

Научно-технический конкурс учащихся
«Открытый мир. Старт в науку»

**Определение загрязнения окружающей среды по состоянию снегового
покрова**

Выполнила: Подстрахова Ксения Дмитриевна
МБОУ «Лицей «МОК № 2» г.Воронежа
ученица 9 «А» класса

Руководитель: Шичкина Светлана Юрьевна
учитель биологии
МБОУ «Лицей «МОК № 2» г.Воронежа

2023 г. Воронеж, Воронежская область

ОГЛАВЛЕНИЕ

АНОТАЦИЯ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	7
1.1 Снег как индикатор состояния окружающей среды	7
1.2 Источники загрязнения снегового покрова	7
1.3 Влияние загрязняющих веществ (хлоридов, нитритов, ионов железа) на здоровье человека	8
ГЛАВА 2 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	10
2.1 Методика изучение снежного покрова	10
2.2 Методика определения физических свойств талого снега	10
2.3 Методика определения химических свойств талого снега	12
ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ	
3.1 Изучение снежного покрова	14
3.2 Определение физических свойств талого снега	14
3.3 Результаты химического анализа талой воды.....	15
ВЫВОДЫ.....	18
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	20
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	21
Приложение 1	21
Приложение 2	22
Приложение 3	23

АННОТАЦИЯ

Работа посвящена определению загрязнений окружающей среды по состоянию снегового покрова. Снежный покров – прекрасная возможность для исследования загрязнений природной среды. Так как снег является хорошим накопителем различных веществ, то в его толще они сохраняются довольно длительное время без каких-либо изменений. Исходя из полученных результатов исследований, можно давать оценку экологического состояния снега и воды, которая попадает в почву. Цель работы – оценка экологического состояния среды через изучение качественных физико-химических показателей снежного покрова на исследуемой территории. Методы – химический анализ качественных физико-химических показателей снежного покрова, наблюдение, биоиндикация при помощи кресс-салата. Гипотеза – предположительно, воздух вблизи обочины дороги содержит большее количество загрязнителей, чем на частном участке (в саду) и на пришкольной территории. По результатам исследований во всех пробах: концентрация нитрит-анионов не превышает 0,02 мг/л; концентрация железа равна нулю; $pH < 7$, следовательно среда в снежном покрове слабокислая. Общая минерализация не превышает 1000 мг/л, что соответствует норме. Наименьшая концентрация хлоридов содержится в пробе, взятой на участке частного дома, а самая большая в пробе, взятой с обочины дороги. Всхожесть семян кресс-салата больше, при поливе водой, взятой с пришкольной территории, а наименьшая всхожесть, при поливе водой, взятой с экспериментальной площадки на обочине дороги рядом со школой. Таким образом, моя гипотеза подтвердилась. Воздух рядом с обочиной дороги содержит большее количество загрязнителей, чем на частном участке (в саду). В работе также представлены рекомендации по снижению уровня загрязнения.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Состояние окружающей среды крупных городов обычно оценивается по состоянию отдельных ее составляющих: атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв и растительного покрова, здоровья горожан. Наиболее динамичной и поэтому наиболее сложной для анализа является атмосфера, которая оказывает существенное влияние на состояние всех компонентов экосистемы.

Снежный покров, обладающий высокой сорбционной способностью, является информативным объектом при выявлении техногенного загрязнения не только атмосферных осадков, но и атмосферного воздуха, а также последующего загрязнения вод и почв.

Снежный покров является эффективным накопителем аэрозольных загрязняющих веществ, выпадающих из атмосферного воздуха. В период снеготаяния, находящиеся в снегу токсиканты мигрируют в поверхностные воды, донные осадки, почвы и подстилающие их горные породы, причем площадь их рассеивания значительно превышает контуры геохимических аномалий в снежном покрове. Загрязнение снежного покрова происходит в два этапа в результате влажного и сухого вымывания (осаждения) загрязняющих веществ из атмосферы. Во-первых, это загрязнение снежинок во время их формирования в облаке и влажное выпадение загрязняющих веществ со снегом на местность. Во-вторых, это загрязнение уже выпавшего снега в результате сухого выпадения загрязняющих веществ из атмосферы, а также их поступления из подстилающих почв и горных пород. Содержание элементов-загрязнителей в снежном покрове колеблется в очень широком диапазоне, главным образом, в зависимости от степени антропогенного влияния. Исследования, проведенные многими авторами, показали, что уровень концентрации пыли и микроэлементов в лежалом снеговом покрове в несколько раз выше, чем в свежевыпавших осадках. Этот факт доказывает, что, с одной стороны, снеговой покров играет роль естественного планшета-накопителя атмосферной пыли за несколько зимних месяцев. А, кроме того,

свидетельствует о том, что существенная часть накоплений в снеге формируется за счет сухого осаждения из приземного слоя атмосферы и носит преимущественно антропогенный характер. Таким образом, в результате процессов сухого и влажного вымывания концентрация загрязняющих веществ в нем оказывается обычно на 2–3 порядка величины выше, чем в атмосферном воздухе. Поэтому измерения содержания этих веществ могут производиться достаточно простыми методами и с высокой степенью надежности.

Выбор данной темы изучения был не случайным. Во-первых, снег является хорошим накопителем всех веществ, попавших в него. Во-вторых, исходя из полученных результатов, можно давать оценку экологического состояния снега и воды, которая попадает в почву.

Для изучения снежного покрова были определены экспериментальные площадки в разных точках нашего района. Всего было заложено 3 площадки для наблюдений и взятия проб снега. Площадки я распределила следующим образом: 1-я – на пришкольной территории; 2-я – на участке моего дома: ул. Малявина, д. 27 (в саду); 3-я – на обочине дороги рядом со школой.

Объектом своего изучения я выбрала снежный покров.

Предметом исследования является степень загрязнения окружающей среды через степень загрязнения снежного покрова.

Цель работы: оценка экологического состояния среды через изучение качественных физико-химических показателей снежного покрова на исследуемой территории.

Задачи работы:

1. Изучить научную литературу по данной теме.
2. Взять пробы снежного покрова на экспериментальных площадках в контрольных точках.
3. Провести наблюдения и химические анализы для выяснения качественных физико-химических показателей снежного покрова на исследуемой территории.

4. Установить химический состав талого снега: определить реакцию среды, общую минерализацию
5. Определить степень загрязнённости снега на разных участках при помощи кресс-салата.
6. По результатам исследований сделать вывод об экологическом состоянии исследуемой территории.

Методы: химический анализ качественных физико-химических показателей снежного покрова, наблюдение, биоиндикация при помощи кресс-салата.

Гипотеза: предположительно, воздух вблизи обочины дороги содержит большее количество загрязнителей, чем на частном участке (в саду) и на пришкольной территории.

Методика выполнения работы: в ходе проведения исследования были выбраны участки для отбора проб снега с разной степенью загрязнённости. Снег собирали в банки, объем которых составляет 1 литр, затем при комнатной температуре его растапливали и талую воду сливали в колбы.

Практическая значимость: полученные результаты помогут оценить экологическое состояние исследуемой территории в Советском районе г. Воронежа.

ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Снег как индикатор состояния окружающей среды

Загрязнителями атмосферы могут быть вещества в твердом, жидком и газообразном состоянии. Так как аэрозоли и газообразные примеси улавливаются атмосферной влагой, то атмосферные осадки могут быть использованы для изучения степени загрязнения атмосферы на данной территории [5].

Снежный покров – прекрасная возможность для исследования загрязнений природной среды. Он обладает рядом свойств, делающих его удобным индикатором загрязнения не только самих атмосферных осадков, но и атмосферного воздуха, а также последующего загрязнения воды и почвы. Так как снег является хорошим накопителем различных веществ, то в его толще они сохраняются довольно длительное время без каких-либо изменений. Проанализировав обычный снег можно с уверенностью говорить о чистоте атмосферного воздуха исследуемой территории, так как снег аккумулирует все вредные вещества, попадающие в почву из атмосферы в виде осадков [3].

1.2 Источники загрязнения снегового покрова

Основными источниками загрязнения снегового покрова являются автомобильный транспорт, промышленность и жизнедеятельность человека. Автомобильный транспорт оказывает комплексное влияние на снеговой покров. В качестве основных продуктов-загрязнителей, поступающих от автомобильного транспорта, можно выделить: продукты сгорания топлива, протечки горюче-смазочных материалов (ГСМ) и постоянное поддержание в воздухе дорожной пыли. Выхлопные и отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания выбрасывают в воздушный бассейн более 70% оксидов углерода и углеводородов (бензолы, формальдегиды, бензпирен), около 55 процентов оксидов азота, до 5,5 процента воды, а также сажу (тяжелые металлы), гарь, копоть и т.д. [1]

Из-за большого числа автомобилей и при недостатке мер по уборке загрязнений, проезжая часть представляет собой аккумулятор всех загрязнителей, переносимых автомобилями. Так же, из-за постоянной физической нагрузки, проезжая часть не замерзает, что делает перемещение и поднятие в атмосферу загрязнений легче, что, разумеется, сказывается на прилегающем снежном покрове [5].

Бытовые отходы так же загрязняют снежный покров. Наибольшее загрязнение наблюдается вокруг жилых домов, мест скопления людей.

Основным и главным источником загрязнения окружающей среды в Советском районе города Воронежа является автомобильный транспорт. Сажа, соединения свинца, оксиды серы, азота, углерода и другие соединения в составе выхлопных газов от автомобилей поднимаются в воздух, а затем оседают на поверхности снежного покрова и остаются там до начала тепла. Кроме этого дороги зимой посыпают песком или солью во избежание гололеда. Естественно песок, соль остаются в толще снега до весны [2].

1.3 Влияние загрязняющих веществ (хлоридов, нитритов, ионов железа) на здоровье человека

Снег может служить индикатором атмосферного загрязнения веществами: сульфатами, нитратами, аммонием, основаниями, тяжёлыми металлами и рядом других веществ.

Являясь накопителем различных загрязнений, снег при таянии может стать источником загрязнения вод (в том числе подземных) и почв. Такое загрязнение может оказывать негативное влияние на здоровье человека.

Хлор – элемент, который нужен для хорошего пищеварения. Он помогает выделяться желудочному соку. Это вещество, макроэлемент, который поступает в наш организм с минеральными солями, кальцием, магнием, натрием, калием и другими микроэлементами [4].

Хлор содержится в нашей крови, костях, межклеточной жидкости, а также самом большом органе нашего тела – коже.

Чем грозит переизбыток хлора в человеческом организме? Ученые Финляндии и США доказали путем исследований, что рак печени и опухоли почек в 2% случаев возникает из-за чрезмерно хлорированной питьевой воды. Это не такой уж большой процент по сравнению с заболеваниями иммунной системы – из-за повышенного содержания хлора наша иммунная система страдает в 80% случаев, а при постоянном питье хлорированной воды страдают все внутренние органы. Например, при повышенных дозах хлоридов, полученных из питьевой воды, человек чаще начинает болеть бронхитами и пневмонией – в первую очередь страдают органы дыхания [4].

На наш организм могут воздействовать не только водные растворы, но и пары хлора. Пары хлора, которые вдыхает человек в большой концентрации, может вызвать ожог слизистой пищевода и горла, нарушить частоту дыхания, хотя такие ситуации бывают редко. [7]

Нитриты – соли азотистой кислоты HNO_2 , например, нитрит натрия NaNO_2 , нитрит кальция $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$.

Вредное воздействие нитритов на организм человека:

- Нарушают функцию гемоглобина, что приводит к гипоксии организма.
- Высокие дозы вызывают отравление.
- Вызывают кислородное голодание клеток.
- Наносят вред сосудам, сердцу и нервной системе.
- Способствуют развитию рака желудка.
- Приводят к изменению состава крови.
- Вызывают развитие раковых опухолей [2].

Железо является микроэлементом, необходимым для дыхания клеток. Оно участвует в кроветворении, формировании вещества мышц, иммунобиологических и окислительно-восстановительных процессах, а также входит в состав сотни ферментов. Избыток железа может нарушать эти процессы. Чрезмерное потребление железа приводит к системному отравлению с поражением печени, сердца, легких и системы кроветворения. [6].

ГЛАВА 2 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Методика изучение снежного покрова

Выбрать пробную площадку размером 1,5х1,5 м. Внимательно изучить внешний вид снега:

- 1 Цвет
- 2 Вид
- 3 Влажность
- 4 Твердость

Вид и цвет устанавливают визуально. Градации снега: белый, беловато-серый, серый, голубовато-серый.

Категории вида: свежеснег, ледяная корка, мелкозернистый, крупнозернистый.

По влажности снег подразделяется на сухой – образует непрочные комья, сыпается с лопаты, большей частью рыхлый и рассыпчатый, и влажный – очень липкий, хорошо лепится в снежок, может образовывать крупные шары и глыбы.

Под твердостью снега понимают его сопротивление вдавлению:

- 1 очень мягкий (проникает четыре пальца)
- 2 мягкий (проникает один палец)
- 3 твердый (проникает карандаш)
- 4 очень твердый (проникает линейка или лезвие ножа)

2.2 Методика определения физических свойств талого снега

Для определения прозрачности проб талой воды в стеклянный цилиндр диаметром 3 см высотой 30 см наливается определенное количество воды, через которую просматривается шрифт (печатный текст). Можно сравнить каждую пробу с контрольным образцом – дистиллированной водой. Вода может быть прозрачной, слабо мутной, сильно мутной. Перед замером воду необходимо взболтать. Прозрачность зависит от количества взвешенных

частиц органического и неорганического происхождения и определяется высотой столба воды в цилиндре, сквозь который начинают читаться буквы. Для определения запаха в чистую широкогорлую колбу объемом 100 мл наливают исследуемую воду на 2/3 объема, прикрывают стёклышком, осторожно взбалтывают. Затем, сдвинув с колбы стеклышко, определяют запах воды. Интенсивность запаха воды (при 20° С не должна превышать двух баллов) определяем по пятибалльной системе. См. таблицу 1 (Пятибалльная система определения интенсивности запаха) и таблицу 2 (Определение характера запаха).

Таблица 1

Пятибалльная система определения интенсивности запаха

Интенсивность запаха	Характер проявления запаха	Оценка интенсивности запаха
Нет	Запах не ощущается	0
Очень слабая	Запах сразу не ощущается, но обнаруживается при тщательном исследовании (при нагревании воды)	1
Слабая	Запах замечается, если обратить на это внимание	2
Заметная	Запах легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Запах обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от питья	4
Очень сильная	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

Таблица 2

Определение характера запаха

Характер запаха	
Естественного происхождения	Искусственного происхождения
Неотчетливый (или отсутствует)	Неотчетливый (или отсутствует)
Землистый	Нефтепродуктов (бензиновый)

Гнилостный	Хлорный
Плесневый	Уксусный
Торфяной	Фенольный
Травянистый	

Качественную оценку цветности воды определяют в пробирке, сравнивая с образцом чистой воды при дневном освещении. Единицей цветности служат особые градусы. Цвет чистой воды не должен превышать 40* по шкале цветности. При отсутствии видимой окраски вода считается бесцветной. Это вовсе не означает, что в ней нет примесей и загрязнений, просто они не оказывают влияния на окраску воды. См. таблицу 3 (Определение цвета воды).

Таблица 3

Определение цвета воды

Цвет сбоку	Цвет сверху	Цветность (в градусах)
Не отмечен	Не отмечен	0
Не отмечен	Очень слабый, желтоватый	20
Очень слабый, бледно-желтый	Желтоватый	40
Бледно-желтый	Слабый желтый	60
Бледно-желтый	Слабый желтый	150
Бледно-желтый	Интенсивно желтый	300

2.3 Методика определения химических свойств талого снега

Для определения реакции водной среды талого снега необходим универсальный прибор – рН метр, электрод которого необходимо сначала промыть в дистиллированной воде, а потом смочить в пробе и посмотреть на значение, показываемое рН метром. Снег может иметь как кислую, так и щелочную реакцию, в зависимости от преобладания тех или иных загрязняющих веществ. Если в снег попадают основания различных кислот, он приобретает кислотную реакцию. Присутствие соединений металлов, ароматических углеводов защелачивает снег.

Для определения ионов железа Fe^{3+} к 10 мл исследуемого талого снега прибавляют 1-2 капли соляной кислоты HCl , несколько капель пероксида водорода и 0,2 мл (4 капли) 50%-го раствора тиоцианата калия KNCS . Перемешивают и наблюдают за развитием окраски. Примерное содержание железа находят по шкале градуирования.

Для определения ионов хлора Cl^- (качественное) к 5 мл талого снега добавить 3 капли 10% раствора нитрата серебра AgNO_3 , подкисленного азотной кислотой HNO_3 . Образуется осадок или муть:

- слабая муть – 1-10 мг/л,
- сильная муть – 10-50 мг/л,
- хлопья – 50-100 мг/л,
- творожистый осадок > 100 мг/л.

Для определения общей минерализации используется TDS-метр (прибор, предназначенный для измерения уровня общей минерализации водных растворов), Минерализация представляет собой суммарный количественный показатель содержания растворенных в воде веществ.

Для определения нитритов-анионов к 5 мл исследуемой воды прибавить 0,5 мл реактива Грисса и нагреть до $70-80^\circ \text{C}$ на водяной бане. Появление розового окрашивания той или иной интенсивности свидетельствует о наличии нитрит-ионов в пробе.

Кресс-салат – однолетнее овощное растение, обладающее повышенной чувствительностью к загрязнениям почвы тяжелыми металлами, воздуха газообразными выбросами автотранспорта. Этот биоиндикатор отличается быстрым прорастанием семян, всхожестью, которая уменьшается в присутствии загрязнителей.

ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Изучение снежного покрова

Для изучения снежного покрова были определены экспериментальные площадки в разных точках нашего района. Всего были выбраны 3 площадки для наблюдений и взятия проб снега (4 пробы на каждой площадке). Площадки были распределены следующим образом: 1-я – на пришкольной территории; 2-я – на участке моего дома: ул. Малявина, д. 27 (в саду); 3-я – на обочине дороги рядом со школой. Пробы были взяты 27 декабря 2022 года. Проведя наблюдения на всех трех выбранных мной площадках, я смогла составить характеристику снежного покрова (таблица 4):

Таблица 4

Снежный покров

№ площадки	Вид снега	Цвет	Твердость	Влажность
№1	Мелкозернистый	бело-серый	Очень мягкий	Мокрый
№2	Мелкозернистый	белый	Очень мягкий	Мокрый
№3	мелкозернистый	серый	Очень мягкий	Мокрый

3.2 Определение физических свойств талого снега

Для определения качественного анализа снежного покрова, сначала были взяты пробы снега. Затем, когда снег растаял, стало возможно определить качества талой воды. Такие как: мутность, запах, цвет. (таблица 5)

Таблица 5

Физические свойства талого снега.

№ пробы снега	Прозрачность	Цветность, градусы	Интенсивность запаха	Характер запаха
№1	Слабо-мутная	Очень слабо-желтая (20)	Очень-слабый (2)	Неотчетливый

№2	Прозрачная	Не обнаружена (0)	Нет (0)	Отсутствует
№3	Сильно-мутная	Мутно-серый	Заметный (3)	Землистый

3.3 Результаты химического анализа талой воды

Используя рН метр, был определен рН каждого образца, для определения общей минерализации – TDS-метр

Таблица 6

Определение рН

№ площадки	Проба №1 Значение рН	Проба №2 Значение рН	Проба №3 Значение рН	Проба №4 Значение рН	Среднее значение рН
1	6,02	6,05	5,99	6,08	6,04
2	5,9	5,87	5,92	5,96	5,91
3	5,46	5,58	5,5	5,56	5,52

Таблица 7

Определение общей минерализации

№ площадки	Проба №1 Значение общей минерализации	Проба №2 Значение общей минерализации	Проба №3 Значение общей минерализации	Проба №4 Значение общей минерализации	Среднее значение общей минерализации
1	5,02	5,08	5	5,06	5,04
2	5,99	6,04	6,02	6,05	6,04
3	12,87	12,96	13,08	12,99	12,98

Среднее значение рН пробы №1 составляет 6,04;

общая минерализация пробы №1 равна 5,04ppm=5,04мг/л

Среднее значение рН пробы №2 составляет 5,91;

общая минерализация пробы №2 равна 6,04ppm=6,04мг/л

Среднее значение рН пробы №3 составляет 5,52;

общая минерализация пробы №3 равна 12,98ppm=12,98мг/л

Кислотность снеговой воды, колеблется в пределах от 6,04 до 5,52, что означает слабокислую реакцию. Значения рН = 5,52 наблюдаются рядом с проезжей частью. Это связано с загрязнением снежного покрова продуктами сгорания топлива, таким как оксиды серы, азота и углерода.

Общая минерализация снеговой воды зависит от реагентов, входящих в состав песко-соляных смесей, которыми посыпают проезжую часть. Наибольший показатель общей минерализации 12,98мг/л имеет участок, расположенный также рядом с проезжей частью.

Для определения наличия в растворах солей, к каждому образцу воды был прилит раствор нитрата серебра. По появлению осадка или помутнению можно судить о наличии хлоридов в талой воде и соответственно в образцах снега.

Анализ снега показал, что наименьшая концентрация хлоридов содержится в пробе №2. Самая большая концентрация содержится в пробе №3. Я думаю, что концентрация хлоридов в пробе №3 ярко выражена, потому что дороги у школы посыпают солью, чтобы на дорогах не было оледенения. Так как пришкольная территория расположена непосредственно рядом с проезжей частью, все загрязняющие вещества, попадая в воздух постепенно оседают на поверхности снега, превращая его в смесь ядовитых веществ. Большое количество хлоридов, содержащихся в снежном покрове может привести к неблагоприятным последствиям и проблемам со здоровьем. Все вещества, попавшие в снег возле дороги, весной попадут в почву.

Далее были проведены химические опыты на наличие в снежном покрове нитритов и железа общего. Проба на нитриты-анионы показала, что концентрация нитритов во всех пробах не превышает 0,02 мг/л. Железо общее в исследуемых образцах не было обнаружено.

После этого были проведены исследования по определению степени загрязнения проб с трех площадок. В качестве биоиндикатора использовался кресс-салат (приложение 3).

Таблица 8

Показатели ростков кресс-салата через 7 дней

№ площадки	Изначальное количество семян	Число проросших семян	Значение высоты ростков, см
0 (контрольный образец)	70	67	5,5-6
1	70	54	4,5-5,4
2	70	49	4,8-5,6
3	70	28	2-3,2

ВЫВОДЫ

После проведения всех работ и полученных результатов были сделаны следующие выводы:

1. . Проба на нитрит-анионы показала, что их концентрация во всех пробах не превышает 0,02 мг/л.
2. Проба на железо общее показала, что концентрация железа во всех пробах равна нулю, т.е. не обнаружена
3. В исследуемых образцах $pH < 7$, следовательно среда в снежном покрове слабокислая.
4. Общая минерализация в каждой пробе соответствует норме, т.е. не превышает 1000 мг/л.
5. Наименьшая концентрация хлоридов содержится в пробе №2. Самая большая концентрация содержится в пробе №3.
6. Всхожесть семян кресс-салата больше, при поливе водой, взятой с пришкольной территории, а наименьшая всхожесть, при поливе водой, взятой с экспериментальной площадки на обочине дороги рядом со школой.
7. Наиболее экологически чистым участком является площадка №2 (в саду во дворе моего дома), так как данный участок находится на значительном удалении от автотрассы, выбросы вредных веществ сюда не доходят.
8. Участок №3 содержит по своим характеристикам больше загрязняющих веществ, чем остальные пробы.
9. Участок №1 является экологически нейтральным по сравнению с другими участками, на которых проводился отбор проб.

Таким образом, моя гипотеза подтвердилась. Воздух рядом с обочиной дороги содержит большее количество загрязнителей, чем на частном участке (в саду). Также, исходя из проделанных мной исследований, я могу дать некоторые **рекомендации по очистке от загрязнений:**

1. Использовать вместо песка и соли, специальные реагенты, которые прошли экологическую проверку.
2. Бордюры должны быть намного выше уровня газона.

3. Использовать против гололеда гранитную крошку.
4. Вывозить грязный снег за пределы города, а не оставлять его на обочинах дорог или на газоне.
5. Сократить использование машин на дизельном топливе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буйволов Ю.А., Боголюбов АС. Программа комплексного исследования загрязнений наземных экосистем // Введение в проблему мониторинга природной среды. –М.: Экосистема, 1997.
2. Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2001 году / Ком. поприродопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности; Алексеев СВ. и др. – СПб: Сезам, 2002. – 463 с.
3. Долгушин Л.Д., Ушаков С.А., Кац Я.Г. Экологическое значение снега и снежного покрова: учебное пособие. – Издат. центр ACADEMIA Москва, 2001.
4. Яковлев Ю.В., Микиишанский А.З., Савельев БВ. О формах нахождения химических элементов в атмосфере: распределение микроэлементов между парами атмосферной влаги и аэрозолем в приземных слоях воздуха // Геохимия. –1978. – С. 3-10.
5. <file:///C:/Users/%D0%B4%D0%BC%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%B9/Downloads/vozmozhnost-otsenki-sostoyaniya-atmosfery-po-harakteristikam-zagryazneniya-snega-i-pochvy.pdf>
6. <https://moluch.ru/young/archive/40/2196/>
7. <https://mchs.gov.ru/ministerstvo/o-ministerstve/terminy-mchs-rossii/term/1620>
8. <https://muob.ru/aktualno/news/glavnye-novosti/884905.html>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Фото 1. «Определение ионов Fe^{3+} в пробах снега».



Фото 2 «Определение ионов хлора».



Фото 3, 4. «Определение нитритов-анионов».



Фото 5,6 «Биоиндикация при помощи кресс-салата»

Фото 5 «Первоначальный результат»



Фото 6 «Результат через 7 дней»

