**Снежинка**

Учебно-исследовательская работа по физике

Подготовила ученица 8 класса «В»

Школы № 130 г. Нижнего Новгорода

Мамедова Наталья.

Научный руководитель:

Сотскова Елена Александровна.

**г. Н. Новгород**

**2014-2015 уч. год**

Оглавление

|  |  |
| --- | --- |
| Введение | 3 |
| 1 | Как рождается снег | 4 |
| 2 | Из мира науки | 6 |
| 3 | Классификация снежинок | 1 |
| 4 | Снежинка Коха и ковёр Серпинского | 1 |
|  |  | Кривая Коха | 1 |
|  | 4 | Снежинка Коха | 1 |
|  | 4 | Ковёр Серпинского | 1 |
| 5 |  От снежинок к кристаллам | 1 |
|  |  | Кристаллы льда и снега | 1 |
|  | 5 | Почему снежинки такие лёгкие? | 1 |
|  | 5 | Виды ледников | 1 |
|  | 5 | Работа льда | 1 |
|  | 5 | Лавины | 1 |
|  | 5 | Град | 1 |
| 6 | Интересные факты | 1 |
| 7 | Снег – чуткий показатель загрязнённости | 2 |
| 8 | Скрип снега | 2 |
| 9 | Музей снега и льда | 2 |
| Заключение | 2 |
| Список литературы | 2 |
| Приложение 1. Виды снежинок | 2 |
| Приложение 2. Классификация снежинок | 2 |
| Приложение 3. Построение снежинки Коха | 2 |
| Приложение 4. Музей снега и льда | 2 |

“Я всегда любил смотреть на тихое падение снега. Чтобы вполне насладиться

этой картиной, я вышел в поле, и чудное зрелище представилось глазам моим: все безграничное пространство вокруг меня представляло снежный поток, будто небеса разверзлись, рассыпались снежным пухом и наполнили весь воздух движением и поразительной тишиной...”

(Аксаков)

**Введение**

Вы случайно не задумывались, что за «белые мухи» летят с небес. Откуда они взялись? И вообще что это такое? Именно эти вопросы задавала я себе, находясь на улице в снегопад. Ведь живя в России, тем более в Сибири, воспринимаешь снег, как нечто обыденное.

В тот день снег падал хлопьями. Снежинки чередовались одна другой красивее. Снег густо припорошил дороги. Идёшь и с удовольствием вслушиваешься в лёгкое поскрипывание под ногами. Благодаря морозной и безветренной погоде снег лежал пушистым ковром везде: на домах, на земле и даже вся моя одежда была в лёгких хлопьях снега. Я вытянула руку и посмотрела на рукавичку, на ней лежали свежие снежинки. Это была такая необыкновенная красота, такая волшебная тайна, которую мне захотелось разгадать. Я стояла и всматривалась в них, изумляясь такому разнообразию форм. И мне очень захотелось узнать побольше об этом удивительном чуде природы – снеге, и связанных с ним явлениях.

Цель моего реферата раскрыть особенности снега, какие методы исследования проводились по его изучению, строение снежинки, интересные факты, и узнать всё об этой удивительной красоте.

Задачи, которые я перед собой ставила:

1. Сбор материала по теме реферата и его обработка;

2. Выстраивание содержания основной части;

3. Выводы о проделанной работе;

4. Оформление обобщённого материала;

5. Подготовка презентации;

6. Презентация реферата на нучно-практической конференции.

Моя работа состоит из 9 глав. Мною были изучены и обработаны следующие материалы: литературные источники, среди которых учебная, научная, справочная литература, периодические издания и Интернет сайты. Оформлены приложения, в которых содержатся: классификация снежинок, построение снежинки Коха, музей снега и льда, фигуры изо льда.

**1. Как рождается снег**

Снежинка — сложная симметричная структура, состоящая из кристалликов льда, собранных вместе. Вариантов «сборки» множество — до сих пор не удалось найти среди снежинок двух одинаковых. [4]

Причудливые формы снежинок издавна привлекали внимание человека. Оказалось, что их форма, размер и характер зависят от вида и высоты облаков, в которых они образовались, от температуры тех слоев атмосферы, которые снежинкам пришлось пересечь при падении на землю. По виду (приложение 1) снежинок метеорологи судят о погоде в верхних слоях атмосферы в дни, когда снегопад не позволяет вести наблюдения.

Снежинка рождается, когда мельчайшие капли воды в облаках соединяются с такими же мелкими пылевыми частичками, а затем замерзают. После этого 0,1 миллиметровые кристаллики льда падают вниз и постепенно вырастут вследствие конденсации на них влаги из воздуха. В результате образуются всем нам известные шестиконечные снежинки.
В снежинках из-за особой структуры молекул воды возможны углы лишь в 60° и 120°. Эти кристаллы в процессе формирования неоднократно вертикально перемещаются в атмосфере, частично тают и кристаллизуются заново. Из-за этого нарушается регулярность правильных кристаллов, и образуются смешанные формы. При этом возникает такое геометрическое разнообразие, что практически невозможно встретить две идентичные снежинки. [2]

Передвигаясь вверх и вниз в облаке, снежинка попадает в условия с разной температурой и концентрацией водяного пара. Ее форма меняется, до последнего подчиняясь законам гексагональной симметрии. Так снежинки становятся разными. Хотя теоретически в одном облаке на одной высоте они могут «зародиться» одинаковыми. Но путь до земли у каждой свой, довольно долгий — в среднем снежинка падает со скоростью 0,9 км/час. А значит, у каждой — своя история и своя окончательная форма. Образующий снежинку лед прозрачен, но когда их много, солнечный свет, отражаясь и рассеиваясь на многочисленных гранях, создает у нас впечатление белой непрозрачной массы — мы называем ее снегом. [9]

Основа для формирования снежинки, её крошечное ядро - это ледяные или инородные пылинки в тучах. Молекулы воды, хаотично перемещающиеся в виде водяного пара, проходят через облака, вместе с температурой они теряют и скорость. Все больше и больше шестиугольных молекул воды присоединяется к растущей снежинке в определенных местах, придавая ей отчетливую форму. При этом выпуклые участки снежинки растут быстрее. Так, из первоначально шестигранной пластинки вырастает шестилучевая звездочка. По мнению специалистов в этой области, главная особенность, определяющая форму кристалла, - это крепкая связь между молекулами воды, подобная соединению звеньев в цепи. Кроме того, из-за различного соотношения тепла и влаги кристаллы, которые в принципе должны быть одинаковыми, приобретают различную форму. Сталкиваясь на своем пути с переохлажденными мелкими капельками, снежинка упрощается по форме, сохраняя при этом симметрию. Порхающую в воздухе снежинку подстерегают две опасности. Во-первых, она может растаять, оказавшись в более теплых воздушных слоях. Во-вторых, во время полета происходит постепенно испарение снежинки, усиливающееся в ветреную погоду и при уменьшении относительной влажности воздуха. [1]

Ученые из Франции и США установили, что снежинки образуются благодаря бактериям. Ученые под руководством Брента Кристнера из государственного университета Луизианы изучали образцы снега из Франции, Антарктики, Монтаны и Юкона. Их целью был поиск ядер или центров кристаллизации снежинок. Ядро кристаллизации - это то, с чего начинается образование снежинок. Раньше считалось, что в этой роли выступают частицы пыли, на которые намерзает пересыщенный водяной пар.

Исследователи обнаружили, что от 69 до 100 процентов ядер кристаллизации в изученных образцах были органического происхождения. Существенную часть

биологических ядер кристаллизации составляли бактерии.

Больше всего снежинок образуется с участием бактерий во Франции, следом идут Монтана и Юкон. В арктических образцах снега было обнаружено меньше всего бактериальных центров кристаллизации.
Чаще всего "затравкой" будущей снежинки служили бактерии Pseudomonas syringae. Эти палочковидные бактерии способны заражать большое количество видов растений, в том числе, многие важные сельскохозяйственные культуры.
Патогенные бактерии оказались удивительно эффективными триггерами образования снежинок. Лучше всего Pseudomonas syringae "стимулируют" рост кристаллических ледяных структур при температурах от минус семи градусов по Цельсию до нуля.
Для предотвращения заражения сельскохозяйственных растений разработано множество средств, истребляющих Pseudomonas syringae. Новые результаты поднимают вопрос о том, не приведет ли уничтожение вредных бактерий к изменениям климата. [14]

**2. Из мира науки**

Снежинки не раз становились предметом серьезных научных исследований. Как известно, найти пару совершенно одинаковых снежинок практически невозможно, хотя они могут быть очень похожими между собой. Это одна из тех давних столетних тайн, раскрыть которую поможет процесс компьютерного моделирования. А вот прославленный астроном и математик, один из тех, кто сформулировал законы движения планет, Иоганн Кеплер, живший четыре столетия назад, посвятил снежинке свой знаменитый шутливый трактат "Новогодний подарок, или о шестиугольном снеге". Относясь к работе с достаточной долей юмора, он в то же время скрупулезно, как истинный ученый исследовал многие интересные особенности снежинок. В том числе и вопрос, почему, собственно, снежинки "шестиугольны, пушисты, как перышки с шестью лучами". А спустя три столетия были изданы альбомы, в которых представлены коллекции увеличенных фотографий тысяч снежинок, причем ни одна из них не повторяет другую, тем самым заложив основы кристаллографии.

В 1635 году французский философ и математик Рене Декарт занялся описанием видов снежинок, разглядывая их невооруженным глазом. Он писал, что снежинки похожи на розочки, лилии и колесики с шестью зубцами. Его особенно поразила найденная им в середине снежинки "крошечная белая точка, точно это был след ножки циркуля, которым пользовались, чтобы очертить ее окружность". Декарт также впервые нашел и описал достаточно редкую двенадцатиконечную снежинку. До сих пор двенадцатиконечная снежинка считается большой редкостью, так до конца и неясно, где и при каких условиях она образуется. Считается, что снежинок с 4, 5 и 8 гранями не бывает, а вот с тремя увидеть можно.

В 1665 году Роберт Гук рассматривал снежинки уже под микроскопом, оставив нам свои зарисовки. Первые фотографии снежного кристалла под микроскопом были сделаны в 1885 году американским фермером Уилсоном Бентли. Сфотографировав за свою жизнь свыше пяти тысяч снежных кристаллов, он пришел к выводу, что среди них нет ни одного одинакового. В 1931 году вышла его знаменитая книга "Снежные кристаллы".

Американские исследователи - профессор математики Янко Гравнер из Калифорнийского университета в Девисе и Дэвид Гриффит из Университета Висконсина-Мэдисона - с помощью компьютера научились достоверно моделировать образование реальных трехмерных снежинок - то есть они решили, наконец, задачу, которая до сих пор не поддавалась всем усилиям ученых. Такие моделированные снежинки получили наименование "снежных фальшивок", псевдоснежинок – snowfakes (очевидная игра слов, ведь снежинки по-английски именуются 'snowflakes'). Модель, построенная Гравнером и Гриффитом, учитывает множество коэффициентов и параметров - атмосферное давление, температуру, концентрацию паров и прочее. Варьируя эти коэффициенты (то есть меняя начальные условия образования снежинок), исследователи сумели воспроизвести достаточно обширный ряд естественных форм снежинок. Вместо того, чтобы моделировать поведение каждой молекулы воды, программа просто делит пространство на клетки поперечником в один микрометр. Моделирование одной снежинки занимает на обычном настольном компьютере приблизительно сутки.

Как и в реальном мире, компьютерные снежинки с наибольшей вероятностью отращивали иглы. А классическая шестиконечная "древовидная" или перистая снежинка рождалась относительно редко (также, как в природных условиях). Вообще, в рисунках снежинок встречаются пластинки, пирамиды, столбики, иглы, стрелы, простые и сложные звездочки... Гравнер и Гриффин сумели также получить некоторые необычные новые формы снежинок, вроде "butterflake" - то есть похожие на трех склеенных между собой бабочек. В природе подобные формы не появляются из-за своей исключительной хрупкости и неустойчивости. Некоторой неожиданностью стал тот факт, что компьютерные снежинки сумели обрести и ярко выраженное третье измерение - появились структуры, растущие между двумя пластинами. Эту особенность среди реальных снежинок наблюдать достаточно сложно, однако при особо дотошных исследованиях с участием электронных микроскопов она также была уже отмечена.

Гравнер и Гриффин - это, конечно, не единственные ученые, интересующиеся в наше время снежинками. Очередной шаг в изучении свойств наиболее известных природных кристаллов - снежинок - сделан профессором физики Кеннетом Либбрехтом из Калифорнийского технологического института. В лаборатории профессора Либбрехта снежинки выращиваются искусственно.

"Я пытаюсь выяснить динамику формирования кристаллов на молекулярном уровне, - комментирует профессор. - Это непростая задача, и ледяные кристаллы скрывают множество секретов".

Снежинка - сложная симметричная структура, состоящая из кристалликов льда, собранных вместе. Вариантов "сборки" множество - до сих пор не удалось найти среди снежинок двух одинаковых. Исследования, проведенные в лаборатории Либбрехта, подтверждают этот факт - кристаллические структуры можно вырастить искусственно или наблюдать в природе. Существует даже классификация снежинок, но, несмотря на общие законы построения, снежинки все равно будут чуть-чуть отличаться друг от друга даже в случае относительно простых структур.

Для изучения характеристик снежинок профессор Либбрехт с 2001 год начал делать фотографии образовавшихся естественным образом снежинок и проводить их сравнительную классификацию. Структура и внешний вид снежинок, как выяснилось, зависят от того, где именно их наблюдали. По мнению Либбрехта, самые красивые и сложные по структуре снежинки выпадают там, где климат суровее - к примеру, на Аляске, а вот в Нью-Йорке, где климат мягче, структуры снежных кристалликов гораздо проще.

Для того, чтобы структура снежинки была хорошо видна на фотографии (а это очень важно для изучения ее кристаллического строения), образец подсвечивают специальным образом, и сама снежинка работает как сложная линза. Либбрехт разработал специальную камеру с встроенным микроскопом для полевых исследований. Фотографировать снежинки надо очень быстро - когда снежинка спустилась с неба, ее кристаллики перестают расти и почти сразу же начинают терять четкость граней.

Фотографии позволили ученому выявить нестабильности роста кристаллов у снежинок, что раньше еще никому не удавалось. "Эти нестабильности очень важны для понимания процесса роста кристаллов, но объяснить их с научной точки зрения пока еще сложно", - комментирует ученый.

Уникальные декоративные свойства базы данных профессора Либбрехта уже оценены по достоинству. В октябре 2006 года почтовая служба США выпустила 4 памятных марки с изображением снежинок. При помощи специальных экспериментальных подходов были получены изображения мельчайших частиц льда, образующихся на гидрофобных металлических поверхностях, а теоретическое моделирование позволило рассчитать их структуру. [10]

Изображения ледяных кластеров были получены при температуре 5 градусов Кельвина (- 268 °С). Самые маленькие из них – гексамеры – состоят из шести молекул воды. Это самые элементарные снежинки. Также были визуализированы кластеры из семи, восьми и девяти молекул.
При наблюдении таких объектов возникают вполне понятные трудности – кластеры очень хрупки и легко разрушаются электронами. Поэтому необходимо использовать как можно более слабые токи.
Теоретическое рассмотрение преподнесло ряд неожиданностей. Расчеты показали, что связи между молекулами воды в кластерах могут быть неравноценны – некоторые короче, а некоторые длиннее. Это проясняет тот факт, что молекулы воды образуют водородные связи между собой и при этом могут связываться с поверхностью, которая инициирует зародышеобразование. [18]

Результаты работы позволяют объяснить механизмы образования льда на поверхностях различных материалов, таких как переходные металлы и соли. Также существует возможность обобщения и разработки теории формирования кластеров на любых твердых поверхностях, например, на частицах аэрозолей или пыли, находящихся в атмосфере.

Несмотря на докучливость ученых, снежинка до сих пор не открыла до конца всех своих тайн. Ее история необычайно удивительна и может поведать нам много интересного. К примеру, не многие знают, что древние считали снег благородным минералом. Собственно, и происхождение слова "кристалл" (звучит оно почти одинаково на всех европейских языках) связанно с самой обыкновенной снежинкой. Много веков назад среди вечных снегов в Альпах, на территории современной Швейцарии, нашли очень красивые, совершенно бесцветные кристаллы, очень напоминающие чистый лед. Древние натуралисты так их и назвали - "krystallos ", по-гречески – лед. Слово происходит от греческого "криос", что значит холод или мороз. Дело в том, что за лед принимали тогда горный хрусталь, затвердевший от холода до такой степени, что он уже не плавится. Полагали, что лед, находясь, длительное время в горах, на сильном морозе, окаменевает и теряет способность таять. Один из самых авторитетных античных философов Аристотель писал, что "кристаллос" рождается из воды, когда она полностью утрачивает теплоту". Аналогичный вывод сделали в древности в Китае и Японии - лед и горный хрусталь обозначали там одним и тем же словом. [15]

**3. Классификация снежинок**

Термин "снежинка" вполне научный - этот кристалл в форме простейшей шестиугольной призмы сформирован из молекул воды, сгруппировавшихся вокруг ядра. Принимает он самые разнообразные формы. Причем единства по этому вопросу среди ученых нет. Одни утверждают, что уникальна каждая снежинка. "Рождение" в атмосфере каждого нового ледяного кристалла неповторимо - молекулы воды налипают на ядро и лучи случайным образом. Это миллиарды, если не больше, самых удивительных форм... Другие склоняются к тому, что всего в природе не больше 130 видов снежинок - именно столько конфигураций в различных осях симметрии может образовывать шестиугольная снежинка. А вот международная система классификации признает только 10 видов.

В 1951 году Международная Комиссия по Снегу и Льду приняла классификацию (приложение 2) твёрдых осадков. Согласно ей все снежные кристаллы можно разделить на следующие группы: звёздчатые дендриты, пластинки, столбцы, иглы, пространственные дендриты, столбцы с наконечником и неправильные формы. К ним добавились еще три вида обледеневших осадков: мелкая снежная крупка, ледяная крупка и град.

* Звёздчатые дендриты - кристалл или другое образование, имеющее древовидную, ветвящуюся структуру. Они имеют шесть симметричных основных веток и множество расположенных в произвольном порядке ответвлений. Их размер - 5 мм и более в диаметре, как правило, они плоские и тонкие - всего 0.1 мм.
* Пластинки - множество ледяных ребер как будто делят лопасти снежинок на сектора. Как и звёздчатые дендриты, они плоские и тонкие.
* Столбики. Хотя плоские, пластинчатые снежинки больше притягивают взгляд, тем не менее, самой распространенной формой снежных кристаллов является столбик или колонна. Такие полые столбики могут быть шестигранными, в виде карандаша, заостренные на концах в виде конуса.
* Иглы - столбчатые кристаллы, выросшие длинными и тонкими. Иногда внутри них сохраняются полости, а иногда концы расщепляются на несколько веточек.
* Пространственные дендриты. Очень интересные конфигурации получаются, когда плоские или столбчатые кристаллики срастаются или спрессовываются, образуя объемные структуры, где каждая веточка расположена в своей плоскости.
* Столбики с наконечниками. Изначально такие кристаллы имеют столбчатую форму, но в результате некоторых процессов меняют направление роста, превращаясь в пластинки. Такое может произойти, если, кристалл заносит ветром в зону с другой температурой.
* Кристаллы неправильной формы. На долю снежинки может выпасть немало приключений, она может попасть в зону турбулентности и потерять в ней некоторые из своих веточек или разломаться совсем. Обычно таких "покалеченных" снежинок много в сыром снеге, т.е. при относительно высокой температуре, особенно при сильном ветре.

Этой же классификации подчиняется и рост инея, изморози и узоров на стеклах. Эти явления, как и снежинки, образуются при конденсации, молекула за молекулой — на земле, траве, деревьях. Узоры на окне появляются в мороз, когда на поверхности стекла конденсируется влага теплого комнатного воздуха. А вот градины получаются при застывании капель воды или когда в насыщенных водяным паром облаках лед плотными слоями намерзает на зародыши снежинок. На градины могут намерзать другие, уже сформировавшиеся снежинки, сплавляясь с ними, благодаря чему градины принимают самые причудливые формы. [11]

Лабораторные опыты по выращиванию снежинок показали, что форма снежинок напрямую зависит от температуры и влажности воздуха.
Пластины образуются при температуре –2° C , колонки – при –5° C, около –15° C снова появляются пластины, и комбинации пластин и колонок – при –30° C. Кроме того, кристаллы снега имеют тенденцию формировать более простые формы при низкой влажности и более сложные при высокой. Самые причудливые формы – длинные иглы образуются при –5° C, и большие тонкие пластины формируются при –15° C и относительно высокой влажности.
Но почему все-таки их форма зависит именно от температуры и влажности, до сих пор точно не известно. [16]

А вдруг самая красивая снежинка упадет в вашем саду? Или пролетит за вашим окном. Ведь до сих пор 12-конечная снежинка считается большой редкостью, и так и неизвестно, где и при каких условиях она падает на землю.

**4. Снежинка Коха и ковер Серпинского**

Если повторять какую либо операцию с геометрическим объектом множество раз, при этом, уменьшая масштаб, то в результате получится самоподобная структура. Рассмотрим два классических примера.

4.1 Кривая Коха

Возьмем отрезок прямой длиной *l0*. На средней трети построим равносторонний треугольник. Длина получившейся линии равна 4/3 от длины отрезка*l0*. Второй раз повторим построение равносторонних треугольников на средних третях сторон. Теперь длина линии станет (4/3)2 от длины первоначального отрезка. Повторяя эту операцию n раз, получаем кривую длиной *l0*(4/3)n – это кривая Коха (приложение3 а).
Если построение повторить бесконечное число раз, то получим кривую бесконечной длины. Эта кривая самоподобна – при большем уменьшении масштаба ее вид остается неизменным. Конечно, нужно понимать, что в реальной жизни операции во всё меньшем масштабе, нельзя повторять бесконечное число раз. [13]

4.2 Снежинка Коха

Применяя ту же операцию n-ное количество раз к равностороннему треугольнику, получим снежинку Коха. Ее построение показано на рисунке (см приложение 3б): на средних третях каждой стороны строятся равносторонние треугольники. Длина периметра снежинки Коха равна 3*l0*(4/3)n . При n стремящемся к бесконечности, периметр становится бесконечным. То есть кривая бесконечной длины ограничивает конечную площадь! [13]

4.3 Ковер Серпинского

Если соединить середины сторон треугольника, полученный меньший треугольник удалить и повторить эту операцию неограниченное число раз, то в результате получается еще одна самоподобная фигура - ковер Серпинского (приложние 3в). Любой меньший треугольник полностью воспроизводит структуру любого большего треугольник, то есть при изменении масштаба подобие сохраняется.

У этой фигуры есть удивительное свойство. Если подсчитать суммарную площадь всех исключенных при построении треугольников, то она, оказывается, точно равна площади исходного треугольника. А это значит, площадь ковра Серпинского равна нулю!

Таким образом, оказывается, что эти самоподобные объекты обладают какими то иными свойствами: кривые, ограничивающие конечную площадь – бесконечны, а площадь реально существующих фигур оказывается равной нулю. Для описания таких объектов, существует понятие фрактальной размерности. [13]

**5. От снежинок к кристаллам**

Всматриваешься в снежинки – и изумляешься разнообразию их форм. А ведь форма этих мельчайших ледяных кристаллов во многом зависит от ветра. Так, резкий ветер "разрывает" снежинки на сотни маленьких иголок, а сильные морозы (около 40 градусов) и вовсе превращают их в "алмазную пыль".

Кристаллография в настоящее время активно развивается в связи с потребностями электроники и физики твердого тела — в частности, свойства полупроводников, использующихся в наших повседневных электронных приборах, в значительной мере зависят от характеристик используемых в них кристаллов. [3]

**5.1 Кристаллы льда и снега**

Кристаллы замёрзшей воды, т.е. лёд и снег известны всем. Эти кристаллы почти полгода (а в полярных областях и круглый год) покрывают необозримые пространства Земли, лежат на вершинах гор и сползают с них ледниками, плавают айсбергами в океанах.

Ледяной покров реки, массив ледника или айсберга – это, конечно, не один большой кристалл. Плотная масса льда обычно поликристаллическая, т.е. состоит из множества отдельных кристаллов. Их не всегда различишь потому, что они мелки и все срослись вместе.

Каждый кристаллик льда, каждая снежинка хрупка и мала. Часто говорят, что снег падает, как пух. Но даже это сравнение, сказать, слишком «тяжелое»: снежинка гораздо легче, чем пушинка. Десяток тысяч снежинок составляют вес одной копейки. [3]

**5.2 Почему снежинки такие лёгкие?**

Снежинки легче дождевых капель, поскольку состоят из кристаллов. Однако снежные хлопья не такие лёгкие, как кажутся. Если бы это было так, они не падали бы на землю, а оставались бы в облаках. Они падают потому, что состоят из кристаллов льда, ставших слишком тяжёлыми, чтобы удерживаться в облаках. Снежинки порхают, поскольку кристаллы велики и, как парашюты, опираются на воздух в полёте. Если рассмотреть их в лупу, можно увидеть переплетающиеся кристаллы. Кристаллы очень разнообразны, и их форма тем сложнее и красивее, чем холоднее погода. Среди миллиардов кристаллов, которые образуют снежинки, все шестилучевые и с геометрически правильным рисунком, но двух одинаковых снежинок в мире нет.

Но, соединяясь в огромных количествах вместе, снежные кристаллы могут остановить поезд, образовав снежные завалы; а снежные лавины и ледники могут сдвигать и сокрушать скалы. [5]

Прикоснитесь пальцем к снежинке, и она мгновенно растает от тепла руки. Сбросьте снежинку с рукава пальто – вы, конечно, не услышите, как она упала, а может быть, и сломалась. Но прислушайтесь, как скрепит у вас под ногами свежевыпавший снег. Что это за скрип! Это трещат и ломаются миллионы снежных кристаллов. В ясную погоду снег мерцает и искрится, «играет» на солнце. Это, как от множества крохотных зеркал, отражаются лучи солнца от плоских граней кристалликов снега.

«Мелькает, вьётся первый снег,

Звездами падая на берег»

- говорит А.С.Пушкин. Звездами? Конечно, ведь каждая снежинка – шестилучевая звёздочка, изредка – шестиугольная пластинка.

На снежинках легче всего убедится в том, что форма кристаллов правильна и симметрична. Американский натуралист Бентлей больше пятидесяти лет занимался фотографированием снежинок под микроскопом. Он составил атлас нескольких тысяч фотографий снежинок, и все эти снежинки различны, вы не найдёте там ни одной пары одинаковых. Но всё–таки наверняка можно сказать, что в этом атласе собраны отнюдь не все формы снежинок; можно снять ещё много тысяч таких фотографий и всё же не исчерпать колоссального разнообразия форм кристаллов снега.

Удивительно разнообразны формы звёздочек – снежинок, но симметрия их всегда одинакова: только шесть лучей. Почему? Такова симметрия атомной структуры кристаллов снега. Это относится не только к снегу. Формы кристаллов могут быть весьма разнообразными, но симметрия этих форм для каждого вещества одна, её определяет симметрия и закономерность атомного строения данного вещества. Снежинка может быть только шестилучевой – такова симметрия строения кристаллов снега.

Но снег интересовал ученых не только как вид атмосферных осадков - изучая ледяные крупинки, они познавали, прежде всего, саму природу кристаллов. [3]

Хотя в целом климат на Земле довольно тёплый, в отдельных местах – на полюсах и высоко в горах – лёд лежит круглый год. Ледники бывают очень разные по толщине и протяжённости. Есть среди них и «крошки» в десятки и сотни метров толщиной. А есть гиганты, занимающие огромные пространства. Их толщина измеряется в тысячах метров. Ледники редко бываю неподвижными. Под влиянием собственной тяжести лёд медленно сползает вниз, сокрушая скалы и создавая новые формы рельефа.

Менее 10 000 лет назад на Земле было значительно холоднее, чем в наши дни. Ледники занимали большую часть Европы, Азии и Северной Америки, а толщина ледниковых щитов в Гренландии и Антарктиде достигала невероятных размеров. Даже там, где гораздо теплее – в Африке, Южной Америке и Новой Зеландии, - высоко в горах образовались громадные ледники. Эти ледники сильно изменили рельеф местности и создали такие географические объекты, как Великие озёра и долины Северной Америке. [1]

**5.3 Виды ледников**

Ледники, скопления льда, которые медленно движутся по земной поверхности. Ледники очень сильно различаются по размерам и форме.

Самые крупные ледники мира расположены в Антарктиде и Гренландии, где земля покрыта толстым ледяным панцирем. Такие ледники называют материковыми, или покровными. Особенности рельефа земной поверхности никак не отражаются на гладкой поверхности ледника.

Все остальные ледники гораздо меньше. Это в основном горные ледники, среди которых выделяют кальдерные (в кратерах потухших вулканов), звездообразные (спускающиеся с вершин гор) и долинные.

Ледники часто сравнивают с ледяными реками. Хотя лёд твёрдый, под действием силы тяжести он становится пластичным и начинает стекать вниз. С громадных щитов полярных ледников по понижающемуся подлёдному рельефу к морю медленно сползают гигантские ледяные потоки.

Все ледники образуются из снега. В условиях полярного холода снег тает очень медленно. Приблизительно за год снег, слёживаясь и оплавляясь на солнце, превращается в плотную массу ледяных зёрен – фирн. Под тяжестью нового снега фирн уплотняется, его зёрна увеличиваются, и образуется лёд.

Изначально практически вся громадная вершина горы Килиманджаро была покрыта снежной шапкой глубиной более 100 метров! Ледники тянулись вниз по склонам, формируя горные хребты морен (отложения, накопленные непосредственно ледниками при их движении), которые хорошо было видно на южных склонах горы на высоте 4000 м. Сегодня в этих местах осталась лишь незначительная часть от этого ледника. Через 50 лет на Килиманджаро может вовсе не остаться никаких ледников! По последним оценкам ученых, с 1912 года Килиманджаро потеряло 75% массы своего ледяного покрова. [1]

**5.4 Работа льда**

От постоянного замерзания и оттаивания, лежащих на поверхности камнях образуются трещины. Просачивающаяся в трещины вода, замерзая и превращаясь в лёд, расширяет их ещё больше.

В зимние морозы на поверхности почвы появляются узкие трещинки. Со временем в этих трещинках развиваются подпочвенные ледяные клинья шириной до 3 метров и длиной до 15 метров. Когда они тают, в образованных ими впадинах начинают постепенно собираются осадочные породы.

Отличительной особенностью рельефа местности в зоне вечной мерзлоты являются сопки, небольшие конические холмы высотой 100 метров. Они образуются, когда грунтовые воды собираются непосредственно под поверхностью земли. Замерзая, эти воды выталкивают землю наверх, и образуется небольшой купол. Когда лёд тает, в образовавшихся полостях скапливается ещё больше воды. В конце концов, лёд прорывается сквозь почву и тает. А в земле остаются круглые впадины похожие на кратеры. Это называется термокарстовым рельефом. [1]

**5.5 Лавины**

Снег, выпадающий в горах, не тает и накапливается на склонах. Совершенно непредсказуемо эта масса снега может обрушиться вниз по склону. Учёные, изучающие снег, установили шкалу риска схода снежных лавин. Если снежный покров стабилен, то риск обвала невелик, хотя снег может быть смещён случайно, например лыжником. Риск оценивается как более существенный, если снежный покров не стабилен, и особенно, если снега много. Риск схода лавин увеличивается, когда идут проливные дожди или наступает период таяния снегов. [1]

**5.6 Град**

Град образуется лишь в кучево-дождевых облаках. Внутри этих облаков возникают мощные вертикальные потоки воздуха. Они то поднимают, то опускают образующиеся там капли. В верхней части облака очень холодно, и капли замерзают. Когда они опускаются, их обволакивает вода, снова замерзающая наверху, так что с каждым разом они становятся всё больше и больше. Так может повторяться много раз, пока на землю не выпадают ледяные шарики - град.

Если разрезать градину пополам, будут отчётливо видны ледяные слои. Крупный град приносит огромный ущерб. [1]

**6. Интересные факты**

Снег имеет не чисто-белый, а слегка голубоватый оттенок, известно давно. На картине И. Левитана «Март» тени от деревьев на снегу — не черные, а голубые: их подсвечивает синее весеннее небо. Но снег и сам по себе способен окрашиваться в синий цвет. Чтобы увидеть эту окраску, нужно проделать в чистом снегу узкое отверстие глубиной около метра. Свет, пробившийся через толщу снега возле края этой ямки, будет казаться желтоватым, глубже он становится желтовато-зеленым, голубовато-зеленоватым и, наконец, ярко синим. Отсвет голубого неба здесь ни при чем, и чтобы убедиться в этом, можно провести опыт в пасмурную погоду или заглянуть в отверстие через картонную трубку.

Симметричные неповторяющиеся формы снежинок сильно зависят от температуры. Кстати, сам снег бывает не только белым. В арктических и горных регионах розовый или даже красный снег – обычное явление. Дело в том, что живущие между его кристаллов водоросли окрашивают целые участки снега. Но известны случаи, когда снег падал с неба уже окрашенный в голубой, зеленый, серый и черный цвета. Так, на Рождество 1969 года в Швеции выпал черный снег. Скорее всего, это произошло из-за того, что снег при падении впитал из атмосферы копоть и промышленные загрязнения. Во всяком случае, лабораторная проверка проб воздуха выявила в черном снеге присутствие инсектицида ДДТ.

В 1955 году около Даны, штат Калифорния, выпал фосфоресцирующий зеленый снег. Жители, рискнувшие попробовать на язык его хлопья, вскоре скончались, а у людей, бравших снег в руки, появились сыпь и сильный зуд. Возникло предположение, что подобные ядовитые осадки явились результатом атомных испытаний в штате Невада. Однако комиссия по расследованию этого происшествия данное предположение отвергла. По сей день происхождение зеленых хлопьев остается тайной.

Цвет льда зависит от его возраста и может быть использован для оценки его прочности. Океанический лед в первый год своей жизни белый, потому что он насыщен воздушными пузырьками, от стенок которых свет отражается сразу же, не успев поглотиться. Летом поверхность льда тает, теряет прочность, и под тяжестью ложащихся сверху новых слоев пузырьки воздуха сжимаются и исчезают совсем. Свет внутри льда проходит больший путь, чем прежде, и выходит наружу, имея голубовато-зеленый оттенок. Голубой лед старше, плотнее и прочнее белого «пенистого», насыщенного воздухом. Полярные исследователи это знают и выбирают для своих плавучих баз, научных станций и ледовых аэродромов надежные голубые и зеленые льдины.

Бывают черные айсберги. Первое сообщение в печати о них появилось в 1773 г. Черный цвет айсбергов вызван деятельностью вулканов - лёд покрыт толстым слоем вулканической пыли, которая не смывается даже морской водой. [7]

Лед неодинаково холоден. Есть очень холодный лед, с температурой около минус 60 градусов, это лед некоторых антарктических ледников. Намного теплее лед гренландских ледников. Его температура равна примерно минус 28 градусам. Совсем "теплые льды" (с температурой около 0 градусов) лежат на вершинах Альп и Скандинавских гор. [1]

Не приходилось ли вам видеть, как в комнате идёт снег? Если зимой в морозную погоду внезапно распахнуть дверь или приоткрыть окно на улице из сырого и очень жарко натопленного помещения, то в тех местах, куда врывается холодный воздух, начинает падать снег.

Такой случай описан даже в Санкт- Петербургских ведомостях за 1773г. В зимний вечер в одном из богатых домов Санкт-Петербурга происходила ассамблей (вечер-бал). В помещении скопилось очень много народа, и стало так жарко и душно, что присутствующие начали падать в обморок. Форточек в окнах тогда ещё не делали. Поэтому одному из присутствующих пришлось шпагой выбить стекло в окне. От ворвавшегося морозного воздуха во всём помещении пошёл хлопьями густой снег.

А причина была в том, что от дыхания собравшихся в зале людей скопилось множество водяных паров; когда через выбитое окно внезапно ворвался холодный воздух, эти пары очень быстро охладились и затвердели, образовав кристаллики снега.

Поэтому же на сильном морозе «пар идёт изо рта». Это кристаллизуются белым инеем пары, выдыхаемые человеком. Ресницы, усы, бороды людей на морозе покрываются инеем: это – тоже налёт снежных кристаллов. [3]

**7. Снег - чуткий показатель загрязненности**

Во-первых, это происходит оттого, что основу роста снежных кристаллов составляют ядра кристаллизации, которыми становятся инородные частицы, попавшие в атмосферу (пыль, копоть). Во-вторых, уже сформированные снежинки при падении способны захватить еще дополнительные взвешенные частицы, которых тем больше, чем сильнее антропогенное загрязнение атмосферы. В-третьих, в период между снегопадами эти частицы, беспрепятственно достигая поверхности снега, могут сформировать прослойки, отличающиеся даже по цвету, как более темные, между вмещающими их слоями. Итак, все вместе эти источники создают общее загрязнение снежного покрова. Весной при таянии снеговые воды понесут все, накопленное за зиму, в реки и озера. [8]

Как же определить загрязнённость снега? Для этого существует техника отбора снежных проб со специальным оборудованием:

Пробоотборник вдавливается вертикально вниз до земли, если есть наст, то он разрушается вращательными движениями. Снег с одной стороны пробоотборника отбрасывается лопаткой. Затем отборник немного, на 1-2 см, приподнимается и под него вставляется та же лопатка. Полученный керн снега помещаем в полиэтиленовый пакет, туда же кладем этикетку с описанием точки. На первом участке 10 х 10 м2 надо взять несколько проб, т.е. количество кернов снега должно быть не менее трех.

Далее идёт аналитическая обработка проб снега:

► пробы переносят в емкости, при этом пинцетом выбираются растительные остатки.
Фильтры предварительно взвешиваются на аналитических весах. Рекомендуется перед взвешиванием фильтры свернуть и на его верхнем крае простым карандашом подписать номер пробы.

► взвешенный фильтр закладывается в воронку. При этом фильтр должен плотно прилегать к ее стенкам. Воронку лучше вставить в емкость так, чтобы оставался зазор для воздуха, таким образом, фильтрование будет проходить быстрее. Необходимо следить, чтобы фильтр был заполнен водой не больше чем на 3/4. При окончании фильтрования измеряется объем фильтрата и сразу определяется рН с помощью универсальной индикаторной бумаги. Затем фильтры с осадком просушиваются, складываются и взвешиваются. После этого каждый фильтр помещают в полиэтиленовый мешок или конверт с этикеткой. Сделав простейшие вычисления мы можем, рассчитать величину атмосферных выпадений пыли в конкретном районе

Оборудование для полевого этапа:

► пробоотборник (полый металлический или пластиковый цилиндр, сечением 50-100 см2 и высотой 50-100 см);

► жесткая (пластмассовая, фанерная, металлическая) лопатка;

► снегомерная рейка;

► полиэтиленовые пакеты;

► этикетки для снежных проб;

► полевой дневник, простой карандаш

Оборудование для обработки проб в лаборатории

► полиэтиленовые или стеклянные воронки диаметром 10-15 см;

► фильтры "синяя лента";

► полиэтиленовые пакеты или конверты для фильтров;

► мерный цилиндр;

► емкости для растапливания снега;

► аналитические или торсионные весы;

► универсальная индикаторная бумага;

► пинцет

Выбор участка для проведения исследований:

► они должны иметь ненарушенный снежный покров;

► глубина снега должна "вписываться" в обычные для данного района параметры;

► выбранный участок должен быть типичным для данного района;

► размеры участка не должны превышать 10 х 10 м2

**8. Скрип снега**

- это всего лишь шум от раздавливаемых кристалликов. Разумеется, человеческое ухо не может воспринять звук одной "сломанной" снежинки. Но мириады раздавленных кристалликов создают вполне явственный скрип. Скрипит снег лишь в мороз, а тональность скрипа меняется в зависимости от температуры воздуха – чем крепче мороз, тем выше тон скрипа. Ученые произвели акустические измерения и установили, что в спектре скрипа снега есть два пологих и не резко выраженных максимума – в диапазоне 250-400 Гц и 1000-1600 Гц. В большинстве случаев низкочастотный максимум на несколько децибел превышает высокочастотный. Если температура воздуха выше минус 6°C, высокочастотный максимум сглаживается и полностью исчезает. Усиление морозов делает ледяные кристаллики более твердыми и хрупкими. При каждом шаге ледяные иглы ломаются, акустический спектр скрипа смещается в область высоких частот.

На Крайнем Севере снег бывает настолько твердым, что топор при ударе по нему звенит, словно ударили по железу.

За год на Землю выпадает 10 в 24 степени снежинок. [7]

**9. Музей снега и льда**

В 1932 году физик-ядерщик Укихиро Накайя, профессор Университета в Хоккайдо, занялся выращиванием искусственных снежных кристаллов, что позволило составить первую классификацию снежинок и выявить зависимость величины и формы этих образований от температуры и влажности воздуха. Укихиро Накайя называл снег "письмом с небес, написанным тайными иероглифами". В городе Кага, расположенном на западном берегу острова Хонсю, существует основанный Укихиро Накайя Музей снега и льда, носящий теперь его имя (он выстроен в виде трех шестиугольников). В музее хранится машина для получения снежинок. Накайа выделил среди снежинок 41 индивидуальный морфологический тип, а метеорологи С. Магано и Сю Ли в 1966 году описали уже 80 типов кристаллов (приложение 4). [12]

Сейчас во всём мире делают изумительно красивые фигуры изо льда, и даже города, но, к сожалению, такие музеи недолговечны! А жаль, ведь это творение рук человека!

**Заключение**

В своем реферате я попыталась рассмотреть, как устроена снежинка. Мне было интересно узнать о гипотезах рождения снежинок. Оценив литературные источники, можно сделать вывод о том, что снежинка - это крошечное ядро ледяных или инородных пылинок в тучах. Так же я узнала о классификации снежинок, которая была утверждена в 1951 году и на сегодняшний день она не изменилась.

Мне было интересно, кто же впервые нашёл и описал двенадцатиконечную снежинку – ведь это же такая редкость. Я узнала много нового об исследованиях учёных из разных стран, начиная с Иоганна Кеплера и заканчивая Кеннетом Либбрехтом. Так же мне был интересен факт искусственного выращивания снежинок в лаборатории. Я узнала, что в мире существует пока единственный музей снежинок и льда в Японии. Любопытно было узнать о существовании разноцветного снега и последствиях его выпадения на землю. Оказывается снег – это чуткий показатель загрязнённости окружающей среды.

Работая над рефератом, открылся факт, что кристаллографию считали наукой скучной, сухой и никому не нужной. Но в наше время трудно найти область науки, которая испытала бы такой взлёт, смену основных идей, как кристаллография.

Мне очень понравилось работать над выбранной темой реферата. Я узнала много интересного о снеге, его тайнах, которые, по моему мнению, ещё не раскрыты до конца. Надеюсь, что наше поколение тоже внесёт свой вклад в раскрытие тайн снега.

В своей работе я обобщила собранный по теме реферата материал и подготовила для его защиты на районной научно-практической конференции презентацию сделанную в редакторе Power Point.

**Список литературы**

1. Д.Кларк, Д.Флинт, Т.Хэар, К.Хэар, К.Твист; Энциклопедия окружающего мира; Москва 2000

2. И.Стюарт; «Какой формы снежинки»; ООО «Мир книги» научное издательство; Москва 2007

3. М.П.Шаскольская; Кристаллы; Москва 1985

4. ООО «Мир книги» научное издательство; Новая иллюстрированная энциклопедия; Москва 2003

5. ООО «Мир книги» научное издательство; 1001 вопрос и ответ. Большая книга знаний; Москва 2004

6. www.news.ucdavis.edu

7. http://snowflakes.by.ru/www.SnowCristals.com

8. www.its.caltech.edu

9. ofenya.ru

10. http://glader.ru

11. http:// www.o8ode.ru/

12. http://chee-lan.narod.ru/

13. http://home-edu.ru

14. http://www.sunhome.ru

15. http://smartweb.ru/

16. http://top.list.ru/

17. http://www.press-uz.info/

18. http://www.nanometer.ru/

Приложение 1

Виды снежинок





Приложение 2

Классификация



 

Приложение 3

а) Кривая Коха



б) Снежинка Коха



в) Ковер Серпинского

 

Приложение 4

Музей снежинок



