



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра прикладной и системной экологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему «Оценка аэрогенного риска здоровью для населения города
Череповец»

Исполнитель Баранов Арсений Викторович
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель Кандидат географических наук
(ученая степень, ученое звание)

Колесникова Евгения Владимировна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой 
(подпись)

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

Алексеев Денис Константинович
(фамилия, имя, отчество)

«08» 06 2022 г.

Санкт-Петербург

2022

Содержание	
Введение.....	4
Список сокращений.....	7
1. Постановка проблемы и обзор её изученности....	Error! Bookmark not defined.
2. Идентификация опасности.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Экономико-географическая характеристика города	Error! Bookmark not defined.
2.2 Основные источники загрязнения атмосферного воздуха	Error! Bookmark not defined.
2.3 Характеристика загрязняющих веществ, выбрасываемых промышленными предприятиями города Череповец	Error! Bookmark not defined.
2.4 Характеристика промышленных предприятий	Error! Bookmark not defined.
2.5 Выявление приоритетных загрязняющих веществ	Error! Bookmark not defined.
2.6 Расчёт категории опасности предприятий	Error! Bookmark not defined.
2.7 Индекс загрязнения атмосферы в городе Череповец	Error! Bookmark not defined.
3. Оценка экспозиции.....	Error! Bookmark not defined.
3.1 Обоснование выбора районов Череповца для оценки риска	Error! Bookmark not defined.
3.2 Обоснование выбора групп населения для оценки риска	Error! Bookmark not defined.
3.3 Заболеваемость населения Череповца	Error! Bookmark not defined.
4. Оценка зависимости доза-эффект.....	Error! Bookmark not defined.
4.1 Оценка рисков краткосрочного воздействия ..	Error! Bookmark not defined.
4.2 Оценка рисков долгосрочного воздействия ...	Error! Bookmark not defined.
4.2.1 Оценка неканцерогенного риска.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.2 Оценка канцерогенного риска	Error! Bookmark not defined.
4.2.3 Оценка хронического риска	Error! Bookmark not defined.
5. Характеристика опасности	Error! Bookmark not defined.
Заключение	8

Список использованных источников.....	12
Приложение А.....	Error! Bookmark not defined.
Приложение Б.....	Error! Bookmark not defined.
Приложение В.....	Error! Bookmark not defined.
Приложение Г.....	Error! Bookmark not defined.
Приложение Д.....	Error! Bookmark not defined.
Приложение Е.....	Error! Bookmark not defined.
Приложение Ж.....	Error! Bookmark not defined.
Приложение З.....	Error! Bookmark not defined.
Приложение И.....	Error! Bookmark not defined.
Приложение К.....	Error! Bookmark not defined.

Введение

В России насчитывается 1117 городов, от малых с населением до 50 000 человек, до крупных с населением 250 000 человек и городов-миллионников. Население России на 1 января 2022 года по оценке Росстата составляет 145 478 097 человек. Из них 74.7 % проживают в городах. Города живут промышленностью. В малых она представлена пищевой, лёгкой и добывающей, а в крупных – обрабатывающими производствами и машиностроением. Промышленное загрязнение атмосферного воздуха городов негативно влияет на здоровье населения и состояние окружающей среды.

Работа посвящена исследованию влияния выбросов основных промышленных предприятий города Череповец на здоровье населения. Проведена оценка воздействия пяти промышленных предприятий Череповца на качество атмосферного воздуха. Три предприятия относятся к пищевой промышленности: ООО «Череповецкий молочный комбинат», АО «Череповецкий мясокомбинат», АО «Русский бисквит». ЗАО «Череповецкий фанерно-мебельный комбинат» относится к деревообрабатывающей промышленности. Эти промышленные объекты находятся в городе и граничат с жилой застройкой, и объектами социально-культурной инфраструктуры. Они оказывают прямое негативное влияние на население, проживающее в непосредственной близости. Последнее рассматриваемое предприятие – Череповецкий металлургический комбинат ПАО «Северсталь». Это градообразующее предприятие, на котором работает значительная часть населения города. Основное производство находится на удалении от жилой застройки Череповца, но часть промышленной зоны граничит с городом.

Объектом исследования является воздействие пяти промышленных предприятий на состояние атмосферного воздуха и здоровье населения Череповца.

Предметом исследования являются концентрации 46 неканцерогенных загрязняющих веществ и 9 канцерогенных в атмосферном воздухе и выбросы этих веществ промышленными предприятиями Череповца. Исследования проведены по данным за 2018 год. Так же в работе использовались социально-демографические характеристики населения: численность по районам, возрастной состав и

дифференциация населения по роду занятий. Задействована информация по ожидаемому отклику организма на воздействие загрязняющих веществ, а также учтены физиологические параметры исследуемых индивидуумов.

Цель выпускной квалификационной работы: оценить воздействие промышленных предприятий на здоровье населения города Череповец.

Задачи работы:

1. Провести обзор научных публикаций по состоянию атмосферного воздуха города Череповец, изучить основные болезни, преобладающие у населения Череповца;
2. Изучить деятельность промышленных предприятий и оценить категорию их опасности, выявить приоритетные загрязняющие вещества в атмосфере;
3. Оценить воздействие выбросов рассматриваемых предприятий на здоровье населения с использованием рискологической концепции.

Исследование проводилось с использованием *методов* статистического и картографического анализа. Нормирование качества атмосферного воздуха проводилось по утвержденным нормативам ПДК, ОБУВ и референтными концентрациями. В работе использовался метод оценки категории опасности промышленного предприятия по данным о его функционировании. Для оценки риска здоровью населения использовались принятые в России методы оценки неканцерогенного и канцерогенного рисков, а также их видов.

Актуальность исследований связана с важностью дифференцированной оценки влияния различных по своему профилю предприятий промышленности на качество воздуха городов с плотной жилой застройкой. По предлагаемой разработанной схеме возможно провести подобные исследования в любом городе России, где есть одновременно предприятия пищевой промышленности, деревообрабатывающей промышленности и металлургии.

Новизна работы заключается в том, что для рассматриваемых промышленных объектов Череповца исследование уникально. Для данных предприятий никогда не проводилась оценка неканцерогенного и канцерогенного риска здоровью, риска обнаружения специфического и неспецифического запаха, риска хронического воздействия и коллективного риска. Впервые сделан прогноз развития ситуации по заболеваемости населения онкологическими заболеваниями.

Личный вклад автора заключается в поиске, сборе, обработке и анализе данных по качеству воздуха в Череповце, данных о выбросах предприятий города и данных о социально-демографических и физиологических характеристиках населения города. Автор изучил и проанализировал принятые в настоящее время в России методики по оценке влияния промышленных объектов на состояние атмосферного воздуха и здоровья населения, осуществил вычисления согласно методикам и представил результаты в наглядной форме.

Список сокращений

АО – акционерное общество;

ДКС – Дворец культуры строителей, точка среди жилой застройки под воздействием ПАО «Северсталь»;

ЗАО – закрытое акционерное общество;

ЗВ – загрязняющее вещество;

ИЗА – индекс загрязнения атмосферы;

ОАО – открытое акционерное общество;

ОБУВ – ориентировочно безопасный уровень воздействия;

ОВОС – оценка воздействия на окружающую среду;

ОНВ – объект, оказывающий негативное воздействие;

ООО – общество с ограниченной ответственностью;

ПАО – публичное акционерное общество;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

СанПин – санитарные правила и нормы;

ЧФМК – Череповецкий фанерно-мебельный комбинат.

Заключение

Череповец является городом с развитой промышленностью, представленной химико-металлургическим сектором, деревообработкой и металлообработкой. Он вносит значительный вклад в ВВП России, однако регулярно входит в топ самых загрязнённых городов страны. В Череповце 95% выбросов приходится на стационарные источники, основной гигант-производитель – металлургический комбинат «Северсталь». Население города составляет 309 445 человек, большая часть взрослого населения работает в производственной сфере. Несмотря на то, что исследования комплексных индексов загрязнения атмосферы часто показывают хорошее состояние воздуха (ИЗА = 3.2), оценка реальной опасности для населения и риска для его здоровья является сейчас нерешённой проблемой.

Исследование заболеваний в Череповце показало, что наиболее распространены болезни органов дыхания. Болезненность населения составляет 166 296 человек, что больше половины населения города. Это связано с тем, что превышения предельных уровней риска встречаются у тех ЗВ, которые поражают органы дыхания. В Череповце не самый высокий уровень заболеваемости онкологией в регионе (591.5 человек), но самый большой уровень смертности от нее (1 129.8 человек).

Для оценки риска для здоровья населения Череповца были собраны, обработаны и проанализированы данные по выбросам ЗВ от пяти промышленных предприятий, образующих кольцо основной жилой зоны города: ООО «Череповецкий молочный комбинат», АО «Череповецкий мясокомбинат», АО «Русский бисквит», ЗАО «Череповецкий фанерно-мебельный комбинат» и ПАО «Северсталь». Влияние ПАО «Северсталь» представлено пятью расчётными точками в городе, в непосредственной близости от предприятия.

На этапе «Идентификация опасности», анализ предприятий показал, что всего номинально они выбрасывают выбрасывают 55 ЗВ: 46 неканцерогенных и 9 канцерогенных.

В результате расчёта показателя опасности ЗВ было проведено их ранжирование для каждого предприятия. Важно отметить, что по всем предприятиям, кроме «Русского Бисквита» наиболее опасными являются диоксид азота (C_{mj} от 2.31 до 64.16), оксид азота (C_{mj} от 2.19 до 3.95) и оксид углерода (C_{mj} от 1.21 до 7.62).

Расчёт показателя опасности предприятий показал, что все они относятся к 4, 3 и 2 категориям опасности. АО «Русский Бисквит» относится к 4 категории опасности, ЧФМК относится к 2 классу опасности, молочный и мясокомбинат относятся к 3 категории опасности предприятия. На Северстали показатель опасности не рассчитывался из-за отсутствия исходных данных о валовых выбросах и высотах источников.

На этапе «Оценка экспозиции» проведено обоснование выбора двух районов города для оценки риска здоровью. Северный и Индустриальный районы были выбраны для исследований из-за наиболее плотной застройки жилой зоны. Кроме того, данная территория города окружена промышленными предприятиями и на их население оказывается наибольшее воздействие. Население было разделено на 3 категории по физиологическим параметрам.

На этапе оценки зависимости «доза-ответ» результаты расчётов показали, что ни на одном предприятии не превышает риск обнаружения специфического запаха. Риск обнаружения неспецифического запаха на предприятиях близок к нулю.

Расчёт неканцерогенного риска показал, что на всех предприятиях кроме АО «Русский бисквит» есть превышения его предельно допустимого значения, что говорит о высокой вероятности развития неонкологических заболеваний у населения.

Расчёт канцерогенного риска показал, что на всех предприятиях его значения не превышают верхней границы приемлемого риска $CR = 10^{-4}$, либо находятся в диапазоне приемлемого риска для профессиональных групп и неприемлемого риска для обычного населения $10^{-3} > CR > 10^{-4}$.

Далее в работе был выполнен расчёт коллективного канцерогенного риска, приведенного к одному году. По всем предприятиям данный вид риска не превышает единицы, поэтому за один год экспозиции не ожидается ни одного

дополнительного случая заболевания. Из-за исследуемых ЗВ ближайшие превышения ожидаются через 2 года от Северстали, через 3 от ЧФМК, через 6 от мясокомбината. На АО «Русский бисквит» коллективный риск не рассчитывался, так как невозможно рассчитать канцерогенный риск.

Расчёт хронического риска позволил определить вероятность увеличения общей заболеваемости населения в рассматриваемых районах города. У каждого предприятия выявлены превышения потенциального риска. Чаще всего превышения предельно допустимого значения (0.005) встречается по таким ЗВ, как *диоксид азота* (Риск от 0.0069 до 0.0089), *формальдегид* (Риск от 0.006 до 0.02) и *взвешенные вещества* (Риск от 0.006 до 0.007).

Таким образом, в результате оценки риска здоровью населения города Череповец были обнаружены превышения предельно допустимых уровней неканцерогенного и канцерогенного рисков. Были выявлены загрязняющие вещества, вносящие наибольший вклад в развитие онкологических и неонкологических заболеваний среди местного населения. Сделан вывод, что те ЗВ, которые чаще всего превышают предельно допустимые значения – оказывают воздействие на органы дыхания. Для уменьшения воздействия этих ЗВ будут приведены рекомендации, позволяющие снизить уровень риска здоровью:

1. Так как было показано, что для всех предприятий Череповца самыми опасными для здоровья населения являются *диоксид азота*, *оксид азота* и *оксид углерода*, то рекомендуется снижение выбросов именно этих загрязнителей. Их поступление обычно связано с неполным сгоранием в результате технологических процессов: сжигание топлива в котельной, опалка туш, сжигание мусора и работой двигателей внутреннего сгорания автотранспорта. Для уменьшения выбросов этих ЗВ можно заменить бензиновые автопогрузчики на электрические; утилизировать отходы производства, а не сжигать их; очищать выбрасываемые в атмосферный воздух газы. Такие методы позволят в том числе снизить риск обнаружения специфического запаха диоксида азота.
2. Самый высокий неканцерогенный риск здоровью населения Череповца на ООО «Череповецкий молочный комбинат» создают такие ЗВ, как *диоксид азота*, *бензин* и *керосин*. Для снижения уровня риска от бензина и керосина

рекомендуется использовать электрические автопогрузчики. Наиболее высокий уровень неканцерогенного риска на АО «Череповецкий мясокомбинат» создают *диоксидазота, оксид азота и фенол*. Для снижения концентраций фенола рекомендуется очищать выбрасываемые в атмосферный воздух газы. Самый высокий неканцерогенный риск на ЗАО «ЧФМК» создают *диоксидазота, диоксид серы, оксид углерода и взвешенные вещества*. Для снижения значения риска от взвешенных веществ рекомендуется устанавливать и следить за состоянием пылеуловителей. Самый высокий неканцерогенный риск вблизи ПАО «Северсталь» создают такие ЗВ, как *диоксидазота, дигидросульфид, нафталины взвешенные вещества*. Для снижения значения риска от нафталина рекомендуется устанавливать газоочистные установки на доменных печах, т.к. нафталин является побочным продуктом коксования угля при выплавке чугуна.

3. Наиболее высокие канцерогенные риски, превышающие приемлемый уровень ($CR = 10^{-4}$), формируются в основном для взрослого населения при экспозиции 30 лет и иногда у подростков при экспозиции 11 лет. Для снижения уровня канцерогенного риска от *отдревесной пыли, формальдегида и углерода (саже)* рекомендуется устанавливать и следить за состоянием пылеуловителей. Для снижения значения риска от *бензола и бенз/а/пирена* можно так же устанавливать газоуловители. Кроме этого, можно вводить в зону активного горения воду или пар, что снижает выбросы этих ЗВ.

4.

Список использованных источников

1 Кузнецова И. А., Чежина Н. В, Петрова Л. Ш. [и др.]. О реализации федерального проекта «Чистый воздух» на территории г. Череповца Вологодской области / Под редакцией А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2020. – С. 245-255.

2 Кузьмин С. В., Авалиани С. Л., Додина Н. С. [и др.]. Основные результаты выполненных проектов по оценке риска здоровью в ряде городов - участников федерального проекта «Чистый воздух» (Липецк, Череповец, Новокузнецк, Омск) – Пермь: Издательство Пермского национального исследовательского университета, 2021. – С. 331-338.

3 Авалиани С. Л., Шашина Т. А., Додина Н. С. [и др.]. Опыт и перспектива применения анализа риска здоровью при реализации федерального проекта «Чистый воздух» для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения / Под редакцией А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2020. – С. 231-239.

4 Ревич, Б. А. Некоторые показатели здоровья жителей городов федерального проекта «Чистый воздух» / Б. А. Ревич, Т. Л. Харьков, Е. А. Кваша // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 2. – С. 16-27.

5 Зайцева Н. В., Май И. В., Рейс Ж. [и др.]. К оценке дополнительной заболеваемости населения COVID-19 в условиях загрязнения атмосферного воздуха: методические подходы и некоторые практические результаты // Анализ риска здоровью. – 2021. – № 3. – С. 14-28.

6 Панин С. В. Региональные особенности факторов среды обитания и их вклад в формирование показателей здоровья (на примере г.Череповца) / Под редакцией А. Ю. Поповой, Н. В. Зайцевой. – Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2018. – С. 70-75.

7 Аксенов А. В., Егоренкова С. В. Анализ влияния производственных выбросов ОАО "Северсталь" на экологическое состояние города Череповца – Череповецкий государственный университет, 2015. – С. 10-13.

8Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Авалиани С.Л., Буштуева К.А. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Под.ред. Рахманина Ю.А., Онищенко Г.Г. М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002.

9 Трифанова Т.А., Ширкин Л.А. Оценка и сравнительный анализ рисков для здоровья населения (на примере г.Владимир) [Текст]; – Владимир: ВООО ВОИ ПУ «Рост», 2010.

10Скупинова Е. А., Золотова О. А. // География Вологодской области: Учебник для общеобразовательной школы. – Вологда., 2005. – 240 с.

11 Яндекс карты // [электронный ресурс]. – Режим доступа – <http://maps.yandex.ru>.

12 WorldWeather [Электронный ресурс]: Архив погоды в Череповце – Режим доступа: <https://world-weather.ru/>.

13 Официальный сайт Череповца [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cherinfo.ru/>.

14 Решение Череповецкой городской думы о социально-экономическом развитии города Череповца на 2022 год и плановый период 2023-2024 годов. – Череповец., 2021.

15 Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Вологодской области [Электронный ресурс] – Режим доступа: vologdastat.gks.ru.

16 Северсталь [Электронный ресурс]: Изменение климата – Режим доступа: <https://www.severstal.com>.

17 ФосАгро [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.phosagro.ru/>.

18 ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 10.03.76 № 579.

19 Свойства вредных и опасных веществ, обращающихся в нефтегазовом комплексе. Справочник. ДООАО Газпроектинжиниринг. М. 2005 г. 368 с.

20 Рысс И. Г., Химия фтора и его неорганических соединений, М., 1956; Фтор и его соединения, пер. с англ., т. 1-2, М., 1953-56; Профессиональные болезни, 3 изд., М., 1973

21 ООО «Северсталь-проект» // Полигон промышленных отходов ПАО «Северсталь» ОВОС. – Череповец., 2018. – 125 с.

22 Распоряжение Правительства РФ от 8 июля 2015 года № 1316-р «Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды» (с изменениями на 10 мая 2019 года).

23 ГН 2.1.6.1339-03 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

24 Письма НИИ Атмосфера о присвоении кодов от 10.03.2021 № 10-2-180/21-0 от 16.03.2021 № 10-2-201/21-0.

25 «Методическое пособия по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух», СПб., 2002.

26 РД 52.04.667-2005 о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения.

27 Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова [Электронный ресурс] – Режим доступа: voeikovmgo.ru.

28 Большаков А.М., Крутько В.Н., Пуцилло Е.В. Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения [Текст];– М., 1999.

29 Киселев А. В. Оценка потенциального риска здоровью в системе гигиенического мониторинга при оценке качества окружающей среды [Текст].

30 Число и размер частных домохозяйств по регионам Российской Федерации [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.gks.ru/bgd/regl/B05_16/IssWWW.exe/Stg/3-05.htm.

31 Р2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

32 БУЗ Вологодской области «Медицинский информационно-аналитический центр» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://miac.volmed.org.ru/index.php?page=medstat/>.

33 Макарова В.Г. Устинова О.Ю. [и др]. Иммунологический профиль и состояние поствакцинального иммунитета к инфекциям, управляемым средствами иммунопрофилактики у детей в условиях комбинированной аэрогенной экспозиции химическими веществами техногенного происхождения. – 2013. – Т. 248, № 11. – С. 27–29.

34 Швыряев А.А., Меньшиков В.В. Оценка риска воздействия загрязнения атмосферы в исследуемом регионе: Учебное пособие для вузов [Текст]; – М.: Издательство МГУ, 2004.

35 Информационно-методическое письмо Департамента Госсанэпиднадзора МЗ РФ № 1100/731-01-111 от 26.03.2001 «Оценка риска многосредового воздействия химических веществ (расчет дозовой нагрузки, критерии оценки риска канцерогенных и неканцерогенных эффектов)».

36 Новиков С.М., Шашина Т.А., Скворцова Н.С. Критерии оценки риска при кратковременных воздействиях химических веществ [Текст]// Гигиена и санитария. – 2001.

37 Новиков С.М., Шашина Т.А., Фурман В.Д., Лебедева Н.В. Применение зависимостей «доза-ответ», полученных в эпидемиологических исследованиях, при оценке риска для здоровья населения от воздействия вредных факторов окружающей среды/ Центр подготовки и реализации международных проектов технического содействия [Текст]; – М., 2001.

38 Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Филатов Н.Н. и др. Критерии оценки риска для здоровья населения приоритетных химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Методические рекомендации/ НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина РАМН, ММА им. И.М. Сеченова, Центр госсанэпиднадзора в г.Москве. М., 2001.

39 Критерии оценки риска для здоровья населения приоритетных химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Методические рекомендации. Утверждены главным санитарным врачом г. Москвы. М.: НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н.Сысина, ММА им. И.М.Сеченова, ЦГСЭН в г. Москве, 2000 г.

40 МР 2510/5716-97-32"Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения».

41 Постановление департамента Госсанэпиднадзора «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации» №25 от 10.11.97.