

**СОДЕРЖАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ
ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ШКОЛЬНИКОВ**

Коршунова Нина Владимировна

учитель химии и биологии

ГБОУ города Москвы СОШ № 356

имени Н.З. Коляды

г. Москва

**ИЗ ОПЫТА ОРГАНИЗАЦИИ ВНЕУРОЧНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ ПО
ХИМИЧЕСКОМУ МОНИТОРИНГУ
СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ.
МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
«СНЕГ КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ
АТМОСФЕРЫ»**

Аннотация: в статье рассматривается пример организации внеурочной деятельности школьников по химическому мониторингу состояния природных объектов, приводится методика проведения исследования на

тему «Снег как индикатор чистоты атмосферного воздуха».

Сегодня экологические знания становятся частью глобального воспитания человека, формирующего понимание связи между индивидом, обществом и природой в планетарном масштабе. Исследовательская деятельность занимает важное место в приобретении подобных знаний, в формировании экологического мировоззрения.

В школе уместно проводить исследования по химическому мониторингу состояния природных объектов. Такие как мониторинг состояния городских водоёмов, атмосфера, определение наличия и содержания свинца в почвенных пробах и пробах листьев на разном удалении от автострад. После получения результатов можно посоветовать детям обратиться в управу района, в средства массовой информации для исправления негативной ситуации или выйти на субботник. Тогда эти проектные работы помимо всего прочего будут иметь большой воспитательный ценз. Исследовательская деятельность

школьников, их непосредственное общение с природой, – пожалуй, самый надежный путь обретения экологического сознания и экологических знаний.

Предлагаем Вашему вниманию методику проведения исследования на тему «Снег как индикатор чистоты атмосферного воздуха».

Состояние воздушного бассейна крупных городов обоснованно вызывает тревогу. Огромное количество загрязняющих веществ выбрасывается в атмосферу транспортом, промышленными предприятиями, теплоэлектростанциями. Все загрязняющие атмосферный воздух вещества в большей или меньшей степени оказывают отрицательное влияние на здоровье человека.

Цели исследования: выяснить возможность использования снега в качестве индикатора чистоты атмосферного воздуха, установить закономерность содержания загрязнителей в пробах снега в связи с розой ветров и удаленностью от автомагистрали.

Задачи исследования:

- сбор информации об антропогенном загрязнении воздушного бассейна города Москвы,
- отбор проб снега с территорий, прилегающих к Щелковскому шоссе, в соответствии с направлением господствующих ветров и закрытости места взятия проб зданиями,
- проведение исследования взятых проб; качественное обнаружение отдельных загрязнителей,
- определение биологического действия снеговой воды данных образцов на кress-салат.

Выбор объекта исследования: образцы свежевыпавшего снега и снега двухмесячной давности, взятые на разном удалении от Щелковского шоссе в соответствии с господствующими ветрами. Сбор свежевыпавшего и снега двухмесячной давности осуществлялся в одних и тех же точках.

Методы и средства исследования. Отбор проб снега, проведение их физического и химического анализа. В качестве контроля использовалась покупная ди-

стилизованная вода. Методики физического и химического анализа взяты из книг «Анализ минерального сырья» (под ред.Б.Г. Карпова и др. ОНТИ–ХИМТЕОРЕТ – Л., 1936 и «Экологический мониторинг: Учебно–методическое пособие.» Изд.3–е, испр.и доп./Под ред.Т.Я. Ашихминой. М.: Академический Проект, 2006.– 416 с.

Оборудование и материалы: пластиковые контейнеры объемом 6,5 л с крышкой, пластмассовая лопатка; GPS – навигатор, цифровой фотоаппарат 5 МП; кристаллизаторы, весы, штатив лабораторный, асбестовая сетка, горелка, чашка для выпаривания, штатив для пробирок, набор пробирок, воронки для фильтрования, фильтровальная бумага, прибор для опытов с электрическим током, химические стаканы на 200 мл, колбы емкостью 1 л (8 шт), набор реактивов: универсальный индикатор, растворы нитрата серебра (AgNO_3), хлорида бария (BaCl_2), роданида калия (KCNS), красной кровяной соли, желтой кровянной соли $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$, $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$, дихромата калия ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), сульфида натрия (Na_2S), ре-

актив Грисса, реактивы для аквариумистов для определения наличия соединений меди, железа, аммония; ёмкости для грунта, земляная смесь, семена кресс–салата

В своей работе мы выдвигаем *гипотезу*, что свежевыпавший снег говорит о наличии загрязнителей в высоких слоях атмосферы над территорией, где он образовался. Кроме того, свежевыпавший снег может адсорбировать загрязнители над теми территориями, где он пролетал в снеговом облаке, или выпав из него. Снег, который лежит длительное время, может быть индикатором загрязнения воздуха прилегающих территорий, сорбируя загрязнители своей поверхностью.

Мы проводили исследование свежевыпавшего снега и снега, пролежавшего 2 месяца. Пробы снега был собран 05.01.2013 в момент окончания снегопада и 07.03.2013.

Этапы работы:

1. *Отбор проб.* Для взятия проб была выбрана территория, прилегающая к Щелковскому шоссе – самой

крупной трассе Северного Измайлова, в районе остановок «Трансагенство» и «Улица Хабаровская». Эти участки были выбраны с учетом направления господствующих ветров и закрытости территории домами. На территории Москвы господствующим ветром является юго–восточный [6]. С каждой стороны шоссе были взяты по 4 пробы свежевыпавшего снега. Снег собирался в момент снегопада 05.01.2013. Места взятия проб отмечены на карте и зафиксированы с помощью GPS – навигатора. Это сделано для возможности последующего отбора проб в тех же точках. Второй раз снег отбирался в тех же точках 07.03.2013. Образцы снега собирались в промаркованные пластиковые контейнеры объемом 6,5 литра. В школе снег перекладывался в стеклянные кристаллизаторы и оставлялся таять на сутки. Когда температура талой воды сравняется с комнатной температурой, ее исследуют.

2. Определение содержания нерастворимых примесей и растворимого остатка [1, 4].

Для определения содержания нерастворимых примесей талую воду фильтровали через предварительно взвешенные фильтры. Высушивали влажные фильтры с нерастворимыми примесями и взвешивали.

Для определения растворимого остатка выпаривали 50 мл воды в предварительно взвешенной чашке для выпаривания. Остывшую чашку взвешивали.

Исследование физических свойств талой воды образцов [1, 4].

Мы исследовали некоторые физические свойства воды, которые могут быть косвенными показателями содержания растворимых примесей. Вода всех образцов прозрачна, бесцветна, не имеет запаха. Плотность воды исследовали с помощью ареометров. Если в пробе содержатся примеси, то их количество должно быть прямо пропорционально увеличению плотности. Электропроводность талой снеговой воды исследовали с помощью прибора для определения электропроводности. Яркость свечения лампочки прямо пропорциональна содержанию примесей.

4. Исследование химических свойств малой воды.

Определение рН, наличия соединений серы, азота, хлора, железа, меди, свинца в пробах колориметрическим методом [1, 4].

А) определение рН. Для начала мы определили кислотность водных образцов, так как значения рН ниже 6 говорят о наличии кислотных соединений (серная, азотная, соляная кислоты). Значения рН определяли с помощью универсального индикатора

Б) определение нитритов.

В пробирку вносят 5 мл исследуемой воды, подкисляют раствором соляной кислоты, добавляют реактива Грисса и нагревают до 70 – 80° С на водяной бане. Появление розового окрашивания той или иной интенсивности свидетельствует о наличии нитрит– ионов в пробе.

В) определение сульфатов.

В пробирку вносят 10 мл исследуемой воды, 0,5 мл раствора соляной кислоты (1:5) и 2 мл 5% раствора хлорида бария, перемешивают. По характеру выпавшего

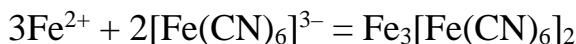
осадка определяют ориентировочное содержание сульфатов. $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4$

Г) определение хлоридов.

В пробирку вносят 5 мл исследуемой воды, добавляют 1 мл 5% раствора нитрата серебра. Белый осадок говорит о наличии хлоридов. $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}$

Д) определение соединений железа.

Железо (II) в кислой среде ($\text{pH} - 3$) образует с гексацианоферратом калия (III) осадок турбулевой сини темно–синего цвета. К 1 мл исследуемой воды добавить 2 – 3 капли раствора серной кислоты и 2 – 3 капли раствора реактива гексацианоферрат (III) калия $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.



Железо (III). 1. Гексацианоферрат (II) калия $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ в слабокислой среде с катионом Fe^{3+} образует темно–синий осадок берлинской лазури. К 1 мл исследуемой воды прибавить 1 – 2 капли раствора соляной кислоты и 2 капли раствора реактива $4\text{Fe}^{3+} + 3[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} = \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$

2. Роданид аммония NH_4SCN образует в кислой среде с Fe^{3+} роданид железа, окрашенный в кроваво–красный цвет.

К 1 мл исследуемой воды прибавить 2 – 3 капли раствора соляной кислоты и 2 – 3 капли раствора реактива. $\text{Fe}^{3+} + 3 \text{ SCN}^- = \text{Fe}(\text{SCN})_3$

Е) Определение соединений свинца К 1 мл исследуемой воды прибавить 2 – 3 капли раствора соляной кислоты и 2 – 3 капли раствора дихромата калия Дихромат– и хромат–ионы образуют с ионами свинца мало растворимый хромат свинца желтого цвета. $\text{Pb}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} = \text{PbCr}_2\text{O}_7$

Ж) Для определения части соединений (аммиака, соединений аммония и меди, железа, нитритов и нитратов) использовали наборы аквариумистов Sera test, так как они обладают достаточной чувствительностью.

5. Определение биологического действия снеговой воды данных образцов на кress–салат [4].

Кресс–салат – однолетнее овощное растение, обладающее повышенной чувствительностью к загрязнителям. Он отличается быстрым прорастанием семян и почти стопроцентной всхожестью, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнителей. Кроме того, побеги и корни этого растения под действием загрязнителей подвергаются заметным морфологическим изменениям. Кресс–салат как биоиндикатор удобен еще и тем, что действие стрессоров можно изучать одновременно на большом числе растений при небольшой площади рабочего места (чашка Петри, кювета, поддон и т. п.). Привлекательны также и весьма короткие сроки эксперимента. Семена кресс–салата прорастают уже на третий – четвертый день, и на большинство вопросов эксперимента можно получить ответ в течение 10– 15 суток.

Прежде чем ставить эксперимент по биоиндикации загрязнений с помощью кресс–салата, партия семян, предназначенных для опытов, проверяется на всхожесть. Нормой считается прорастание 90 – 95% семян в

течение 3 – 4 суток. Процент проросших семян от числа посевных называется всхожестью.

После определения всхожести семян приступают к проведению эксперимента, закладывая один или несколько опытов в следующей последовательности.

1. Емкость заполняют до половины почвой.
2. Почву в емкостях увлажняют талой снеговой водой (в соответствии с номерами образцов и маркировкой рассады) до появления признаков насыщения.
3. В каждую чашку на поверхность субстрата укладываются по 15 (50) семян кress–салата. Расстояние между соседними семенами должно быть по возможности одинаковым.

В зависимости от результатов опыта субстратам присваивают один из четырех уровней загрязнения.

1. Загрязнение отсутствует

Всходы семян достигает 90 – 100%, всходы дружные, проростки крепкие, ровные. Эти признаки характерны для контроля, с которым следует сравнивать опытные образцы.

2. Слабое загрязнение

Всходесть 60 – 90%. Проростки почти нормальной длины, крепкие, ровные.

3. Среднее загрязнение

Всходесть 20 – 60%. Проростки по сравнению с контролем короче и тоньше. Некоторые проростки имеют уродства.

4. Сильное загрязнение.

Всходесть семян очень слабая (менее 20%). Проростки мелкие и уродливые.

Таблица 1

Результаты исследования проб образцов снега, взятых 05.01.2013

№ пробы	V снега	V воды	плот- ность	масса взве- шенных ча- стиц	масса раство- рённых при- месей	электро- провод- ность
1	6,5 литра	950 мл	1,00	0,12 г	0,03	слабая
2	6,5 литра	900 мл	1,00	0,04 г	0,02	нет
3	6,5 литра	870 мл	1,00	0,02 г	0,01	нет
4	6,5 литра	950 мл	1,00	0,01 г	0,01	нет
Дистиллированная вода	нет	1 л	1,00	нет	нет	нет
-1	6,5 литра	850 мл	1,00	0,03 г	0,01	нет
-2	6,5 литра	900 мл	1,00	0,02 г	0,01	нет
-3	6,5 литра	930 мл	1,00	0,06 г	0,02	нет
-4	6,5 литра	950 мл	1,00	0,04 г	0,02	нет

№ пробы	рН	нитриты	хлориды	суль- фаты	соединения				
					свинца	железа (II) (III)	железа акв	меди	аммо- ния и аммиак
1	6	темно–ро- зовый	белый оса- док	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
2	6	светло– розовый	белый оса- док	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
3	6	светло– розовый	белый оса- док	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
4	6	светло– розовый	слабая муть	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
-1	6	светло– розовый	слабая муть	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
-2	6	светло– розовый	слабая муть	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
-3	6	оч.светло– розовый	слабая муть	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.
-4	6	оч.светло– розовый	слабая муть	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.

Таблица 2

Результаты исследования проб образцов снега, взятых 07.03.2013

№ пробы	V снега	V воды	плот- ность	масса взвешен- ных частиц	масса рас- творённых примесей	электро- провод- ность
1	6,5 литра	1950 мл	1,00	0,87 г	0,13	нет
2	6,5 литра	1900 мл	1,00	0,78 г	0,10	нет
3	6,5 литра	2000 мл	1,00	0,04 г	0,08	нет
4	6,5 литра	1950 мл	1,00	0,13 г	0,08	нет
Дистиллиро- ванная вода	нет	1 литр	1,00	нет	нет	нет
-1	6,5 литра	1850 мл	1,00	0,72 г	0,10	нет
-2	6,5 литра	1900 мл	1,00	0,62 г	0,10	нет
-3	6,5 литра	1530 мл	1,00	0,26 г	0,07	нет
-4	6,5 литра	1950 мл	1,00	0,20 г	0,09	нет

Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс»

№ пробы	рН	нит- риты (р-в Грисса)	нит- риты (акв)	нит- раты (акв)	хло- риды	суль- фаты	соединения				
							свинца	же- леза (II) (III)	же- леза акв	меди	ам- мо- ния и ам- миак
1	5	темно- розо- вый	0, 5 мг\л	10 мг\л	белый осадок	не обн.	не обн.	не обн.	1 мг\л	0,1- 0,3мг/л	1 мг\л
2	5	темно- розо- вый	0, 5 мг\л	10 мг\л	белый осадок	не обн.	не обн.	не обн.	0, 5 мг\л	не обн.	0,5 мг\л
3	5	темно- розо- вый	0, 5 мг\л	10 мг\л	белый осадок	не обн.	не обн.	не обн.	0,1 мг\л	не обн.	0,4 мг\л
4	5	темно- розо- вый	0, 5 мг\л	10 мг\л	слабая муть	не обн.	не обн.	не обн.	0,1 мг\л	не обн.	не обн

Содержание и организация внеурочной деятельности школьников

-1	5	темно-розо-вый	0, 5 мг\л	10 мг\л	слабая муть	не обн.	не обн.	не обн.	1 мг\л	0,1-0,3 мг/л	0,5 мг\л
-2	5	светло-розо-вый	0, 5 мг\л	10 мг\л	слабая муть	не обн.	не обн.	не обн.	0,25 мг\л	не обн.	не обн
-3	5	светло-розо-вый	0, 5 мг\л	10 мг\л	слабая муть	не обн.	не обн.	не обн.	0,1 мг\л	не обн.	0,5 мг\л
-4	5	темно-розо-вый	0, 5 мг\л	10 мг\л	слабая муть	не обн.	не обн.	не обн.	0,1 мг\л	не обн.	1 мг\л

Обсуждение результатов

Снег накапливает в своем составе практически все поступающие в атмосферу вещества, потому его рассматривают как индикатор чистоты атмосферы [4]. При этом, вероятно, следует различать свежевыпавший и лежалый снег.

Методики предлагают исследовать лежалый снег, взятый в конце зимнего сезона по всей глубине его отложения. Мы исследовали свежевыпавший и старый снег (2–х месячный). Проведено исследование 8 проб свежевыпавшего снега и 8 проб старого снега, взятых на разном удалении от Щёлковского шоссе с разных его сторон, в соответствии с розой ветров.

Информативным показателем являются электропроводность талой воды и ее pH. В обычном состоянии pH снега от 5,5 до 5,8. По результатом нашего исследования pH свежевыпавшего снега равна 6 (для всех 8 проб). У старого снега pH талой воды выше в 10 раз (во всех пробах pH =5).

Электропроводность была отмечена у пробы № 1, ближайшей к Щелковскому шоссе по направлению господствующего ветра. При этом количество растворенных веществ для этой пробы максимальное. В целом, масса взвешенных частиц и масса растворённых примесей невелики.

В атмосфере крупных городов всегда присутствуют соединения серы, азота и хлора. Мы в свежевыпавшем снеге обнаружили только нитриты и хлориды, в старом ещё и нитраты, аммиак и соединения аммония. Сульфаты нами во всех пробах обнаружены не были. Причина этого не понятна, так как оксиды серы выделяются при сгорании любого органического топлива, и северо–западный ветер должен принести соединения серы в виде сульфатов, пролетая через северо–западные промзоны.

Соединения азота и хлора присутствуют во всех пробах, что четко согласуется с литературными данными о загрязнителях атмосферы.

Соединения тяжелых металлов во всех пробах свежевыпавшего снега отсутствуют. В старом снеге присутствуют соединения железа и меди мы не обнаружили соединений свинца, хотя он должен быть в пробах старого снега. Вероятно,

что количество этих соединений для наших реактивов мало. Наборы для аквариумистов оказались более чувствительными.

Выводы

Проведено исследование 8 проб свежевыпавшего снега и 8 проб старого снега, взятых на разном удалении от Щёлковского шоссе с разных его сторон, в соответствии с розой ветров. Обнаружены только некоторые из постоянных загрязнителей атмосферы Зависимость содержания загрязнителей в пробе от господствующего ветра выражена не четко. Наблюдается зависимость содержания загрязнителей от удаления от дороги В целом, сделан вывод, что свежевыпавший снег может быть индикатором загрязнения верхних слоев атмосферы, где снег формировался и тех территорий, где он выпадал. Индикатором состояния приземных слоев атмосферы, прилегающих к автотрассам быть не может. Старый снег может быть индикатором состояния приземных слоев атмосферы, прилегающих к автотрассам

Список литературы

1. Анализ минерального сырья» (под ред.Б.Г.Карпова и др. ОНТИ–ХИМТЕОРЕТ – Л., 1936
2. Аргунова М.В., Моргун Д.В., Плюснина Т.А., Речкалова Н.И. Экологический мониторинг Методические рекомендации для учителей к курсу «Экология Москвы и устойчивое развитие». – М.: Центр «Школьная книга», 2008. – 144 с.
3. Астафуров В.И. Основы химического анализа. Учеб.пособие по факультатив.курсу для учащихся IX – X кл, – М.: Просвещение, 1982
4. Экологический мониторинг: Учебно–методическое пособие. Изд.3–е, испр.и доп./Под ред.Т.Я.Ашихминой. М.: Академический Проект, 2006. – 416 с.
5. [http:// airmoscow.narod.ru/ sbornik1/4.htm](http://airmoscow.narod.ru/sbornik1/4.htm).
6. <http:// Wikipedia>.