Ленинградская область, город Выборг

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение

«СОШ №8 г. Выборга»

учебно - исследовательская работа на тему:

**«Изучение зависимости температуры снега от степени его загрязнения»**

Выполнили:

Ученик 7а класса

Федотов Александр

Руководитель УИР:

Золотарева Т.П.

Высоцк 2015 г.

Содержание:

Введение………………………………………………….

1. Теоретическая часть
2. Физические свойства снега и снежного покрова и его значение в природе
   1. Общие сведения
   2. Плотность и водные свойства снега
   3. Тепловые свойства снега
3. Снежный покров как индикатор загрязнения природной среды
4. Температура как показатель степени загрязнения
5. Практическая часть………………………………..

Заключение………………………………………………

Список использованных источников……......…………..

Приложение……………………………………………..

**Введение**

*...Он лег на землю и на крыши,  
Всех белизною поразив.  
И был действительно он пышен,  
И был действительно красив...*

E. Евтушенко.

Трудно себе представить леса и равнины, величавые горы, да и всю нашу жизнь без снега, без его очарования. Он, пушистый, искрящийся, кипельный, дарит нам радость, учит прекрасному с самого детства.

Однажды было сказано, что в каждой капле дождя отражается весь мир. В каждой снежинке предстают перед нами красота и гармония природы.

Снег - чудеснейшая особенность нашей планеты. Он образуется на всех континентах в огромных количествах. Ежегодно снегом покрывается до 130 миллионов квадратных километров - четвертая часть всей поверхности Земли вместе с океанами.

Снег - форма [атмосферных осадков](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BE%D1%81%D0%B0%D0%B4%D0%BA%D0%B8), состоящая из мелких [кристаллов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB) [льда](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%91%D0%B4). Относится к обложным осадкам, выпадающим на земную поверхность. Снег является одним из непременных атрибутов зимы. В России снежный покров устанавливается на большей части страны. В средней полосе России первый снег обычно выпадает в конце октября - начале ноября, снежный покров устанавливается во второй половине ноября, а сходит полностью в начале апреля.

Актуальность: Пять месяцев в году, на территории Ленинградской области, где мы проживаем, лежит снег. Снег является защитным покровом почвы, он является источником пресной воды, для нашей безводной территории ( остров Высоцк) , его чистота находится в прямой зависимости с экологической обстановкой нашего региона.

Исследование химического состава снежного покрова является обязательной частью изучения процессов загрязнения окружающей среды. Измерение загрязняющих веществ в снежном покрове позволяет оценить загрязнение атмосферного воздуха, воды и почв. Качественным показателем загрязнения снега является его температура.

В связи с актуальностью данной темы мы выдвинули гипотезу исследования: температура снежного покрова, возможно, свидетельствует о степени его загрязненности.

Цель: изучить зависимость температуры снега от степени его загрязнения

Задачи:

1. Изучить и проанализировать теоретический материал по снеговедению
2. Провести наблюдения и эксперименты, подтверждающие зависимость температуры снега от степени его загрязнения
3. Выяснить наиболее загрязненные точки города
4. Выработать практические рекомендации для жителей и администрации города

Практическая значимость: Проводимые мною исследования, должны показать, какой вред наносит окружающей среде загрязнение снежного покрова. Надеюсь, что полученные результаты, я смогу подтвердить, а это значит, я буду иметь более весомые аргументы в руках, для решения экологических проблем моего острова. Работая систематически над данной проблемой, у меня формируется устойчивое убеждение, что моя работа не бесполезна, т.к. то, что знаю я, знают и мои друзья, их родители, знакомые. Круг осведомленных людей расширяется. А знаете, как говорят: «Предупрежден – значит, вооружен!» С этой проблемой, мы тоже справимся сообща!

1. **Теоретическая часть**
2. **Физические свойства снега и снежного покрова**
   1. **Общие сведения**

Снег является наиболее распространенным видом твердых атмосферных осадков. Снежинки, составляющие падающий снег и образующие снежный покров, являются плоскими кристаллами льда весьма разнообразной формы, в основном гексагональной, шестигранной и шестилучевой. Размеры отдельных, свободно падающих в воздухе снежинок доходят до 10 мм



Рис №1 Форма снежинки

Снежным покровом называют слой снега, лежащий на поверхности земли и образовавшийся при снегопадах. Состав снежного покрова весьма разнообразен, он имеет слоистое строение, обусловленное целым рядом причин: перемежающимися снегопадами, собственной массой снежинок, возгонкой и сублимацией снежных кристаллов, воздействием атмосферных факторов (солнечной радиации, ветра, других атмосферных осадков и пр.).

Таким образом, снежный покров не является стабильным; его мощность и все физико-механические свойства непрерывно изменяются.

Сухой снежный покров представляет собой двухфазную, а мокрый — трехфазную систему, состоящую из кристаллов льда, воды и воздуха, содержащего водяной пар.

«Белый снег пушистый в воздухе кружится и на землю тихо падает, ложится». И кажется, нет ничего невесомее крохотных снежинок. И вот их уже миллионы, миллиарды... За несколько часов огромные пространства суши могут оказаться под снежным пушистым одеялом. Сколько же весит снег теперь? «Пуховое» одеяло стало похожим на тяжеленные гири, способные повлиять на скорость вращения Земли.

[](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Snow_Scene_at_Shipka_Pass_1.JPG)

Рис №2 « Пуховое» одеяло

Например, в августе, в период наименьшей заснеженности Земли, снегом бывает покрыто 8,7 процента всей поверхности планеты, а весит такой покров 7400 миллиардов тонн.

К концу зимы в северном полушарии масса сезонного снега достигает 13 500 миллиардов тонн.

Снег оказывает влияние на Землю не только своим весом. В планетном масштабе он подобен громадному зеркалу, отражающему в космос почти 90 процентов лучистой энергии Солнца. Такой высокой отражательной способностью (альбедо) не обладает больше ни одно естественное тело. Свободная же от снега суша отражает только 10...20 процентов. Отсюда понятно, что количество тепла, получаемого Землей от Солнца, сильно колеблется в зависимости от того, как изменяются площади снегов.

Это звучит парадоксально, но зимой холодно главным образом от рожденного холодом снега. Снежное покрывало, которое принято считать теплым и которое действительно спасает от морозов растения и животных, на самом деде - в масштабах всей Земли - значительно способствует выхолаживанию планеты: оно надолго изолирует от солнечных лучей обширные территории.

Но, пока лежит снег, почва остается мерзлой, а воздух холодным, да и сам снег тает очень медленно. По мере таяния альбедо снега постепенно уменьшается за счет увлажнения и загрязнения его поверхности, к концу весны доходит до 30 процентов.

Кстати, именно здесь кроется путь искусственного ускорения таяния снега. В сельском хозяйстве, на промышленных предприятиях используют запылители (сухую каменноугольную или древесную золу), способствующие быстрому таянию снега.

* 1. **Плотность и водные свойства снега**

Все характеристики снега зависят от его плотности, но вместе с тем плотность снега в высшей степени изменчива, от 10 до 700 кг/м3. Обычно рассматривают: плотность различных видов снега, плотность снега на открытой местности, плотность снега в лесу, плотность снега в снежниках, плотность тающего снега.

Плотность снега весьма неоднородна по высоте снежного покрова и зависит от продолжительности и глубины его залегания. Поэтому плотность снежного покрова является величиной осредненной.

Наличие влаги (воды, водяного пара) существенно увеличивает плотность снега. Плотность тающего снега имеет большое значение для прогноза половодья на реках.

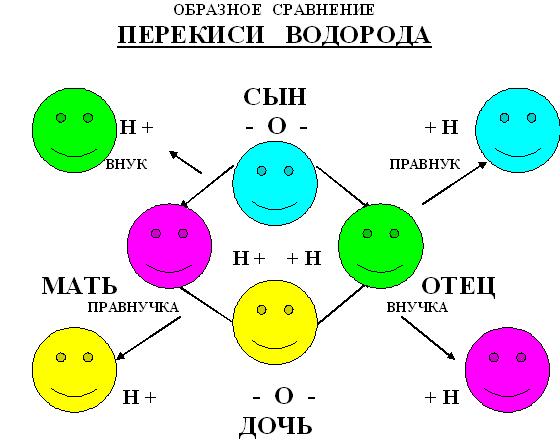


Рис № 3 Образное формирование снежинки на примере молекулы перекиси водорода

Плотность снега в лесу меньше, чем на открытой местности, что объясняется уменьшением ветра в лесу и меньшей интенсивностью зимних оттепелей.

*Пористость снежного покрова* обусловлена наличием большого количества промежутков между кристаллами льда, образующих сообщающиеся между собой поры и пронизывающих снежный покров во всех направлениях. О размерах пор в снежном покрове надежных сведений нет. Пористость выражают в процентах и вычисляют по формуле

*n* = 100 (1 – ρ/ρл),

где ρ и ρл — соответственно плотность снега и кристаллического льда.

Пористость снежного покрова связана с его структурой и изменяется по мере его уплотнения.

*Воздухопроницаемость снежного покрова* объясняется наличием в нем сквозных пор и характеризуется *коэффициентом воздухопроводной.* При отсутствии жидкой фазы снежный покров будет воздухопроницаемым, если размеры пор или капилляров будут достаточными для свободного перемещения молекул воздуха. Следовательно, коэффициент воздухопроницаемости существенно зависит от структуры снежного покрова; он уменьшается по мере его уплотнения.

*Влажность снега* — количество воды, которое снежный покров содержит в данный момент. Она является очень важной его физической характеристикой и определяется калориметрическим способом.

* 1. **Тепловые свойства снега**

Определение тепловых характеристик снега и прежде всего коэффициентов тепло- и температуропроводности (λ и *a*), удельной теплоемкости (*c*) представляет очень большие трудности. Вместе с тем эти характеристики играют исключительную роль в природе. Сложность определения тепловых характеристик обусловлена сложностью строения снежного покрова. Тепловые характеристики снега определяются или в лабораториях, или в полевых условиях.

Одно из первых определений тепловых характеристик снега, не потерявших значения до настоящего времени, было выполнено Г.П.Абельсом в 1893 г. в Свердловске. Абельс определил коэффициенты тепло- и температуропроводности снега на площадке обсерватории по ежечасным наблюдениям за температурой снега, выполненным на глубинах 5 и 10 см. При этом он считал, что суточный ход температуры на поверхности снега выражается простой синусоидой. Полученные зависимости для λ и *a* имеют вид:

λ = 2,85 · 10-6ρ2;               *а* = 4,85 · 10-6ρ,

где ρ — плотность снега.

Формулы Абельса дают удовлетворительные результаты при ρ < 350 кг/м3. Для случая когда ρ > 350 кг/м3, эти коэффициенты были определены А.С.Кондратьевой в лабораторных условиях:

λ = 3,56 · 10-6ρ2;               *а* = 6,05 · 10-6ρ.

Удельная теплоемкость сухого снега принимается равной удельной теплоемкости льда и определяется по формуле

Коэффициент отражения солнечной радиации снегом значительно выше, чем у льда и, тем более, у воды.

sneg

Рис №4 Снежный покров

Коэффициент поглощения солнечной радиации снегом также высокий; поглощается она самым верхним слоем снега и поэтому не доходит до его подстилающей поверхности.

Особенности температурного режима снежного покрова и поверхности земли под его защитой были четко сформулированы еще Воейковым (1889) в его замечательной работе «Снежный покров, его влияние на почву, климат и погоду». Воейксв говорит: «Снег, как дурной проводник тепла, защищает почву от охлаждения во все время, пока температура воздуха и поверхности снега ниже 0°. Это влияние тем сильнее, чем рыхлее снег, оно всего менее при снеге, пропитанном водой или обледенелом, имеющем структуру снежника (т. е. фирна). В температурах выше 0° влияние снега на температуру почвы обратное. Оно продолжается еще и после таяния, так как тогда верхний слой почвы пропитан холодной водой. Снег, следовательно, уменьшает колебания температуры почвы абсолютно и относительно, т. е. не бывает столь низких температур, как без снега, и колебания гораздо медленнее».

«Согревающее влияние снега перевешивает охлаждение тем более, чем продолжительнее снежный покров при морозах, так что при снежном покрове, продолжающемся более 6 месяцев, и холодной зиме, вероятно, уже на глубине 2 м температура самого холодного месяца не ниже средней годовой температуры на поверхности суши. Температура поверхности снега бывает ниже, чем поверхности почвы, не покрытой снегом, при прочих разных условиях. Это зависит от структуры снега, его цвета, усиливающего лучеиспускание с поверхности, от свойства снега таять при 0°, вследствие чего его поверхность не может нагреваться выше этой температуры, и от того, что снег — дурной проводник тепла. Последнее свойство способствует охлаждению поверхности вместе с защитой более глубоких слоев от охлаждения».

Температура снега находится в прямой пропорциональности с температурой окружающей среды. Чем ниже температура воздуха, тем ниже температура снега, а соответственно почвы под ним.

**1.4 Значение снежного покрова в природе**

Существенное влияние на условия перезимовки растений оказывает снег. Он же является важным источником почвенной влаги. Снег – плохой проводник тепла и является изолирующей прослойкой между почвой и воздухом. Свойства снега определяются его плотностью. Рыхлый снег обладает большей теплоизолирующей способностью, чем плотный, а мелкозернистый снег слабо предохраняет растения от мороза. На участке под снегом колебания температуры в корнеобитаемом слое незначительны. Промерзание почвы зависит от времени установления, высоты и плотности снежного покрова. Слой снега 70-80см почти полностью изолирует почву от холодного воздуха. Для предохранения корней от подмерзания необходимо, чтобы почва в начале зимы была укрыта слоем снега (рыхлого) в 25-35см, во вторую половину зимы – 45-55см.

Тетерева падают прямо в снег с дерева, зарываются в него, будто в норку прячутся. Бросившись вниз с высокого дерева, птицы грудью пробивают верхний слой снега, зарываются в него с головой, помогая себе крыльями. В снежных норках-лунках холод их не проймет, да от врагов укрыться куда надежнее, чем сидеть на голых ветках. Под снегом ни ястреб, ни филин их не заметит, разве только лиса невзначай набредет на тетеревиные лунки. Но и то редко ей приходится поживиться. Следов около лунок нет (птицы падают сверху). А если она подкрадется, то птицы сразу услышат хруст снега от ее лап, и вся стая птиц вылетит из своего убежища.

    От холода в снег прячутся рябчики, глухари, куропатки. Снег служит укрытием для различных зверей.

     Полевки и мыши зимой бодрствуют, не впадая  в спячку, как другие грызуны (суслики, хомяки). Полевки рыщут под снегом по проложенным канавкам и поедают побеги трав, зеленые части кустарников и кору в основании деревьев.

     Снеговые норы, убежища делает себе заяц-беляк. С них он скрывается от врагов и сильных морозов.  Спят под снегом непробудным сном колючий ежик, барсук, медведь.

1. **Снежный покров как индикатор загрязнения природной среды**

В основном существуют три основных источника загрязнения атмосферы: промышленность, бытовые котельные, транспорт. Доля каждого из этих источников в общем загрязнении воздуха сильно различается в зависимости от места. Сейчас общепризнанно, что наиболее сильно загрязняет воздух промышленное производство.

Снежный покров является эффективным накопителем аэрозольных загрязняющих веществ, выпадающих из атмосферного воздуха. При снеготаянии эти вещества поступают в природные среды, главным образом в воду, загрязняя их.

При образовании и выпадении снега 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 .

[](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Archangelsk_taiga.JPG)

Рис № 5 Снег в лесу

Послойный отбор проб снежного покрова позволяет получить динамику загрязнения за зимний сезон, а всего лишь одна проба по всей толще снежного покрова дает представительные данные о загрязнении в период от образования устойчивого снежного покрова до момента отбора пробы.

Снежный покров позволяет решить проблему количественного определения суммарных параметров загрязнения (сухих и влажных выпадений).

Снежный покров как естественный планшет-накопитель дает действительную величину сухих и влажных выпадений в холодный сезон и количественную величину параметров загрязнения. В горах и полярных областях земного шара снежный покров, постепенно превращаясь в лед, как бы консервирует находящиеся в нем загрязняющие вещества и сохраняет их при благоприятных условиях в массе ледников многие сотни и тысячи лет, становясь своеобразной летописью состава атмосферного воздуха и его загрязнения.

Снежный покров является эффективным индикатором процессов закисления природных сред.

Загрязнение снежного покрова происходит в 2 этапа. Во-первых это загрязнение снежинок во время их образования в облаке и выпадения на местность - влажное выпадение загрязняющих веществ со снегом. 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.

Взаимоотношение между сухими и влажными выпадениями зависит от многих факторов, главными из которых являются: длительность холодного периода, частота снегопадов и их интенсивность, физико-химические свойства загрязняющих веществ, размер аэрозолей.

Среднее время пребывания в атмосфере антропогенных и природных веществ тесно связано с высотой выброса и физико-химическими свойствами. Время пребывания, как правило, растет с высотой выброса и увеличением дисперсности аэрозольных частиц и составляет от нескольких минут до года и более.

Измерение загрязняющих веществ в снежном покрове позволяет оценить загрязнение атмосферного воздуха, воды и почв.

Снежный покров является одним из источников загрязнения поверхностных вод. Установлено , что доля сульфатов, выносимых в половодье в речную систему бассейна средней реки в фоновых условиях формирования сульфатного стока, составляет 15-25 %.

Содержание микроэлементов в снеге и их выпадения колеблются в очень широком диапазоне главным образом в зависимости от степени антропогенного влияния.

Перенос загрязняющих веществ на большие расстояния осуществляется главным образом за счет общей циркуляции атмосферы. Поступающие в атмосферу примеси, подхваченные воздушными потоками, могут распространяться на расстояние от нескольких сотен до нескольких тысяч километров.

**Вывод:**

На основе изученного теоретического материала, мы пришли к выводу, чем больше загрязнение снега, тем больше его плотность, соответственно, чем больше плотность, тем больше его теплопроводность, что приводит к понижению температуры снега.

1. **Практическая часть**
2. **Методика исследования**: мониторинг снежного покрова, изучение его физико-химических свойств. Измерение температуры снежного покрова в контрольных точках; измерение массы сухого остатка.
3. **Результаты исследования**

Для подтверждения нашей гипотезы мы проводили следующие физико - химические исследования.

1этап исследования:

Были взяты пробы снега объемом 1л. Место для этого выбирали там, где снег равномерно ложился и не был утоптан. Для отбора проб мы выбрали три точки в разных участках города (угольный порт, дорога, школа). В каждом пункте пробы были взяты три раза (зимнее - весенний период: январь, февраль, март), потому что к весне количество загрязненных веществ накапливается, и средние показатели по 3 исследованиям будут наиболее точными.

Так как, температура воздуха в январе, феврале и марте были различными, то и температура снега в наших образцах тоже отличается по значению:

Данные значения температуры снежного покрова на глубине 20см в январе, при температуре воздуха -23º С представлены в таблице № 1.

Таблица №1 Значения температуры снежного покрова

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Район исследования | Температура снежного покрова (С˚) |
| январь |
| 1. | Угольный порт | -1 |
| 2. | Дорога | -2 |
| 3. | Школа | 0 |

Данные значения температуры снежного покрова на глубине 20см в феврале, при температуре воздуха -10ºС представлены в таблице № 2.

Таблица №2 Значения температуры снежного покрова

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Район исследования | Температура снежного покрова (С˚) |
| февраль |
| 1. | Угольный порт | +1 |
| 2. | Дорога | -1 |
| 3. | Школа | +3 |

Данные значения температуры снежного покрова на глубине 20см в марте, при температуре воздуха -10ºС представлены в таблице № 3.

Таблица № Значения температуры снежного покрова

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Район исследования | Температура снежного покрова (С˚) |
| февраль |
| 1. | Угольный порт | +1 |
| 2. | Дорога | -1 |
| 3. | Школа | +3 |

Для наглядности сравнения результатов измерения температур была построена диаграмма №1.

Диаграмма №1

Измерение температур снега в зимнее - весенний период

При сравнении значений температур января и марта мы сделали вывод, что наиболее низкие показатели вблизи дороги, наиболее высокие у школы. Если следовать нашей гипотезе, то наиболее грязный снег будет вблизи дороги, а чистый около школы.

1. этап исследования:

Дальнейшее наше исследование сводится к тому, чтобы проверить массу загрязнения во всех образцах, определить кислотность.

Для этого мы измеряем массу инородных частиц в пробах снега.

Пробы снега мы разложили в пронумерованные баночки. Содержимое баночек было растоплено, доведено до комнатной температуры. Взято по 50 мл воды в каждой пробе, и дав время для того, чтобы осадок в образце отстоялся, мы удалили излишки воды до образовавшегося осадка. Затем осадок был помещен в фарфоровую чашечку, с предварительно измеренной массой, которая составила 24,3мг, мы выпарили оставшуюся жидкость до сухого остатка. После этого была измерена масса чашечки с остатком, и из полученного результата мы вычли массу фарфоровой чашечки, данные измерений показывают массу инородных частиц присутствующих в снежном покрове. Данные приведены в таблице № 3.

Таблица №3 Масса инородных частиц присутствующих в снежном покрове

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Район исследования | Масса инородных веществ (мг) | | |
| январь | март | Среднее арифметическое |
| 1. | Угольный порт | 30 | 50 | 40 |
| 2. | Дорога | 40 | 80 | 60 |
| 3. | Школа | 10 | 10 | 10 |

Судя по результатам данного исследования наиболее запыленный точка-дорога, наименее –школа.

По внешнему описанию осадок состоит из частиц угольной пыли, что является естественным, так как на территории нашего города находится порт.

Так же судя по тому, что запыленность снежного покрова вблизи порта меньше, чем возле дороги, можно сделать предположение о том, что частицы загрязняющих веществ вблизи угольного порта легче и часть их находятся в воздухе, что еще более вредно для человека.

При помощи лакмусовой бумажки, была определена кислотность снега. По результатом исследования кислотность выше в близи автомобильной дороги.

Вывод: Сравнив результаты первого и второго этапа исследования, можно сказать, что они полностью подтверждают нашу гипотезу о том, что температура снега зависит от степени его загрязнения.

**Заключение**

Цель данной работы достигнута, задачи реализованы, гипотеза полностью подтвердилась на основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- температура снежного покрова находится в прямой зависимости от его загрязнения.

- мониторинг снежного покрова является наиболее эффективным методом контроля качества окружающей среды. Отбор проб снега позволяет проследить динамику его загрязнения за зимний период.

- в ходе выполнения работы контрольные точки, подтвердили правильность их выбора, так как они оказались наиболее информативными по состоянию загрязнения окружающей среды и источников загрязнения.

В случае продолжения работ по мониторингу снежного покрова в следующем учебном году необходимо обеспечить:

- равномерную сеть контрольных точек отбора проб снега с учетом известных и неизвестных источников загрязнения;

- определение химического состава отобранных проб.

Снежный покров на исследуемых участках неоднороден в экологиче­ском отношении. Для жителей Выборга эта проблема является актуальной. С экологической точки зрения жителям города, чьи дома расположены в указанных точках, рекомендуется:

* не разрабатывать земельные участки ближе 50 метров от автомо­бильной дороги;
* на уже имеющихся участках создать защитную полосу из тополя, жел­той акации, территорию ближе 25-50 метров от автомобильной дорог считать «зоной отчуждения», на которой нельзя иметь ни сенокосных угодий, ни участков для выпаса скота, ни огородов;
* полученные нами сведения могут быть использованы администрацией нашего города как показатель состояния окружающей среды.

По завершению данной работы были проведены беседы во всех классах нашей школы, на которых учащимся было сообщено о результатах исследования.

Логика развития жизни на Земле определяет деятельность человека как главный фактор, причем биосфера может существовать без человека, но человек не может существовать без биосферы. Следующие поколения не простят нам то, что мы лишили их возможности наслаждаться первозданной природой. Сохранить гармонию человека и природы – основная задача, которая стоит перед настоящим поколением. Это требует изменения многих ранее сложившихся представлений о соизмерении человеческих ценностей.

**Список использованных источников:**

1. Журнал «Наука и жизнь», №1, 1982.
2. Нормативные данные по предельно допустимым уровням загрязнения вредными веществами объектов окружающей среды: Справочный материал.- СПб.: Крисмас+, 1997.
3. Физико-химические свойства воды
4. Школьный экологический мониторинг / Под. Ред. Т.Я.Ашихминой.- М.: АГАР, 2000.
5. Под ред. Никольского Б.Н. - Справочник химика. т.2: Физико-химические свойства веществ
6. Акимов Ю.П. Формирование фазового состава воды в мерзлых породах. Автореф. канд. дис. М.: Изд-во МГУ, 25 с.
7. Бровка Г.П. Тепло и массоперенос в природных дисперсных системах при промерзании. Минск, 1991, 192 с.
8. <http://www.msuee.ru/html2/med_gidr/l3_4.html>
9. <http://www.murman.ru/ecology/krep/snow2.html>
10. <http://www.abitu.ru/researcher/methodics/method/Est_napravl/eco/a_wehxm.html>

Приложение №1

**Взятие проб снега**



Угольный порт



Автомобильная дорога



Школа

**Приложение №2**

**Физико-химические методы исследования**



Мерные стаканчики с образцами растопленного снега



Измерение массы

Приложение №3



Выпаривание



Взвешивание сухого остатка с порта



Взвешивание сухого остатка с дороги



Взвешивание сухого остатка от школы



Измерение кислотности образцов





Сравнение результатов со шкалой кислотности