



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

Кафедра метеорологии, экологии и природопользования

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)
по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование
(квалификация – бакалавр)

На тему «Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом в городах Ростовской области»

Исполнитель Дорофеева Ева Евгеньевна

Руководитель к.б.н., доцент Долгова-Шхалахова Алина Владимировна

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«24» января 2023 г.

Филиал Российского государственного
гидрометеорологического университета в г. Туапсе

НОРМОКОНТРОЛЬ ПРОЙДЕН

«17» 01 2023 г.

ПОДПИСЬ

РАСШИФРОВКА ПОДПИСИ

Туапсе

2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Географическое положение районов исследования городов Ростовской области и характеристика метода определения формальдегида.....	5
1.1 Физико-географическая характеристика района исследования.....	5
1.2 Методика определения формальдегида в атмосферном воздухе.....	10
2 Основные источники загрязнения и оценка состояния атмосферного воздуха в Ростовской области.....	19
2.1 Характеристика городов Ростовской области как источников загрязнения атмосферы	19
2.2 Оценка воздействия и характеристика выбросов формальдегидом в городах Ростовской области	25
3 Мероприятия по охране атмосферного воздуха	44
3.1 Очистка выбросов в атмосферу.....	44
3.2 Выполнение предприятиями мероприятий по охране атмосферного воздуха.....	50
Заключение	57
Список использованной литературы.....	59

Введение

Возрастающая транспортная нагрузка в современной урбанизированной среде является причиной повышенного уровня загрязнения атмосферного воздуха. Особенно актуальна эта проблема для г.Ростова-на-Дону, где вклад автотранспорта в общий уровень загрязнения воздуха превышает 90%. Автомобили выбрасывают в воздушный бассейн более 70% оксидов углерода и углеводородов, около 55% оксидов азота, до 5,5% воды, а также сажу, тяжелые металлы, гарь, копоть и т.д.

Чистый воздух имеет огромное значение в жизни и хозяйственной деятельности людей.

Воздух загрязняется разнообразными твёрдыми частицами промышленного происхождения. Помимо пыли в окружающую среду попадают различные газы. Также своеобразная форма загрязнения окружающей среды — это разного рода шумы, что является неизбежным следствием развития техники.

Концентрация загрязняющих веществ в атмосфере в значительной мере определяется географическими условиями конкретного района. Она зависит не только от количества и мощности источников загрязнения, но также и от местных особенностей природных условий. Поэтому при планировании и проектировании размещения предприятий необходимо учитывать господствующие направления ветров, характер рельефа, местные особенности климата[25].

В настоящее время необходим серьёзный контроль (мониторинг) за состоянием окружающей среды и охраной её компонентов.

Сохранение здоровья человека и поддержка чистого воздуха в рабочей зоне — основная задача промышленно-санитарной лаборатории и органов здравоохранения.

Охрана окружающей среды — важнейшая научная и практическая проблема современности. Задача заключается в разработке комплекса

надёжных антикризисных мер, позволяющих активно противодействовать дальнейшей деградации природной среды и выйти на устойчивое развитие общества.

Актуальность данной работы заключается в необходимости мониторинга качества окружающей среды с целью регулирования выбросов загрязняющих веществ в Ростовской области.

В настоящее время загрязнение воздушной среды органическими и неорганическими веществами, такими как аммиак, фенол, формальдегид, твердые частицы является проблемой не только крупных городов. С целью обеспечения безопасности населения актуальным является изучение состава воздушных масс и нахождение путей очистки атмосферного воздуха от токсикантов. В результате накопления во внешней среде эти вещества представляют серьезную опасность с точки зрения их биологической активности и токсических свойств[8, с. 67].

Объект исследования: города Ростовской области.

Предмет исследования: выбросы формальдегидов в городах Ростовской области.

Цель исследования – оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом в Ростовской области.

Задачи, которые необходимо выполнить в ходе данной работы:

- обзор источников поступления формальдегида;
- изучить города Ростовской области как источники загрязнения атмосферы;
- изучить методики определения формальдегида в атмосферном воздухе;
- дать оценку воздействия и характеристику выбросов формальдегида в городах Ростовской области.

1 Географическое положение районов исследования городов Ростовской области и характеристика метода определения формальдегида

1.1 Физико-географическая характеристика района исследования

Ростовская область образована 13 сентября 1937 г. и является столицей Южного федерального округа. Она находится на юге Восточной Европы, частично в пред кавказском бассейне, в Нижнем Доне. По своему характеру территория области является равниной, разделенной долинами реки и балками (рисунок 1.1).

Максимальная высота над у.м. 253 метра. С севера территория области занимает Среднерусская возвышенность, на востоке – Восточная часть Донецкого кряжа, на юге – Сальско-Маньчский кряж. Территория района расположена в степном районе, только крайний восток – переходный район от степей до полупустыни.

Лес и кустарник покрывают 5,6 процента земельных участков, а большинство районов заняты сельхозпродукцией, чаще всего на высокоплодородных участках.



Рисунок 1.1 – Географическое положение Ростовской области [16, с.35]

Ростовская область расположена на двух платформах: Восточно-Европейской (Русской) и Скифской. Большая часть территории области геоструктурно соответствует южной части, древней по возрасту, Восточно-Европейской платформы. Фундамент платформы образовался в докембрийское время, осадочный чехол – в палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую эры. Скифская платформа – молодая. Фундамент палеозойский, покрыт чехлом осадочных отложений мезозойской и кайнозойской эры. В процессе геологического развития Земли на территории Ростовской области чередовались континентальный и морской режимы. Данная часть территории земного шара то поднималась, становясь сушей, то опускалась, становясь морем. В четвертичный период (кайнозойская эра) ледниковый покров, распространяясь по Восточно-Европейской равнине, не дошел до территории, которую в настоящее время занимает область. Следовательно, геологической разрушительной деятельности ледника территория не испытала.

Однако на нее, после таяния ледника, хлынул мощный поток талых вод, которые вымывали и наносили горные породы, одновременно производя свою рельефообразующую работу. Такое геологическое развитие территории определило характер горных пород чехла. Это пласты морского и континентального происхождения, образованные в результате механического осаждения горных пород, химического осаждения растворенных веществ и осаждения остатков растительного и животного происхождения. Они податливы разрушению. В большой своей массе рыхлые и пористые. Легко выветриваются и размываются [12, с.78].

Геологическое развитие и формирование местности полностью отражено в рельефном характере Ростовского края. Высота в среднем составляет 0-298 м над у.м, в среднем 125 метров. В рельефе восточноевропейской и скифской платформ выражены низменные участки равнин высотой не менее 100 м, а также невысокие возвышенности. Наиболее широкие из них – Калачская равнина, равнина Донской Гряды, Донецкая равнина и Ергения [16, с.35].

Калачская равнина и Донская равнина являются Юго-Восточной частью

Среднерусской равнины. Калачское возвышение определяет характер рельефа северных районов области. На территории области его высота составляет 228 метров. Гряда Дона тянется по правому берегу Дона от западной до восточной границы области. Эти возвышенности сложены из известняков, мела, песчаных отложений. Основным типом рельефа является овражный и балочный. Карст может быть развит местами.

Неправильный треугольник, который образовался на территории района, с западной стороны вписывается в Донецкий Кряж. Это сооружение, образованное в герцинском периоде палеозойского времени, достигало высоты 3 км. Сегодня это возвышенность с волнистой, расчлененной реками поверхностью. В районе наивысшая точка 298 метров. Она находится в отрогах Донецкого озера, неподалеку от Зверева. Кряж Донского края состоит из песчаников, известняков или сланцев.

Возвышение Ергени – южный участок Приволжского хребта – протягивается по восточному краю области. Высота его в восточном районе области меняется с 158 по 221 м. Сложены глинами, известняками и песками. Восточный склон круто переходит к низменности Прикаспия. Расчленяется сетью балок.

Обширный берег, проходящий по реке Западный Маныч, является частью Кумо-Манычской равнины, которая отделяет Русскую Равнину от Западного Кавказа. Манычские впадины являются результатом прогиба коры Земли в кайнозойской эпохе. По этой скважине соединились воды Азовского и Черноморского водоемов. Впоследствии ее заполняли четвертичные, современные остатки морских и речных пород, представленные песчаными и глинистыми остатками.

Равнины Ростовской области – Донно-Донецкая возвышенность (средняя высота 130 м), Азово-Кубанская низменность (средняя высота 85 м), Доно-Егорлыкская аккумулятивная (80-100 м), Нижнедонская низменность (долина р. Дон), Доно-Сальская аккумулятивно-денудационная (50-100 м), Сало-Манычская аккумулятивно-денудационная (средняя высота 100, максимальная

220 м).

Пойма Дона возвышается над урезом воды в среднем на 3,5 м, имеет положительные (береговые валы, гряды) и отрицательные (старицы, ерики, протока, ложбины) формы рельефа. Дон имеет четыре надпойменные террасы. Первая расположена не повсеместно и лучше выражена в восточной части. Ширина от 1 до 12 км, высота над поймой 2-5 м. Вторая терраса четко возвышается над первой на 3-4 м. Ширина второй террасы на левом берегу от 2,5 до 10-11 км, а на правом выражена в виде отдельных останцев. Вторая терраса постепенно переходит в третью. Самые древние террасы Дона (третья и четвертая надпойменные) перекрыты толщей лессовидных суглинков.

Ростовская область, расположенная в умеренных широтах северного полушария, имеет черты умеренно-континентального климата. Для климата области характерно сочетание избытка тепла с относительным недостатком влаги.

Продолжительность солнечного сияния около 280 часов. Среднегодовая интенсивность прямой инсоляции около 2550 МДж/м². Суммарная солнечная радиация около 4700 МДж/м². Альбедо в среднем 21,4%.

В Ростовской области средняя годовая температура составляет от 6,6° на севере до 9,5° — на юге. В среднем 8,2°С. Изотермы протягиваются субширотно. Минимальная температура – -36°, максимальная – +41°. Годовая амплитуда температуры по экстремальным значениям составляет 76°С. Высота солнца меняется от 17-21° в декабре до 63-67° в июне.

Наиболее существенное влияние на циркуляцию атмосферы в Ростовской области оказывают постоянные и сезонные барические системы: Азорский, Арктический и Азиатский максимумы и Черноморский минимум. На территории Ростовской области выделяют четыре группы синоптических типов: циклонические, антициклонические, фронтальные и однородных потоков воздушных масс. Над территорией области циркулируют: континентальные воздушные массы умеренных широт, морские тропические воздушные массы, континентальные тропические воздушные массы.

Среднегодовое давление 1009 гПа с колебаниями от 972 до 1042. Преобладающее направление ветров – широтное с преобладанием восточной составляющей – 53%. Средняя годовая скорость ветра составляет 4,5 м/с. Средняя повторяемость сильных ветров (более 15 м/с) для Ростова-на-Дону 28 дней за год, максимально – 54 дня. Максимальные скорости ветра (до 37 м/с) наблюдались в Ростовской области при наибольшей продолжительности периодов 3 дня за год. Осенние максимумы вызывает сгоны воды до 2,5 м, минимумы в июле-августе — нагоны воды до 2 м.

Относительно высокие термические условия определяют значительную величину испаряемости, в среднем 967 мм. Среднегодовое количество осадков уменьшается с запада (500 мм) на юго-восток (до 340 мм). Осадки выпадают неравномерно, наименьшее количество их приходится на зиму. Коэффициент увлажнения меняется с запада на юго-восток от 0,76 до 0,44. Зима обычно пасмурная, ветреная и сырая. Лето ветреное, сухое и жаркое. С продвижением на восток области континентальность климата возрастает [21, с.26].

Неблагоприятные явления природы – град (поздней весной и ранним летом), гололед, заморозки (поздние весенние и ранние весенние), засухи, пыльные бури, суховеи – летом, сильные ветра – зимой.

В пределах области около 5 тыс. рек. Основные реки: Дон (1870 км) с притоками Чир (317 км), Цимла (115), Кагальник Донской (140), Северский Донец (1053), Сал (776), Маныч (420), Тузлов (218). Северский Донец имеет ряд крупных притоков: Деркул, Большая Каменка, Глубокая, Калитвенец, Калитва (308), Быстрая (218), Кундрючья (244). Реки, впадающие непосредственно в Таганрогский залив: Миус, Мокрый Еланчик, Самбек, Кагальник, Чембурка. Они имеют спокойный равнинный характер с весенним половодьем.

Годовой сток р. Дон в среднем 27,8 км³. Минерализация от 0,6 до 0,9-1,0 г/л.

Долины рек Дон и Северский Донец были заложены в позднем миоцене. Пойма Дона шириной 12-15 и до 35 км в месте слияния Дона Западного

Маныча и Сала. Абсолютные высоты поймы от 0,5 до 7-12 м.

1.2 Методика определения формальдегида в атмосферном воздухе

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – это максимальная концентрация примеси в атмосферном воздухе, отнесённая к определённому времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека и его потомства не оказывает и не окажет прямого или косвенного влияния на него (включая отдалённые последствия) и на окружающую среду в целом.

В связи с тем, что кратковременные воздействия не обнаруживаемых по запаху вредных веществ могут вызывать функциональные изменения в коре головного мозга и зрительном анализаторе, были введены значения максимальных разовых ПДК (ПДК_{м.р.}). С учётом вероятности длительного воздействия вредных веществ на организм человека были введены значения среднесуточных ПДК (ПДК_{с.с.}).

Таким образом, для каждого вещества установлены два норматива (рисунок 1.2):

Максимальная разовая предельно допустимая концентрация (ПДК_{м.р.}) – максимальная 20-30 минутная концентрация, при воздействии которой не возникают рефлекторные реакции у человека (задержка дыхания, раздражение слизистой оболочки глаз, верхних дыхательных путей и др. Разовая концентрация вредной примеси, измеренная в данный момент, сравнивается с ПДК_{м.р.};

Среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК_{с.с.}) – средняя за длительный период (сутки) концентрация, при воздействии которой не развиваются общетоксичные, мутагенные, канцерогенные эффекты при неограниченно длительном вдыхании. Средняя концентрация за месяц, полугодие, год, несколько лет сравнивается с ПДК_{с.с.}

Рисунок 1.2 – Предельно допустимые концентрации вещества

Справочные сведения об оксиде углерода на территории Ростовской области: шифр примеси оксида углерода — 04; значение ПДК_{м.р.} – 5,0 мг/м³,

значение ПДКс.с – 3,0 мг/м³; класс опасности – 4; среднее значение по России – 1356 мкг/м³.

Нормативные требования к методам определения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе установлены в ГОСТ 17.2.4.02. Погрешность метода в соответствии с ГОСТ 17.2.4.02 не должна превышать 25% во всем диапазоне измеряемых концентраций и обеспечивать измерение с указанной погрешностью концентрации загрязняющего вещества в пределах величин от 0,8 до 10 ПДК[19].

Методика обеспечивает получение результатов измерений с погрешностями, не превышающими значений, приведенных в таблице 1.1.

Таблица 1.1— Диапазон измерений, значения показателей качества (количественная оценка) повторяемости, воспроизводимости, точности методики измерений формальдегида [19]

Наименование определяемого компонента	Диапазон измерений, мг/м	Показатель повторяемости (среднее квадратическое отклонение результатов единичного анализа, полученных по методике в условиях повторяемости) σ_r , %	Предел повторяемости для двух результатов параллельных определений, %	Показатель воспроизводимости (среднее квадратическое отклонение результатов единичного анализа, полученных по методике в условиях воспроизводимости) σ_R , %	Предел воспроизводимости для двух результатов параллельных определений R , %	Показатель точности (границы, в которых погрешность результатов измерений, полученных по методике, находится с принятой вероятностью $P=0,95$) $\pm \delta$, %
Формальдегид	От 0,01 до 0,20 включит.	6	17	9	25	18

Правила контроля качества воздуха установлены в ГОСТ 17.2.3.01, где установлены четыре программы на стационарных постах: полная, неполная, сокращенная, суточная.

Данная методика измерений используется для получения информации по программе наблюдений о разовых и среднесуточных концентрациях формальдегида.

В соответствии с ГН 2.1.6.1338 максимальная разовая предельно допустимая концентрация формальдегида составляет 0,05 мг/м³, среднесуточная концентрация составляет 0,01 мг/м³.

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений, указанные в таблице 1.2.

Таблица 1.2— Перечень средств измерений для определения формальдегида [23]

Наименование средств измерения	Обозначение документа	Метрологические характеристики
Весы лабораторные	ГОСТ Р 53228-2008	Наибольший предел взвешивания 220 г с дискретностью 0,1 мг
Весы лабораторные	ГОСТ Р 53228-2004	Наибольший предел взвешивания 510 г
Счетчик газа мембранный «Галлус 2000» тип G 1,6	Государственный реестр N 14080-01	Пределы допускаемой погрешности ±3%,
Секундомер механический	ТУ 25-1894.003-90	СОС-2 -010
Термометр лабораторный шкальный тип ТЛ-2	ТУ 25-2021.003-88	Пределы от 0°С до 55°С, цена деления 1°С
Фотоэлектроколориметр типа ЮНИКО-1201	ТУ 3-3.2164-89	Пределы погрешности по коэффициенту пропускания 1%, при длине волны 540 нм
Электроаспиратор модели УОВП 4-40	ТУ 4213-005-31988614-2002	Предел основной относительной погрешности объема отобранной пробы ±5%
Колбы мерные исполнения 2, класс точности 2	ГОСТ 1770-74	Вместимость 50 см ³ – 1 шт.; вместимость 100 см ³ – 1 шт. вместимость 1000 см ³ – 1 шт.
Пипетки градуированные исполнения 4, класс точности	ГОСТ 29227-91	Вместимость 0,1 см ³ - 1 шт.; вместимость 1 см ³ - 1 шт.; вместимость 2 см ³ - 1 шт.;
Цилиндры мерные	ГОСТ 1770-74	Вместимость 100 см ³ - 1 шт.; вместимость 250 см ³ – 1 шт.
Одноканальная пипетка переменного объема «дигитал»	ГОСТ 29227-91	Вместимость 0,5-10 мкл; вместимость 0,1-1 см ³ ; вместимость 1-5 см ³

Продолжение таблицы 1.2

Государственный стандартный образец (ГСО) состава водного раствора формальдегида с массовой концентрацией 1 г/дм ³	ГСО 8639-2004	Пределы допускаемой погрешности (при P=0,95)±1%
---	---------------	---

При выполнении измерений применяют следующие вспомогательные устройства (таблица 1.3).

Таблица 1.3–Перечень вспомогательных устройств при выполнении измерений уровня формальдегида [23]

Наименование средств измерения	Обозначение документа	Метрологические характеристики
Плитка электрическая	-	Бытовая
Холодильник	-	Бытовой, любого типа
Стаканы термостойкие	ГОСТ 25336-82	В-1-50ТС,
Стакан для взвешивания	ГОСТ 25336-82	СВ-14/8
Пробирки П4-15-1423 ХС	ГОСТ 25336-82	-
Баня водяная		-
Поглотительные приборы Рыхтера	Ту 25-11-1136-75	-
Заглушки	-	Отрезки полихлорвиниловой или резиновой трубки длиной 20 мм, внутренним диаметром 5 мм, закрытые с одной стороны стеклянной пробкой

При выполнении измерений используются соответствующие реактивы (таблица 1.4).

Таблица 1.4 –Перечень реактивов при выполнении измерений [23]

Наименование материала	Обозначение документа	Характеристика материала
Ацетилацетон	ГОСТ 10259-78	ч.д.а.
Аммоний уксуснокислый	ГОСТ 3117-78	ч.д.а.
Кислота уксусная ледяная	ГОСТ 61-75	х.ч.
Реактивы, необходимые при отсутствии ГСО		
Кислота соляная	ГОСТ 3118-77	ч.д.а.
Крахмал растворимый	ГОСТ 10163-76	-
Ацетилацетон	ГОСТ 10259-78	ч.д.а.
Натрий серноватистокислый (тиосульфат)	ТУ 2642-001-23164744-2002	Стандарт-титр, 0,1 моль/дм ³ (0,1 Н)
Иод, раствор	ТУ 2642-001-23164744-2002	Стандарт-титр 0,05 моль/дм ³ (0,1 Н)
Формальдегид (формалин)	ГОСТ 1625-75	40%-й раствор

Продолжение таблицы 1.4

Калий йодистый	ГОСТ 4232-74	х.ч.
Калий двухромовокислый	ГОСТ 4220-75	х.ч.

Допускается использование других типов средств измерений, вспомогательного оборудования, материалов и реактивов, в том числе импортных, с характеристиками, не уступающими указанным в таблицах[23].

Метод основан на улавливании формальдегида раствором уксуснокислого аммония и фотометрическом определении образующегося при взаимодействии с ацетилацетоном соединения, окрашенного в желтый цвет.

При выполнении измерений массовой концентрации формальдегида в пробе атмосферного воздуха необходимо соблюдать правила по технике безопасности (ТБ) на сети наблюдений Росгидромета, а также следующие требования (рисунок 1.3):

ТБ при работе с химическими реактивами по ГОСТ 12.1.007;

электробезопасности при работе с электроустановками по ГОСТ Р 12.1.019;

Рисунок 1.3 – Правила техники безопасности

Помещение должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004 и быть обеспечено средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009.

Массовая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должна превышать допустимых значений по ГОСТ 12.1.005 или иным нормативным документам Роспотребнадзора, содержащих гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

Проведение отбора проб и определение массовой концентрации формальдегида может производить инженер или лаборант, имеющий опыт

работ по отбору или анализу проб атмосферного воздуха.

Оператор, занимающийся отбором проб, должен уметь правильно подсоединять поглотительное устройство (поглотитель Рыхтера, сорбционную трубку или систему сорбционных трубок в соответствии с требованиями настоящей методики) к электроасpirатору, устанавливая показания ротаметра на требующейся для отбора пробы величине расхода воздуха и правильно снимать показания счетчика или ротаметра [4, с.42].

Оператор, проводящий анализ отобранных проб, должен установить градуировочную характеристику, выражающую зависимость оптической плотности от массы формальдегида, и выполнить измерения трех проб контрольного раствора с заданными массовыми концентрациями формальдегида.

Если полученные результаты контроля будут удовлетворять нормативам, оператор может быть допущен к проведению анализа.

При выполнении измерений в химической лаборатории соблюдаются следующие условия (таблица 1.5).

Таблица 1.5 – Условия, при которых выполняются измерения [4, с.42]

Наименование условия	Данные условия
температура воздуха, °С	от 15 до 30
атмосферное давление, гПа, (мм рт. ст.)	от 840 до 1067; (от 630 до 800)
относительная влажность воздуха при 25°С, %	от 45 до 80

Отбор проб анализируемого воздуха осуществляют при соответствующих требованиям параметрах в помещении поста наблюдения (таблица 1.6).

Таблица 1.6 – Параметры в помещении поста наблюдения [4, с.42]

Наименование параметров	Данные параметров
температура воздуха, °С	от 5 до 40
атмосферное давление гПа, (мм рт. ст.)	от 840 до 1067;(от 630 до 800)
относительная влажность воздуха, % не более	90

Отбор проб в полевых условиях возможен при температуре воздуха от 0°С до 40°С.

Поглотительный раствор: 150 г уксуснокислого аммония растворяют в 800 см³ дистиллированной воды. К раствору прибавляют 3 см³ уксусной кислоты, тщательно перемешивают и доводят объём до 1000 см³ дистиллированной водой. Реактив хранят в холодильнике.

Рабочий раствор для градуировки: готовят из ГСО формальдегида в соответствии с методикой. ГСО 2,5 см³ помещают в мерную колбу вместимостью 250 см³ и доводят дистиллированной водой до метки. Концентрация полученного раствора составляет 10 мкг/см³.

Операция заключается в проверке показаний ротаметра по газовому счетчику. Для этого к входу ротаметра со шкалой 0,25-5,0 дм³/мин присоединяют используемый при отборе проб поглотитель Рыхтера, содержащий 6 см³ поглотительного раствора. К входу системы присоединяют газовый счетчик, включают аспиратор, устанавливают по ротаметру расход 2 дм³/мин и пропускают воздух в течение 30 мин. Фиксируют начальные и конечные показания газового счетчика и рассчитывают действительный расход воздуха. Полученное значение расхода используют при расчетах объема отобранной пробы. Далее периодически контролируют счетчиком действительную величину расхода воздуха при установленном по ротаметру расходе 2 дм³/мин.

Расхождение между объёмом воздуха, рассчитанным по продолжительности отбора и показаниям ротаметра, и объёмом, измеренным счётчиком, не должно превышать 5%. Уточненная величина расхода воздуха должна быть указана на этикетке, прикрепленной к проверенному каналу электроаспиратора. Рекомендуемая частота проведения проверки при постоянной работе — 1 раз в месяц [13, с.69].

Для определения разовой концентрации формальдегида исследуемый воздух аспирируют через поглотительный прибор Рыхтера, содержащий 6 см³ поглотительного раствора, с расходом 2, 0 дм³/мин в течение 30 мин.

Исходный уровень раствора отмечают тонким маркером по стеклу, причем ширина риски должна быть не более 1-1,5 мм. Поглотительные приборы в процессе отбора должны находиться в вертикальном положении.

После окончания отбора поглотители закрывают заглушками.

Для измерения объема отобранной пробы используют электронный таймер и газовый счетчик, установленные в системе отбора между поглотителем Рыхтера и электроаспиратором. Отбор проб можно проводить при температуре аналитического воздуха от 0°C до 40°C.

Пробы в процессе отбора и при хранении необходимо защищать от прямого солнечного света. Отобранные пробы хранят в холодильнике не более пяти суток [2].

В лаборатории доводят уровень в поглотительном приборе дистиллированной водой до 6 см³ и перемешивают. Затем содержимое поглотительного прибора переносят в отдельную пробирку, отбирают из нее 5 см³ анализируемого раствора и переносят в пробирку для анализа, куда затем добавляют 0,01 см³ ацетилацетона и тщательно перемешивают. Пробу помещают в водяную баню, нагретую до 40°C, и выдерживают при данной температуре в течение 30 мин. После охлаждения до комнатной температуры измеряют оптическую плотность пробы при 412 нм по отношению к дистиллированной воде в кюветах с расстоянием между рабочими гранями 10 мм. Одновременно измеряют оптическую плотность нулевого раствора относительно воды. Нулевой раствор получают следующим образом: к 5 см³ поглотительного раствора добавляют 0,01 см³ ацетилацетона, тщательно перемешивают и выдерживают смесь на водяной бане при 40°C в течение 30 мин. Массу формальдегида в пробе определяют с помощью установленной градуировочной характеристики.

Качество атмосферного воздуха оценивается путем сравнения фактически полученных значений концентраций с санитарно-гигиеническими нормативами (ПДК). Для оценки уровня загрязнения используются три стандартных индекса качества атмосферного воздуха:

– ИЗА₅ – комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий пять примесей. Величина ИЗА рассчитывается по значениям средних за год концентраций, поэтому она характеризует уровень длительного загрязнения

воздуха.

– СИ – стандартный индекс, наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, отнесенная к ПДК_{м.р.} данной примеси.

– НП – наибольшая из всех значений повторяемости превышения ПДК по данным измерений на всех постах за всеми примесями, %.

$q_{\text{ср}}, \text{мг/м}^3$ – Средняя концентрация, рассчитанная концентрация примеси за исследуемый период (месяц, год). Характеризует уровень загрязнения воздуха данной примесью в районе наблюдения.

$q_{\text{м}}, \text{мг/м}^3$ – Максимум наблюдений. Наибольшее значение концентрации примеси, выбранное из всех разовых концентраций за данный период (месяц, год).

$\delta, \text{мг/м}^3$ – среднее квадратичное отклонение. Разброс концентраций относительно среднего значения; отклонение разовых концентраций от среднегодовых, показывает изменчивость концентраций по отношению к средней величине.

В графе «n» дано количество среднемесячных определений.

ИЗА5 посчитано с учетом измененных ПДК (формальдегид).

Повторяемость – g, g1 (%) - повторяемость случаев с концентрацией выше 1 ПДК, 5 ПДК - процент количества проб (из ряда всех измеренных за данный период) с концентрацией вредной примеси соответственно выше ПДК, 5 ПДК.

Климатические условия определяют потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА), а он, в свою очередь, перенос и рассеивание примесей, поступающих в воздушный бассейн городов с выбросами от предприятий и транспорта.

Качество атмосферного воздуха формируется под влиянием сложного взаимодействия между природными и антропогенными условиями.

2 Основные источники загрязнения и оценка состояния атмосферного воздуха в Ростовской области

2.1 Характеристика городов Ростовской области как источников загрязнения атмосферы

Выброс загрязнителей в атмосферу является одним из источников загрязнения окружающей среды в Ростовской области.

Наибольшее количество загрязняющих веществ поступает в атмосферный воздух следующих городов: Новочеркасск – 179,795 тыс. тонн, Ростов-на-Дону – 139,587 тыс. тонн, Волгодонск – 38,781 тыс. тонн, Таганрог – 36,066 тыс. тонн, Шахты – 38,148 тыс. тонн.

В перечень основных загрязнителей атмосферного воздуха, имеющих стационарные источники выбросов загрязняющих веществ, входят объекты теплоэнергетического, металлургического, нефтехимического комплексов, машиностроения, производства стройматериалов, пищевых продуктов, в частности, крупные предприятия. Некоторые из них представлены в таблице 2.1).

Таблица 2.1 — Основные стационарные источники загрязнения атмосферного воздуха в городах Ростовской области

Отрасль промышленности	Предприятие
Теплоэнергетика	Новочеркасская ГРЭС, ОАО «Энергопром – Новочеркасский электродный завод», ООО «Лукойл-Ростовэнерго», муниципальное унитарное предприятие «Теплокоммунэнерго», ООО «Ростсельмашэнерго», АО Теплоэнергетическое предприятие тепловых сетей «Теплоэнерго», Волгодонское производственное подразделение ООО «Лукойл-Ростовэнерго», Волгодонская атомная электростанция в г. Волгодонске
Металлургия	ОАО «Таганрогский металлургический завод»
Нефтехимический комплекс	Акционерное общество «Новошахтинский завод нефтепродуктов» (АО «НЗНП»)

Продолжение таблицы 2.1

Машиностроение	Комбайновый завод «Ростсельмаш», ООО «Ростовский литейный завод», Ростовский вертолетный производственный комплекс публичное акционерное общество «Роствертол», Северо-Кавказская железная дорога – филиал ОАО «Российские железные дороги», ООО «Волгодонское специализированное дорожное ремонтно-строительное управление»
Производство стройматериалов	ООО «Аристотель», ОАО «Волгодонской комбинат древесных плит»
Пищевая промышленность	ЗАО «Юг Руси»

При этом хозяйствующие субъекты Ростовской области осуществляют производственный контроль за атмосферным воздухом, а также реализуют мероприятия по охране атмосферного воздуха.

Чтобы определить степень влияния различных антропогенных факторов на окружающую среду Ростовской области в 2017г. за счет федеральных и областных бюджетов Лаборатория по мониторингу загрязнения воздуха ЛМЗ ГУ «Ростовский центр ГМС-Р» проводила мониторинг качества воздуха в шести главных промышленных городах Ростовской области.

В городах: Ростов-на-Дону, Азов, Таганрог, Волгодонск, Шахты и Цимлянск наблюдения проводились на стационарных станциях государственной сети наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха ГУ «Ростовский ЦГМС-Р». В г. Новочеркасске мониторинг осуществлялся в трех точках города методом маршрутного обследования уровня загрязнения воздуха.

В городе Азов основной вклад в выбросы от стационарных источников вносят филиал ОАО «Донэнерго», филиал «Азовские теплосети», ЗАО «Кузлит», МП «Азовводоканал», ОАО «Азовский оптико-механический завод», ООО «Башнефть-Юг».

Город Новочеркасск – один из самых загрязненных и экологически неблагоприятных городов не только в Ростовской области, но и в Южном

федеральном округе. Состояние окружающей среды в городе Новочеркасске определяется рядом специфических факторов, таких как: высокая концентрация промышленных предприятий в одном (бывшем Промышленном) районе города, насыщенность движения автотранспорта на отдельных магистралях (район микрорайона Хотунок, проспект Баклановский), недостаточное количество зеленых насаждений (центр города).

По данным мониторинга в городе насчитывается 332 крупных и мелких промышленных предприятий, загрязняющих окружающую среду. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников загрязнения составляют примерно 180 тыс. тонн в год, от автотранспорта - 22,98 тыс. тонн в год.

Основными загрязнителями окружающей среды в городе являются следующие предприятия: филиал ОАО «Шестая генерирующая компания оптового рынка электроэнергии» Новочеркасская ГРЭС (филиал ОАО «ОГК-6» НчГРЭС), ОАО «ЭНЕРГОПРОМ - Новочеркасский электродный завод» (ОАО «ЭПМ-НЭЗ»), ОАО «Новочеркасский завод синтетических продуктов» (ОАО «НЗСП»), ООО «Производственная компания «Новочеркасский электровозостроительный завод» (ООО «ПК «НЭВЗ»), ООО фирма «Актис», которые расположены в северной части города.

Основной вклад в выбросы от стационарных источников вносят предприятия Волгодонской ТЭЦ-2 – филиала генерации «ТГК-8», комбинат древесных плит», филиал компании «Энергомаш (ЮК) Лимитед», ВСЦМ РОСДОРНИИ, маслозавод». Мониторинг качества атмосферного воздуха осуществляется на двух маршрутных постах на территории жилой застройки в зоне влияния промышленного предприятия и автотранспортной магистрали.

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха на территории города Сальск и района является автотранспорт, немногочисленные промышленные предприятия и котельные СРТС филиала ГУПРО «Донэнерго» - «Тепловые сети», большая часть из которых работает на твердом топливе - угле.

Таганрог – второй по величине город на территории Ростовской области, расположенный на побережье Азовского моря, площадью 80 км².

Большая часть токсичных выбросов, попадающих в атмосферу, производится через транспортные средства и составляет около 80 % от всех отходов, попадающих в воздух. Загрязнению способствует и ряд крупных заводов, находящихся на территории Таганрога.

Также в черте города располагается городская свалка, кроме неё зафиксировано ещё около сотни несанкционированных скоплений мусора. Отходы не утилизируются должным образом, что способствует появлению вредных испарений, попадающих в окружающую среду.

Однако уровень загрязнённости воздушного бассейна остаётся на прежнем уровне, даже наблюдается тенденция по улучшению экологической обстановки. Этому способствуют регулярные работы по ремонту дорожного покрытия, распределение дорожного трафика по районам города во избежание создания пробок, сохранение электротранспорта и поддержание зелёных насаждений.

Таганрог поддерживает различные направления промышленности: металлургическое и теплоэнергетическое производство, авиастроение, производство автоматики, мебельная индустрия, автомобильная промышленность, машиностроение и другие отрасли. Такое большое количество промышленных предприятий способствует ухудшению экологической обстановки.

Виновником плачевной экологической ситуации на территории города на протяжении многих лет считался «Таганрогский металлургический завод». Это предприятие также являлось наиболее опасной угрозой окружающей среде не только в Таганроге, но и по всей Ростовской области. Но стоит отметить, что в последние годы завод активно заботится об экологии, вводит новые технологии и удостоивается различных европейских экологических наград.

Кроме «Тагмета» большое количество вредных выбросов в атмосферу совершается такими предприятиями, как «Таганрогский комбайновый завод»,

«Таганрогское авиационное объединение» и АО «Красный котельщик».

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха на территории г. Каменск-Шахтинского являются выбросы от автомобилей и стационарных источников - промышленных предприятий.

В городе расположено около 15 промышленных, 12 строительных предприятий и 10 предприятий ЖКХ. Теплоэнергетический комплекс города представлен 32 котельными.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха на территории г. Каменск-Шахтинского остается высоким, поэтому снижение негативного воздействия на атмосферный воздух является важнейшей городской задачей и приоритетным направлением экологической политики.

Загрязнение воздуха на территории г. Каменск-Шахтинского неоднородно. Наибольшие уровни вредных веществ отмечаются вблизи автомагистралей, на улицах с интенсивным движением транспорта, в центральной части города. Чище воздух в жилых зонах периферийных территорий.

Белокалитвинский район относится к крупному промышленному центру Ростовской области.

Предприятия Белокалитвинского района выпускают: алюминиевый прокат, строительные профили из алюминиевых сплавов, посуда алюминиевая штампованная и посуда с антипригарным покрытием, поковки, уголь, концентрат каменного угля, щебень, хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия, швейные изделия, мясная продукция, кирпич силикатный, смеси асфальтобетонные дорожные, тара из гофрокартона.

Основные предприятия Белокалитвинского района ЗАО «Алкоа Металлург Рус» (ранее — Белокалитвинское металлургическое производственное объединение) является одним из крупнейших в России производителей плоского проката и прессованной продукции из алюминия. С января 2005 года ОАО «БКМПО» является мировым лидером в производстве алюминия - Alcoa («Алюминиевая компания Америки»).

Структура экономики Белокалитвинского района более чем на 47% состоит из объема производства предприятий металлургического комплекса. 10 предприятий металлургии и металлообработки представляют важнейший сектор экономики нашей территории. Это: ЗАО «Алкоа Металлург Рус», ООО «Завод «Калитва», ЗАО «Алунекст», ООО «БК Алпроф», ОАО «АэроАлюминий», ЗАО «Феррум», ООО «Алком - М», ООО «Алувин», ООО «СБЛ-Регион» и ООО «Экстек Норд».

Белокалитвинский район относится к промышленно развитым районам Ростовской области с предприятиями металлургического, сельскохозяйственного и жилищно-коммунального комплексов, а также предприятиями производства строительных материалов.

Однако обратной стороной высокого уровня развития промышленности и сельского хозяйства в районе является усиление негативного воздействия на окружающую среду.

В целом Белокалитвинский район характеризуется теми же экологическими проблемами, что и другие субъекты Ростовской области. К такого рода проблемам относятся: высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха, наличие проблем утилизации отходов производства и потребления, загрязнение водных объектов неочищенными и недостаточно очищенными сточными водами, деградация почвенного покрова, участившиеся в последнее время случаи выжигания сухой растительности, опустынивание земель, неудовлетворительное состояние лесонасаждений, рост антропогенного воздействия на биоразнообразие, а также проблемы, возникшие в результате реструктуризации угольной промышленности Восточного Донбасса.

Основной вклад в загрязнение воздушного бассейна г. Шахты вносят передвижные и стационарные источники загрязнения. В 2019 году по данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Ростовской области выбросы загрязняющих веществ в атмосферу города составили 20,022 тыс.тонн, из них: от передвижных источников – 16,332

тыс.тонн, от стационарных – 3,690 тыс.тонн. По сравнению с предыдущим годом (25,171 тыс.т.) общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу уменьшился на 5,149 тыс.тонн.

Несмотря на то, что данным Управления Государственной инспекции безопасности дорожного движения (УГИБДД) ГУВД по Ростовской области количество автотранспорта в г.Шахты в 2019г. по сравнению с 2018г. снизилось с 46521 до 41898 единиц, доля выбросов от автотранспорта в 2019 году в городе составила 81,6% от общего объема выбросов.

В Нижне-Донском управлении Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в городе Шахты зарегистрировано 396 природопользователей различных форм собственности, из которых - 360 осуществляют внесение платы за загрязнение атмосферного воздуха, в соответствии с законодательством.

2.2 Оценка воздействия и характеристика выбросов формальдегидом в городах Ростовской области

Загрязнение атмосферного воздуха формальдегидом выше среднего по стране в городских округах: Азов, Волгодонск, Новочеркасск и Ростов-на-Дону.

По методам оценки за год уровень загрязненности атмосферы оценивается по трем показателям. Считается, что уровень загрязнения повышен в случае ИЗА₅ 7-13, СИ 5-10, НП 20-50%, а очень высок в ИЗА₅ равным или более 14, СИ 10 и НП 50%. Если ИЗА₅, СИ и НП попадают в различные категории, уровень атмосферного загрязнения оценивается по ИЗА₅.

В процессе проведения мониторинга в рамках государственного контракта было собрано и проанализировано 74,9 тыс. проб [6, с.88].

Сравнение средних концентраций загрязнителей атмосферного воздуха городских округов Ростова-на-Дону и средних значений по России в таблице 2.2.

Таблица 2.2— Сравнение средних показателей концентрации загрязнения в атмосфере в городском округе Ростова-на-Дону [6, с.88]

Примеси	Среднее значение по России мг/м ³	Концентрации вредных примесей						
		Азов	Волгодонск	Новочеркасск	Ростов-на-Дону	Таганрог	Цимлянск	Шахты
Формальдегид	0,009	0,017	0,015	0,016	0,014			

В 2017 году выбросы в атмосферу от стационарных источников осуществляли 355 предприятий. Технологическими агрегатами этих предприятий в атмосферу выброшено 28,6% твердых веществ, 48% окиси углерода, 24,8 диоксида серы и 69,4% оксидов азота, 44,6% летучих органических соединений от общего количества загрязняющих веществ, поступивших в атмосферу от стационарных источников всех предприятий города. Однако 46,8% от общего количества выбросов приходится на долю 12 предприятий, выбросивших в атмосферу более 4000 т загрязняющих веществ (Таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Доля предприятий —загрязнителей атмосферы в Ростовской области в загрязнении атмосферы

Наименование предприятия	Кол-во загрязняющих веществ, т	Доля в выбросах, %
МУП «Теплокоммунэнерго»	1027,250	24,87
Ростовская ТЭЦ-2 ОАО «Ростовэнерго»	659,022	15,95
Ростовтеплосеть, филиал ОАО «Ростовэнерго»	422,135	10,22
ОАО «Второй кирпичный завод»	401,688	9,72
Ростовский электровозоремонтный завод	324,788	7,86
ОАО «Ростсельмаш»	317,606	7,67
МУП ЖКХ № 1	216,215	5,23
РВПК ОАО «Роствертол»	180,867	4,37
ЗАО «ЭМПИС»	159,219	3,85
ОАО «ГПЗ-10»	146,441	3,54
ОАО «Комат»	145,320	3,51
ЗАО «Рабочий»	129,841	3,14
Итого	4130,392	100

В таблице видно, что почти четверть (24,87 %) всех выбросов принадлежит МУП «Теплокоммунэнерго». Ростовская ТЭЦ также вносит ощутимый вклад в загрязнение воздуха — 15,95 %. Остальные предприятия — от 3 % до 10 %. По отраслям промышленности выбросы загрязняющих веществ в атмосферу распределяются следующим образом (рисунок 2.1)

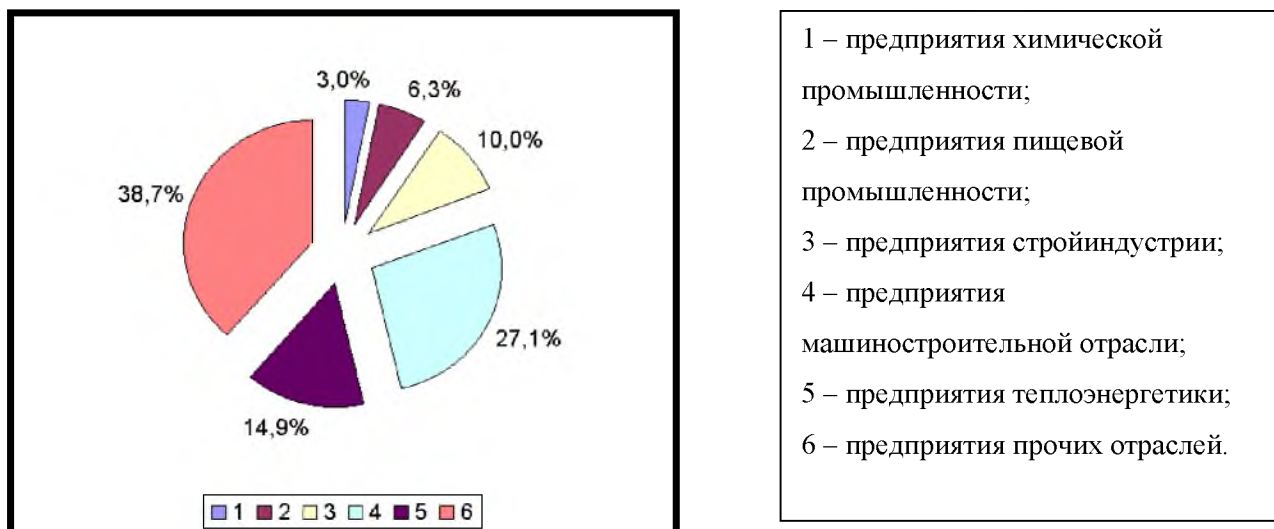


Рисунок 2.1 — Доли загрязнения атмосферы различными отраслями промышленности в Ростовской области

Наблюдения за содержанием в воздухе вредных примесей в г. Азов проводились на двух станциях ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС», одна из которых – станция 2 – расположена в зоне влияния промышленных предприятий, а станция 3 – в районе Центрального рынка.

Средняя за год концентрация составила 4,0 ПДК. Максимальная разовая концентрация формальдегида достигла 1,9 ПДК и отмечена в районе станции 3 (август) (таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Характеристики уровня загрязнения воздуха в г. Азове в 2021 году [7, с.63]

Примеси	Номер поста	Характеристики					
		ср. мг/м ³	δ, мг/м ³	qm, мг/м ³	g, %	g1, %	n
1	2	3	4	5	6	7	8
Формальдегид	3	0,012	0,013	0,095	1,1	0,0	436
В целом по городу		0,012	0,013	0,095	1,1	0,0	436
В ПДК		4,0		1,9			

Как видно из таблицы 2.4 наибольшее значение концентрации примеси, выбранное из всех разовых концентраций за данный период, составляло 0,095 мг/м³. Одной из основных причин, существенно влияющих на состояние воздушного бассейна. Азов являются автотранспорт и грузового порта, а также промышленные предприятия.

Уровень загрязнения воздуха был высокий и определялся значениями (ИЗА5 = 11, СИ = 2,7 и НП=8,7%). Высокий уровень загрязнения определялся концентрациями формальдегида, взвешенных веществ (пыли), диоксида азота, оксида углерода и оксида азота (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Вещества, вносящие основной вклад в формирование уровня загрязнения воздуха в г. Азов (по значениям парциальных ИЗА)

Тенденция за период 2017-2021 годы представлена в таблице 2.5. Уровень загрязнения воздуха формальдегидом вырос.

Таблица 2.5 — Изменение уровня ($q_{ср}$, мг/м³) загрязнения воздуха различными примесями за 2017 - 2021 годы в г. Азове [7, с.63]

Примесь	Характеристика	Годы					Тенденция, %
		2017	2018	2019	2020	2021	
Формальдегид	ср.	0,010	0,009	0,007	0,008	0,012	20
	СИ	1,2	1,0	1,2	2,3	1,9	58,3
	НП	0,9	0	0,2	0,4	1,1	22,2

По данным мониторинга изменение уровня загрязнения формальдегидом в период с 2017г. по 2021г. наибольшая из всех значений повторяемости превышения ПДК по данным измерений на всех постах за всеми примесями в процентном соотношении наблюдается в 2021 году.

Динамика изменения объемов выбросов загрязняющих веществ,

поступающих в атмосферный воздух от основных предприятий загрязнителей города, представлена в таблице 2.6.

Таблица 2.6— Динамика изменения объемов выбросов загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от основных предприятий-загрязнителей г. Азов

Предприятия	Населенный пункт	Валовый выброс загрязняющих веществ, тонн/год				
		2017г.	2018г.	2019г.	2020г.	2021г.
1	2	3	4	5	6	7
АО «Донпрессмаш»	Азов	398,640	298,186	300,097	233,160	144,959
АО «Кузнечно-прессовых автоматов»		193,273	86,819	78,040	39,403	40,289

Максимальный валовой выброс загрязняющих веществ от предприятия АО «Донпрессмаш» наблюдается в 2017г. и составляет 398,64 т/год, минимальный выброс был в 2021г. (144,96 т/год). АО «Кузнечно-прессовых автоматов» максимальный валовой выброс загрязняющих веществ наблюдался в 2017г., минимальный в 2020г.

В городе Волгодонске основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются отрасли промышленности: химическая, электроэнергетическая, деревообрабатывающая, пищевая, автотранспортный комплекс. Основной вклад в загрязнение воздушного бассейна города Волгодонска вносят стационарные и передвижные источники загрязнения. Транспорт — один из крупнейших загрязнителей атмосферного воздуха и источник шума.

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха проводились на двух станциях государственной системы наблюдений за загрязнением окружающей среды, расположенных как в Старой части города (станция 3), так и в Новом городе (станция 4).

Средняя за год концентрация формальдегида в целом по городу превышало предельно допустимое значение и составила 5,7 ПДК (таблица 2.7). Максимальная разовая концентрация формальдегида равна 1 ПДК [15, с.82].

Таблица 2.7— Характеристики уровня загрязнения воздуха в г. Волгодонске в 2021 году

Примеси	Номер поста	Характеристики					
		qcp, мг/м ³	δ, мг/м ³	qm, мг/м ³	g, %	gl, %	n
1	2	3	4	5	6	7	8
Формальдегид	3	0,017	0,005	0,047	0,0	0,0	881
	4	0,016	0,005	0,048	0,0	0,0	882
В целом по городу		0,017	0,005	0,048	0,0	0,0	1763
В ПДК		5,7		1,0			

Как видно из таблицы 2.7 наибольшее значение концентрации примеси, выбранное из всех разовых концентраций за данный период, составляло 0,048 мг/м³ на наблюдаемых постах и в целом по городу. Одной из основных причин, существенно влияющих на состояние воздушного бассейна. Волгодонск вносят предприятия Волгодонской ТЭЦ-2 – филиала генерации «ТГК-8», комбинат древесных плит», филиал компании «Энергомаш (ЮК) Лимитед».

Основная причина увеличения объема выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных средств в атмосферу города — увеличение количества зарегистрированных в городе автомобилей. Наибольший уровень содержания в воздухе вредных веществ отмечается вблизи автомагистралей, на улицах с интенсивным движением транспорта, в центральной части города. Основными загрязнителями в городе Волгодонске являются вещества, представленные на рисунке 2.3.

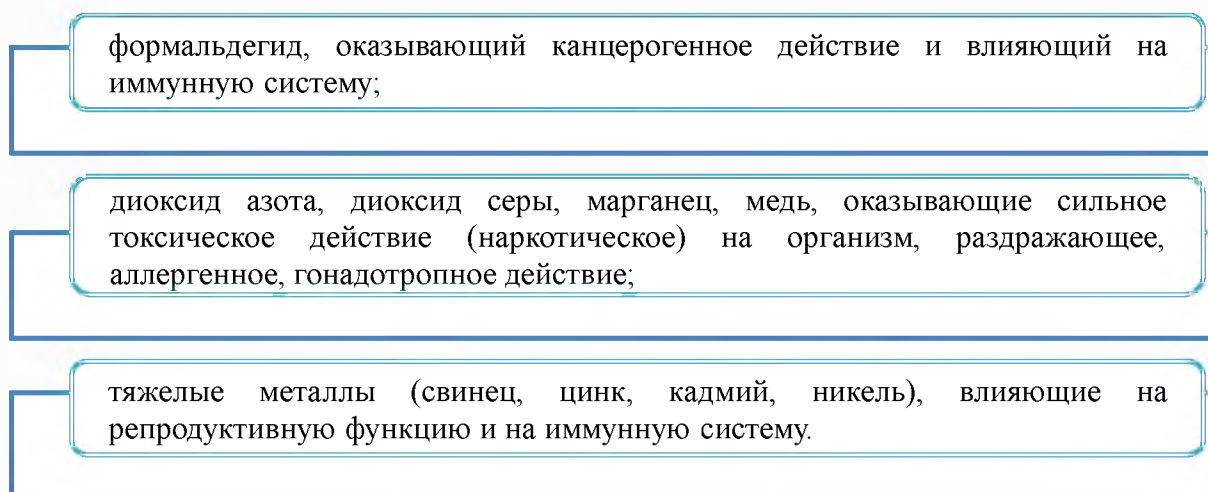


Рисунок 2.3 – Основные загрязнители атмосферы в городе Волгодонске

Динамика изменения объемов выбросов загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от основных предприятий загрязнителей города, представлена в таблице 2.8.

Таблица 2.8— Динамика изменения объемов выбросов загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от основных предприятий-загрязнителей г. Волгодонск

Предприятия	Населенный пункт	Валовый выброс загрязняющих веществ, тонн/год				
		2017г.	2018г.	2019г.	2020г.	2021г.
1	2	3	4	5	6	7
АО «Комбинат древесных плит»	Волгодонск	925,80	633,72	394,13	320,03	315,70
Волгодонская ТЭЦ-2		23449,10	15210,88	9405,39	7131,52	9353,15
АО «Волгодонский химзавод»		6732,40	3088,95	1486,81	1414,00	1449,92
АО «Атоммаш»		119,70	83,24	79,33	72,94	68,38
Дирекция РоАЭС		2532,10	2228,32	2124,21	1081,15	2069,30
АО «Водоканал»		1712,43	1633,22	643,20	588,22	466,34
АО «Сальский кирпичный завод»		891,24	860,01	611,41	350,23	348,53

Как видно из таблицы 2.8 наибольший выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух за весь исследуемый период происходит от предприятия Волгодонская ТЭЦ-2. Причем, к 2020 году произошел заметный сдвиг в сторону уменьшения выбросов — более, чем в три раза в сравнении с 2017 годом. Однако в 2021 году вновь отмечается тенденция к росту выбросов.

Такой же тренд у предприятия Дирекция РоАЭС — незначительное снижение и повышение уровня выбросов в 2021 году.

По остальные предприятиям можно говорить о стабильном снижении выбросов загрязняющих веществ.

На рисунке 2.4 показаны объемы загрязняющих веществ в г. Волгодонске. Уровень загрязнения воздуха высокий (ИЗА5 =11, СИ=1,0 и НП=0%) и определялся содержанием таких вредных примесей, как

формальдегид.

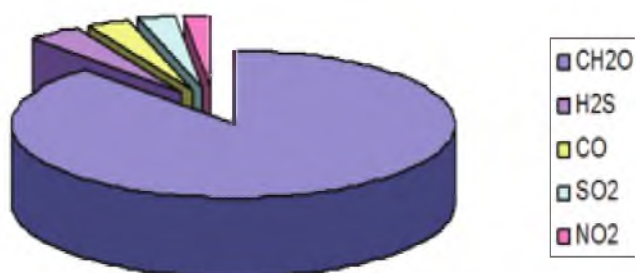


Рисунок 2.4 — Вещества, вносящие основной вклад в формирование уровня загрязнения воздуха в г. Волгодонске (по значениям парциальных ИЗА)

Уровень загрязнения воздуха формальдегидом в г. Волгодонске незначительно вырос (таблица 2.9).

Таблица 2.9 – Изменение уровня ($q_{\text{ср.}}$ мг/м³) загрязнения воздуха вредными примесями в г. Волгодонске в период 2017- 2021 годы[15, с.83]

Примесь	Характеристика	Годы					Тенденция, %
		2017	2018	2019	2020	2021	
Формальдегид	$q_{\text{ср.}}$	0,012	0,011	0,012	0,014	0,017	41,7
	СИ	0,5	1,0	0,7	0,5	1,0	100
	НП	0	0,1	0	0	0,5	0

По данным мониторинга изменение уровня загрязнения формальдегидом в период с 2017г. по 2021г. наибольшая из всех значений повторяемости превышения ПДК по данным измерений на всех постах за всеми примесями в процентном соотношении наблюдается в 2021 году.

Наблюдения в Ростове-на-Дону проводились на семи стационарных станциях государственной наблюдательной сети за состоянием окружающей среды ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС».

Сеть станций наблюдения работала в соответствии с требованиями РД.52.04.186-89. Станции подразделяются на «городские фоновые» (станции 21 и 55), «промышленные» в районах влияния промышленных предприятий (станции 44 и 52) и «авто» вблизи автомагистралей или в районах с

интенсивным движением автотранспорта (станции 51 и 29). Это деление условно, т.к. размещение основных источников выбросов не позволяет сделать четкого разделения районов.

Анализируя загрязнение районов города, следует отметить, что наибольший уровень загрязнения, в первую очередь такими примесями, как формальдегид характерен для центральной части города вблизи автотранспортных магистралей (ПНЗ № 51.)

Такой же уровень загрязнения следует предположить и в аналогичных районах города Ростов-на-Дону, где одним из основных источников выбросов является автотранспорт.

Средняя за год концентрация формальдегида в целом по городу составила 4,7 ПДК. Максимальная разовая концентрация превышала гигиенический норматив в 7,1 раза на станции 51 в январе 2021 года (таблица 2.10).

Таблица 2.10 – Характеристики уровня загрязнения воздуха в г. Ростов-на-Дону в 2021 году

Примеси	Номер поста	Характеристики					
		ср. мг/м ³	δ , мг/м ³	ср. мг/м ³	g, %	g1, %	n
1	2	3	4	5	6	7	8
Формальдегид	51	0,021	0,020	0,355	5,2	0,1	795
	52	0,009	0,010	0,093	0,5	0,0	844
	55	0,013	0,013	0,076	1,3	0,0	797
В целом по городу		0,014	0,014	0,355	2,3	0,0	2436
В ПДК		4,7		7,1			

Как видно из таблицы 2.10 наибольшее значение концентрации примеси, выбранное из всех разовых концентраций за данный период, составляло 0,355 мг/м³ на наблюдаемом посту № 51 и в целом по городу также составляло 0,355 мг/м³. Одной из основных причин, существенно влияющих на состояние воздушного бассейна, является автотранспорт и стационарные источник.

Уровень загрязнения воздуха был очень высокий (ИЗА5 = 14, СИ= 7,1 и НП=14,6%). Очень высокий уровень загрязнения определяется концентрациями формальдегида (рисунок 2.5).

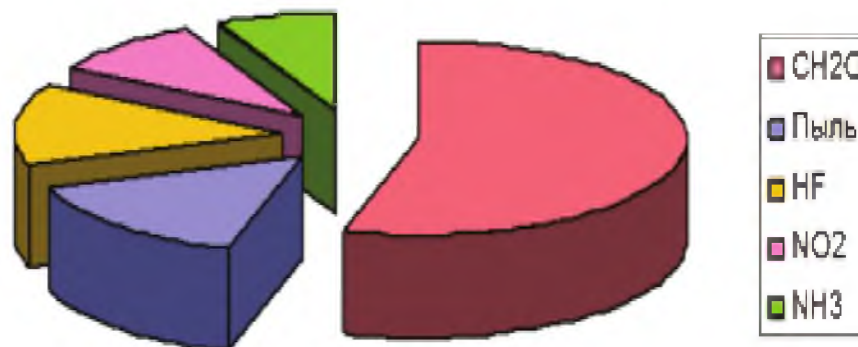


Рисунок 2.5 – Вещества, вносящие основной вклад в формирование уровня загрязнения воздуха в г. Ростов-на-Дону (по значениям парциальных ИЗА)

За исследуемый период 2017-2021 гг. уровень загрязнения воздуха, формальдегидом в г. Ростов-на-Дону возрос (таблица 2.11).

Таблица 2.11 – Изменение уровня ($q_{\text{ср.}}$ мг/м³) загрязнения воздуха различными примесями за 2017 – 2021 годы в г. Ростов-на-Дону[20, с.87]

Примесь	Характеристика	Годы					Тенденция, %
		2017	2018	2019	2020	2021	
Формальдегид	ср.	0,013	0,011	0,011	0,010	0,014	7,7
	СИ	2,5	2,9	1,6	2,4	7,1	184
	НП	1,8	0,7	1,0	1,4	2,3	27,8

По данным мониторинга изменение уровня загрязнения формальдегидом в период с 2017г. по 2021г. наибольшая из всех значений повторяемости превышения ПДК по данным измерений на всех постах за всеми примесями в процентном соотношении наблюдается в 2021 году 2,3 %.

Сложность экологической обстановки в Новочеркаске обусловлена существенным загрязнением атмосферного воздуха, некачественным питьевым водоснабжением, загрязнением почвенного покрова, наличием крупномасштабного подтопления, существованием в черте города крупных свалок твердых бытовых и промышленных отходов.

Динамика изменения объемов выбросов загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от основных предприятий загрязнителей

города, представлена в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Динамика изменения объемов выбросов загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от основных предприятий-загрязнителей г. Ростов-на-Дону

Предприятия	Населенный пункт	Валовый выброс загрязняющих веществ, тонн/год				
		2017г.	2018г.	2019г.	2020г.	2021г.
1	2	3	4	5	6	7
ТЭЦ-2	Ростов-на-Дону	8500,000	4560,301	2276,427	757,146	619,594
АО «Ростсельмаш»		6977,400	3173,545	2309,517	1056,675	584,632
АО «Эмпилс»		1062,600	251,373	239,963	148,773	108,645
АО «Донгипс»		58,236	98,982	90,391	52,434	39,086
АО «Завод легких заполнителей»		28,781	136,059	92,541	52,006	27,601
МП ДРСУ-1		100,682	143,544	97,541	52,006	27,601
АО «Росвертол»		619,811	555,034	409,263	235,743	145,762

Как видно из таблицы 2.12 за последние пять лет большие выбросы были от предприятий ТЭЦ-2 и АО «Ростсельмаш», но к 2020-2021г. валовый выброс загрязняющих веществ резко уменьшился из-за того, что была внедрена система рециркуляции отходящих газов за водогрейным котлом КВГМ-100, а на ОАО «Ростсельмаш» - были смонтированы 19 установок очистки газа и 1 реконструирована.

В г. Новочеркасске наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха проводились с марта по декабрь на трех стационарных постах, расположенных в различных частях города: 1-й – в районе пересечения ул. Пушкинской и пр. Баклановского, 2-й – на пересечении ул. Гагарина и ул. Трамвайной, 3-й – в районе пересечения ул. Комарова и ул. Свободы. Отбор и обработка проб проводились в соответствии с требованиями руководящих документов[24, с.37].

Средняя концентрация формальдегида в целом по городу превышала гигиенический норматив в 3 раза (таблица 2.13).

Таблица 2.13 – Показатели уровня загрязнения воздуха в г. Новочеркасске в 2021 году [24, с.37]

Примеси	Номер поста	Характеристики						
		ср. мг/м ³	ср. мг/м ³	m	ml	g,%	g1,%	n
1	2	3	4	5	6	7		8
Формальдегид	Пересечение ул.Пушкинской и пр.Баклановского	0,011	0,103	6	0	1,0	0	578
	Пересечение ул.Гагарина и ул.Трамвайной	0,009	0,175	12	0	2,1	0	578
	Пересечение ул.Комарова и ул.Свободы	0,008	0,132	6	0	1,6	0	381
В целом по городу		0,009	0,175	24	0	1,6	0	1537
В ПДК		3,0	3,5					

Неблагоприятная экологическая обстановка формируется в основном под влиянием выбросов загрязняющих веществ различных промышленных предприятий, среди которых четыре градообразующих (НЭЗ, НЗСП, НчГРЭС, НЭВЗ), и выбросами автотранспорта.

Уровень загрязнения воздуха очень высокий (ИЗА5 =14,0, СИ=5,2 и НП=62,1%). Очень высокий уровень загрязнения определяется концентрациями формальдегида (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 – Вещества, вносящие основной вклад в формирование уровня загрязнения воздуха в г. Новочеркасске (по значениям парциальных ИЗА)

Динамика изменения объемов выбросов загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от основных предприятий загрязнителей

города, представлена в таблице 2.14.

Таблица 2.14— Динамика изменения объемов выбросов загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от основных предприятий-загрязнителей г. Новочеркаска

Предприятия	Населенный пункт	Валовый выброс загрязняющих веществ, тонн/год				
		2017г.	2018г.	2019г.	2020г.	2021г.
1	2	3	4	5	6	7
АО «Новочеркасская ГРЭС»	Новочеркасск	236108	249664,3	209619	200324	152264
АО «Новочеркасский электродный завод»		8467,90	4461,40	6337,9	3964,2	3574,0
Завод синтетических продуктов		1020,90	611,71	227,37	141,33	172,98
АО НПО «Новочеркасский электрово зостроительный завод»		286,90	439,70	611,25	451,92	384,09
АО «Магнит»		123,57	90,98	86,97	75,97	42,50

Анализ данных в таблице 2.14 позволяет сделать вывод о значительном снижении выбросов загрязняющих веществ за последние три года по всем предприятиям, кроме Завода синтетических продуктов. Самый крупный загрязнитель АО «Новочеркасская ГРЭС» в 2021 году в сравнении с 2019 годом уменьшил выбросы на 27 %, а в сравнении с 2017 годом — на 36%.

Миллерово Ростовской области – крупный узел автомобильных и железных дорог. Город расположен в пределах Доно-Донецкой равнины, в верховьях реки Глубокой, являющейся левым притоком Северского Донца. Средняя высота над уровнем моря – 131 м. Большая часть города расположена на левом берегу реки Глубокой. Климат умеренно-континентальный. Зима мягкая, снега выпадает немного, лето сухое и знойное.

Маршрутные наблюдения за уровнем загрязнения атмосферного воздуха проводились с апреля по сентябрь в трех точках, расположенных в различных частях города: 1-я – ул. Артёма; 2-я – на расстоянии 1 км от ООО «Амилко» по направлению на запад; 3-я – хутор Банниково-Александровский. Отбор и обработка проб проводились в соответствии с требованиями руководящих документов.

Средняя концентрация формальдегида в целом по городу составила 6,3 ПДК. Максимальная разовая концентрация также превышала предельно допустимое значение и составила 1,1 ПДК в районе ул. Артёма (1-я точка) таблица 2.15.

Таблица 2.15— Показатели уровня загрязнения воздуха в г. Миллеровов 2021 году[2]

Примеси	Номер поста	Характеристики						
		qср. мг/м ³	qm, мг/м ³	m	ml	g,%	gl,%	n
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Формальдегид	1-я точка		0,054	1	0	1	0	
	2-я точка		0,046	0	0	0	0	
	3-я точка		0,049	0	0	0	0	
В целом по городу		0,019	0,054	1	0	0,3	0	300
В ПДК		6,3	1,1					
СИ			2,2					
НП						3		

Уровень загрязнения воздуха высокий (ИЗА5 = 13, СИ = 2,2 и НП = 3%). Высокий уровень загрязнения определяется концентрациями формальдегида (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7— Вещества, вносящие основной вклад в формирование уровня загрязнения воздуха в г. Миллерово (по значениям парциальных ИЗА)

Батайск – город областного подчинения, крупный железнодорожный узел. Город расположен на реке Койсуг, в 8 км юго-восточнее Ростова-на-Дону и является его городом-спутником. Климат умеренно-континентальный, степной. Зимы мягкие и непродолжительные. Лето очень тёплое [5, с.70].

Отбор проб для определения уровня загрязнения атмосферного воздуха города Батайска проводился в трех точках, расположенных в разных частях города: ул. Пугачёва, ул. Северная и ул. Железнодорожная. Отбор и обработка проб проводились в соответствии с требованиями руководящих документов.

Средняя концентрация в целом по городу составила 6,0 ПДК. Значение максимальной разовой концентрации формальдегида превышало гигиенический норматив в 2,8 раза в мае в районе ул. Железнодорожная таблица 2.16.

Таблица 2.16 — Характеристики уровня загрязнения воздуха в г. Батайске в 2021 году[2]

Примеси	Номер поста	Характеристики						
		ср. мг/м ³	м, мг/м ³	м	мл	г,%	гl,%	n
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Формальдегид	1. ул.Пугачева		0,090	3	0	3	0	
	2. ул.Северная		0,109	1	0	1	0	
	3. ул.Железнодорожная		0,142	3	0	3	0	
В целом по городу		0,018	0,142	7	0	2,3	0	300
В ПДК		6,0	2,8					
СИ			5,3					
НП						20		

Уровень загрязнения воздуха очень высокий (ИЗА5 = 14, СИ = 5,3 и НП=20%). Очень высокий уровень загрязнения определяется концентрациями формальдегида. Изменение уровня загрязнения атмосферы за 2021 год по сравнению с предыдущими годами вызвано в связи с ужесточением нормативов СанПиН 1.2.3685-21 и, соответственно, с изменением перечней и приоритета веществ, определяющих комплексный индекс.

Наибольшая доля загрязнения, как и в других исследуемых городах, принадлежит загрязняющему веществу формальдегид.

Результаты наблюдений свидетельствуют о том, что качество воздуха в большинстве городов Ростовской области сохраняется неудовлетворительным. В 3-х городах уровень загрязнения атмосферного воздуха характеризуется как

очень высокий, в 7-ми – высокий, 2-х – повышенный и 1 – низкий (таблица 2.17). Изменение уровня загрязнения атмосферы за 2021 год по сравнению с предыдущими годами вызвано в связи с ужесточением нормативов СанПиН 1.2.3685-21 и, соответственно, с изменением перечней и приоритета веществ, определяющих комплексный индекс.

Таблица 2.17 – Показатели загрязнения атмосферного воздуха в городах Ростовской области [2]

Город	ИЗА	Вещества, определяющие уровень загрязнения атмосферы	СИ	НП	Уровень загрязнения атмосферы
Азов (с учётом ПДК СанПиН 1.2.3685- 21)	6,1	Формальдегид	2,7	8,7	Высокий
Азов (с учётом ПДК ГН 2.1.6.3492-17)	1,3	Формальдегид	2,7	8,7	Повышенный
Батайск (с учётом ПДК СанПиН 1.2.3685- 21)	10,3	Формальдегид	5,3	20	Очень высокий
Батайск (с учётом ПДК ГН 2.1.6.3492-17)	2,2	Формальдегид	5,3	20	Повышенный
Волгодонск (с учётом ПДК СанПиН 1.2.3685- 21)	9,6	Формальдегид	1,0	0	Высокий
Волгодонск (с учётом ПДК ГН 2.1.6.3492-17)	2,0	Формальдегид	1,0	0	Низкий
Миллерово (с учётом ПДК СанПиН 1.2.3685- 21)	10,9	Формальдегид	2,2	3,0	Высокий
Миллерово (с учётом ПДК ГН 2.1.6.3492-17)	2,3	Формальдегид	2,2	3,0	Повышенный
Новочеркасск (с учётом ПДК СанПиН 1.2.3685- 21)	4,2	Формальдегид	5,2	62,1	Очень высокий
Новочеркасск (с учётом ПДК ГН 2.1.6.3492-17)	0,9	Формальдегид	5,2	62,1	Высокий
Ростов-на-Дону (с учётом ПДК СанПиН 1.2.3685- 21)	7,5	Формальдегид	7,1	14,6	Очень высокий
Ростов-на-Дону (с учётом ПДК ГН 2.1.6.3492-17)	1,6	Формальдегид	7,1	14,6	Высокий

Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха в 2021 г. (ИЗА \geq 14) включает: Ростов-на-Дону, Новочеркасск и Батайск.

По-прежнему содержание одного или нескольких веществ в городах выше нормы. Средняя концентрация примеси превысила 1 ПДК практически во всех контролируемых городах.

Максимальные разовые концентрации превышали гигиенический

норматив по формальдегиду во всех городах, где выполнялись наблюдения, кроме Волгодонска.

Средние за период наблюдения концентрации превышали нормативные значения по формальдегиду – во всех городах, где проводился отбор проб формальдегида (рисунок 2.8).

Уровень загрязнения формальдегидом во всех городах, где проводился отбор проб формальдегида превышал предельно допустимое значение в пределах 3,0 и в 6,7 раз. Наибольшее превышение средней концентрации отмечено в г. Ростове-на-Дону (Советский район).

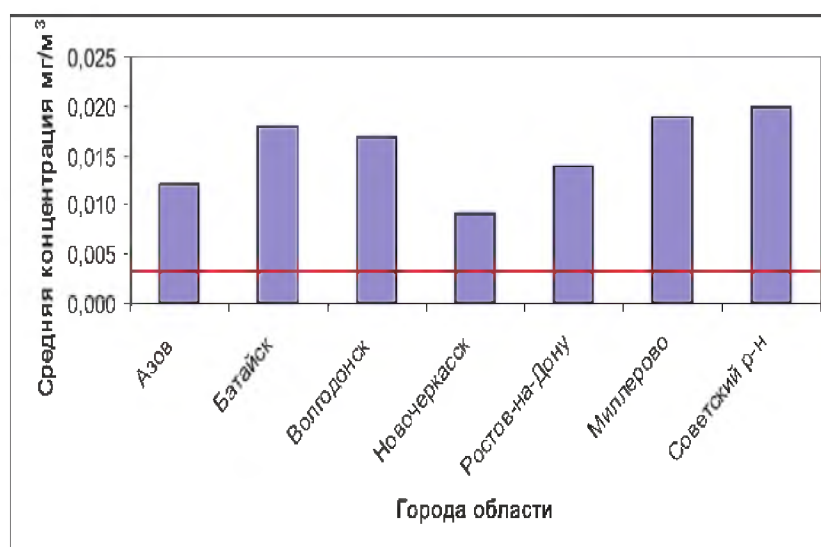


Рисунок 2.8 — Средние за период наблюдения концентрации формальдегида

Основной вклад в структуру выбросов от стационарных источников в Ростовской области вносят предприятия топливно-энергетического комплекса, машиностроения и металлообработки, химической, металлургической, угледобывающей, пищевой промышленности, производства строительных материалов, автомобильного и железнодорожного транспорта и другие.

Тип рельефа и городской застройки, расположение зелёных насаждений и водоёмов, природный и техногенный барьеры в транспортной сети также влияют на экологию городов. Все вышеупомянутые факторы воздействуют на характер автомобильного движения, его интенсивность, наличие «пробок» на дорогах, что может приводить к повышению уровня загрязнения воздуха.

Проблему загрязнения атмосферы в промышленных центрах Ростовской области определяют главным образом повышенное содержание взвешенных веществ, диоксида азота, оксида углерода, формальдегида.

В 2021 году объем лабораторных исследований атмосферного воздуха, проведенных в городских поселениях Ростовской области, снизился на 689 проб и составил 27191 проб (в 2020 году – 27880 проб). Из общего количества проб атмосферного воздуха в городах 87,2% отобрано на маршрутных постах, на территориях, расположенных вблизи промышленных предприятий; 12,4% — на территориях, расположенных вблизи автомагистралей [11, с.26].

Удельный вес проб атмосферного воздуха с превышением гигиенических нормативов в зоне влияния промышленных предприятий в городских поселениях составил 0,1% (в 2020 году – 0,2%), вблизи автомагистралей в зоне жилой застройки – 0,2% (в 2020 году – 0,32%). Пробы атмосферного воздуха в 2020 году с превышением загрязняющих веществ более 5 ПДК не зарегистрированы.

По данным социально-гигиенического мониторинга, на 5-ти территориях Ростовской области в 2021 году уровень загрязнения атмосферного воздуха превышал показатель в среднем по Ростовской области (0,14): г. Ростов-на-Дону – 0,22; г. Батайск – 0,4; г. Зверево – 1,3; г. Сальск – 0,34; Аксайский район – 1,1; Красносулинский район – 1,3.

В 2021 году отмечено снижение по сравнению с 2017 годом доли проб атмосферного воздуха с превышением ПДК по содержанию взвешенных веществ, формальдегида, дигидросульфида, аммиака, углерода оксида, азота диоксида (таблица 2.18).

Таблица 2.18 – Перечень загрязняющих веществ, по которым отмечено снижение доли проб с превышением ПДК [2]

Загрязняющее вещество	Доля проб с превышением ПДК, %				
	2017	2018	2019	2020	2021
Формальдегид	0,30	0,00	0,05	0,11	0

Источниками загрязнения атмосферного воздуха продолжают оставаться промышленные объекты и транспорт. Загрязнению атмосферного воздуха

способствуют: низкое качество дорог, их низкая пропускная способность, не соответствующая быстрым темпам роста автотранспортного парка, недостаточное строительство наземных и подземных путепроводов и др.

Загрязнение атмосферного воздуха формальдегидом и другими веществами, оказывающими раздражающее действие на дыхательные пути, относится к фактору риска возникновения астмы и хронических заболеваний органов дыхания с астматическим компонентом. Повышенные уровни оксида углерода способствуют увеличению распространенности среди населения, особенно старших возрастных групп, заболеваний сердечно-сосудистой системы, органов дыхания и других заболеваний [10,с. 162].

3 Мероприятия по охране атмосферного воздуха

3.1 Очистка выбросов в атмосферу

Обязанность защищать окружающую среду закреплена в Конституции Российской Федерации. В соответствии с законом РФ «Об охране атмосферного воздуха» за состояние атмосферного воздуха в России несут ответственность органы государственной власти, руководители субъектов Федерации, органы местного самоуправления, юридические и физические лица. Система мер по предотвращению и уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух имеет целью защитить человека и окружающую среду от вредных воздействий, уменьшить ущерб, наносимый материальным ценностям.

К компетенции центральных органов власти РФ в области охраны атмосферного воздуха отнесены следующие функции (рисунок 3.1).

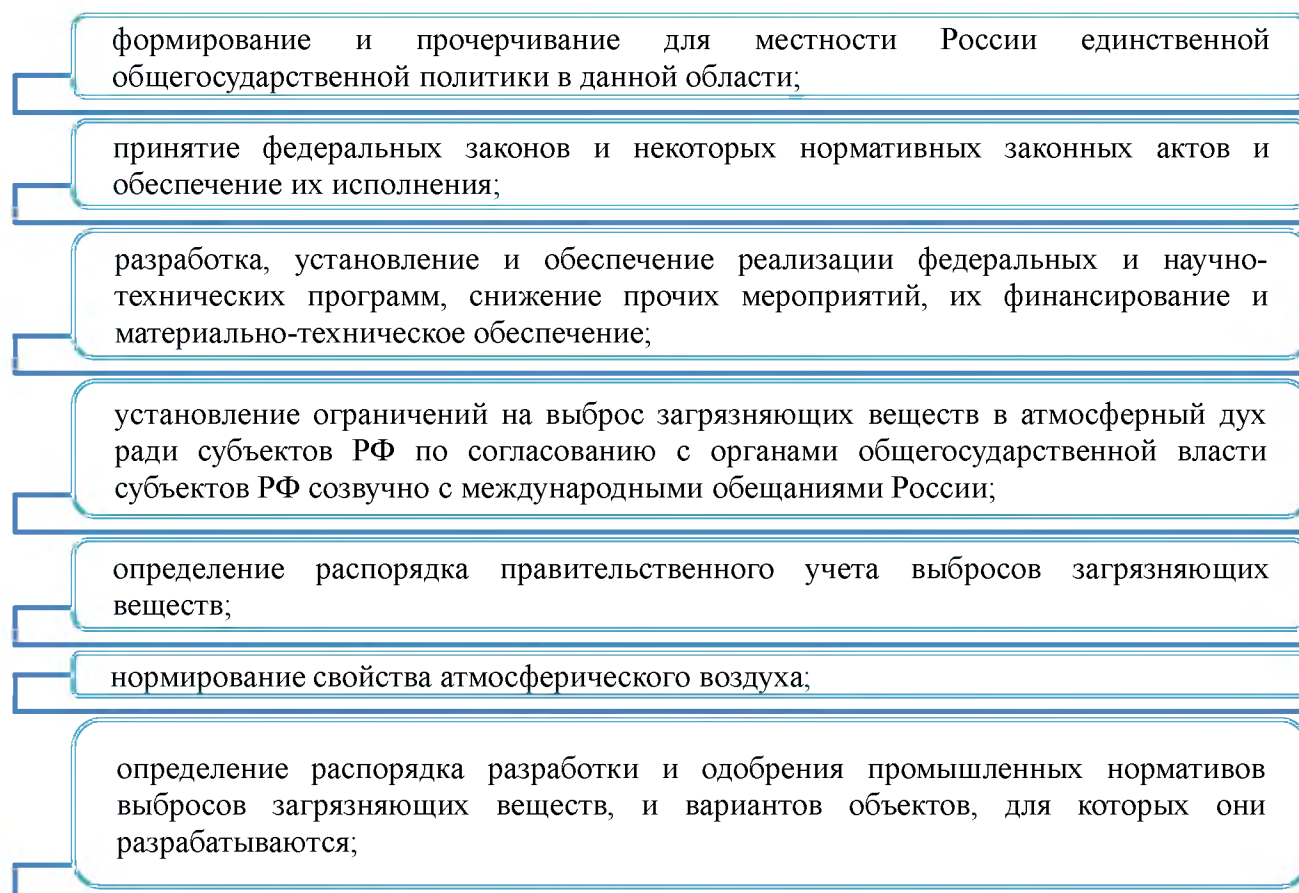


Рисунок 3.1 – Компетенция органов государственной власти Российской Федерации в сфере охраны воздуха

Выбросы формальдегида напрямую связаны с растущими экологическими проблемами. Уровни формальдегида выросли до самого высокого уровня за последние десятилетия и вносят значительный вклад в выбросы парниковых газов глобального потепления, составляя более 55% всех выбросов.

Изменение климата стало самой большой угрозой для человеческой цивилизации в сочетании с ростом выбросов CO₂. Избыток CO₂ и другие парниковые газы в атмосфере уже повысили температуру Земли в среднем примерно на 1,8°F (1°C), и даже если выбросы немедленно прекратятся, все равно произойдет большее потепление из-за существующих парниковых газов в атмосфере [17, с.90].

Таким образом, опасения по поводу защиты окружающей среды побудили к введению секвестрации CO₂, которая расширяется в сочетании с выработкой энергии, как показано на рисунке 3.2.

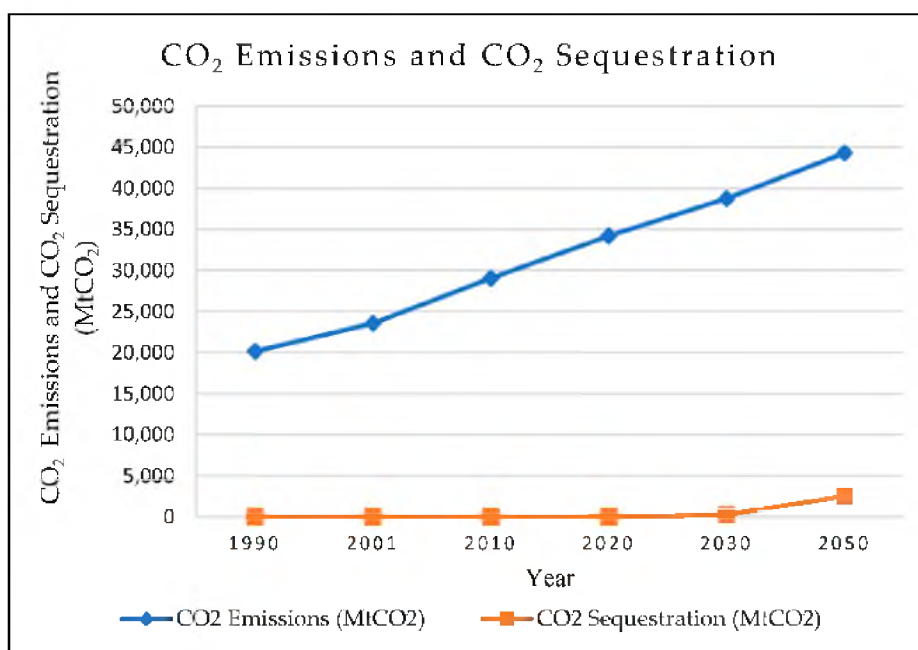


Рисунок 3.2 – Глобальные выбросы CO₂ в сочетании с поглощением CO₂ с 1990 по 2050 год

Ожидается, что к 2050 году CO₂ выбросы резко возрастут из-за увеличения использования транспорта, электроэнергии, производства, строительства и других источников летучих выбросов. В результате

полученный CO_2 должен улавливаться и храниться таким образом, чтобы весь процесс был практически свободен от выбросов CO_2 в окружающую среду. Это может быть достигнуто за счет использования передовых технологий и обеспечения того, чтобы утечка в атмосферу была сведена к минимуму.

Другая форма, способствующая мерам по сокращению выбросов CO_2 , предполагает комбинирование электромобилей (EV) с использованием возобновляемых источников энергии, таких как фотовольтаика (PV) или энергия ветра. Это является еще одним методом, который может быть использован для уменьшения вредного воздействия выбросов CO_2 на окружающую среду. Кроме того, выбросы CO_2 должны быть значительно сокращены, чтобы избежать последствий катастрофического изменения климата.

Наша отечественная нефтегазовая промышленность открыла огромные новые ресурсы благодаря гидроразрыву пласта и горизонтальному бурению. Возможности возобновляемых источников энергии, таких как ветер и солнечная энергия, превзошли все ожидания, чтобы занять более важную роль в нашей энергосистеме и снизить затраты.

Для решения этих проблем нам нужна федеральная политика, которая позволит стране не только больше инвестировать в увеличение поставок энергии в краткосрочной перспективе, в том числе за счет добычи нефти и газа, но и значительно сократить выбросы парниковых газов в долгосрочной перспективе. В противном случае высокие и растущие цены на энергоносители могут поставить под угрозу политическую поддержку необходимого перехода к экологически чистой энергии [22, с.83].

У России есть потенциальный путь вперед: отечественный природный газ, который находится на стыке наших экономических и климатических приоритетов. Но чтобы сделать газ более ценным при переходе на экологически чистую энергетику, промышленность должна сократить выбросы, особенно сократить случайные утечки метана как можно ближе к нулю.

Большинство установок используют газовые турбины для выработки

электроэнергии для питания жизненно важного оборудования, такого как компрессоры. На эту выработку энергии приходится примерно 80% всех выбросов CO_2 в результате деятельности на шельфе, и ситуация усугубляется тем фактом, что эти турбины часто имеют низкий КПД.

Операторы могут уменьшить выбросы метана, возвращая излишки добытого газа обратно в систему выработки электроэнергии. Но, даже несмотря на то, что газотурбинный метод обеспечивает лучшую альтернативу сжиганию на факелах, выбросы все равно образуются в процессе производства электроэнергии. Поэтому следует рассмотреть возможность использования технологии улавливания выбросов или процессов очистки выбросов после сжигания для улучшения показателей устойчивости.

Исследователи смоделировали изменения ОН (гидроксильный радикал), используя антропогенные источники выбросов монооксида углерода, углеводородов и оксидов азота, которые в совокупности влияют на образование и потерю гидроксильных радикалов в атмосфере.

Они обнаружили, что в 2020 году концентрация ОН снизилась примерно на 1,6 процента по сравнению с предыдущим годом, в основном из-за снижения выбросов оксида азота (NO_x), вызванного карантинами из-за COVID. Оксид азота выбрасывается в воздух в основном при сжигании топлива.

К компетенции субъектов РФ и муниципальных образований относятся реализация государственной политики в области охраны атмосферного воздуха на своей территории, принятие в соответствии с федеральными законами нормативных правовых актов и обеспечение их выполнения.

В целях охраны окружающей природной среды и здоровья населения специально уполномоченными органами санитарно-эпидемиологического надзора и органами исполнительной власти РФ устанавливаются нормативы качества атмосферного воздуха.

При строительстве, вводе в эксплуатацию, реконструкции и техническом перевооружении предприятий, а также при внедрении новых технологических процессов должны предусматриваться меры по улавливанию, обезвреживанию

вредных веществ, снижению или полному исключению загрязняющих выбросов в атмосферу. Необходимо соблюдать технические нормативы и нормативы предельно допустимых выбросов, исходя из того, что совокупность выбросов от проектируемых, действующих и планируемых к строительству предприятий не должна ухудшать качество атмосферного воздуха [1, с. 44].

Размещение, строительство, реконструкция и техническое перевооружение предприятий, сооружений и других объектов допускается только после проведения государственной экологической экспертизы и по получении положительного заключения органов государственного надзора.

Вред, причиненный здоровью и имуществу граждан, имуществу юридических лиц в результате нарушения юридическими и физическими лицами требований законодательства по охране атмосферного воздуха, подлежит возмещению в полном объеме в соответствии с УК РФ.

Газоочистные и пылеулавливающие установки разделяют на технологические и санитарные. Установки технологической очистки – это сооружения и аппараты, включенные в технологический процесс и исключающие газовые выбросы в атмосферу. Установки санитарной очистки – это сооружения и аппараты, препятствующие вредным технологическим и вентиляционным выбросам, а также служащие для возврата сырья.

В основе многих технологических методов очистки газов лежат процессы взаимодействия газов с жидкими или твердыми поглотителями, а также процессы химического превращения ядовитых примесей в нетоксичные соединения при высоких температурах или в присутствии катализаторов. В связи с этим наибольшее распространение при очистке газов получили абсорбционные, адсорбционные и каталитические методы.

В перечень мероприятий, направленных на снижение загрязнения атмосферного воздуха, могут войти увеличение доли экономичного и экологичного транспорта, развитие дорожной инфраструктуры, расширение использования газомоторного топлива, ускоренная газификация домов и предприятий, строительство и реконструкция тепловых электростанций,

модернизация промышленных предприятий, озеленение и благоустройство городов.

При ведении хозяйственной и иной деятельности, в том числе при сжигании различных веществ и материалов, эксплуатации транспортных средств и установок, оказывающих влияние на состояние атмосферного воздуха, юридические лица, осуществляющие эту деятельность, обязаны:

- определить уровень предельно возможных выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от принадлежащих им источников;
- своевременно в установленном порядке получать разрешение на выброс;
- соблюдать лимиты разрешенных выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников и передвижных средств и установок;
- планировать и осуществлять согласованные с территориальными органами охраны окружающей природной среды мероприятия по улавливанию, утилизации, обезвреживанию загрязняющих воздух веществ, сокращению или исключению их выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников, в том числе путем внедрения малоотходных и безотходных технологий и оборудования, а также по предупреждению аварийных выбросов;
- вести в установленном порядке учет и отчетность в области охраны атмосферного воздуха;
- осуществлять контроль за соблюдением установленных нормативов выбросов в атмосферный воздух;
- соблюдать правила эксплуатации сооружений, оборудования, аппаратуры, предназначенных для очистки воздуха и контроля;
- соблюдать установленный режим санитарно-защитных зон между предприятием, сооружением или иным объектом хозяйственной деятельности и жилой застройкой;
- обеспечивать в установленном порядке проверку транспортных и иных передвижных средств и установок на соответствие установленным техническим нормативам;

- выполнять предписания государственных органов исполнительной власти, ответственных за охрану окружающей природной среды, и оперативно устранять нарушения [24, с. 53].

Физические лица, осуществляющие хозяйственную деятельность или эксплуатирующие транспортные средства или установки, оказывающие влияние на состояние атмосферного воздуха, обязаны:

- соблюдать лимиты разрешенных выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников;

- соблюдать правила эксплуатации сооружений, оборудования, аппаратуры, предназначенных для очистки и контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;

- выполнять предписания государственных органов исполнительной власти, ответственных за охрану окружающей природной среды;

- обеспечивать прохождение в установленном порядке проверку транспортных и иных передвижных средств и установок на соответствие установленным техническим нормативам.

3.2 Выполнение предприятиями мероприятий по охране атмосферного воздуха

Оценка автомобилей по токсичности выхлопов и повседневный контроль над автомашинами. При хорошо работающем двигателе в выхлопных газах окиси углерода должно содержаться не более допустимой нормы. Положением Государственной автомобильной инспекции на нее возложен контроль за выполнением мероприятий по охране окружающей среды от вредного влияния автотранспорта.

По мнению специалистов, перевод автотранспорта на дизельные двигатели уменьшит выброс в атмосферу вредных веществ. В выхлопе дизеля почти не содержится ядовитой окиси углерода, так как дизельное топливо сжигается в нем практически полностью. К тому же дизельное топливо

свободно от тетраэтила свинца, присадки, которая используется для повышения октанового числа бензина, сжигаемого в современных карбюраторных двигателях с высокой степенью сжигания. Дизель экономичнее карбюраторного двигателя на 20—30%. Более того, для производства 1 л дизельного топлива требуется в 2,5 раза меньше энергии, чем для производства того же количества бензина. Получается, таким образом, как бы двойная экономия энергоресурсов. Именно этим объясняется быстрый рост числа автомобилей, работающих на дизельном топливе [23].

Совершенствование двигателей внутреннего сгорания. Совершенствование процесса сгорания топлива в двигателе внутреннего сгорания, применение электронной системы зажигания приводит к уменьшению в выхлопе вредных веществ. Для экономии топлива создаются различные типы зажигания.

Большое внимание уделяется разработке устройства снижения токсичности — нейтрализаторов, которыми можно оснастить современные автомобили. Способ каталитического преобразования продуктов сгорания заключается в том, что отработавшие газы очищаются, вступая в контакт с катализатором. Одновременно происходит дожигание продуктов неполного сгорания, содержащихся в выхлопе автомобилей. Катализатором служат либо гранулы размером от 2 до 5 мм, на поверхности которых нанесен активный слой с добавками благородных металлов — платины, палладия и т. п., либо керамический блок сотового типа с подобной активной поверхностью.

Газ вместо бензина. Высокооктановое, стабильное по составу газовое топливо хорошо смешивается с воздухом и равномерно распределяется по цилиндрам двигателя, способствуя более полному сгоранию рабочей смеси. Суммарный выброс токсичных веществ у автомобилей, работающих на сжиженном газе, значительно меньше, чем у машин с бензиновыми двигателями. Многолетний опыт эксплуатации автомобилей, работающих на сжиженном газе во многих странах мира, выявил существенные технико-экономические и санитарно-гигиенические преимущества голубого топлива по

сравнению с бензином. При работе двигателя на газе происходит более полное сгорание смеси. А это ведет к снижению токсичности отработавших газов, уменьшению нагарообразования и расхода масла. Кроме того, сжиженный газ дешевле бензина [9, с.136].

Электромобиль. В настоящее время, когда автомобиль с бензиновым двигателем стал одним из существенных факторов, приводящих к загрязнению окружающей среды, специалисты все чаще обращаются к идее создания «чистого» автомобиля. Речь, как правило, идет об электроавтомобиле. В некоторых странах начинается их серийное производство. В интересах защиты окружающей среды считается целесообразным перевод автотранспорта на электротягу, особенно в крупных городах[5, с.88].

За последние годы на предприятиях различных отраслей промышленности введены в действие многие совершенные технологические процессы, тысячи газоочистных и пылеулавливающих аппаратов и установок, которые резко сокращают или исключают выбросы вредных веществ в атмосферу. В широких масштабах осуществляется программа перевода предприятий и котельных на природный газ. За пределы городов выведены десятки предприятий и цехов с опасными источниками загрязнения воздушного бассейна. Все это привело к тому, что в большинстве промышленных центров и населенных пунктов страны уровень загрязнения заметно уменьшился. Растет и число промышленных предприятий, оснащенных новейшей и дорогостоящей газоочистной техникой.

Санитарно-эпидемиологическая служба осуществляет надзор за новым строительством и реконструкцией промышленных объектов, за проектированием и строительством газопылеочистных сооружений на действующих предприятиях, проверку проектных институтов.

С января 1981 г. вступил в действие Закон об охране атмосферного воздуха. Он всесторонне охватывает важную общечеловеческую проблему, систематизируя выдержавшие проверку временем юридические нормы. Закон в первую очередь выразил более квалифицированно те требования, которые были

выработаны в предшествующие годы и оправдали себя на практике. Сюда относятся, в частности, правила о запрещении ввода в действие любых производственных объектов — вновь созданных или реконструированных, если они в процессе эксплуатации станут источниками загрязнений

Для очистки газов от незначительных концентраций примесей (не более 1 % по объему) применяют прямоточные компактные абсорбционные аппараты. Наряду с жидкими поглотителями—абсорбентами для очистки, а также для сушки (обезвоживания) газов могут быть применены твердые поглотители. К ним относятся различные марки активных углей, силикагель, алюмогель, цеолиты. В последнее время для удаления из газового потока газов с полярными молекулами стали применять иониты. Процессы очистки газов адсорбентами осуществляют в адсорберах периодического или непрерывного действия.

Для очистки газового потока могут быть использованы сухие и мокрые окислительные процессы, а также процессы каталитического превращения, частности, для обезвреживания серосодержащих газов сульфатноцеллюлозного производства (газов варочного и выпарного цехов и др.) используют каталитическое окисление. Система очистки позволяет не только уберечь от загрязнения окружающую среду, но и сэкономить ценный материал.

Для удаления пыли из выбросов тепловых электростанций широко применяют электрофильтры. Они улавливают летучую золу, образующуюся при сжигании твердого топлива. Специалисты работают над усовершенствованием конструкций этих аппаратов, повышением их эффективности и надежности [14, с. 54].

Малоотходные и безотходные технологические процессы позволяют сократить или полностью исключить загрязнение окружающей среды, полнее использовать запасы минеральных ресурсов, обеспечить комплексную переработку первичного сырья и отходов промышленных предприятий, получать дополнительно продукцию и тем самым повысить эффективность народного хозяйства. Технология безотходного производства — новая ступень

развития научно-технической революции. Современные наука и техника дают возможности для преодоления тех противоречий, которые возникают между устаревшими методами производства и стремлением освободить от вредного влияния природную среду [3, с.254].

Большое значение имеют регенерация и использование отходов, превращение их в полезный продукт, в частности, путем извлечения ценных веществ и материалов из отходных газов, лучшего использования энергии, содержащейся в отходах остаточных продуктах. Важно повторное использование большего количества отходов в качестве вторичных сырьевых материалов в других производственных процессах. Рекомендуется рациональное использование сырьевых материалов в производственных процессах и в течение всего жизненного цикла продуктов, замены истощающихся видов сырья другими доступными видами. Необходимо рациональное использование энергетических ресурсов в процессе производства и потребления энергии и в случае практической осуществимости— использования сбросного тепла. Большое внимание уделяется оценке промышленного применения в производственных масштабах малоотходной и безотходной технологии в целях оптимального использования сырья и энергии, включая возможности регенерации, рециркуляции и экономическую эффективность, с учетом экологических и социальных последствий.

Для создания безотходного промышленного производства в масштабах всей страны необходимо разработать научно-технические основы планирования и проектирования региональных территориально-промышленных комплексов, в которых отходы одних предприятий могли бы служить сырьем для других. Внедрение таких комплексов неизбежно потребует перестройки связей между предприятиями и отраслями народного хозяйства, больших затрат.

Санитарно-защитные зоны. Предприятия, их отдельные здания и сооружения с технологическими процессами, являющимися источниками выделения в атмосферный воздух вредных и неприятно пахнущих веществ,

отделяют от жилой застройки санитарно-защитными зонами (рисунок 3.3).

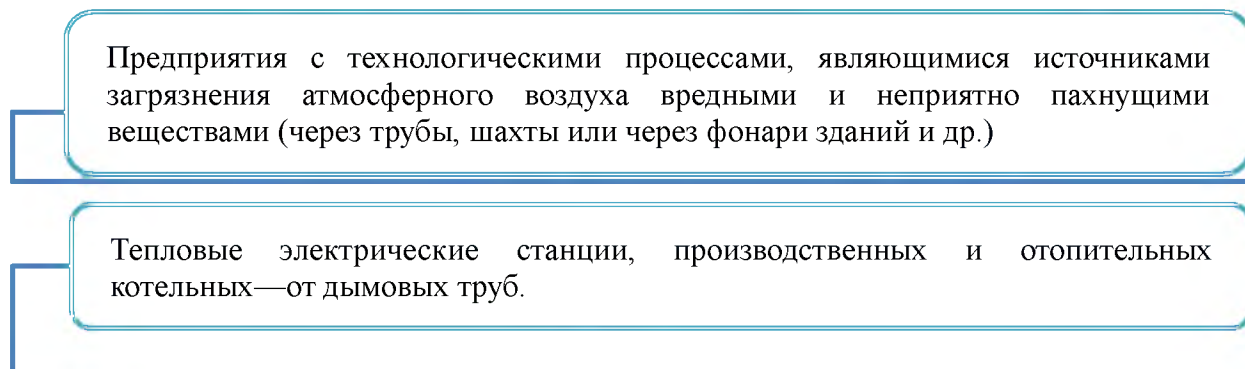


Рисунок 3.3 –Предприятия, требующие санитарно-защитной зоны до границы жилой застройки

Выброс через высокие трубы. На тепловых электростанциях и металлургических заводах сооружают дымовые трубы. У дымовой трубы два назначения (рисунок 3.4).

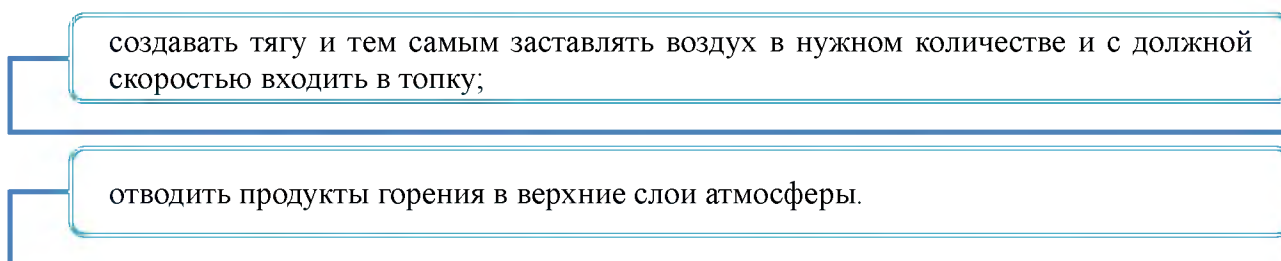


Рисунок 3.4 – Два назначения дымовой трубы

Перевод отопительных систем на газ. Большое значение для оздоровления воздушного бассейна имеет перевод городских отопительных систем на газовое топливо. Общеизвестна роль газовой промышленности в оздоровлении атмосферы городов при замене угля и нефтепродуктов на природный газ.

Благодаря непрерывному турбулентному движению вредные газы и твердые частицы уносятся далеко от источника их возникновения и рассеиваются. С введением требований о нормировании содержания вредных веществ в атмосферном воздухе возникла необходимость определять расчетным путем степень разбавления вредных веществ, поступающих в атмосферу из организованных источников выброса. Эти данные используются

для сопоставления расчетных концентраций вредных веществ в приземном слое с предельно допустимыми концентрациями этих веществ. Для рассеивания сернистого ангидрида, содержащегося в дымовых газах тепловых электростанций, в настоящее время сооружаются дымовые трубы высотой 180, 250 и даже 320 м.

Дымовая труба стометровой высоты позволяет рассеивать мельчайшие вредные вещества в окружности радиусом 20 км до концентрации, безвредной для человека. Труба высотой 250 м увеличивает радиус рассеивания до 75 км. В ближайшем окружении дымовой трубы создается так называемая теневая зона, в которую совсем не попадают вредные вещества.

Для снижения выбросов от стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха планируются мероприятия:

- по переводу объектов коммунального теплоснабжения (котельных) с твердого угольного топлива на газообразное, газификации жилых объектов (в т.ч. бытовые печи индивидуальных домовладений) и их подключения к централизованному газовой теплоснабжению;
- по оснащению средствами пылеулавливания и газоочистки источников выбросов промышленных предприятий;
- внедрение новых, экологически «чистых» технологий.

Заключение

Сейчас общепризнанно, что наиболее сильно загрязняет воздух промышленное производство. Источники загрязнений - теплоэлектростанции, которые вместе с дымом выбрасывают в воздух сернистый и углекислый газ; металлургические предприятия, особенно цветной металлургии, которые выбрасывают в воздух оксиды азота, сероводород, хлор, фтор, аммиак, соединения фосфора, частицы и соединения ртути и мышьяка; химические и цементные заводы. Вредные газы попадают в воздух в результате сжигания топлива для нужд промышленности, отопления жилищ, работы транспорта, сжигания и переработки бытовых и промышленных отходов.

Охрана атмосферного воздуха имеет огромное значение, поскольку именно он зачастую является источником множества экологических противоречий. Наиболее остро они возникают в крупных городах с высокой концентрацией промышленных предприятий, транспорта, населения. Загрязнение атмосферного воздуха таких городов имеет особенно высокий уровень.

Анализируя и обобщая экологическую информацию, можно сделать следующие выводы:

- главными загрязнителями воздушного бассейна в городе являются автотранспорт, предприятия теплоэнергетики, машиностроения и стройиндустрии, а также суда воздушного транспорта.

- ряд специфических факторов определяет состояние атмосферного воздуха в г. Ростове-на-Дону. Среди них выделяется - высокая степень концентрации промышленных предприятий (главным образом в центральной части города); высокая плотность застройки; насыщенное движение автотранспорта на внутригородских магистралях; наличие аэропорта в городской черте; недостаточное количество зеленых насаждений; а также довольно засушливый климат с преимущественно северо-восточными и восточными ветрами.

Так, становится очевидным, что состояние воздуха над городом находится в неудовлетворительном состоянии, а направленность развития атмосферы скорее идёт в негативном ключе. Однако, оптимизм вызывает готовность региональной и муниципальной администрации оказывать помощь, и приводить в действие разработанные меры по решению подобных проблем.

Сеть наблюдений и контроля загрязнения атмосферного воздуха является в настоящем и будущем единственным экспериментальным средством оценки состояния загрязнения атмосферного воздуха и применимости математических моделей рассеяния примесей в атмосфере. Общими задачами сети являются:

- повышение эффективности, качества, надёжности и достоверности данных наблюдений;
- внедрение новых методов многокомпонентного анализа примесей в атмосферном воздухе и в отходящих газах;
- достижение оптимального соотношения используемых в различных городах и населенных пунктах методов ручного отбора и анализа проб воздуха и полуавтоматических методов, повышение автоматизации средств измерений;
- повышение оперативности сбора, обработки, передачи и использования данных наблюдений в задачах контроля и регулирования уровней загрязнения атмосферного воздуха;
- установление тенденций и причин изменения уровней загрязнения атмосферного воздуха.

Список использованной литературы

1. Абанина, Е.Н., Зенюкова, О.В., Сухова, Е.А. Комментарий к Федеральному закону от 10 января 2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среде». - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ГАРАНТ, 2007. - 244 с.
2. Атмосферный воздух Ростова и Ростовской области. [Электронный ресурс] URL: <https://ecoportal.su/public/region/view/683.html>(дата обращения: 23.10.2022).
3. Боголюбов, С.А. Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды: учебник и практикум для академического бакалавриата / С.А. Боголюбов, Е.А. Позднякова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 429 с.
4. Горелин, Д.О., Конопелько Л. А. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выбросов. - М.: Изд-во стандартов, 1992. - 432 с.
5. Гурова, Т.Ф. Экология и рациональное природопользование: учебник и практикум для академического бакалавриата / Т.Ф. Гурова, Л.В. Назаренко. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 188 с.
6. Данилов-Данильян, В.И. Экология: учебник и практикум для академического бакалавриата / Н.Н. Митина, Б.М. Малашенков; под ред. В.И. Данилова-Данильяна. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 363 с.
7. Еремченко, О.З. Учение о биосфере: учеб. пособие для академического бакалавриата / О.З. Еремченко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 236 с.
8. Еремченко, О.З. Учение о биосфере: учеб. пособие для академического бакалавриата / О.З. Еремченко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 236 с.
9. Жиров, А.И. Прикладная экология. В 2 т. Том 2: учебник для академического бакалавриата / А.И. Жиров, В.В. Дмитриев, А.Н. Ласточкин; под ред. А.И. Жирова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 311 с.

10. Жуйкова, Т.В. Экологическая токсикология: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Т.В. Жуйкова, В.С. Безель. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 362 с.

11. Залунин, В.И. Социальная экология: учебник для академического бакалавриата / В.И. Залунин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 206 с.

12. Колесников, Е.Ю. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Е.Ю. Колесников, Т.М. Колесникова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 469 с.

13. Корытный, Л.М. Экологические основы природопользования: учеб. пособие для СПО / Л.М. Корытный, Е.В. Потапова. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 374 с.

14. Ларионов, Н.М. Промышленная экология: учебник и практикум для СПО / Н.М. Ларионов, А.С. Рябышенков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 382 с.

15. Медведев, В.И. Социальная экология. Экологическое сознание: учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры / В.И. Медведев, А.А. Алдашева. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 335 с.

16. Павлова, Е.И. Общая экология: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Е.И. Павлова, В.К. Новиков. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 190 с.

17. Притужалова, О.А. Экологический менеджмент и аудит: учеб. пособие для вузов / О.А. Притужалова. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 244 с.

18. Родионов, А.И. Охрана окружающей среды: процессы и аппараты защиты атмосферы: учеб. / А.И. Родионов, В.Н. Клушин, В.Г. Систер. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 218 с.

19. Требования СанПиН 2.1.6.1032-01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест» [Электронный

ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/901787814> (дата обращения: 11.09.2019)

20. Третьякова, Н.А. Основы экологии: учеб. пособие для вузов / Н.А. Третьякова; под науч. ред. М.Г. Шишова. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 111 с.

21. Тулайкова, Т.В. Возможность эффективной очистки свободной атмосферы от CO_2 / Т.В. Тулайкова, С.Р. Амирова. - М.: Физматкнига, 2012. - 100 с.

22. Тулохонов, А.К. Экологические коллизии: социально-правовой аспект. Материалы для аналитической записки по оценке современного экологического законодательства РФ. - Новосибирск: ОИГГМ, 2009. - 159 с.

23. Современное состояние и охрана атмосферы. [Электронный ресурс] URL: <https://videouroki.net/razrabotki/sovremennoie-sostoianiiie-i-okhrana-atmosfiery-2.html> (дата обращения 29.10.2022)

24. Хван, Т.А. Экологические основы природопользования: учебник для СПО / Т.А. Хван. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 253 с.

25. SaudiAramco будет развивать производство «зеленого» аммиака и водорода. [Электронный ресурс]. URL: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/261141496> (дата обращения 18.11.2022)