

**Открытый межмуниципальный Фестиваль исследовательских и социальных проектов
«Уральские самоцветы»**

Секция: естественно - научная

**Тема: Оценка загрязненности атмосферного воздуха в городе Невьянске
по химическому составу снежного покрова**

Автор: Брагин Святослав Алексеевич

Научный руководитель: Гумбаева Татьяна Юрьевна

Место выполнения работы: МАОУ СОШ с. Быньги, ЦО «Точка роста»

с. Быньги 2024

Оглавление	
Введение	3
Глава 1. Обзор литературы по проблеме исследования	4
1.1 Город как социально-пространственная организации населения, построенный человеком.....	4
1.2 Основные источники загрязнения атмосферного воздуха городов	4
1.3 Методы оценки состояния атмосферного воздуха в городской среде	6
1.4 Снег как индикатор чистоты воздуха.....	6
1.5 Выводы к главе 1.....	6
Глава 2. Материалы и методики исследования	8
2.1. Физико-географические и климатические характеристики района исследования	8
2.2. Рабочий план исследования.....	8
2.3. Характеристика объекта исследования.....	8
2.4 Методики исследования.....	8
2.4.1 Методика отбора проб снега.....	8
2.4.2 Методики органолептического анализа воды.....	9
2.4.3 Методики химического анализа воды.....	10
2.5 Сроки и участки отбора проб.....	11
Глава 3. Результаты исследования и их обсуждение	12
3.1 Результаты органолептического анализа талой воды.....	12
3.2 Результаты химического анализа талой воды.....	12
3.3 Выводы к главе 3.....	13
Заключение	14
Литература	15

Введение

В настоящее время в большинстве городов воздух сильно загрязнён выбросами промышленных предприятий, отопительных сооружений и транспорта. Загрязняющие вещества трудно увидеть, ощутить органами чувств, однако ежегодно на головы горожан падает несколько килограмм твёрдых частиц пыли, сажи, золы, аэрозолей, выхлопных газов, паров и дыма.

Загрязнение воздуха отрицательно сказывается на состоянии здоровья горожан, негативно влияет на развитие животных и растений.

Несмотря на усиление мер контроля над состоянием окружающей среды в городах, количество выбросов непрерывно увеличивается, что свидетельствует о необходимости и важности систематического изучения загрязнения атмосферы урбанизированных территорий.

В качестве индикатора чистоты воздуха в городе нами был выбран снег, так как учёными экспериментально доказано, что снег способен накапливать в себе загрязняющие вещества. Поэтому, рабочая гипотеза исследования состояла в том, что, если определим химический состав снежного покрова, то сможем оценить загрязнённость воздуха и выявить основные источники его загрязнения.

Итак, объектом данного исследования стали талые пробы снега, взятые в разных частях города, а предметом их органолептические свойства и химический состав.

Цель исследования: изучение загрязнённости воздуха в городе Невьянске по органолептическим свойствам и химическому составу снегового покрова.

Для её достижения требовалось решить следующие задачи:

- изучить литературу по проблеме исследования;
- провести органолептический и химический анализ талых проб снега;
- проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

Методы исследования: аналитические, метод конверта для отбора проб, органолептический и химический анализ талого снега.

Глава 1 Обзор литературы по проблеме исследования

1.1 Город как социально-пространственная организации населения, построенный человеком

В России город – это населенный пункт, главными характеристиками которого являются географическое положение, численность населения, его площадь, административное значение и др. [6].

В социальном аспекте город отличается от сельского населённого пункта многоэтажной застройкой, широким развитием общественного транспорта и связи, преобладанием застроенной и замощённой частей территории над садово-парковыми пространствами.

В появлении новых городов или в развитии существующих большое значение имеет строительство промышленных предприятий и учреждений, вокруг которых они и формируются. Немаловажное значение имеет и экономико-географическое положение населённого пункта, так города появляются в узлах пересечения транспортных путей, в крупных горнодобывающих районах, в районах интенсивного сельского хозяйства.

В зависимости от численности населения, в соответствии Градостроительным кодексом Российской Федерации, города подразделяются на сверхкрупные - с численностью населения свыше 3 млн.чел.; крупнейшие - от 1 до 3 млн.чел.; крупные - от 250 тыс.чел до 1 млн.чел.; большие города имеют численность 100 - 250 тыс.чел.; средние - 50 - 100 тыс.чел., а малыми городами и посёлками городского типа называют населённые пункты с численностью население не более 50 тыс.чел. [10].

В России более 950 городов, из них 2/3 получили этот статус только в XX веке и возникли в связи с хозяйственным освоением её природных богатств. Процесс урбанизации, связанной с ростом городов и распространением городского образа жизни, сопровождающийся градостроительной деятельностью, развитием коммунально-бытового хозяйства и промышленного производства, ростом автомобилизации, концентрацией населения и высокими техногенными нагрузками в таких поселениях, способствует загрязнению и изменению природной среды, вызывает целый комплекс экологических проблем [3].

1.2 Основные источники загрязнения атмосферного воздуха городов

Проблема загрязнения атмосферного воздуха в городах затрагивает сразу несколько аспектов: заболеваемость населения, ухудшения экологической обстановки в городе и негативного влияния на природу в целом. В законе «Об охране атмосферного воздуха» прямо сказано, что атмосферный воздух является жизненно важным компонентом окружающей среды, неотъемлемой частью среды обитания человека, растений и животных. Поэтому его защита от загрязнений является необходимой и важной задачей.

Среди источников загрязнения атмосферного воздуха есть как естественные и искусственные. К естественным источникам относятся природные явления, например, деятельность вулканов, дым от лесных пожаров, пыльные бури. К искусственным или антропогенным источникам загрязнения атмосферы относятся промышленные и теплоэнергетические предприятия, транспорт, системы отопления жилищ, сельское хозяйство, бытовые отходы. Естественно, что антропогенное загрязнение по масштабу значительно превосходит естественное загрязнение атмосферы [8].

Некоторые авторы выделяют такие виды загрязнений как автомобильное, промышленное, энергетическое [3]. Автомобильное загрязнение связано с автомобильными выхлопными газами, которые способствуют ослаблению организма человека, снижению иммунитета. Выбросы загрязняющих веществ также являются причиной различных заболеваний. Все это приводит к тому, что проблема негативного воздействия выбросов автотранспорта на окружающую среду и здоровье населения стала одной из наиболее острых экологических проблем городов.

Следующий вид загрязнения городов - энергетическое загрязнение. Энергетические объекты по степени влияния на окружающую среду принадлежат к числу наиболее опасных, так как для производства энергии широко используется ископаемое топливо - каменный уголь,

нефтепродукты и природный газ. Это уже само по себе определяет состояние загрязнения городской среды продуктами сгорания.

Промышленное загрязнение образуется в процессе работ различных отраслей промышленности: металлургии, химической промышленности и других. В атмосферный воздух промышленные предприятия выбрасывают огромное количество загрязняющих веществ, которые непосредственно влияют на здоровье населения, что приводит в дальнейшем к различным тяжёлым болезням. Интенсивное развитие нефтеперерабатывающей, химической, микробиологической промышленности способствует загрязнению окружающей среды веществами, обладающими аллергенными свойствами. Кроме того, ряд химических ингредиентов раздражает и повреждает слизистую верхних дыхательных путей и бронхов [9].

Свердловская область промышленно развитый регион. По данным Государственного доклада министерства природных ресурсов Свердловской области за 2023 год [11] основной вклад в суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в области вносили предприятия по обеспечению электрической энергией, газом, паром и кондиционированием воздуха (33,9%), металлургического производства (22,7%), добычи металлических руд (15,5%). Выбросы от автотранспорта по Свердловской области в целом по данным официального сайта Федеральной службы по надзору в сфере природопользования составили 153,99 тыс. т (в 2022 году – 149,97 тыс. т).

Приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха селитебных территорий Свердловской области являются: взвешенные вещества, различные виды пыли, диоксид азота, оксид азота, диоксид серы, оксид углерода, сажа, фенол, формальдегид, аммиак, мышьяк, марганец, медь, никель, свинец, хром шестивалентный, цинк, бензин и др.

Входя в состав выхлопных газов, выбросов промышленных предприятий, тепловых и газовых котельных они пагубно влияющих на здоровье населения. Так, в условиях комплексной химической нагрузки проживает 75,9% населения Свердловской области, или более 3,2 млн. человек (76% в 2022 г.). При ранжировании факторов риска комплексной химической нагрузки лидирует химическая нагрузка на население, связанная с загрязнением атмосферного воздуха. К территориям риска по комплексному химическому загрязнению относятся 17 муниципальных образований области, среди них Невьянский ГО [11].

Безусловно, с ростом народонаселения увеличивается количество автомобилей, растут производственные мощности. Как следствие, происходит увеличение концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Однако решения данной проблемы ещё нет. В последнее время появляется все больше электромобилей. Они не загрязняют окружающую среду, так как не используют бензин, соответственно не производят выхлопных газов. Однако, сразу возникает другая проблема - при производстве электроэнергии образуются продукты сгорания топлива, которые загрязняют атмосферу. Таким образом, проблема все также остаётся нерешенной и стоит на повестке дня.

Установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) в атмосферном воздухе тех или иных веществ-загрязнителей [14]. Такая концентрация не оказывает на человека и его потомство прямого или косвенного воздействия, не ухудшает работоспособности, самочувствия, а также санитарно-бытовых условий жизни людей. Однако, исходя из количества экологических проблем на сегодняшний день, можно сделать вывод, что допустимые показатели концентрации не всегда соблюдаются.

Поэтому, с целью охраны атмосферного воздуха необходимо осуществлять производственный контроль со стороны юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, которые имеют источники вредных химических, биологических и физических воздействий на атмосферный воздух. При застройке городов необходимо планировать и мероприятия по их благоустройству, чтобы территория городов была разделена на жилые и промышленные районы с защитной зоной между ними. При этом, направление ветра должно быть от жилых районов к промышленным, улицам и площади должны иметь гладкое покрытие, например асфальтовое, все свободные территории должны озеленяться [10].

Таким образом, атмосферный воздух является важнейшим компонентом природной среды, следовательно, его охрана должна быть первостепенной задачей не только государства, но и общества в целом.

1.3 Методы оценки состояния атмосферного воздуха в городской среде

Существует большое количество методов для оценки состояния атмосферного воздуха на урбанизированных территориях. Среди них основными можно считать следующие.

- Импактный мониторинг - осуществляют в местах значительного антропогенного воздействия. Мониторинг производят на стационарных, маршрутных и передвижных постах.

- Рекогносцировочный метод предполагает создание карты-схемы города с нанесённой на ней регулярной сетки с шагом 0,1, 0,5 или 1 км. Рандомный отбор и исследование проб проводят на территории по специальной программе в точках, которые совпадают с узлами сетки, наложенной на карту-схему.

- Метод сравнения фактических концентраций с предельно допустимыми концентрациями (ПДК), когда средняя концентрация за месяц вещества-загрязнителя атмосферного воздуха сопоставляется со среднесуточной ПДК, а наибольшая разовая концентрация - с максимальной разовой ПДК [4].

- Метод расчёт индекса загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА), который рассчитывается по пяти ингредиентам, вносящим наибольший вклад в загрязнение атмосферы города.

Также в настоящее время стали использоваться методы математических расчёта рассеивания примесей. Для этого применяют, например, статистические модели Гауссовского типа, модели течений воздушных потоков в уличных каньонах, физические модели обтекания зданий и сооружений с использованием аэродинамических труб, а также модели на основе комплексного подхода, где применяются натурные эксперименты, численное и физическое моделирование

1.4 Снег как индикатор чистоты воздуха

Для изучения состава атмосферного воздуха в экологических исследованиях применяют количественные методы и индикационные оценки.

Индикационную оценку можно провести химическими и биологическими методами. При использовании химических методов проводится химический анализ депонирующих сред (дождь, снег), пылевых отложений. При этом определяют продукты, образовавшиеся при «вымывании» атмосферы [1].

Наиболее доступным и простым для исследования является снежный покров, который является удобным индикатором загрязнения атмосферы.

При образовании снежного покрова из-за процессов сухого и влажного выпадения примесей концентрация загрязняющих веществ в снегу оказывается на 2-3 порядка выше, чем в атмосферном воздухе [2]. Так, например, в снежном покрове могут накапливаться ионы кальция, меди, хрома, железа, хлора, свинца, сульфаты, сульфиты, ионы водорода и другие вещества. Поэтому измерения их содержания могут производиться более простыми методами с высокой степенью надёжности. Средняя продолжительность снежного покрова на Среднем Урале составляет около 5-6 месяцев. Загрязнение снежного покрова нитратами и сульфатами представляет особый интерес в связи с тем, что эти компоненты могут быть причиной увеличения кислотности почвы.

1.5 Выводы к главе 1

Изучив литературу по проблеме исследования, установили, что

- город как населенный пункт характеризуется географическим положением, численностью населения, занимаемой площадью, административным значением. На его территории имеется многоэтажная застройка, развит общественный транспорт и связь, застроенная и замощённая части территории преобладают над садово-парковыми пространствами.

- Процесс урбанизации сопровождается ростом промышленного производства и автомобилизацией, концентрацией населения и высокими техногенными нагрузками на городскую среду. Это способствует её загрязнению и изменению.

- Основными источниками антропогенного загрязнения атмосферного воздуха в городах являются газовые выбросы промышленных и теплоэнергетических предприятий, транспорт, системы отопления жилищ.

- Для оценки состояния атмосферного воздуха на урбанизированных территориях используют стационарные, маршрутные и передвижные посты; сравнивают фактическую концентрацию загрязняющих веществ с их предельно допустимыми концентрациями; рассчитывают индекс загрязнения атмосферного воздуха; используют методы математических расчёта рассеивания примесей.

Для ученического изучения загрязнения атмосферного воздуха можно использовать индикационную оценку химическими и биологическими методами. Наиболее доступным и простым для исследования является снежный покров, который является удобным индикатором загрязнения атмосферы.

Глава 2. Материалы и методики исследования

2.1. Физико-географические и климатические характеристики района исследования

Невьянск - город (с 1919 года) в России, административный центр Невьянского района Свердловской области. Площадь города - 39 км². Численность населения на 01.01.2024 года - 22050 человек; плотность населения - 585,2 чел/км². Этот старейший город-завод Урала расположен на восточном склоне Среднего Урала, на реке Нейве, которая в черте города образует Невьянский пруд. Невьянск находится в 74 км по автодороге от областного центра - города Екатеринбурга. Географические координаты города: 57°29' С.Ш. 60°13' В.Д. Высота над уровнем моря - 240 м [12].

Градообразующим предприятием в настоящее время является Невьянский машиностроительный завод, Невьянский экспериментальный механический завод, завод по производству сухих смесей «Бергауф», завод китайской компании «Хайлонг» по обработке буровых труб полимерным покрытием. В посёлке Цементном, спутнике Невьянска (к западу от города), находится предприятие АО «Невьянский цементник».

В городе находится железнодорожная станция Невьянск на направлении Екатеринбург - Нижний Тагил и автовокзал.

Климат Свердловской области – умеренно-континентальный, с холодной зимой и тёплым летом. Самый холодный месяц – январь со средней температурой –18,3°С. Самый тёплый месяц – июль, его среднесуточная средняя температура +19°С. Среднегодовая температура +1,9 °С. Среднее годовое количество осадков составляет 500 мм. Относительная влажность воздуха – 69,9 %. Средняя скорость ветра – 3,3 м/с. Сумма положительных температур за вегетационный период 1650 °С. Высота снежного покрова – 60 см. [13].

Почвы в окрестностях города дерново-подзолистые, тяжелосуглинистые. Содержание гумуса, по результатам исследования почв составляет 2,5-3,2%. Преобладают почвы со слабощелочной, близкой к нейтральной, реакцией среды, со средним и повышенным содержанием фосфора 10,1-25,0 мг/100 г почвы [12].

2.2. Рабочий план исследования

1 этап - подготовительный (10.10.2023-15.03.2024): определение объекта исследования; разработка программы исследования.

2 этап – исследовательский (24.03-05.28.03.2024): определить участки отбора проб снега в черте города, отобрать пробы снега и провести анализ органолептических свойств и химического состава талой воды.

3 этап – аналитический (01.04-21.05.2024): обработка и анализ полученных результатов исследования.

2.3 Характеристика объекта исследования

Снег представляет собой твёрдые атмосферные осадки, состоящие из мелких ледяных кристаллов и их отростков, и является хорошим индикатором распространения загрязняющих веществ в окружающей среде. Загрязняющие вещества, находящиеся в атмосфере попадают вместе с осадками в снежный покров и накапливаются там. При этом источники загрязнения - промышленных предприятий, автомобильного транспорта и др. могут находиться как вблизи, так и на больших расстояниях от точки отбора проб. В снежном покрове может находиться во много раз больше загрязняющих веществ, чем в атмосфере, т.к. он загрязняется поэтапно [1].

2.4 Методики исследования

2.4.1 Методика отбора проб снега

Отбор проб снега производится один раз в год в III декаде марта. Для отбора снега используются снегомер, снегомерная рейка, полиэтиленовые пакеты вместимостью 10-12 куб.дм. или полиэтиленовое ведро с крышкой для проб снега; полиэтиленовая плёнка - подкладка под крышку ведра размером 50x50 см.

Проба снега на каждом участке объединяет отдельные керны снега, взятые для определения в нескольких точках. При высоте покрова более 60 см. количество кернов в пробе не должно быть меньше трёх. Каждый керн снега вырезается на полную глубину снежного покрова. Перед ссыпанием снега в полиэтиленовое ведро или пакет необходимо тщательно очистить снежный конец снегомера и снежный керн от грунта и растительных включений.

При отборе на участке фиксируются следующие данные: место отбора пробы (название участка), средняя высота снега, количество кернов, наличие или отсутствие проталин или оголённых участков вблизи места отбора пробы.

К предварительной обработке предъявляют следующие основные требования: растапливанию и фильтрованию подлежит весь объем пробы, Фильтр должен плотно прилегать к стенке воронки, во время фильтрования к нему прикасаться нельзя. Для растапливания снег переносят в стаканы, при этом из него пинцетом выбирают и отбрасывают веточки, листья, хвою, траву и другие растительные остатки. Растапливание снега производится при комнатной температуре.

Фильтрованную воду разливают в полиэтиленовые бутылки и в таком виде талая вода готова к анализу [7].

2.4.2 Методики органолептического анализа воды

Все описанные ниже методы химического анализа воды взяты в «Руководстве по анализу воды» А.Г. Муравьева [5].

К органолептическим характеристикам относятся цветность, мутность (прозрачность), запах, пенистость и др.

Цветность воды. Оценку цветности воды производят, сравнивая образец с дистиллированной водой. Для этого в пробирки высотой 10–12 см наливают отдельно исследуемую и дистиллированную воду. При дневном освещении, на фоне белого листа, образец с водой рассматривают сверху и сбоку, оценивают цветность как наблюдаемый цвет [6].

Цветность воды	
Слабо-желтоватая	Коричневая
Светло-желтоватая	Красно-коричневая
Жёлтая	Другая (укажите какая)
Интенсивно-жёлтая	

Запах. Интенсивность запаха воды измеряют в баллах. Запах определяют при нормальной температуре (20°C). В колбу с притёртой пробкой объёмом 250-350 см³ отмеривают 100 см³ исследуемого образца воды, закрывают пробкой и перемешивают вращательными движениями, после чего колбу открывают и определяют характер и интенсивность запаха по 5-балльной шкале согласно требованиям ГОСТ 3351.

Интенсивность запаха, балл	Характеристика	Признаки появления запаха
0	нет запаха	отсутствие ощутимого запаха
I	очень слабый	запах, не замечаемый потребителем, но обнаруживаемый специалистом
II	слабый	запах, обнаруживаемый потребителем, если обратить на это внимание
III	заметный	запах, легко обнаруживаемый, может быть причиной того, что вода неприятна для питья
IV	отчётливый	запах, обращающий на себя внимание; может заставить воздержаться от питья
V	очень сильный	запах, настолько сильный, что делает воду непригодной для питья

Мутность/прозрачность. Определение прозрачности воды основано на определении высоты водяного столба, при которой ещё можно визуально различить (прочсть) чёрный шрифт высотой

3,5 мм и шириной линии 0,35 мм на белом фоне (шрифт Снеллена). Используемый метод является унифицированным и соответствует ИСО 7027. Результаты выражаются в сантиметрах.

Прозрачность	Единицы измерения, см
Прозрачная	> 30
Маломутная	> 25-30
Средней мутности	> 20-25
Мутная	> 10-20
Очень мутная	<10

2.4.3 Методики химического анализа воды

При анализе проб талой снеговой воды использовались две группы методов - колориметрические и титриметрические. Колориметрический - метод визуального сравнения окраски пробы с контрольной цветной шкалой. Его использовали для определения концентрации нитрат-ионов и кислотности воды (рН).

Титриметрический метод основан на измерении объема раствора реактива точно известной концентрации, расходуемого для реакции с определяемым веществом. Этим методом определяли количество карбонат-ионов, сульфат-ионов, хлоридов.

- Для определения **сульфатов** в пробу воды добавляют $BaCl_2$, который взаимодействует с сульфатами раствора, в результате чего образуется $BaSO_4$ - мелкий зернистый осадок в виде взвеси. В точке эквивалентности избыток ионов бария реагирует с индикатором Орраниловый К с образованием комплексного соединения. При этом окраска раствора изменяется из сине-фиолетовой в зеленовато-голубую. Титрование проводится при $pH=4,0$. Расчёт концентрации сульфатов (C_c , мг/л) в анализируемой воде по формуле: $C_c=384V$.

Определение **хлорида** (Cl^-) производится добавлением в пробу воды хромата калия и далее титрованием нитратом серебра до появления оранжево-бурой окраски. Титрование выполняется в пределах $pH 5,0$. Расчёт концентрации хлорид-ионов ($C_{хл}$, мг/л).

$$C_{хл} = (V_{AgNO_3} \times N \times 35,5 \times 1000) / V_A = V_{AgNO_3} / V_A, \text{ где}$$

V_{AgNO_3} – объем раствора азотнокислого серебра, израсходованный на титрование, мл;

N – концентрация раствора азотнокислого серебра, 0,05 моль/л;

V_A – объем воды, взятой на анализ, мл;

35,5 – эквивалентная масса хлора;

1000 – коэффициент пересчёта единиц измерений из г/л в мг/л.

Определение **нитрат-ионов** (NO_3^-) основано на предварительном восстановлении нитрат-ионов до нитрит-ионов с последующим образованием азокрасителя в результате реакции нитрит-иона с реактивом Грисса. Концентрация нитрат-ионов в пробе определяется методом визуального сравнения окраски пробы с контрольной цветной шкалой.

Определение **карбонат-ионов** (HCO_3^- и CO_3^{2-}) производится раствором фенолфталеина. При отсутствии окрашивания раствора, при слабо-розовом окрашивании считают, что карбонат-ионов в пробе нет. При ярко-розовой окраске раствор титруют слабым раствором соляной кислоты до его обесцвечивания. Объем раствора соляной кислоты (V_f), израсходованного на титрование, определяют по разности двух объемов: начальный и исходный.

Определения суммарного содержания **катионов железа, меди и хроматов** в воде проводилось с помощью разных тест-систем «Общее железо», «Медь» и «Хромат-тест» по одинаковой методике: индикаторную полоску опускают в анализируемую воду на 5-10 с. и сравнивают через 3 минуты окраску участка с образцами на шкале.

Для **определения рН** проб использовались индикаторные полоски, которые после взаимодействия с водой изменяли окраску. Окрашенную индикаторную полоску сравнивали со шкалой на пластиковом контейнере, в которой она хранилась.

2.5 Сроки и участки отбора проб

Для проведения оценки загрязнённости воздуха в городе Невьянске были выбраны 6 точек отбора проб снега (рис.1). Точка №1 – у газовой котельной; №2 – у остановки Демидовская; №3 – у железнодорожного вокзала; №4 – у СЮН; №5 – у СТО «Ява»; №6 – у школы №6.

Отбор проб снега производили 24 марта 2024 года. Для отбора снега использовали сапёрную лопату. Снег набирали на полную глубину снежного покрова в пластиковые контейнеры объёмом 15 литров методом конверта в пяти точках участков.

Средняя высота снежного покрова на участках изменялась в пределах 61-75 см (табл. 1). С каждого участка отбиралось по 5 кернов. Проталины и оголённые мест на участках не отмечено.

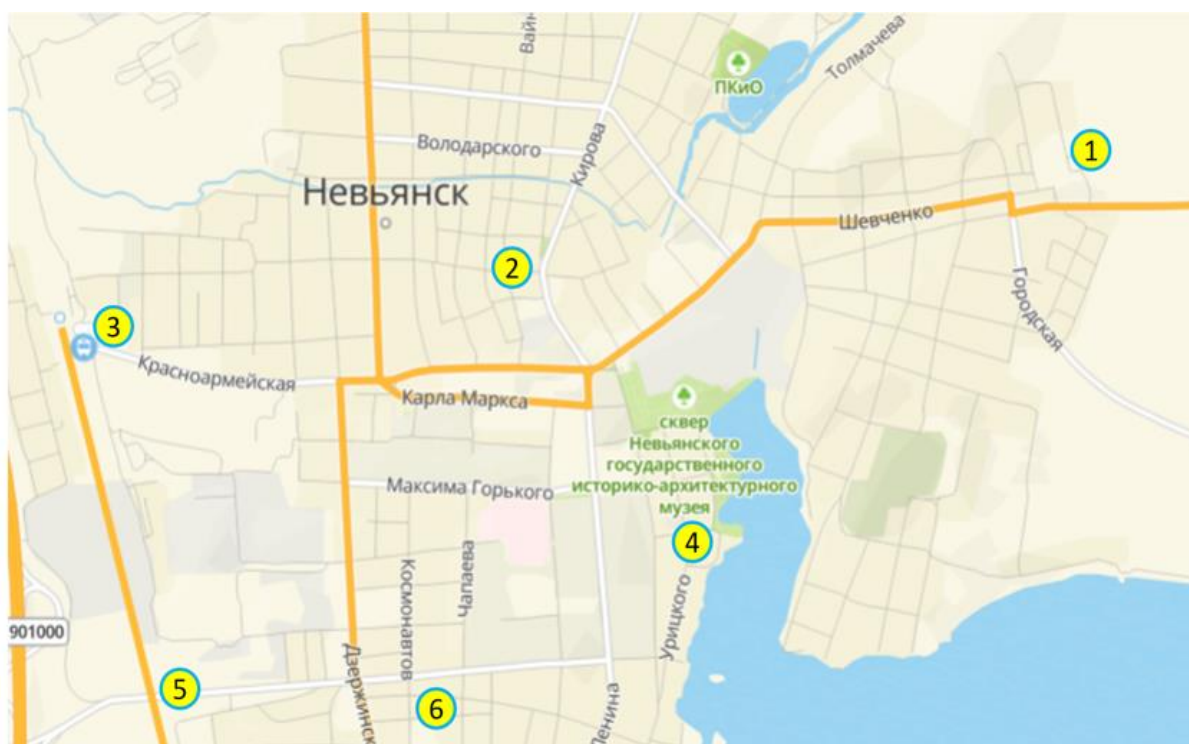


Рисунок 1 - Схема расположения точек отбора проб снега в городе Невьянске

Таблица 1 - Характеристика участков отбора проб

Признаки участков отбора проб	Пробы снега					
	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Средняя высота снега, см	66	72	59	63	75	61
Количество кернов, шт.	5	5	5	5	5	5
Проталины, оголённые участки	-	-	-	-	-	-

Взятые пробы снега растаивали в учебной лаборатории при комнатной температуре, фильтровали и сливали в пластиковые бутылки.

Глава 3. Результаты исследования и их обсуждение

3.1 Результаты органолептического анализа талой воды

Проведённый анализ 6 проб воды показал, что в трёх точках №2, №3, №4, расположенных в центральной части города вода имеет светло-жёлтый цвет, а точках №1, №5, №6 вода она имеет слабо-жёлтый цвет (таблица 1), что свидетельствует о повышенной загрязнённости снега в центре города.

Прозрачность воды во всех точках изменяется в пределах от 30 до 42 см. Минимальная прозрачность отмечена в точке №2 – 30 см, максимальная прозрачность в точках №6 - 42 см, что характеризует её как прозрачную во всех точках.

Вода в точках №2 (у железнодорожного вокзала) и точке №3 (у остановки) имела заметный запах, соответствующий 3 баллам, вода в точке №4 (у СЮН) имела слабый природный запах, соответствующий 2 баллам. В остальных точках талая вода запаха не имела..

Таблица 2 - Органолептические свойства талой воды в исследуемых точках города Невьянска

Органолептические свойства воды	Пробы снега					
	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Цветность	Сл.ж	Св.ж	Св.ж	Св.ж	Сл.ж	Сл.ж
Прозрачность, см	40	30	34	36	39	42
Запах, баллы	0	3	3	1	0	0

3.2 Результаты химического анализа талой воды

Химический анализ талой воды проводился по восьми показателям. Анализ на кислотность показал, что концентрация катионов H^+ в ней не превышает ПДК и изменяется в пределах 6,5-7 единиц (табл. 1).

Из химических веществ в состав воды входили 4 химических вещества: сульфаты, нитраты, хлориды и ионы железа 2-х и 3-х валентного. Все они не превышают предельно допустимую концентрацию (ПДК).

Следует отметить, что максимальное количество сульфатов (76,8 мг/л) и нитратов (5,2 мг/л) содержится в пробе №1 (у котельной), что может быть связано с повышенной концентрацией в атмосфере оксидов серы и азота, содержащихся в дымовых газах котельной, образующихся при сжигании природного газа. Минимальное количество этих веществ (2,6 мг/л) отмечено в пробах №2, №4, №5 и №6.

Наличие сульфатов и нитратов во всех пробах может быть связано с тем, что в городе преобладает частный сектор и многие дома имеют печное и газовое отопление, при сжигании каменного угля и газ в атмосферу поступают оксиды серы и азота.

Таблица 1 - Содержание химических веществ в пробах снега

Химические вещества	Пробы						ПДК	Вывод
	№1	№2	№3	№4	№5	№6		
SO_4^{2-} (мг/л)	76,8	55,68	24,84	27,87	55,68	27,84	100	Не превышает
NO_3^- (мг/л)	5,2	2,6	3,9	2,6	2,6	2,6	45	Не превышает
CO_3^{2-} (мг/л)	0	0	0	0	0	0	10	Отсутствует
Cu^{2+} (мг/л)	0	0	0	0	0	0	1	Отсутствует
Fe^{2+}, Fe^{3+} (мг/л)	0	0	0	0	0	0	0,3	Отсутствует
Cr^{3+} (мг/л)	0	0	0	0	0	0	0,02	Отсутствует
Cl^- (мг/л)	0	30	6	6	0	6	150	Не превышает
pH^+	6,5	6,5	6,5	7	6,5	6,5	6,5-8,5	Не превышает

Максимальное количество анионов хлора (30 мг/л) отмечено в пробе №2 (у остановки). Также в небольших количествах хлориды отмечены у железнодорожного вокзала, станции юных натуралистов, у школы №6 (6 мг/л). Все эти точки находятся вблизи дорог и тротуаров, поэтому, наличие в пробах снега хлоридов может быть связано с использованием хлорсодержащих реагентов для удаления льда с дорожного покрытия и тротуаров.

Кроме этого, в исследуемых пробах снега отсутствовали катионы меди, железа, хрома и карбонат-ионы.

3.3 Выводы по главе 3

Таким образом, проведённое исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. По органолептическим свойствам талая вода во всех исследуемых точках была прозрачная, по цвету изменялась от слабо-жёлтого до светло-жёлтого цвета, запах находился в пределах от 2 до 3 баллов.

2. По химическому составу в воде не отмечено превышение ПДК по сульфатам, нитратам, карбонатам, хлоридам, меди, хрому и общему железу. Показатель кислотности воды (рН) был в норме.

Заключение

В ходе выполнения работы был проведён обзор литературы о городе как социально-пространственной организации населения и последствиях процесса урбанизации; выявлены основные источники загрязнения атмосферного воздуха городов и методы его оценки; выбран и охарактеризован индикатор чистоты воздуха.

Отобраны пробы снега в шести точках города Невьянска.

Проведя анализ талой воды по трём органолептическим показателям, установили, что по прозрачности, цветности и запаху талая вода в разных точках города различна. Менее прозрачная с заметным запахом и более насыщенного жёлтого цвета оказалась вода, полученная из проб снега, взятых в центральной части города.

Химический анализ талой воды проводился по восьми показателям. Результаты анализа показали, что все они находятся в пределах нормы и не превышают предельно допустимую концентрацию. Присутствие сульфатов и нитратов в снежном покрове во всех взятых пробах, свидетельствует о поступлении в атмосферу продуктов сгорания газа и других видов топлива во всех районах города. Обнаруженные в отдельных пробах хлориды были взяты в точках, находившихся вблизи дорог и тротуаров. В местах удалённых от дорог хлориды в пробах не обнаружены.

Таким образом, основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в городе Невьянске являются автотранспорт, котельные и частные домовладения с печным и газовым отоплением.

Итак, рабочий план исследования выполнен полностью. В ходе проделанной работы выдвинутая гипотеза подтвердилась, так как выполненные анализы помогли оценить состояние атмосферного воздуха в пределах нормы и выявить основные источники его загрязнения.

Считаю, что с поставленными задачами справился и цели достиг. Работу по мониторингу состояния атмосферного воздуха в городе продолжу в следующем году, используя биологические индикаторы.

Выражаю благодарность моему научному руководителю, Т. Ю. Тумбаевой за оказанную помощь.

Литература

1. Ашихмина Т.Я. Школьный экологический мониторинг. Учебно-методическое пособие – М.; Агар, 2000 - 385 с.
2. Василенко В. Н. и др. // Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеоиздат, 1985
3. Вронский В.А. Прикладная экология: Учебн. пос. / В.А.Вронский. - Ростов- на-Дону: Феникс, 1996. – 512 с.
4. Глуховская, М.Ю. Методы исследования качества среды урбанизированных территорий: практикум для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование / М.Ю. Глуховская, Т. А. Евстифеева / - Оренбург: Изд-во: Оренбургский государственный университет, 2020. - 102 с.
5. Муравьев А.Г. Руководство по анализу воды: Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки./ Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева / - СПб.: «Крисмас+», 2011, – 264 с.
6. Хомич В.А. Экология городской среды: учеб. пособие для вузов / В.А.Хомич. – Омск: Изд-во СиБАДИ. - 2002. – 267 с.
7. Чернова, Н. М. Лабораторный практикум по экологии: учеб. пособие для студентов пед. институтов по биол. спец. - М.: Просвещение, 1986 - 94 с.
8. Давыдова И. С., Гапоненко А. В. Проблема загрязнения атмосферного воздуха в городах // Sciences of Europe. 2017. №14-2 (14)
9. Погорельская, С. А. и др. Аллергизация населения в условиях промышленного загрязнения атмосферного воздуха / С.А. Погорельская, А. В Литовская, Н. В. Мокеева, Ю.П. Тихомиров // Гигиена и санитария. 1992. №2.
10. Градостроительный кодекс (ГрК РФ): последняя редакция с изменениями на 2023-2024 год и Комментариями - URL: <https://www.gradkod.ru/> (Дата обращения 12.03. 2024).
11. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды на территории Свердловской области в 2023 году» URL: https://mprso.midural.ru/upload/uf/fe2/tqbgk6v06nbp4zd04g2l0gu4d24mp4pk/Gosudarstvennyy_doklad_2023.pdf (дата обращения 14.06.2024)
12. Невьянск – история, население, климат, координаты – сайт РУВИКИ - URL: <https://ru.ruwiki.ru/wiki/Невьянск> (Дата обращения 3.04.2024)
13. Свердловская область. Природа и климат. Портал. Большая российская энциклопедия - URL: <https://bigenc.ru/c/sverdlovskaja-oblast-priroda-1d4940> (Дата обращения 5.04.2024)
14. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 22 декабря 2017 г. № 165 "Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.1.6.3492-17 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений" | Сайт информационно-правовой портала ПРАЙМ: ГАРАНТ.РУ - URL: <https://www.garant.ru/>