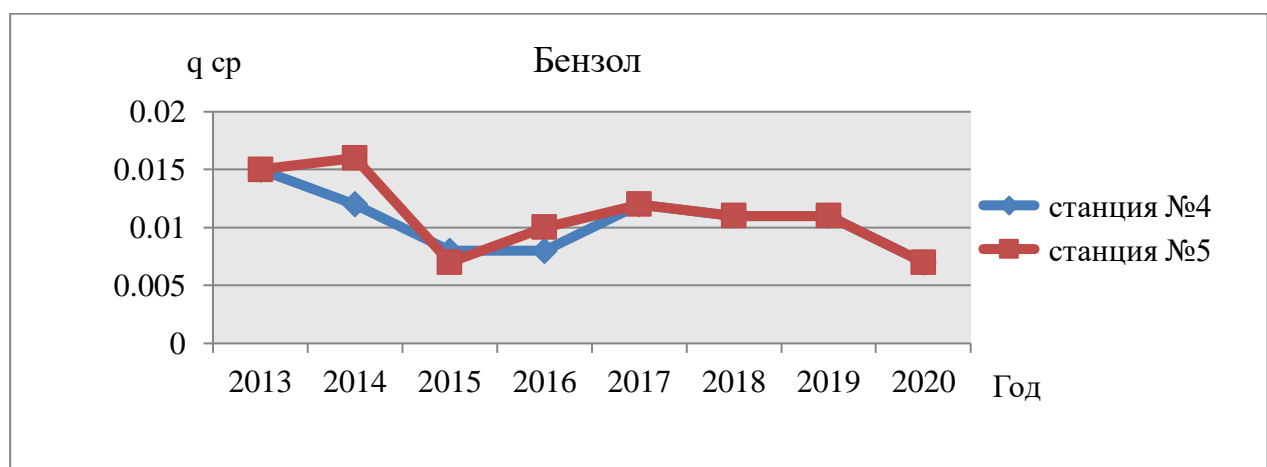


Рисунок 19 – График изменения концентрации бензола в воздухе

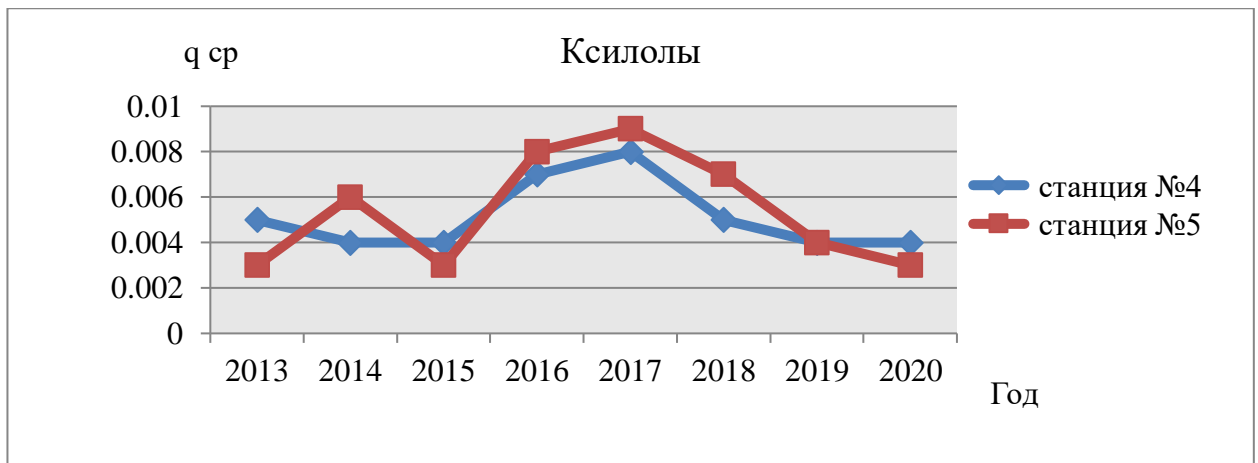


Рисунок 20 – График изменения концентрации ксилолов в воздухе

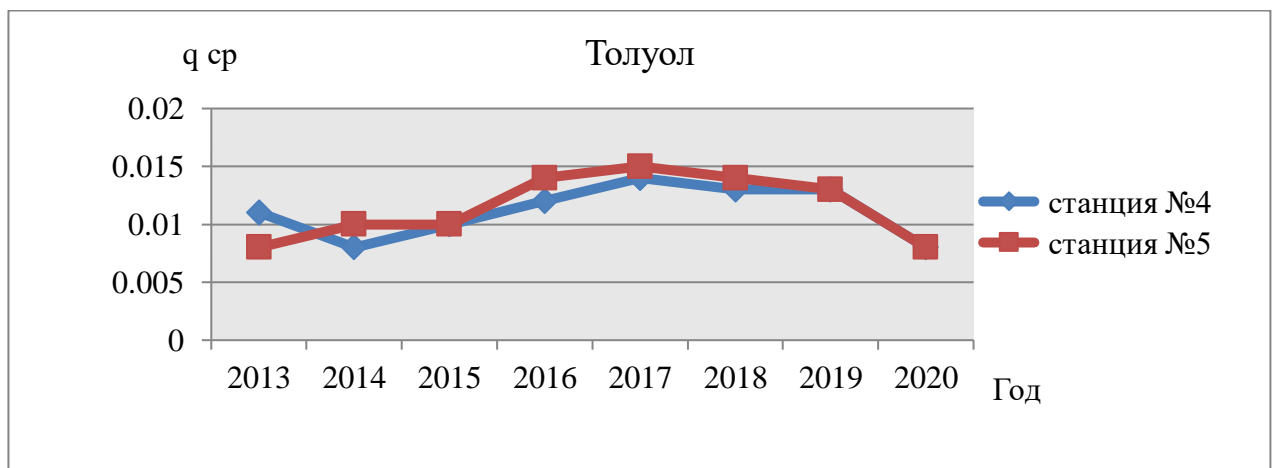


Рисунок 21 – График изменения концентрации толуола в воздухе

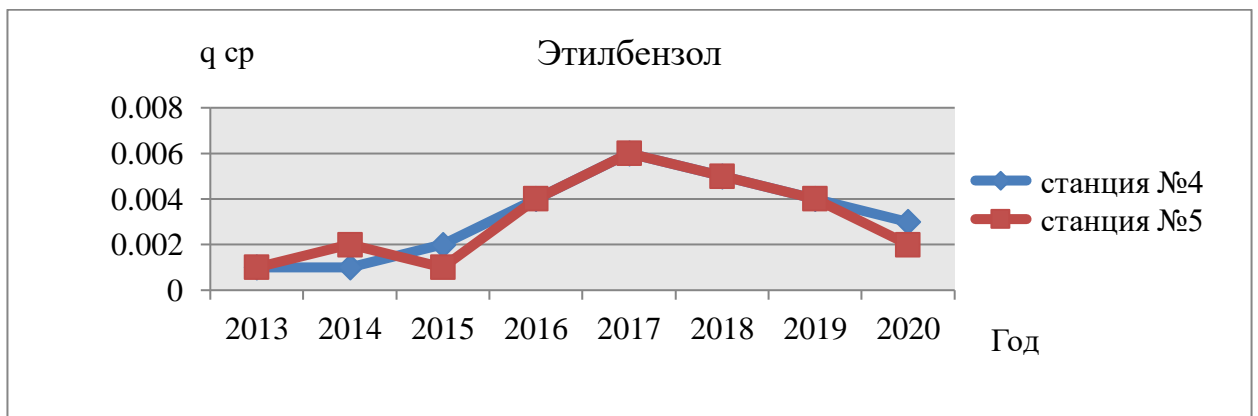


Рисунок 22 – График изменения концентрации этилбензола в воздухе

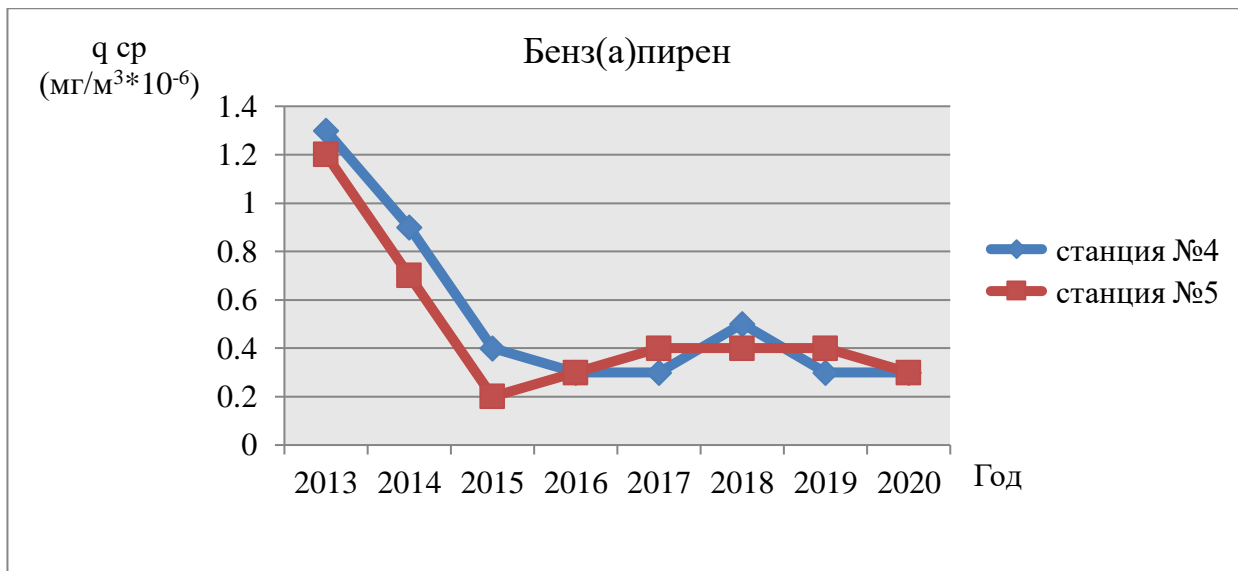


Рисунок 23 – График изменения концентрации бенз(а)пирена в воздухе

Кроме того, был построен график изменения концентрации железа в атмосферном воздухе в 2015 и 2020 годах (данные за период с 2013 по 2014 и с 2016 по 2019 годы не предоставлены).

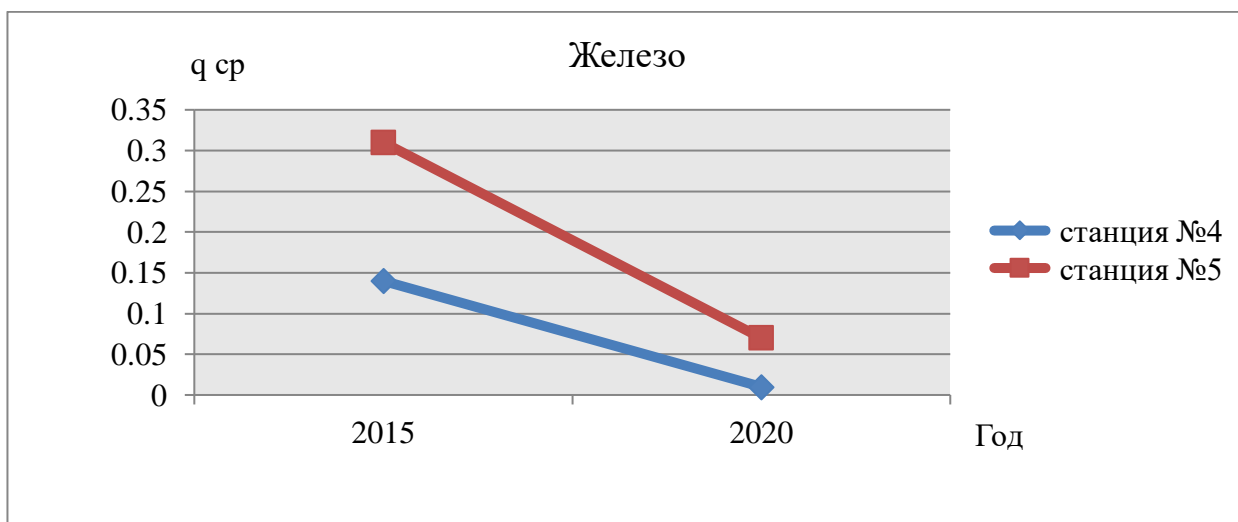


Рисунок 24 – График изменения концентрации железа в воздухе

3.2 Расчёт показателей, характеризующих загрязнение окружающей среды

Для расчёта комплексного индекса загрязнения атмосферы для каждого загрязняющего вещества был отдельно рассчитан ИЗА на основе данных таблицы 3.1.8, то есть за 2020 год. Для расчёта ИЗА использовались среднесуточные предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, установленные ГН 2.1.6.3492-17 [6]. Также использовались среднегодовые концентрации и безразмерный коэффициент C_i , который зависит от класса опасности вещества. Результаты расчётов представлены в таблице 3.2.1.

Таблица 3.2.1 – Экспериментальные и расчётные данные ИЗА

Вещество	C_i	Класс опасности вещества	ПДК _{сс} , мг/м ³	q ср (мг/м ³)		ИЗА i $= \left(\frac{q \text{ ср } i}{\text{ПДК с. с. } i} \right)^{C_i}$	
				Пост №4	Пост №5	Пост №4	Пост №5
Взвешенные вещества	1,0	3	0,15	0,078	0,063	0,52	0,42
Диоксид серы	1,0	3	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0
Оксид углерода	0,85	4	3,0	0,6	0,7	0,25	0,29
Диоксид азота	1,0	3	0,04	0,019	0,016	0,47	0,4
Оксид азота	1,0	3	0,06	0,011	0,011	0,18	0,18
Бензол	1,3	2	0,1	0,007	0,007	0,032	0,032
Аммиак	0,85	4	0,04	0,018	0,014	0,51	0,41
Толуол	1,0	3	50	0,008	0,008	0,00016	0,00016
Ксилолы	1,0	3	50	0,004	0,003	0,00008	0,00006
Этилбензол	1,0	3	0,02	0,003	0,002	0,15	0,1
Бенз(а)пирен	1,5	1	0,000001	0,0000003	0,0000003	0,16	0,16
Сероводород	1,3	2	0,008	0,0	0,0	0,0	0,0

Степень загрязнения воздуха определяется с помощью комплексного индекса загрязнения атмосферы (КИЗА), которая рассчитывается для 5 веществ, вносящих наибольший вклад в загрязнение воздуха [16]. Приоритетными веществами для расчёта КИЗА являются взвешенные вещества, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота и аммиак как для поста №4, так и для поста №5. Следовательно, именно по этим веществам вычисляется КИЗА (формула 1).

$$\text{Для поста №4 КИЗА} = 0,52 + 0,25 + 0,47 + 0,18 + 0,51 = 1,93$$

$$\text{Для поста №5 КИЗА} = 0,42 + 0,29 + 0,4 + 0,18 + 0,41 = 1,7$$

Таблица 3.2.2 – Экспериментальные и расчётные данные комплексного показателя загрязнения атмосферы

Вещество	C _i (мг/м ³)		K _i	ПДК _{сс} (мг/м ³)	$\frac{K_i C_i}{\text{ПДК}_i}$	
	Пост №4	Пост №5			Пост №4	Пост №5
Взвешенные вещества	0,078	0,063	1,0	0,15	0,52	0,42
Диоксид серы	0,0	0,0	1,0	0,05	0,0	0,0
Оксид углерода	0,6	0,7	0,8	3,0	0,16	0,19
Диоксид азота	0,019	0,016	1,0	0,04	0,48	0,4
Оксид азота	0,011	0,011	1,0	0,06	0,18	0,18
Бензол	0,007	0,007	1,5	0,1	0,11	0,11
Аммиак	0,018	0,014	0,8	0,04	0,36	0,28
Толуол	0,008	0,008	1,0	50	0,00016	0,00016
Ксилолы	0,004	0,003	1,0	50	0,00008	0,00006
Этилбензол	0,003	0,002	1,0	0,02	0,15	0,1
Бенз(а)пирен	0,0000003	0,0000003	2,0	0,000001	0,6	0,6
Сероводород	0,0	0,0	1,5	0,008	0,0	0,0

Пост №4: $\sum_{i=1}^n \frac{k_i C_i}{\text{ПДК}_i} = 2,55$, следовательно, по формуле (2) $P = 1,59$

Пост №5: $\sum_{i=1}^n \frac{k_i C_i}{\text{ПДК}_i} = 2,28$, следовательно, по формуле (2) $P = 1,51$

Таблица 3.2.3– Расчет стандартного индекса загрязнения атмосферы и наибольшей повторяемости превышения

Вещество	Номер поста	C max (мг/м ³)	ПДК _{м.р.} (мг/м ³)	СИ	НП
Взвешенные вещества	4	0,9	0,5	1,8	0,1
	5	0,5		1	0,0
Диоксид серы	4	0,005	0,5	0,01	0,0
	5	0,01		0,02	0,0
Оксид углерода	4	3,0	5,0	0,6	0,0
	5	3,0		0,6	0,0
Диоксид азота	4	0,089	0,2	0,44	0,0
	5	0,16		0,8	0,0
Оксид азота	4	0,109	0,4	0,273	0,0
	5	0,107		0,268	0,0
Бензол	4	0,019	0,3	0,063	0,0
	5	0,019		0,063	0,0
Аммиак	4	0,26	0,2	1,3	0,2
	5	0,155		0,78	0,0
Толуол	4	0,02	50	0,0004	0,0
	5	0,02		0,0004	0,0
Ксилолы	4	0,02	50	0,0004	0,0
	5	0,02		0,0004	0,0
Этилбензол	4	0,02	0,02	1,0	0,0
	5	0,01		0,5	0,0
Бенз(а)пирен	4	0,0000009	0,000001	0,9	-
	5	0,0000012		1,2	-
Сероводород	4	0,004	0,008	0,5	0,0
	5	0,003		0,38	0,0

По гигиенической оценке степени загрязнения атмосферного воздуха комплексом вредных химических веществ (таблица 2.2.3) загрязнение воздуха на двух постах оценивается как допустимое. Значения СИ и НП попадают в разные категории, следовательно, степень загрязнения определяют по наибольшему показателю. Стандартный индекс составляет 1,8, а наибольшая повторяемость превышения = 0,2. Загрязнение воздуха определяется как низкое (таблица 2.2.4).

Уровень загрязнения воздуха города Кириши за 2020 год оценивается как низкий и находится в пределах нормы (таблица 2.2.1), так как ИЗА для двух постов наблюдения составляет менее 5.

3.3 Результаты и выводы

Таким образом, в главе 3.1 были представлены таблицы и диаграммы, показывающие изменение концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в период с 2013 по 2020 годы.

Анализируя результаты измерений концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе за 2013 год (таблица 3.1.1, рисунок 4) можно сделать вывод о том, что концентрации взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, диоксида и оксида азота не превышали предельно допустимые значения. Но концентрация диоксида серы на посту №4 (0,002 мг/м³) была чуть выше, чем на посту №5 (0,001 мг/м³) (рисунок 13). Скорее всего, это связано с тем, что станция №4 находится близи автомобильных дорог, а, как известно, в составе выхлопных газов как раз и присутствует такое вредное вещество как диоксид серы. Средняя за год концентрация бенз(а)пирена составила 1,2 мг/м³*10⁻⁶, что говорит нам о том, что степень загрязнения бенз(а)пиреном оценивается как повышенная. Содержание таких примесей как аммиак, бензол, этилбензол, толуол и ксилолы являлось незначительным и средние за год и

максимально разовые концентрации не превышали предельно допустимые значения.

В 2014 году (таблица 3.1.2) , так же как и в 2013 году концентрации диоксида серы, взвешенных веществ, оксида азота, аммиака, сероводорода, толуола, ксилолов, бензола и этилбензола не превышали ПДК, хотя концентрации аммиака и ксилолов увеличились почти в 2 раза. Концентрация диоксида азота также увеличилась, судя по измерениям на посту №5, а на посту №4 осталась неизменной (рисунок 15). А вот содержание бенз(а)пирена в воздухе по сравнению с предыдущим годом снизилось примерно в 1,5 раза. (рисунок 23). В целом концентрации оксида углерода, взвешенных веществ, диоксида и оксида азота, аммиака возросли, концентрации бенз(а)пирена снизились, а остальных веществ практически не изменились (рисунок 5).

Среднегодовые концентрации ксилолов, бензола, аммиака и взвешенных веществ уменьшились в 2015 году (рисунок 6). На посту №4 наблюдался высокий уровень загрязнения воздуха оксидом углерода, а на посту №5 наоборот пониженный (рисунок 14) . Концентрации остальных примесей не изменились по сравнению с предыдущим годом, но отмечалась повышенная максимальная концентрация взвешенных веществ на 4 посту, которая превышала ПДК в 4,6 раза (таблица 3.1.3).

В 2016 году средние концентрации загрязняющих веществ не превышают установленные нормы, но отмечается небольшое повышение содержания ксилолов, толуола, этилбензола и аммиака (таблица 3.1.4). На станции №5 отмечается повышение содержания диоксида азота в воздухе. Также по рисунку 7 мы можем заметить уменьшение содержания диоксида серы, диоксида азота и сероводорода в атмосферном воздухе. Хотя концентрация сероводорода снизилась только на посту №5, а на 4 посту не изменилась и составляет всё также 0,001 мг/м³ (рисунок 17).

Средняя концентрация взвешенных веществ в 2017 году в целом не превышала предельно допустимые значения (таблица 3.1.5), но на посту №5 содержание взвешенных веществ резко увеличилось почти в 7,5 раз, а на посту

№4 практически осталось неизменным (рисунок 12). Средние за год и максимальные концентрации не превышали предельно допустимые значения для сероводорода, этилбензола, аммиака, бензола, толуола и ксилолов. Концентрация бенз(а)пирена также снова немного увеличилась, как и в 2016 г. Максимальные концентрации диоксида азота и оксида углерода превысили ПДК в 1,4 раза, измеренные на обоих постах.

В период с 2018 по 2020 годы концентрации всех примесей не превышали установленные предельно допустимые значения, и отмечалась некая тенденция уменьшения концентраций некоторых загрязняющих веществ, таких как диоксид и оксид азота, толуол, ксилолы, аммиак, этилбензол и бенз(а)пирен (таблицы 3.1.6, 3.1.7, 3.1.8, рисунки 9, 10, 11). Содержание взвешенных веществ снова резко снизилось по сравнению с предыдущим годом, а затем в течение трёх лет снова увеличивалось, но уже без резких скачков (рисунок 12).

Также в 2015 и 2020 году были проведены измерения концентрации таких веществ как никель, медь, железо, марганец, цинк, кадмий и свинец. Содержание железа в воздухе в 2020 году существенно снизилось по сравнению с 2015 годом и не превышало установленные нормы (рисунок 24), а содержание остальных веществ практически не изменилось и также не превышало ПДК (рисунок 6 и рисунок 11).

Таким образом, за период с 2013 по 2020 годы увеличились средние концентрации таких примесей как взвешенные вещества, диоксид и оксид азота, аммиак, этилбензол, толуол и суммы ксилолов, а концентрации оксида углерода, диоксида серы, бензола и бенз(а)пирена уменьшились. Концентрации сероводорода за этот период остались без изменений.

Глава 4 Экологические рекомендации по улучшению качества атмосферного воздуха города Кириши

Проблема очистки воздуха от различных загрязнений, которые вносятся промышленностью, а также автомобильным транспортом на сегодняшний день является одной из важнейших.

В целях защиты атмосферного воздуха от загрязнения можно проводить следующие мероприятия:

- построение окружных дорог, для того, чтобы регулировать транспортные нагрузки на улицах города;
- перевод автомобилей на газовое топливо, что позволит во много раз снизить выбросы в атмосферный воздух канцерогенных веществ;
- передвижение грузового транспорта только по отдельным для него магистралям, по дорогам в объезд городов;
- уменьшение количества личных автомобилей в городе;
- разработка новых систем регулирования уличного движения, минимизирующих возможность образования транспортных пробок;
- сокращение выбросов паров бензина на автомобильных заправочных станциях путём установки ограничений на размещение автозаправочных станций в тех районах, где их количество может удовлетворить потребности жителей города;
- улучшение системы муниципальных перевозок с использованием автобусов повышенного экологического класса, сохранением и развитием электротранспорта;
- оснащение предприятий современными системами газоочистки и пылеулавливания;
- усиление благоустройства и озеленение города, создание между проезжей частью дорог и жилыми домами фильтров – зелёных насаждений из растений, которые устойчивы к загрязнению окружающей среды.

Чтобы эффективно бороться с загрязнением атмосферного воздуха, собранные из воздуха загрязняющие вещества должны не просто оседать на землю и смываться водой, а перерабатываться в безвредные вещества и только потом возвращаться обратно в окружающую среду. И изменить наш образ жизни и сократить количество выбросов загрязняющих веществ в воздух, перейдя на более чистые технологии, является лучшим способом для борьбы с загрязнением воздуха [22].

Заключение

Таким образом, в данной дипломной работе была проведена оценка экологического состояния атмосферного воздуха города Кириши.

Цель работы была достигнута путём решения следующих задач:

1. Охарактеризовано физико-географическое положение города Кириши.
2. Выявлены основные загрязнители атмосферного воздуха города.
3. Оценено экологическое состояние атмосферного воздуха в городе.
4. Предложены экологические рекомендации по улучшению качества атмосферного воздуха в городе Кириши.

В работе использовались данные из докладов о состоянии окружающей среды в Ленинградской области, предоставленные Комитетом по природным ресурсам Ленинградской области.

На основе предоставленных данных мной были проанализированы таблицы с содержанием в атмосферном воздухе различных примесей, построены графики и гистограммы, которые визуализируют изменение средней концентрации данных загрязняющих веществ на двух стационарных постах наблюдений за атмосферным воздухом города Кириши за период с 2013 по 2020 годы. Кроме того, были рассчитаны показатели, характеризующие загрязнение атмосферного воздуха и определен уровень загрязнения воздуха в городе в целом.

На графиках мы можем заметить, что за период с 2013 по 2020 годы увеличились средние концентрации таких примесей как взвешенные вещества, диоксид и оксид азота, аммиак, этилбензол, толуол и суммы ксилолов, а концентрации оксида углерода, диоксида серы, бензола и бенз(а)пирена снизились. Концентрации сероводорода за этот период остались без изменений.

В целом можно сделать вывод, что уровень загрязнения атмосферного воздуха в городе Кириши низкий. По комплексному показателю загрязнение

воздуха оценивается как допустимое. Значение индекса загрязнения атмосферы для двух постов наблюдения составляет менее 5, а, значит, уровень загрязнения воздуха находится в пределах нормы (таблица 2.2.1).

По уровню загрязнения качество атмосферного воздуха по результатам анализов отвечало всем гигиеническим нормам, а средняя концентрация загрязняющих веществ не превышала 20% от ПДК.

Значительное уменьшение содержания загрязняющих веществ и выбросов в атмосферу может быть связано, скорее всего, с введением воздухоохраных мероприятий на нефтеперерабатывающем заводе ООО «КИНЕФ», а также с переходом Киришской ГРЭС к использованию в качестве топлива природного газа вместо мазута. Уменьшение численности населения, а, следовательно, и количество автотранспорта, выбрасывающих в атмосферный воздух загрязняющие вещества также привело к улучшению ситуации.

Содержание вредных примесей в атмосферном воздухе находится также в тесной зависимости и от метеорологических условий. Постоянно действующие и изменяющиеся природные факторы, такие как атмосферное давление, температура воздуха, скорость и направление ветра, влажность и метеорологические явления (осадки, туманы и другие) способны изменить концентрации вредных веществ в воздухе в несколько раз.

Несмотря на то, что в воздухе города присутствуют такие примеси как диоксид и оксид азота, взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, аммиак, толуол, ксилолы, бензол, этилбензол и бенз(а)пирен, все показатели этих веществ соответствуют санитарным нормам.

Были также рассмотрены основные мероприятия по улучшения качества атмосферного воздуха, но применение всех мер возможно только при активной работе администрации города Кириши в этом направлении.

Список использованной литературы

1. Александров В. Ю., Кузубова Е. П., Яблокова Е. П. Экологические проблемы автомобильного транспорта. - Новосибирск, 2003. - 133 с.
2. Афанасьев С..Я. Экологический мониторинг. М. 2005 - 316 с.
3. Безуглая Э.Ю. Чем дышит промышленный город. Л., 1999. - 28 с.
4. Гора Е. П. Экология человека. Практикум; Дрофа - Москва, 2013. - 128 с.
5. Графкина М. В., Михайлов В. А., Иванов К. С. Экология и экологическая безопасность автомобиля; Форум - Москва, 2013. - 320 с.
6. ГН 2.1.6.3492-17 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений"
7. Доклад о состоянии окружающей среды в Ленинградской области в 2013 году. 2014. Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. Санкт-Петербург, 340 с.
8. Доклад о состоянии окружающей среды в Ленинградской области в 2014 году. 2015. Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. Санкт-Петербург, 293 с.
9. Доклад о состоянии окружающей среды в Ленинградской области в 2015 году. 2016. Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. Санкт-Петербург, 320 с.
10. Доклад об экологической ситуации в Ленинградской области в 2016 году. 2017. Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. Санкт-Петербург, 122 с.
11. Доклад об экологической ситуации в Ленинградской области в 2017 году. 2018. Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. Санкт-Петербург, 123 с.

12. Доклад об экологической ситуации в Ленинградской области в 2018 году. 2019. Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. Санкт-Петербург, 143 с.
13. Доклад об экологической ситуации в Ленинградской области в 2019 году. 2020. Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. Санкт-Петербург, 175 с.
14. Доклад об экологической ситуации в Ленинградской области в 2020 году. 2021. Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. Санкт-Петербург, 263 с.
15. Загрязнение воздуха автомобилями [Электронный ресурс]: URL <https://ecologanna.ru/ekologicheskie-problemy/zagryaznenie-vozduha-avtomobilyami> (Дата обращения 19.04.2022)
16. Ивлиева О.В. Методические указания по курсу «Геоэкологический мониторинг». – Ростов-на-Дону, 2003. – 18 с.
17. Информация о социально-экономическом развитии муниципального образования Киришский муниципальный район Ленинградской области за январь-декабрь 2017 года [Электронный ресурс]: URL <http://admkir.ru/social-no-ekonomicheskoe-razvitie.html> (Дата обращения 15.04.2022)
18. Информация о социально-экономическом развитии муниципального образования Киришский муниципальный район Ленинградской области за январь-декабрь 2020 года [Электронный ресурс]: URL <http://admkir.ru/social-no-ekonomicheskoe-razvitie.html> (Дата обращения 15.04.2022)
19. Кириши [Электронный ресурс]: URL <https://gorodarus.ru/kirishi.html> (Дата обращения 14.04.2022)
20. Методы мониторинга атмосферного воздуха [Электронный ресурс]: URL <https://ecportal.su/public/atmosphere/view/495.html> (Дата обращения 21.04.2022)
21. Областной закон «Об экологическом мониторинге в Ленинградской области» Статья 7. Осуществление государственного экологического мониторинга

22. Охрана атмосферы [Электронный ресурс]: URL <https://bezotxodov.ru/atmrsfera/ohrana-atmosfery#i-3> (Дата обращения 07.05.2022)
23. РД 52.04.667-2005 «Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию» (утв. Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды 1 февраля 2006 г.)
24. Трещёв Д.А., Данилов Л.Ю., Нигматулин Т.Р., Измайлов А.В., Тузников М.А. Модернизация конденсационных турбин Киришской ГРЭС на базе ПГУ-800 // Электрические станции: Журнал. — Москва: НТФ "Энергопрогресс", 2011. — № 11. — С. 6—11.
25. Характеристика предприятия ООО «КИНЕФ» [Электронный ресурс]: URL https://studbooks.net/2577611/tovarovedenie/harakteristika_predpriyatiya_kinef (Дата обращения 18.04.2022)
26. Химический состав выхлопных газов автотранспорта [Электронный ресурс]: URL <https://scienceforum.ru/2018/article/2018004431> (Дата обращения 19.04.2022)