

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.  
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра метеорологии и климатологии

**Комплексный анализ загрязнения атмосферы в Саратове**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 411 группы

направления 05.04.05 Прикладная гидрометеорология

географического факультета

Ситниченко Егора Валерьевича

Научный руководитель,

доцент, к.г.н.

Н.М. Семенова

Зав.кафедрой,

к.г.н., доцент

М.Ю.Червяков

Саратов 2023

**Введение.** Загрязнение атмосферы - это одно из наиболее опасных последствий научно-технической революции и использования ископаемого топлива человеком. Экологи зарегистрировали более 2000 загрязнителей атмосферы, большинство из которых образуется в результате хозяйственной деятельности человека. Сернистый газ, оксиды азота, оксид углерода, хлор, формальдегид, фенол, сероводород, аммиак, бенз(а)пирен, пыль - это наиболее распространенные атмосферные загрязнители.

Уровень загрязнения атмосферы, качество питьевой воды, гигиеническое состояние почв и другие факторы являются основными причинами ухудшения медико-демографических показателей. Состояние здоровья населения отчасти является индикатором экологической ситуации. Загрязнение воздуха представляет серьезную угрозу для здоровья людей.

Для получения полной информации о состоянии окружающей среды необходимо проведение экологического мониторинга. Исследование качества воздуха в крупнейших городах России показывает, что уровень загрязнения атмосферы остается высоким в большинстве городов, включая Саратов. Высокое загрязнение в городе обусловлено его географическими особенностями, а также влиянием метеорологических условий. Организованные, неорганизованные и распределенные выбросы от автотранспорта и промышленных предприятий являются основными источниками загрязнения и могут происходить как постоянно, так и периодически.

В городе Саратов, который является одним из крупнейших промышленных центров России, имеются все типы выбросов, включая качественный состав, концентрацию и мощность. Несмотря на тенденцию уменьшения, загрязнение атмосферы в городе остается на высоком уровне в течение последних десяти лет.

Цель бакалаврской работы - проведение комплексного анализа загрязнения атмосферы в Саратове за период с 2017 по 2022 годы, с

определением основных видов примесей, вносящих вклад в общее загрязнение воздушного бассейна города, а также динамики изменения загрязнения. Помимо этого, проведена оценка сезонных изменений загрязнения воздуха на примере периодов с 2018 по 2019 годы и с 2021 по 2022 годы.

ПНЗ (пункты наблюдения) предоставляют данные о загрязнении атмосферы, а также информацию о состоянии и загрязнении окружающей среды на территории деятельности Саратовского ЦГМС. Кроме того, источниками информации являются «Обзоры о состоянии и загрязнении окружающей среды на территории деятельности Саратовского ЦГМС» и «Доклады о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области».

### **Основное содержание работы**

#### **1 Общие сведения о загрязнении атмосферы в городе**

Загрязнение атмосферного воздуха является одним из основных факторов антропогенного воздействия на окружающую среду. Несмотря на реализацию различных программ, направленных на охрану воздуха на территории Саратовской области и в России в целом, качество атмосферного воздуха остается низким. Это обусловлено в основном выбросами промышленных объектов и увеличением количества автотранспорта. Для мониторинга загрязнения окружающей среды в Саратовской области создана и поддерживается Государственная наблюдательная сеть (ГСН), которая была создана и поддерживается Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

В атмосферу Саратовской области ежегодно выпускается немалое количество загрязняющих веществ. Тем не менее, количество предприятий, которые их выбрасывают, остается неизменным.

Роста количества хозяйствующих субъектов, в результате деятельности которых происходит выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух, заметно не наблюдается

## **2 Динамика загрязнения воздуха в Саратове**

Важнейшей характеристикой воздушного бассейна является его качество, от которого зависит жизнедеятельность людей, объектов животного и растительного мира. Качество атмосферного воздуха рассматривается как совокупность присущих ему свойств, которые определяют степень воздействия химических, физических и биологических факторов на окружающую среду. Загрязнение атмосферного воздуха является одной из самых серьезных экологических проблем.

### **2.1 Виды примесей и их распределение по территории города**

Для оценки качества атмосферного воздуха, в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21, концентрации загрязняющих веществ в городе Саратов определяются в соответствии с ПДК, которые представлены в таблице 1.1 ВКР.

В таблице 2.1 представлены среднегодовые концентрации примесей, которые наблюдались в Саратове за период с 2008 по 2022 гг. Концентрации были выбраны из данных опубликованных в докладах о состоянии окружающей среды в Саратовской области и обзоров состояния и загрязнения окружающей среды на территории деятельности Саратовского ЦГМС – филиала ФГБУ «Приволжское УГМС», которые ежегодно публикуются правительством области. Также в таблице указаны среднесуточные ПДК, что позволяет проводить быстрое сравнение наблюдаемых примесей [1, 2, 24, 27].

По данным таблицы 2.1 были построены диаграммы (представлены в ВКР - рисунки 2.1 – 2.11 ) для основных и специфических примесей за период 2008-2022 гг., которые наглядно демонстрирует динамику изменения концентраций.

## **2.2 Многолетняя динамика изменения уровня загрязнения атмосферы (ИЗА)**

Комплексный индекс загрязнения атмосферы учитывает несколько примесей, которые вносят наибольший вклад в загрязнение города. Величина ИЗА рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций примесей. Для расчета ИЗА используются средние концентрации тех пяти веществ, вклад которых в загрязнение воздуха наибольший. Поэтому ИЗА характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха. Уровень загрязнения считается низким при ИЗА менее 5, повышенным - от 5 до 6, высоким от 7 до 13 и очень высоким - при ИЗА равном или более 14.

Динамику изменения индекса загрязнения за период с 2001 по 2022 годы (рисунок 2.1) можно разделить на три периода: 2001-2005 гг. рост значений, 2005-2011 гг. – падение и с 2015 по 2022 гг. - относительная стабилизация уровня загрязнения.

Стоит отметить, что максимальное загрязнение отмечалось в 2005 году. Среднее значение ИЗА составило 28,97, а наблюдавшийся в сентябре максимум был равен 48,23. Согласно доклада «О состоянии окружающей среды» состояние воздушного бассейна г. Саратова в этот год было оценено как критическое [2]. Дальнейшее уменьшение уровня загрязнения возможно связано реорганизацией системы общественного транспорта в городе. Рисунок 2.1 - Динамика изменения ИЗА в Саратове за период 2001-2022 годы (составлено автором)

К 2015 году значения ИЗА уменьшились практически в два раза. Это обстоятельство связано с тем, что с июля 2014 года было изменено значение ПДК формальдегида и его класс опасности [2]. В последние годы уровень загрязнения понизился и по показаниям ИЗА является низким со значениями 2,98.

Сезонная динамика изменения значений ИЗА показывает наиболее высокий уровень загрязнения в городе летом (май – сентябрь), когда он

может достигать критерия «очень высокое». Анализ синоптической ситуации показывает, что в этот период, как правило, преобладает сухая, маловетренная погода с высоким температурным режимом. Именно такая ситуация была отмечена в 2005 году.

Таблица 2.1 – Среднегодовые концентрации примесей (мг/м<sup>3</sup>) в Саратове за период с 2008 по 2022 гг. (составлено автором)

Наименование примеси	Среднегодовые концентрации примесей, мг/м <sup>3</sup>															ПДК с.с.
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Пыль (взвешенные вещества)	0,08	0,09	0,08	0,08	0,06	0,05	0,07	0,05	0,04	0,05	0,06	0,07	0,06	0,03	0,01	0,15
Диоксид серы	0,002	0,002	0,001	0,002	0,003	0,002	0,003	0,002	-	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,05
Оксид углерода	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	2,4	1,8	1,7	1,4	1,3	1,2	3,0
Диоксид азота	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,054	0,067	0,074	0,056	0,041	0,038	0,04
Оксид азота	0,01	0,01	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,012	0,014	0,015	0,014	0,009	0,008	0,06
Сероводород	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	-	-	-	0,000	0,0002	0,0002	-
Гидрофторид	0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,004	0,006	0,004	0,002	0,003	0,003	0,003	0,002	0,001	0,001	0,005
Аммиак	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04
Фенол	0,003	0,003	0,002	0,001	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,006
Формальдегид	0,022	0,019	0,016	0,015	0,015	0,021	0,02	0,018	0,014	0,015	0,018	0,018	0,016	0,013	0,012	0,01
Гидрохлорид	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,04	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,03	0,03	0,1
Бенз(а)пирен	2,1* 10 <sup>-6</sup>	-	-	-	-	-	-	0,4* 10 <sup>-6</sup>	0,2* 10 <sup>-6</sup>	0,3* 10 <sup>-6</sup>	0,2* 10 <sup>-6</sup>	0,13* 10 <sup>-6</sup>	0,18* 10 <sup>-6</sup>			1*10 <sup>-6</sup>

Динамика последних лет показывает, что доминирующими источниками загрязнения атмосферного воздуха в Саратове продолжают оставаться выбросы автотранспорта, промышленных предприятий и добывающей промышленности, что в сочетании с метеорологическими условиями создает повышенный уровень загрязнения, мониторинг которого является необходимым условием решения экологических проблем.

### **3 Состояние атмосферного воздуха Саратова в 2021 году**

В 2021 году по результатам наблюдений на стационарных постах случаев высокого, экстремально высокого загрязнения атмосферного воздуха не зарегистрировано.

В двух постах города, расположенных в Заводском и Волжском районах, проводятся наблюдения за содержанием диоксида серы. Однако, в 2021 году не было зарегистрировано случаев высокого или экстремально высокого загрязнения атмосферного воздуха на стационарных постах. Уровень загрязнения воздуха в городе в целом является невысоким, а среднегодовая и максимально разовая значительно ниже допустимого уровня.

Наблюдения за содержанием диоксида и оксида азота проводятся на всех постах города. В среднем, за год концентрация диоксида азота составила 1,0 ПДК. Однако, максимально разовая концентрация диоксида азота была зафиксирована в районе ПНЗ-8 в дневные часы 18 июня при ветре северо-восточного направления и составила 1,6 ПДК.

На двух постах, расположенных в Заводском районе города, проводились наблюдения за содержанием оксида азота. В результате было выявлено, что среднегодовая концентрация этого вещества составила 0,2 ПДК. В то же время, максимально разовая концентрация оксида азота была зарегистрирована в вечернее время 2 июля в районе ПНЗ-1 при ветре северо-западного направления и составила 0,1 ПДК.

В целом по городу среднегодовая концентрация оксида углерода составила 0,4 ПДК. Однако, максимальная разовая концентрация этой

примеси была зафиксирована в дневные часы 07 августа в районе ПНЗ-7 при ветре северо-восточного направления и составила 1,2 ПДК.

Содержание взвешенных веществ было измерено на нескольких постах в городе. Среднегодовая концентрация составляет 0,4 ПДК, а максимальная разовая концентрация 0,6 ПДК была зарегистрирована в утренние часы 29 мая в районе ПНЗ № 6 при штилевой погоде.

Примесь формальдегида также была обнаружена на всех постах города. Среднегодовая концентрация составляет 4,7 ПДК, а максимально разовая концентрация 1,0 ПДК была зарегистрирована в вечерние часы 01 августа в районе ПНЗ-5 при северо-восточном ветре.

Что касается содержания фенола, то его уровень был измерен на пяти постах в городе. Наблюдения показали, что среднегодовая концентрация примеси не превышает допустимую норму.

а) Примесь: Оксиды азота.

- Основные источники выбросов данной примеси - предприятия ООО "Саратоворгсинтез", ФГУП "НПП "Алмаз", ЗАО "Саратовмебель", АО "Саратовстройстекло", ЗАО "Саратовский завод стройматериалов".

- Среднегодовая концентрация в целом по городу составила 0,3 ПДК.

- Максимальная разовая концентрация 0,7 ПДК была зафиксирована в районе расположения ПНЗ-5 в вечерние часы 18 июня при штилевой погоде.

б) Примесь: Аммиак.

- Наблюдения за содержанием примеси проводятся на двух постах, расположенных в Заводском и Ленинском районах города.

- Основные источники выбросов примеси - ООО "Саратоворгсинтез" и ЗАО "Жировой комбинат".

- Среднегодовая концентрация примеси составила 1,0 ПДК.

- Максимальная разовая концентрация 0,7 ПДК зафиксирована в районе расположения ПНЗ-2 в дневные часы 21 мая при слабом ветре юго-западного направления.

Сероводород и Бенз(а)пирен - две примеси, контроль за содержанием которых проводится на трех стационарных постах. Расположены эти посты в городских районах: Заводском и Волжском для Сероводорода, а для Бенз(а)пирена на ПНЗ-1, ПНЗ-2 и ПНЗ-5. Основными источниками выбросов примеси являются ПАО «Саратовский НПЗ» и городские очистные сооружения. Среднегодовая концентрация Сероводорода составила 0,0 ПДК, а Бенз(а)пирена - 0,18 нг/м<sup>3</sup> (предварительные данные). Максимальная разовая концентрация Сероводорода 1,0 ПДК была зарегистрирована в районе ПНЗ-1 в дневные часы 28 июня при ветре северного направления. Наибольшая среднемесячная концентрация Бенз(а)пирена 0,67 нг/м<sup>3</sup> зафиксирована в августе в районе ПНЗ-1.

На одном посту ПНЗ-7 проводится определение содержания нескольких тяжелых металлов, включая железо, кадмий, магний, марганец, медь, никель, свинец, цинк и хром. Среднемесячные концентрации данных металлов находились в пределах санитарной нормы, что свидетельствует о соблюдении необходимых мер безопасности.

**Заключение.** Качество атмосферного воздуха зависит не только от выбросов промышленных предприятий и автотранспорта, но в также и от погодных условий, рельефа местности, плотности застройки и степени озеленения населенных пунктов, а также от антропогенных факторов (хозяйственной деятельности).

Максимумы концентрации в большей степени приходятся на весну и лето, чем в холодный период. Метеорологические условия способствуют созданию промышленного загрязнения воздуха от высоких источников, в связи с частым развитием в дневные часы интенсивного турбулентного обмена. Увеличивается вероятность возникновения приподнятых инверсий, нижняя граница которых расположена над источником выбросов, штилевых слоев. Этим объясняется летний максимум во многих промышленных центрах России.

Исходя из приведенных графиков и таблиц, основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в Саратове являются деятельность промышленных предприятий, трубопроводный транспорт, теплоэнергетика, добыча полезных ископаемых, автомобильный транспорт. На качество атмосферного воздуха по территории Саратовской области оказывают влияние выбросы более 400 наименований загрязняющих веществ различных классов опасности, поступающие в окружающую среду от передвижных и стационарных источников.

Для Саратова, как и для большинства крупных городов Российской Федерации загрязнение атмосферного воздуха продолжает оставаться главной экологической проблемой. Несмотря на общую динамику уменьшения выбросов, уровень загрязнения в Саратове продолжает оставаться высоким.

Из рассмотренных в бакалаврской работе примесей превышение ПДК характерно для формальдегида, диоксида азота, углеводорода и оксида углерода. Все остальные примеси в среднегодовых значениях не превышают ПДК.

За последние три года наблюдается увеличение концентраций гидрохлорида, диоксида азота, пыли и незначительное увеличение оксида азота. Концентрации формальдегида за последние 12 лет всегда находились на высоком уровне и после небольшого понижения в 2016 – 2017 годах вновь наблюдается рост.

За 2021-2022 года основными загрязняющими примесями являются: гидрохлорид, диоксид азота, оксид углерода и взвешенные вещества (пыль), формальдегид, они преобладают из-за увеличения в большей степени вклада автотранспорта в городе и увеличение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников.