

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра прикладной и системной экологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Бакалаврская работа

На тему Влияние техногенных и метеорологических условий на
распространение загрязняющих веществ в атмосфере промышленных городов

Исполнитель Дрюкова Екатерина Дмитриевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук, доцент кафедры ПСЭ
(ученая степень, ученое звание)

Колесникова Евгения Владимировна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой



(подпись)

К. Э. Н. Дрюкова
(ученая степень, ученое звание)

Колесникова Е. В.
(фамилия, имя, отчество)

«05 06 2023г

Санкт-Петербург

2023 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

СОКРАЩЕНИЯ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1. Физико-географическая характеристика исследуемых регионов	9
1.1 Географическое положение	9
1.2 Рельеф и климат.....	10
1.3 Хозяйственная деятельность	13
Глава 2. Организация мониторинга атмосферного воздуха в исследуемых регионах	15
2.1 Характеристика приоритетных загрязняющих веществ	15
2.2 Климатический мониторинг	16
2.3 Мониторинг качества атмосферного воздуха	18
Глава 3. Влияние техногенных условий на качество атмосферного воздуха	21
3.1 Обзор изученности и постановки проблемы.....	21
3.2 Анализ выбросов загрязняющих веществ в исследуемых регионах	22
3.3 Статистический анализ рядов концентраций загрязняющих веществ	24
3.3.1 Оценка однородности	28
3.3.2 Оценка случайности.....	29
3.3.3 Анализ внутрирядных связей.....	30
3.3.4 Выбор оптимального закона распределения	31
3.4 Влияние выбросов на качество воздуха.....	32
Глава 4. Влияние метеорологических условий на распространение загрязняющих веществ в Мурманской области и Уфе.	35
4.1 Влияние атмосферных осадков на формирование уровня загрязнения воздуха в регионах	36

4.2 Влияние ветрового режима на уровень загрязнения атмосферы в регионах	39
4.3 Влияние туманов и штилей на формирование уровня загрязнения атмосферного воздуха.....	42
Глава 5. Метеорологический потенциал самоочищения атмосферы.	45
5.1 Коэффициент самоочищения атмосферы в Мурманской области	47
5.2 Коэффициент самоочищения атмосферы в Уфе.....	49
5.3 Анализ потенциала самоочищения атмосферы для исследуемых регионов РФ.....	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	53
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ.....	57
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	59

СОКРАЩЕНИЯ

А/Т – автотранспорт;

ВВП – валовый внутренний продукт;

ВЗВ – взвешенные вещества;

ЗВ – загрязняющее вещество;

КГМК – Кольская горно-металлургическая компания;

ЛОС – летучие органические соединения;

НМУ – неблагоприятные метеорологические условия;

ПДК – предельно допустимая концентрация вредного воздействия в окружающей природной среде;

ТЭК – теплоэнергетический комплекс;

УГМС – управление гидрометеорологических станций;

ФГБУ – федеральное государственное бюджетное учреждение;

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время острой проблемой являются высокие концентрации загрязняющих примесей в воздухе крупных городов с развитой промышленностью и энергетикой. Анализ выбросов загрязняющих веществ и их концентраций для промышленных городов проводится регулярно. Однако, многие исследователи отмечают важность изучения причин формирования уровня загрязнения воздуха. Известно, что на уровень концентраций ЗВ оказывают влияния как антропогенные, так и природные факторы. В определенные периоды влияние метеоусловий может быть определяющим.

В последнее время все более перспективным направлением деятельности в РФ является Арктическая зона. Она является одновременно и уникальным источником природных ресурсов, и выгодным географическим расположением для логистики торговли. Мурманская область из 89 субъектов РФ находится на высоком 14 месте по ВВП на душу населения. Однако, из-за климатических особенностей, слабой устойчивости экологических систем и продолжительного хозяйственного освоения, антропогенная нагрузка на Арктические территории намного значительнее, чем в других регионах. Ситуацию обостряют вопросы высокой урбанизации и слабо развитой инфраструктуры. В Мурманской области уже на протяжении ста лет функционируют предприятия горнодобывающей и металлургической промышленности. Это создает повышенные уровни концентраций ЗВ в воздухе населенных пунктов и ведет к росту заболеваемости населения.

Другим важным индустриальным и транспортным узлом является г. Уфа. Его относят к центрам сильных регионов с выраженной промышленной специализацией. Вклад этого города в ВВП страны варьирует в разные годы от 9 до 5 места. В Уфе находится более 900 предприятий, выбрасывающих ЗВ в атмосферу. Город является центром одного из самых обеспеченных по ВВП

регионов России, а также достаточно густонаселенным. Особую опасность для здоровья населения здесь представляют такие ЗВ, как SO_2 , VЗВ , NO_x , CO и т.д. Длительное воздействие хотя бы немного повышенных относительно фона концентраций ЗВ провоцирует высокую заболеваемость дыхательных путей у детей. Данный регион был выбран для исследований так же по причине его хорошей изученности. В г. Уфа, в отличие от Мурманска и области, густая сеть мониторинга, посты распределены практически равномерно.

Актуальность работы связана с недостаточной на данный момент изученностью влияния отдельных факторов, природных и антропогенных, на концентрации ЗВ в воздухе промышленных центров.

Целью работы является: выявить влияние техногенных и метеорологических условий на уровень загрязнения атмосферного воздуха на примере значимых промышленных регионов РФ: Мурманской области и Уфимского района.

Для достижения цели решались следующие *задачи*:

1. Проанализировать мониторинг состояния атмосферного воздуха в промышленных городах и сформировать базы данных концентраций ЗВ и метеорологических параметров за совместный период;
2. Провести статистический анализ однородности, случайности, цикличности рядов концентраций ЗВ, подобрать оптимальный закон распределения;
3. Выявить основные метеорологические факторы, влияющие на качество воздуха в Уфе и Мурманской области;
4. Рассчитать метеорологический потенциал загрязнения атмосферы и дать оценку его динамике в исследуемых городах.

Материалами исследования послужили данные государственного мониторинга по концентрациям приоритетных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, а также данные по метеорологическим параметрам исследуемых регионов. Период наблюдения составил с 2012 по 2021 гг.

В работе собраны, обработаны и проанализированы данные по концентрациям диоксида серы и VЗВ таких промышленных регионов как г.

Уфа и Мурманская область. В аналитической части работы обработаны массивы архивных данных метеорологических параметров с частотой измерений 20 минут. Период 2012-2016 гг. взят для города Уфа и 2012-2021 гг. для Мурманской области [1]. В ходе дальнейшего исследования взяты отдельные параметры, влияющие на качества атмосферного воздуха в промышленных городах: среднегодовое количество осадков, скорость и направление ветра, повторяемость неблагоприятных метеорологических условий, таких как штили и туманы. Данные по концентрациям ЗВ и выбросам в атмосферный воздух представлены ежегодными и ежеквартальными отчетами Мурманского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [2]. Концентрации ЗВ в Уфе предоставлены Башкирским управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [3].

Научная новизна заключается в том, что созданы базы данных рядов концентраций ЗВ, а также метеорологических параметров в г. Уфа за 2013-2016 гг., в пгт. Никель и г. Заполярный за 2013-2021 гг. Впервые проведен детальный анализ связи концентраций ВЗВ и SO₂ с метеорологическими параметрами за многолетний период на примере г. Уфы и городов Мурманской области. Рассчитан коэффициент самоочищения атмосферы для г. Уфы, пгт. Никель и г. Заполярный. Выявлены статистически значимые тенденции динамики загрязнения воздуха, подобраны законы распределения величины концентраций ЗВ.

Апробация работы проведена в виде научных публикаций и выступлений на конференциях:

Участие с докладом на тему: «Основные факторы формирования загрязнения атмосферного воздуха диоксидом серы в Мурманской области» Международная научно-практическая конференция молодых ученых «ИНФОГЕО 2022: Информационные системы в Арктике», 22 ноября 2022 года.

Выступление с докладом на тему: «Выявление и анализ факторов загрязнения атмосферного воздуха Мурманской области диоксидом

серы», Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2023», 14 апреля 2023 года.

Выступление с докладом на конференции студенческого научного общества экологического факультета РГГМУ 21 апреля 2023 года. Тема доклада "Влияние техногенных и метеорологических условий на распространение загрязняющих веществ в промышленных городах". Доклад отмечен дипломом первой степени.

Принята к публикации статья на тему: «Анализ природы повышенных содержаний диоксида серы в приземном воздухе северной части Финляндии при помощи спутникового мониторинга и математического моделирования», научный журнал «Известия РАН. Физика атмосферы и океана» (<https://sciencejournals.ru/journal/fizatm/>). Соавторы: Неробелов Г.М., Седеева М.С., Киселев А.В., Махура А.Г., Горный В.И.

Пройдена производственная практика на базе Санкт-Петербургского Научно-исследовательского центра экологической безопасности российской академии наук (ФГБУН НИЦЭБ РАН) по теме «Анализ данных численного моделирования пространственно-временной вариации приземного содержания SO₂ на территории Мурманской области».

Глава 1. Физико-географическая характеристика исследуемых регионов

1.1 Географическое положение

Мурманская область

Мурманская область находится на Северо-Западе Европейской части России, граничит с Карелией на юге, с Норвегией и Финляндией на западе (рис. 1.1). Площадь Мурманской области составляет 145 000 км². Благодаря теплему Атлантическому течению, область имеет незамерзающий выход в северные моря. Город Мурманск – областной центр, является объектом Мурманской области с наибольшей численностью населения (около 724,5 тыс. ч. на 2022 год). Население в пгт. Никель с 2009 по 2021 год сократилось с 14974 чел. до 9858 чел. за это десятилетие, в г. Заполярный с 15825 чел. в 2009 году до 14791 чел. в 2021[4].

Рисунок 1.1 – Местоположение Мурманской области на карте России и карта Мурманской области [4]

Уфа

Город Уфа является одним из городов в России с населением более, чем миллион человек, столицей Республики Башкортостан. Город не входит в состав Уфимского района, хотя и является его административным центром. Город Уфа расположен на берегу реки Белой, вблизи впадения в неё рек Уфы и Дёмы, на Прибельской увалисто-волнистой равнине, примерно на 100 км западнее от хребтов Южного Урала. Площадь города составляет 715 км² [5].

Рисунок 1.2 – Местоположение Республики Башкортостан на карте России и карта городского округа Уфа.

1.2 Рельеф и климат

Мурманская область

Рельеф области неоднородный, включает в себя горы, холмы, также равнины и низменности с болотами и озерами. На территории хорошо выражена широтная ландшафтная зональность: выделяют тундровую и бореальную (лесную) зоны. Область обладает густой и разветвленной речной сетью. [6].

Климат арктический умеренный, морской с влиянием теплого течения. Зимой характерна полярная ночь, а летом – полярный день. Средняя годовая температура за период с 1991 по 2021 гг. – 1,8 °С, средняя относительная влажность воздуха составляет 78%. Наименьшие температуры зарегистрированы в центральной части Кольского полуострова и достигают - 50°С. Максимальные температуры летом могут достигать +35°С в районе с. Териберка. Направление ветра за многолетний период преимущественно южное и юго-юго-западное (рис. 1.3), летом северное, среднее значение скорости ветра – 4,1 м/с. Средняя скорость ветра в Мурманске 4,1 м/с, максимальное за исследуемый период 21 м/с, минимальное – 0 м/с (штиль) [1]. Область характеризуется высокой повторяемостью туманов и застоев воздуха в холодное время года. Облачные или туманные дни составляют 75-90 % в году. Наибольшее число дней с туманами наблюдается в декабре во время полярной ночи, а наименьшее — в июне во время полярного дня. Средняя продолжительность тумана за день колеблется от пары часов в июне до восьми и более в декабре. Во время устойчивой морозной погоды, туманы могут сохраняться больше суток, затрудняя передвижение транспорта [7].

Рисунок 1.3 – Роза ветров по сезонам (2012-2021 гг.), Мурманская область [1]

Уфа

Город расположен на востоке Русской равнины в пределах Прибельской холмисто-увалистой равнины. Абсолютные отметки высот от 80–85 м (урезы рек Белой, Уфы) до 200–212 м (районы «Старой Уфы», парка «Гафури», междуречье Белой–Шугуровки) [5].

Климат умеренно-континентальный, близок к умеренно-холодному. Общими его особенностями являются: сравнительно влажное теплое лето и умеренно-суровая снежная зима. Июль – самый теплый месяц года, температура в среднем – 20,8 °С. Январь – самый холодный месяц года, средняя температура – 11,9 °С. Среднегодовая температура за период 1991-2021 гг. – 4,7 °С. Среднегодовая норма осадков – 681 мм.

Рисунок 3 – Роза ветров по сезонам (2012-2021 гг.), г. Уфа [8]

1.3 Хозяйственная деятельность

Мурманская область

Область богата такими полезными ископаемыми, как медно-никелевые руды, апатит-нефелиновые руды, редкоземельные металлы (Ловозерское месторождение) и др. Производится добыча нефти на шельфе в Баренцевом море, добыча газа на Штокманском месторождении [9,10].

Уфа

Город является одним из крупнейших транспортных узлов России (железнодорожные, трубопроводные, автомобильные магистрали, воздушные и речные пути). Электричеством город обеспечивают, в основном, теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), работающие преимущественно на природном газе, угле (2%). Промышленность Уфы в основном представлена нефтеперерабатывающей, химической, машиностроительной и деревообрабатывающей отраслями. В регионе производится несколько

экономически важных видов продукции: автомобильный бензин, дизельное топливо, полимеры пропилена.

Глава 2. Организация мониторинга атмосферного воздуха в исследуемых регионах

Глава 3. Влияние техногенных условий на качество атмосферного воздуха

3.1 Обзор изученности и постановки проблемы

3.2 Анализ выбросов загрязняющих веществ в исследуемых регионах

3.3 Статистический анализ рядов концентраций загрязняющих веществ

Глава 4. Влияние метеорологических условий на распространение загрязняющих веществ в Мурманской области и Уфе.

.

4.1 Влияние атмосферных осадков на формирование уровня загрязнения воздуха в регионах

4.3 Влияние туманов и штилей на формирование уровня загрязнения атмосферного воздуха

Глава 5. Метеорологический потенциал самоочищения атмосферы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сайт погоды в мире [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://rp5.ru/Погода_в_мире (дата обращения 20.11.23)
2. Доклады о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области за 2012-2021 гг. – Министерство природных ресурсов, экологии и рыбного хозяйства Мурманской области [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mpr.gov-murman.ru/activities/napravleniya/okhrana-okruzhayushchey-sredy/00.condition/index.php> (дата обращения 20.11.22)
3. ФБГУ «Башкирское управление по гидрометеорологии и мониторингу ОС» [Электронный ресурс] – URL: <http://www.meteorb.ru/monitoring/air-pollution-ufa> (дата обращения 02.04.23)
4. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://murmanskstat.gks.ru/folder/72711> (дата обращения 20.02.23)
5. Официальный сайт Администрации городского округа город Уфа Республики Башкортостан [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ufacity.info/maps/> (дата обращения 02.04.23)
6. Василевская Н. В., Морозова Д. А. Мониторинг роста и развития *Syringajosikaea Jacq. fil.* в условиях Евро-Арктического региона (на примере г. Мурманска) // Принципы экологии. 2020. Т. 9. № 2. С. 3–2.
7. Яковлев Б. А. Климат Мурманской области. – Мурманское кн. изд-во, 1961.
8. Сайт метеорологических данных [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.climate-data.org/> (дата обращения 03.04.23)
9. Барашева Т. И. Мурманская область в XXI веке: тенденции, факторы и проблемы социально-экономического развития. — Апатиты: Издательство Кольского научного центра РАН, 2009. — 192 с.
10. ФБГУ Мурманское УГМС [Электронный ресурс] – URL: <http://www.kolgimet.ru/> (дата обращения 20.09.23)

- 11.Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.3492-17(с изменениями на 31 мая 2018 года)[Электронный ресурс] –Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/556185926> (дата обращения 08.09.22)
- 12.Метеостанции, посты видеоконтроля в Мурманской области [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://pogoda51.ru/meteo>
- 13.Европейский центр среднесрочных прогнозов погоды (European Centre forMedium-Range WeatherForecasts, ECMWF) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ecmwf.int/>(дата обращения 20.11.22)
- 14.Действующие метеорологические станции сети Росгидромета [Электронный ресурс] – Режим доступа:<http://portal.esimo.ru> (дата обращения 23.04.23)
- 15.Ежегодник состояния и загрязнения атмосферы в городах на территории России (ГГО им. А. И. Воейкова) [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://voeikovmgo.ru/images/stories/publications/2021/ejegodnik_zagr_atm_2020.pdf(дата обращения 23.04.23)
16. Федеральная служба государственной статистики[Электронный ресурс] – Режим доступа:<https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 30.03.23)
- 17.Безуглая Э. Ю., Завадская Е. К., Ивлева Т. П. Роль климатических условий в формировании изменений загрязнения атмосферы //Труды Главной геофизической обсерватории им. АИ Воейкова. – 2013. – №. 568. – С. 267-279.
- 18.Селегей Т. С., Юрченко И. П. Потенциал рассеивающей способности атмосферы //География и природные ресурсы. – 1990. – №. 2. – С. 132-137.
- 19.СелегейТ. С., Филоненко Н. Н., ЛенковскаяТ. Н. О методике определения метеорологического потенциала загрязнения атмосферы //Оптика атмосферы и океана. – 2015. – Т. 28. – №. 8. – С. 725-729.

