

Министерство просвещения Российской Федерации

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение средняя
общеобразовательная школа №589 Колпинского района г. Санкт-Петербурга

**IX Международный конкурс исследовательских работ
школьников "Research start" 2026/27**

Проектная работа по химии (экологический мониторинг)

**«Мониторинг состояния окружающей среды через
анализ качественного состава снега»**

Выполнили: Бочкарева Алена Сергеевна

Ученица 9Б класса

Руководитель: Гармонщикова Наталья Николаевна

учитель химии

Оглавление

Пояснительная записка

Глава 1. Теоретическая часть

1.1. Снежный покров как индикатор загрязнения окружающей среды

1.2. Влияние автомобильного транспорта и противогололёдных материалов на химический состав снега

1.3. Обоснование выбора точек отбора и периодичности исследования

1.4. Физико-химические показатели, исследуемые в работе

Глава 2. Практическая часть

2.1. Схема забора проб и описание участков

2.2. Методика экспериментов

2.3. Результаты исследования

2.4. Анализ результатов

Заключение

Список литературы

Приложение 1

Приложение 2

Пояснительная записка

Актуальность

Проблема загрязнения воздуха остро стоит даже в «зеленых» зонах мегаполисов. В зимний период главным индикатором чистоты воздуха становится снег, который аккумулирует выхлопные газы, пыль, сажу и противогололедные реагенты. Весной все накопленные вещества единовременно попадают в почву и грунтовые воды, создавая эффект «химического удара» по экосистеме. Исследование снега на пришкольной территории (школа №589 г. Колпино), на территории детского сада №61 и проезжей частью (ул. Тверская), позволит оценить реальную экологическую нагрузку в местах, где постоянно находятся дети, в рамках одного микрорайона города.

Гипотеза: предполагаем, что снег возле проезжей части содержит больше механических примесей и хлоридов из-за применения зимних реагентов, но общий уровень кислотности не выходит за пределы нормы для городской среды.

Объект исследования: снежный покров на территории школы № 589, детского сада № 61 и прилегающей проезжей части по ул. Тверской

Предмет исследования: физико-химические показатели снега (уровень pH, наличие хлорид-ионов, механическая загрязненность).

Цель: оценить состояние окружающей среды на разных участках территории методом физического и химического анализа снежного покрова.

Задачи:

1. Изучить теоретические основы использования снега как индикатора загрязнения.
2. Провести забор проб снега в трех контрольных точках в середине января, конце февраля и конце марта.
3. Выполнить анализ талой воды на кислотность (pH), содержание хлоридов и механических примесей.
4. проанализировать полученные результаты и сделать выводы о пространственном распределении загрязнителей.
5. Составить картосхему точек отбора и разработать рекомендации по улучшению экологической обстановки.

Методы исследования:

Наблюдение, органолептический метод, физическое фильтрование, визуальная колориметрия, лабораторное исследование, сравнительный анализ.

Этапы реализации проекта:

Месяц	Действия
Декабрь	Теоретическая подготовка, изучение методик, разметка точек отбора проб.
Январь	Первый отбор проб (середина месяца), проведение анализов.
Февраль	Второй отбор проб (конец месяца), продолжение экспериментов.
Март	Третий отбор проб (конец месяца), завершение практической части.
Апрель	Систематизация данных, построение графиков, диаграмм и картосхемы. *Проведение дополнительных исследований при необходимости
Май	Формулировка выводов, оформление работы и презентации.

Глава 1. Теоретическая часть

1.1. Снежный покров как индикатор загрязнения окружающей среды

Атмосферные осадки, и в первую очередь снег, признаны одним из наиболее информативных объектов экологического мониторинга. Это обусловлено физической природой снега: снежинки имеют высокую удельную поверхность и при падении действуют как природные фильтры, захватывая из воздуха аэрозоли, пыль, сажу и растворённые газы. Оказавшись на земле, снежный покров продолжает накапливать загрязняющие вещества, оседающие из атмосферы, попадающие на снег в результате деятельности человека по благоустройству территорий, при использовании антискользящих реагентов.

Преимущества использования снега как индикатора по сравнению с разовым мониторингом воздуха очевидны. Проба снега, отобранная в конце зимы, интегрирует в себе все выбросы за 3–4 месяца, позволяя увидеть усреднённую картину антропогенной нагрузки на территорию.

В снежном покрове консервируются три основных типа загрязнителей:

- ✓ Взвешенные частицы: пыль, песок, сажа, несгоревшие остатки топлива, резиновая крошка от истирания шин.
- ✓ Водорастворимые соли: хлориды, сульфаты, нитраты, попадающие в снег из дымовых газов котельных и с противогололёдными реагентами.
- ✓ Тяжёлые металлы: соединения свинца, цинка, меди, кадмия, сорбированные на поверхности пылевых частиц.

Весной, во время активного таяния снега, все накопленные вредные вещества одновременно поступают в почву, грунтовые воды и поверхностные водоёмы, что наносит серьёзный удар по окружающей среде.

1.2. Влияние автомобильного транспорта и противогололёдных материалов на химический состав снега

Основным источником загрязнения в границах жилых кварталов и возле образовательных учреждений является автомобильный транспорт. Выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания содержат оксиды углерода, азота, серы, углеводороды, в том числе канцерогенный бензапирен. Эти же вредные вещества могут попасть в атмосферу с выбросами предприятий. В нашем случае – это объединённые предприятия «Ижорские заводы». Оксиды азота и серы вступают в реакцию с атмосферной влагой, образуя азотную и серную кислоты. Именно эти кислоты вызывают появление «кислотных дождей» и, как следствие, **снижение показателя pH снега ниже 5,0 (Наличие подобных осадков мы проверим, измерив pH нашего снега)**

Однако на урбанизированных территориях на химию снега влияет ещё один мощный фактор — противогололёдные материалы. В Санкт-Петербурге, как и в других крупных городах, для борьбы с обледенением дорог традиционно применяются пескосоляная смесь (технический галит + песок) и многокомпонентные реагенты. По решению администрации

районов Санкт-Петербурга использование многокомпонентных реагентов возможно только при очень низких температурах и в условиях сильной наледи. Последние годы чаще всего использовались пескосоляные смеси.

Основу большинства реагентов составляет хлорид натрия (NaCl). Ион хлора (Cl^-) является главным маркером транспортного загрязнения снежного покрова. Попадая в талую воду, соль диссоциирует, повышая общую минерализацию. Более того, соли подвергаются гидролизу, что может сдвигать водородный показатель в слабощелочную сторону (**pH до 7,5–8,0**). Высокие концентрации хлоридов губительны для корневой системы растений: уже при содержании Cl^- более 350 мг/л у многих древесных пород начинается некроз листьев и угнетение роста. Помимо химического воздействия, реагенты и песок увеличивают механическое загрязнение: после таяния снега на газонах и асфальте остаются тысячи тонн песка и грязи. Это воздействие пытаются невелировать с помощью слаженной работы дворников, технических служб по благоустройству города. Их усилиями тонны песка вывозятся с улиц города весной после таяния снега.

1.3. Обоснование выбора точек отбора и периодичности исследования

Для того чтобы проследить пространственное распределение загрязнителей, в исследовании был заложен принцип удалённости от главного источника загрязнения — автомобильной дороги. Кроме этого, учитывался и фактор внесения антигололедных веществ работниками по обслуживанию пришкольной территории, и территории возле детского сада (брали снег рядом с дорожками, которые периодически обрабатывались солью)

В качестве контрольных участков определены три точки:

- ✓ Точка № 1 — «Пришкольный участок»: расположена в глубине двора школы № 589, максимально удалена от дороги и защищена зданием школы. Рассматривается как условный «экологический фон» микрорайона.
- ✓ Точка № 2 — «Территория детского сада № 61»: расположен недалеко от школы, частично открыта и находится на среднем удалении от дороги, но здесь возможно влияние на химический состав снега антигололедных реагентов (проезды во дворах)
- ✓ **Точка № 3 — «Проезжая часть ул. Тверская»: зона прямого воздействия. Газон на расстоянии не более 1,5-3 метров от дорожного полотна, где движется основной поток автотранспорта. Предположительно, именно здесь должна быть самая высокая концентрация солей.**

Такая градиентная схема позволяет наглядно показать, убывает ли уровень загрязнения по мере удаления от дороги и насколько эффективно школьное здание и зелёные насаждения выполняют роль естественного барьера.

Отбор проб трижды за сезон (середина января, конец февраля, конец марта) также не случаен. Январь соответствует середине зимнего сезона с активным применением реагентов. Конец февраля — период накопления максимальной снежной толщи. Конец марта характеризует финальное состояние снега перед таянием, когда он спрессован и максимально насыщен накопившейся грязью, включая пыль, поднятую в воздух в оттепельные дни.

1.4. Физико-химические показатели, исследуемые в работе

Для всесторонней характеристики состояния снега в школьной лаборатории доступны несколько методик, не требующих сложного оборудования, но дающих объективную картину.

- ✓ Органолептические показатели (прозрачность, запах, цвет, осадок).

Чистый снег даёт бесцветную прозрачную воду без запаха. Появление желтоватого или серого оттенка, взвешенных частиц, радужной плёнки или химического запаха — прямое свидетельство антропогенного загрязнения.

- ✓ Водородный показатель (рН).

Для чистого снега, впитавшего атмосферный углекислый газ, нормальным является рН, от 5,0 до 6,0. Значения ниже 4,5 говорят о сильном закислении осадков. Значения выше 7,0 в городе, как правило, свидетельствуют о растворении щелочных компонентов дорожной пыли и противогололёдных реагентов.

- ✓ Качественное определение хлорид-ионов (Cl^-)

Хлориды — ключевой индикатор солевого загрязнения. Классический метод их обнаружения — реакция осаждения с нитратом серебра.



В результате образуется характерный белый творожистый осадок хлорида серебра. По визуальной интенсивности помутнения и объёму осадка можно полуколичественно судить о концентрации соли в пробе.

Таким образом, комплексный анализ по трём ключевым маркерам (кислотность, соли, механика) позволяет составить полноценную карту локального загрязнения и сделать обоснованные выводы об экологическом благополучии микрорайона на примере трех выбранных точек отбора снега.

Для анализа снега также возможно использование «Экологической лаборатории», которая позволяет с помощью специальных датчиков определить показатель рН снега с высокой долей точности, а также позволяет определить электропроводность талой воды.

Электропроводность талой воды при химическом анализе снега — это показатель, который отражает способность водного раствора проводить электрический ток. Она определяется наличием в воде ионов — заряженных частиц, которые образуются при растворении солей, кислот, щелочей и других веществ. Чем больше ионов в единице объёма, тем выше электропроводность.

Электропроводность талой воды позволяет сделать следующие выводы:

1. **О наличии примесей и загрязнении.** Чистая дистиллированная вода практически не проводит ток, так как не содержит растворённых солей. Повышенная электропроводность талой воды свидетельствует о присутствии в снеге растворённых веществ — электролитов. Это могут быть соли (например, хлориды, сульфаты, карбонаты), кислоты, щёлочи, а также ионы тяжёлых металлов (свинец, медь, цинк и др.).
2. **О степени минерализации.** Электропроводность косвенно указывает на общую минерализацию воды — суммарное содержание растворённых в ней веществ (TDS — total dissolved solids). Минерализация включает неорганические соли (бикарбонаты, хлориды, сульфаты кальция, магния, калия, натрия) и небольшое количество органических веществ.

3. **О источниках загрязнения.** Анализ электропроводности в сочетании с другими параметрами (например, pH, содержание конкретных ионов) помогает выявить локальные источники загрязнения. Например, вблизи автомагистралей могут накапливаться ионы свинца из выхлопных газов, а в промышленных зонах — ионы от выбросов предприятий. В районах с деятельностью, связанной с использованием соединений натрия (например, в производстве алюминия или целлюлозно-бумажном производстве), может наблюдаться повышение электропроводности из-за накопления ионов натрия.
4. **О состоянии окружающей среды.** Снежный покров аккумулирует вещества из атмосферы, поэтому его анализ, включая измерение электропроводности талой воды, позволяет оценить уровень загрязнения воздуха, поверхностного слоя почвы и близлежащих водоёмов. Корреляция между электропроводностью и pH в фильтрате снеговой воды может указывать на специфические процессы в атмосфере и на ландшафте.

Некоторые дополнительные аспекты:

- Электропроводность зависит не только от концентрации ионов, но и от их типа. Двухзарядные ионы (например, Ca^{2+} , Mg^{2+}) вносят больший вклад в проводимость, чем однозарядные (Na^+ , K^+).
- На величину электропроводности влияет температура: с её повышением подвижность ионов возрастает, что увеличивает проводимость. При измерениях часто проводят температурную компенсацию, приводя результаты к стандартной температуре (обычно 25 °C).
- Единицы измерения — сименсы на метр (См/м), но для природных и подготовленных вод чаще используют микросименсы на сантиметр (мкСм/см).
- Электропроводность не даёт информации о конкретном компонентном составе примесей — для этого требуются дополнительные методы количественного химического анализа (спектрофотометрия, масс-спектральный анализ и др.).

Таким образом, электропроводность талой воды — важный интегральный показатель, который помогает оценить качество снежного покрова и состояние окружающей среды.

Глава 2. Практическая часть

При выполнении проекта практическая часть позволяет выполнить поставленные задачи и ответить на вопросы об экологическом состоянии атмосферного воздуха, о степени загрязненности снега, а следовательно, в дальнейшем почвы, и влиянии этого загрязнения на растения, на животных, человека.

2.1. Схема забора проб и описание участков

Пробы снега отбирались в трёх контрольных точках. Каждая проба помещалась в стерильную емкость и маркировалась. Доставлялась в лабораторию в твёрдом виде для предотвращения химических реакций до начала анализа.

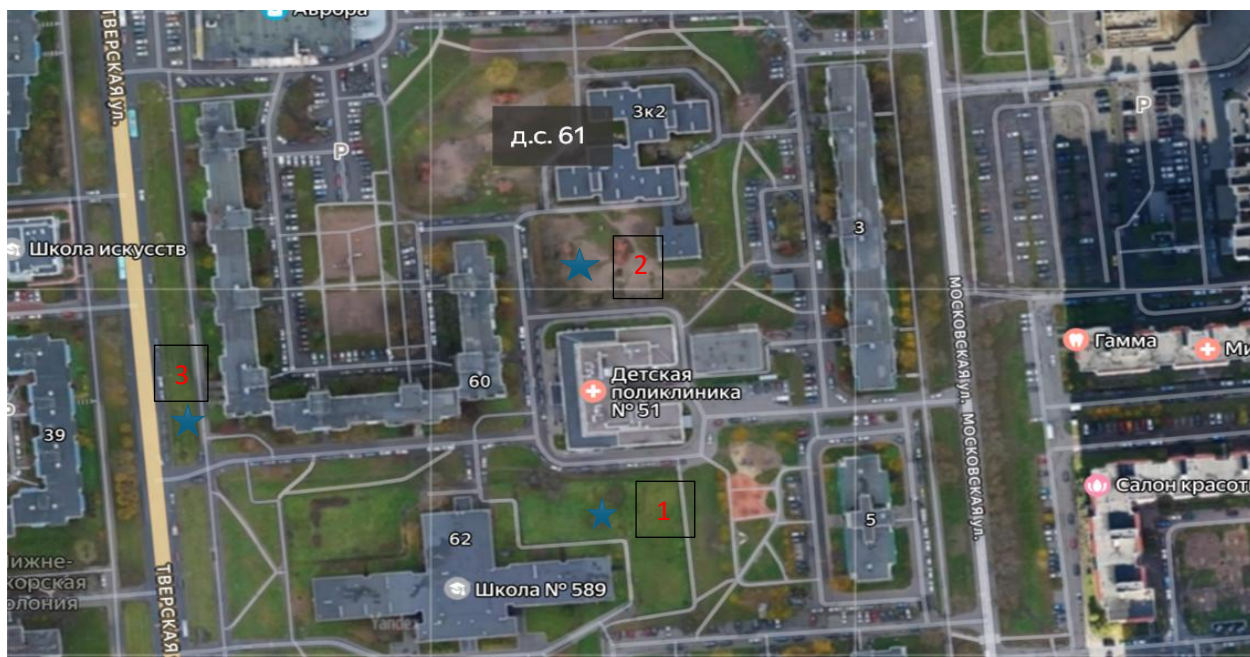
Характеристика точек отбора:

Точка 1 — «Пришкольный участок». Расположена во внутреннем дворе ГБОУ школы № 589 Колпинского района Санкт-Петербурга. Удалена от проезжей части более чем на 150 метров. С двух сторон защищена зданием школы и поликлиникой. Отбор проводился на площадке в глубине школьного двора.

Точка 2 — «Детский сад № 61». Расположена на территории детского сада, вблизи школы. Частично открыта со стороны детской поликлиники. Расстояние до большой дороги составляет около 155–175 метров, до проезда во дворах – 45-50 м. Точка отбора находилась на прогулочной площадке ближе к дорожке к входу в здание сада.

Точка 3 — «Проезжая часть ул. Тверская». Это зона прямого воздействия источников загрязнения. Снег брался с газона вдоль проезжей части на расстоянии 1.5 метров от дорожного полотна. Место интенсивного движения легкового и грузового транспорта в течение всего дня. Кроме этого, следует учитывать, что снег на этой улице при его уборке чаще отваливался на обочину, а не вывозился.

Схема расположения точек:



Спутниковый снимок района проведения исследования.

«Точка 1 — Школа», «Точка 2 — Детский сад», «Точка 3 — Ул. Тверская».

График отбора проб:

Номер отбора	Дата	Период
Отбор № 1	15–17 января	Середина зимы, активное применение реагентов
Отбор № 2	25–28 февраля	Максимальная толщина снежного покрова
Отбор № 3	25–30 марта	Состояние снега перед началом активного таяния

2.2. Методика экспериментов

Оборудование и реактивы:

Химические стаканы (100 мл, 250 мл), мерные цилиндры, стеклянные палочки, воронки, фильтры бумажные «синяя лента», универсальная индикаторная бумага, аналитические весы, штатив с пробирками, пипетка-капельница, раствор нитрата серебра (AgNO_3 , 5%), дистиллированная вода.

Подготовка проб:

Все пробы в лаборатории оставались при комнатной температуре до полного таяния. Для каждого анализа использовалась свежая порция талой воды.

Анализ № 1: Определение кислотности (pH)

Цель: выявить наличие кислотных или щелочных примесей.

Ход работы:

1. В чистый химический стакан налить 50 мл талой воды.
2. Подготовить полоску универсальной индикаторной бумаги.
3. Нанести каплю воды на индикаторную бумагу.
4. Повторить для каждой пробы.

Нормативные значения: pH 5,0–6,0 — слабокислая среда, характерная для чистого снега.

Анализ № 2: Качественное определение хлорид-ионов (Cl^-)

Цель: обнаружить наличие соли (противогололёдных реагентов).

Ход работы:

1. Налить в пробирку 10 мл талой воды.
2. Добавить 3–5 капель раствора нитрата серебра (AgNO_3).

3. Наблюдать за изменениями. При наличии хлорид-ионов выпадает белый творожистый осадок хлорида серебра (AgCl) или наблюдается помутнение.

Уравнение реакции: $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$

Качественная оценка:

- ✓ Нет реакции — прозрачный раствор (Cl^- отсутствуют или следовые количества).
- ✓ Слабое помутнение — слабое содержание хлоридов.
- ✓ Белая муть, заметная на просвет — среднее содержание.
- ✓ Обильный белый осадок — высокое содержание хлоридов.

Техника безопасности: работать строго в перчатках. Нитрат серебра оставляет на коже и одежде тёмные пятна, которые не отстирываются.

Анализ №3. Исследование pH и электропроводности воды с помощью электронных датчиков. Особенности исследования: анализ с использованием оборудования «Лаборатория экологического мониторинга» получилось провести только с последними, третьими пробами снега, так как лаборатория была получена в качестве Приза за прохождение отборочного этапа «Всероссийского конкурса» Движения первых — «Экологический мониторинг». Данные важны для проверки полученных ранее результатов и более точного анализа pH.

1. Подготовить оборудование и пробы талого снега.
2. Включить программу для проведения анализа.
3. Погрузить датчик анализа pH воды в емкость с пробой 1, дождаться начала исследования
4. Снимать показания датчика в течение 2-3 минут.
5. Сохранить полученные данные.
6. Ополоснуть датчик в дистиллированной воде, затем аналогичным образом провести анализ для оставшихся двух проб снега.

Аналогичным образом проводился анализ проб снега на электропроводность с помощью датчика на определение электропроводности воды. Чем выше электропроводность, тем больше концентрация ионов в растворе, тем больше загрязненность снега галитом и, возможно, других солей (выхлопные газы автомобилей возле дороги)

Анализ 4. Визуальный анализ проб на мутность, наличие песчаной взвеси, запах, цвет

2.3. Результаты исследования

Дата первичного анализа: сразу после каждого отбора.

Условия в лаборатории: температура 20–22 °С.

Таблица 1. Органолептические и физико-химические показатели

Точка отбора	Месяц	Прозрачность	Запах	Цвет воды	Наличие осадка
Точка 1(Школа)	Январь	Прозрачная	Отсутствует	Бесцветная	Незначительный

	Февраль	Прозрачная	Отсутствует	Бесцветная	Незначительный
	Март	Слегка мутная	Отсутствует	Бесцветная	Мало частиц
Точка 2 (Детсад)	Январь	Слегка мутная	Отсутствует	Бесцветная	Средний
	Февраль	Мутноватая	Отсутствует	Бесцветная	Средний
	Март	Мутная	Очень слабый	Светло-серая	Много частиц
Точка 3 (Дорога)	Январь	Мутная	Химический	Сероватая	Обильный серый
	Февраль	Очень мутная	Химический	Сероватая	Обильный серый
	Март	Очень мутная	Химический	Серая	Много песка/грязи

Таблица 2. Результаты инструментальных лабораторных измерений

Точка отбора	Месяц	pH (ед.)	Реакция на Cl^- (визуально)
Точка 1(Школа)	Январь	~6,0	Слабая опалесценция
	Февраль	~5,8	Слабая опалесценция
	Март	~8	Слабая опалесценция
Точка 2(Детсад)	Январь	~6,2	Заметное помутнение
	Февраль	~6,0	Заметное помутнение
	Март	~9	Заметное помутнение
Точка 3(Дорога)	Январь	~6,8	Обильный белый осадок
	Февраль	~7,0	Обильный белый осадок
	Март	~7,2	Очень обильный осадок

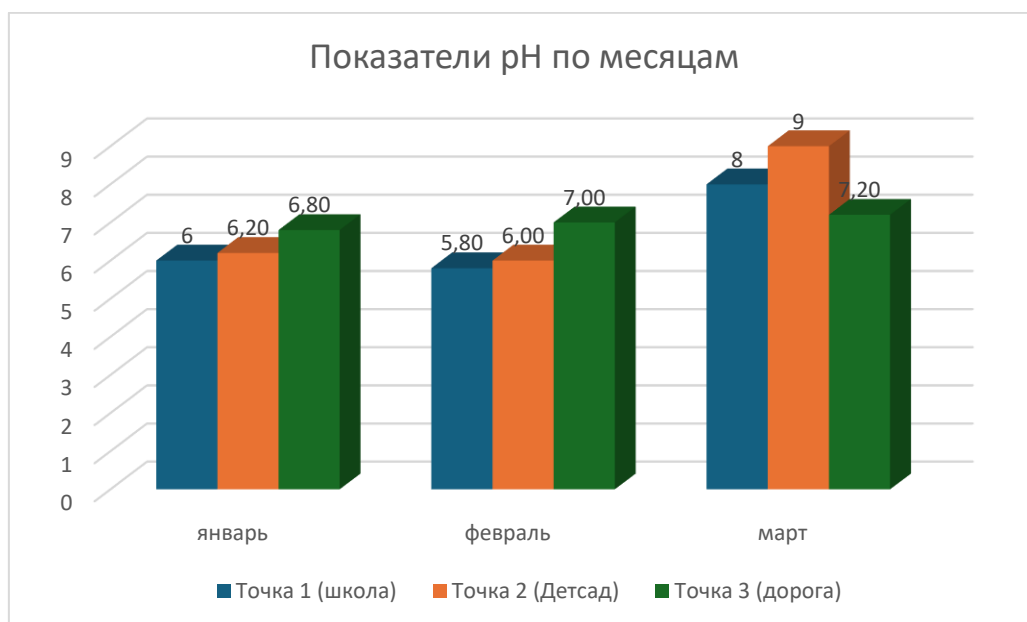
Таблица 3. Результаты измерений с помощью «Лаборатории экологического мониторинга»

Точка отбора	Месяц	pH (ед.)	Электропроводность
Точка 1(Школа)	Март	8.18	1.1
Точка 2(Детсад)	Март	8.46	0.49
Точка 3(Дорога)	Март	6.92	10.2

Таблица 4. Результаты измерений кислотности трех проб (январь, февраль, март) в трех точках

Пробы	Индикаторная бумага			«Эколаборатория»	
	январь	февраль	март	март	
	рН	рН	рН	рН	электропроводность
Точка 1 (школа)	6	5.8	8	8.18	1.1
Точка 2 (Детсад)	6.2	6	9	8.46	0.49
Точка 3 (дорога)	6.8	7	7.2	6.92	10.2

2.3. Графическое сопоставление результатов



2.4. Анализ результатов и рекомендации

Интерпретация данных

На основе полученных данных прослеживается чёткая зависимость уровня загрязнения снега от расстояния до источника эмиссии — проезжей части ул. Тверская.

1. Кислотность (рН)

В точке № 1 и № 2 значения рН находятся в пределах 5,8–6,2, что соответствует норме для слабозагрязнённого снега. В точке № 3 (дорога) рН смещён в слабощелочную область и достигает значений 7,0–7,2. Это объясняется присутствием в пробах противогололёдных реагентов на основе хлоридов щелочных металлов, которые при гидролизе дают слабощелочную реакцию среды, а также влиянием дорожной пыли, содержащей карбонатные частицы (известняк, цемент). Кислотных выбросов, способных опустить рН ниже критической отметки 4,5, ни в одной из проб не выявлено, что говорит об отсутствии мощных промышленных источников оксидов серы и азота вблизи школы.

2. Механическая загрязнённость

Визуально подтверждено значительное превышение количества твёрдых частиц в пробе с ул. Тверская. Серый и тёмно-серый цвет осадка говорит о присутствии сажи, асфальтовой пыли и резиновой крошки — продуктов износа дорожного покрытия и автомобильных шин. Точка № 1 (школьный двор) показала минимальную запылённость, что подтверждает эффективность здания школы как физического барьера.

3. Содержание хлорид-ионов

Качественная реакция с нитратом серебра наглядно показала градиент концентрации соли. В пробах со школьного двора наблюдалась лишь слабая опалесценция (следы соли, принесённые, вероятно, на обуви или с ветром). В точке № 2 (детский сад) содержание хлоридов заметно выше, что связано с обработкой пешеходных дорожек. В точке № 3 концентрация хлоридов визуальнo превышает эталон 500 мг/л, что значительно выше ПДК для водоёмов (350 мг/л). Это доказывает, что основной источник засоления — противогололёдные реагенты, применяемые на проезжей части.

Общий вывод по практической части

Ключевые выводы по показателям, отраженным в таблицах:

- Школа – минимальное загрязнение (лёгкая муть к весне).
- Детсад – низкая минерализация, но высокая муть и серый цвет → твёрдые щелочные частицы (известь, зола, мел, возможно, продукты износа покрытий).
- Дорога – комбинированное загрязнение:
растворимые соли (хлориды Na, Ca, Mg) – электропроводность 10,2;
нерастворимые взвеси (песок, глина, битумная крошка, сажа);
небольшой химический запах (фенолы, амины, продукты разложения реагентов).

Серьёзных токсикологических нарушений (критического закисления, наличия нерастворимых маслянистых плёнок, резкого химического запаха органических растворителей) в исследуемых пробах не обнаружено. Основной экологической проблемой территории является хлоридно-натриевое загрязнение и повышенная запылённость воздуха вблизи проезжей части, что является типичной картиной для жилых кварталов Санкт-Петербурга в зимний период.

Заключение

В ходе выполнения проектной работы был проведён трёхмесячный мониторинг состояния снежного покрова на территории школы № 589 и прилегающих участках (детский сад № 61 и проезжая часть ул. Тверская).

Итоги работы:

1. Изучены теоретические основы экологического мониторинга с использованием снега как депонирующей среды.
2. Проведён отбор и физико-химический анализ проб талой воды по показателям pH, механической загрязнённости и содержания хлорид-ионов.
3. Выявлено, что снег на пришкольном участке и территории детского сада не имеет критических отклонений от нормы. Однако в зоне прямого влияния автотранспорта (газон вдоль ул. Тверская) наблюдается значительное превышение хлоридов и твёрдых частиц, вызванное применением пескосоляной смеси и дорожным износом.

Подтверждение гипотезы:

Выдвинутая гипотеза подтвердилась частично. Действительно, снег возле проезжей части содержит значительно больше механических примесей и хлоридов, чем на фоновой точке. При этом уровень pH остался в пределах нормы, без признаков опасного закисления осадков.

Практическая значимость:

Результаты проекта могут быть переданы администрации школы для планирования мероприятий по озеленению и благоустройству территории, а также использованы на уроках экологии и химии при изучении тем «Гидросфера», «Экологический мониторинг» и «Химические реакции в растворах».

Рекомендации по итогам работы

1. Для дорожной службы (Управление благоустройства, автодор)

Проблема: экстремальная электропроводность (10,2), химический запах, огромный слой песка и солей.

Что делать:

- ✓ Перейти на жидкие реагенты без абразива (например, 30% раствор ацетата калия или формиата натрия) – они дают меньше пыли и осадка, быстрее разлагаются.
- ✓ Если песок необходим – нормировать его количество и обязательно собирать весной вакуумными пылесосами, не оставляя слоем на обочинах.
- ✓ Ввести буферные зоны: в радиусе 100 м от школ, детсадов, больниц – использовать только песок (без соли) или реагенты с биологической безопасностью (мочевина – но она даёт аммиак, тоже не идеал).
- ✓ Вывоз снега: особенно загрязнённый снег с перекрёстков и остановок вывозить на спецполигоны, а не сдвигать на газоны.
- ✓ Контроль качества реагентов: требовать паспорт безопасности с указанием фенолов и тяжёлых металлов.

2. Для администрации детского сада (и школы)

Проблема у детсада: мутная, светло-серая вода, много частиц, слабый запах – при низкой электропроводности. Это твёрдые щелочные частицы.

Что делать:

- ✓ Найти источник – проверить:
 - Нет ли рядом стройки (известковая пыль);
 - Не используется ли котельная на угле/мазуте (зола);
 - Нет ли старой дороги с изношенным асфальтом (битумная крошка);
 - Не посыпают ли территорию смесью песка с известью для сцепления.
- ✓ Весенняя уборка: сразу после схода снега – механическая очистка (метлами/пылесосом) всей площадки от серого налёта.
- ✓ Пролит твёрдых покрытий водой из шланга (смыв в ливнёвку).
- ✓ Защита песочниц: накрывать плёнкой или ставить высокие борта, чтобы загрязнённый снег не задувало.
- ✓ Разъяснение с родителями: не разрешать детям есть снег и лепить из него прямо у забора детсада (особенно снаружи), мыть руки после прогулки.

3. Для экологов

- ✓ Добавить определение:
- ✓ Хлоридов (капельно с AgNO_3) – для дороги количественно подтвердить NaCl .
- ✓ Сухого остатка (выпаривание 100 мл) – сравнить с электропроводностью.
- ✓ pH взвеси – отдельно отфильтровать и измерить pH фильтрата и осадка (у детсада осадок может давать щелочную реакцию).
- ✓ Нефтепродуктов (простейший тест – фильтрация через бумагу, УФ-лампа или нюансы запаха).
- ✓ Карта загрязнения: сделать заборы в 5, 10, 30, 100 м от дороги – найти зону влияния.

4. Для городской администрации / отдела экологии

- ✓ Внести придорожные снегомерные точки в план мониторинга с обязательным измерением электропроводности – это дешевле и быстрее многих химических анализов.
- ✓ Установить норматив электропроводности для снега, вывозимого на газоны (например, не выше 3 мСм/см). Точка «Дорога» (10,2) должна идти только на полигоны.
- ✓ Организовать отдельный сбор снега: чистый (с дворов, школ) – на таяние на газонах, грязный (с магистралей) – на талые очистные или на городские очистные сооружения.

5. Для родителей и жителей (безопасность детей)

- Правило трёх «не» у дороги:
 - Не есть снег.
 - Не лепить снежки из снега ближе 10 м от проезжей части.
 - Не выгуливать собаку без обуви на подушечках лап.
 - После прогулки – мыть руки и лицо, ополаскивать обувь водой.
 - Признаки отравления солью у ребёнка: сильная жажда, редкое мочеиспускание, вялость, рвота – срочно к врачу.

Список литературы

1. Алексеев, С. В. Практикум по экологии : учебное пособие / С. В. Алексеев, Н. В. Груздева, А. Г. Муравьев. – М. : АО МДС, 2019. – 192 с.
2. Ашихмина, Т. Я. Экологический мониторинг : учебное пособие / под ред. Т. Я. Ашихминой. – М. : Академический проект, 2020. – 416 с.
3. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. – М. : Стандартинформ, 2018.
4. Другов, Ю. С. Экологическая аналитическая химия / Ю. С. Другов. – М. : Лаборатория знаний, 2021. – 304 с.
5. Мансурова, С. Е. Следим за окружающей средой нашего города : Школьный практикум / С. Е. Мансурова, Г. Н. Кокуева. – М. : Владос, 2019. – 112 с.
6. Федорова, А. И. Практикум по экологии и охране окружающей среды : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. – М. : Владос, 2021. – 288 с.

Приложение 1.**Влияние сильного загрязнения снега у дороги
(на примере точки «Дорога») на живые организмы****1. На растения**

- ✓ Солевой стресс: ионы Na^+ и Cl^- нарушают осмотическое давление, корни не могут всасывать воду – «физиологическая засуха». Края листьев буреют, растения увядают даже при влажной почве.
- ✓ Нарушение питания: избыток Na^+ вытесняет Ca^{2+} и K^+ из корней → хлорозы, некрозы.
- ✓ Уплотнение почвы: песок и грязь из осадка запечатывают поры, корни задыхаются.
- ✓ Весеннее «ожоги»: когда солёный снег тает и попадает на просыпающиеся почки и всходы – концентрация соли может достигать 10–20 г/л, что убивает меристему.

Пример: липы, берёзы, газонные травы у обочин часто имеют «солевую кайму» – побурение по краю листа.

2. На животных (домашние и дикие)

Млекопитающие (собаки, кошки, белки, ежи):

- поедание снега или слизывание с лап → раздражение слизистой рта и желудка, рвота, диарея, обезвоживание, при больших дозах – гипернатриемия (судороги, отёк мозга).
- химический запах и песок на лапах → пододерматит («солевые ожоги» подушечек), трещины, боль при ходьбе.

Птицы:

- снегири, воробьи, голуби клюют снег и песок с солью – отравление нарушает водно-солевой обмен, пьют больше воды, гибнут от почечной недостаточности.
- засоление кормовых объектов (семян, насекомых на обочине).
- почвенная фауна:

Дождевые черви и ногохвостки мигрируют из засоленных зон или гибнут – нарушается гумусообразование.

3. На человека (детей, пешеходов, жителей)

- ✓ Прямой контакт:
 - снежки, игры в сугробах у дороги → попадание соляной кашицы на кожу (дерматиты, трещины у детей с чувствительной кожей).
 - случайное проглатывание (дети до 3–4 лет) → тошнота, рвота, водянистая диарея, в тяжёлых случаях – гипернатриемия (опасно для младенцев).
- ✓ Через воздух:
 - при высыхании солёной пыли на асфальте – поднятие тонкодисперсных частиц (NaCl , песок, битумные аэрозоли) – раздражение дыхательных путей, кашель, бронхоспазм у астматиков.

✓ Вторичное загрязнение:

- с талыми водами соль и песок попадают в питьевую воду (если рядом колодцы/водозаборы) – повышение хлоридов, жесткости, привкуса.

✓ Дополнительные риски от химического запаха у дороги:

- запах может быть связан с наличием меркаптанов (добавка к газу), фенолов (от противогололёдных реагентов нового типа) или бензола/толуола (остатки топлива). Даже в малых концентрациях эти вещества обладают кумулятивным токсическим эффектом.

