Новосибирский государственный университет

Геолого-геофизический факультет

# Кафедра общей и региональной геологии

## Верт Ирина Владимировна

**Курс 1, группа 054**

## КУРСОВАЯ РАБОТА

**Реферативная тема:**

**ЭОЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ**

Научный руководитель:

### ЛАБЕКИНА ИРИНА АЛЕКСЕЕВНА

 **Рецензент (БРЕДИХИНА**

 **ОКСАНА НИКОЛАЕВНА)**

#### Новосибирск

2001г.

 **АННОТАЦИЯ**

 В данной курсовой работе собраны материалы на тему “Эоловые процессы”, также ниже изложены причины рассматриваемого процесса и его последствия. Работа написана на основе сложного многоуровневого плана, содержащего девять основных пунктов (в том числе введение, примечания, заключение и список используемой литературы) и двенадцать второстепенных, включающих в себя цели и задачи исследований, а также сведения об объектах и предметах исследований. Она состоит из 21 страницы, на которых размещены 2 рисунка (стр.8 и стр.12 соответственно), 175 абзацев и 945 строк, и ещё в работе имеется большое количество примеров. В конце курсовой работы (на стр.21) имеется список всей используемой литературы.

 Перед прочтением курсовой рекомендую обратиться к ОГЛАВЛЕНИЮ, а затем к ПРИМЕЧАНИЮ.

 THE ABSTRACT

 In the given course work the materials on a theme “Geological work of a wind ” are assembled, also reasons of considered process and its consequences are stated below. The work is written on the basis of the complex multilevel plan containing nine basic items (including introduction, notes, conclusion and list of the used literature) and twelve minor, including purpose and research problem, and also item of information on objects and subjects of researches. It consists of 21 pages, on which 2 figures (page 8 and page 12 accordingly), 175 paragraphs and 945 lines are placed, and even in work there is a plenty of examples. At the end of course work (on page 21) there is a list of the used literature.

 Before a perusal course I recommend to address to a TABLE of CONTENS, and then to the NOTE.

**ОГЛАВЛЕНИЕ:**

**1. Примечания (условные обозначения)……………………………...4стр.**

**2. Введение…………………………………………….………………….4стр.**

**3. Формулировка темы………………………………..………...………5стр.**

**4. Цели и задачи исследований……………………..…………………..6стр.**

**5. Объекты и предмет исследований……………..………...………….7стр.**

**5.1. Ветер, типы ветров…………………………..…………...……….…7стр.**

**5.2. Классификация пустынь…………………………….….…………..8стр.**

**5.2.1. Дефляционные пустыни………………………...…….….….……8стр.**

**5.2.2. Аккумулятивные пустыни………………………………………. 8стр**

**6. Современные знания в данной области………….………………..10стр.**

**6.1. Геологическая работа ветра……………………...………….……10стр.**

**6.1.1. Дефляция и корразия…………………………………….…..….11стр.**

**6.1.2. Эоловая транспортировка…………………..…………………..12стр.**

**6.1.3. Эоловая аккумуляция…………………….…..…………………13стр.**

**6.2. Выветривание…………………………………….…..…………….14стр.**

**6.2.1. Физическое выветривание……………………..……….………16стр.**

**6.2.2. Химическое выветривание…………………..…....………….…17стр.**

**6.2.3. Биогенное выветривание………………………..………………18стр.**

**7. Место данной темы в учебных планах и тематике ГГФ НГУ и ОИГГМ СО РАН………………………………………………….…….19стр.**

**8. Заключение…………………………………………………………...20стр.**

**9. Список литературы………………………………………………….20стр.**

**1. Примечание.**

 В тексте присутствуют сокращения и условные обозначения:

* Стр. (страница)
* Рис. (рисунок)
* **ПР: (**абзац, следующий за таким обозначением, содержит пример**)**
* Все основные понятия и определения выделены ***особым шрифтом***

Каждый пункт плана выделяется **крупным шрифтом**, имеет номер, соответствующий номеру в оглавлении и находится на странице, указанной в оглавлении.

 **2. Введение.**

Прежде чем написать о том, что содержится в моей курсовой работе, я хотела бы рассказать почему я выбрала именно эту тему. Просматривая первый раз предложенные темы курсовой работы, я сразу же обратила внимание на тему под номером 51. В этой теме меня привлекло то, что мы всю свою жизнь сталкиваемся с работой ветра, с эоловыми процессами, но мало кто из нас когда-либо задумывался о том, каковы причины возникновения ветра, какова его деятельность и какое значение он имеет в нашей жизни…

 Ветру всегда придавалось большое значение, ветер всегда бал символом перемен и новшевств. Даже в народных поговорках и фразеологизмах ветру отводилось не последнее место: Бросать слова на ветер, ветер в голове, ветреный человек и так можно очень долго продолжать…Вот мне и захотелось узнать побольше о том, что всегда нам сопутствует…

 И вообще, я считаю, что тему для курсовой надо выбирать такую, чтобы она, в первую очередь, интересовала того, кто пишет курсовую. А во вторую, была бы интересна и полезна тем, кто будет её слушать. Я думаю, что то, о чём я написала в своей работе не только интересно, но и полезно.

 **3. Формулировка темы и проблемы.**

Геологическая деятельность ветра связана с динамическим воздействием воздушных струй на горные породы. Она выражается в разрушении, размельчении пород, сглаживании и полировке их поверхности, перенесении мелкого обломочного материала с одного места на другое, в отложении его на поверхности Земли (континентов и океанов) ровным слоем, а затем сгруживании этого материала в виде холмов и гряд на определённых участках суши. Геологическую работу ветра часто называют ***эоловой*** (по имени бога ветров-Эола-из древних греческих мифов).

Эоловая деятельность, как правило, приносит вред человеку, так как в результате её уничтожаются плодородные земли, разрушаются постройки, транспортные коммуникации, массивы зелёных насаждений и т.д.

**ПР:** Значительная часть современной Ливийской пустыни (Северная Африка) 5-7 тысячелетий назад была плодородным краем. Пески превратили эту область в пустыню. В средней Азии на берегу Амударьи был расположен город Тарткуль. Из-за интенсивного размыва прибрежных улиц водой реки люди покинули город, и тогда в течение нескольких лет город был засыпан песком пустыни. Дефляция на Украине уничтожила огромные площади посевов. В постройках на окраинах пустынь вследствие корразии быстро мутнеют стёкла, дома покрываются царапинами, на каменных памятниках появляются бороздки; например, знаменитый сфинкс вблизи Каира в Египте весь испещрён бороздами.

К эоловым процессам относится и ***выветривание.*** Оно представляет собой процесс изменения (разрушения) горных пород и минералов вследствие приспособления их к условиям земной поверхности и состоит в изменении физических свойств минералов и горных пород, главным образом сводящегося к их механическому разрушению, разрыхлению и изменению химических свойств под воздействием воды, кислорода и углекислого газа атмосферы и жизнедеятельности организмов.

Обручев В.А. писал о выветривании следующее: "Так, потихоньку, из-за дня в день, из года в год, из века в век, работают незаметные силы над разрушением горных пород, над их выветриванием. Как они работают, мы не замечаем, но плоды их трудов видны везде: сплошная твердая скала, которая первоначально была рассечена только тонкими трещинами, оказывается, благодаря выветриванию, более или менее сильно разрушенной; первые трещины расширены, появились новые в еще большем числе; от всех углов и краев отвалились мелкие и крупные куски и лежат тут же кучками у подножия скалы или скатились вниз по склону, образуя осыпи. Гладкая поверхность скалы стала шероховатой, изъеденной; на ней местами видны лишаи, местами выбоины и щели, местами черные или ржавые подтеки".

Геологическая работа ветра значительна и охватывает большие площади, ведь только пустыни на Земле занимают 15-20 млн. км. В пределах материков ветер воздействует непосредственно на поверхность земной коры, разрушая и перемещая горные породы, образуя эоловые отложения. В областях морей и океанов это воздействие косвенное. Ветер здесь образует волны, постоянные или временные течения, которые в свою очередь, разрушают горные породы на берегах, перемещают осадочные породы на дне. Не следует забывать и существенное значение ветра как поставщика обломочного материала, образующего на дне морей и океанов определённый тип осадочных пород.

Сложные движения воздушных масс и их взаимодействия ещё более осложняются образованием гигантских воздушных вихрей, циклонов и антициклонов. Продвигаясь над морями, циклоны вызывают огромные волнения и срывают с воды брызги, в результате чего в центре образуется вращающийся водяной столб. Циклоны обладают большой разрушительной силой. В результате их деятельности опасны нагоны воды в устья рек, особенно в районах больших приливов. Совпадение нагонов и приливов вызывает подъём воды до 15-20 и более метров. В тропическом поясе при циклонах наблюдалось перебрасывание в воздухе на значительное расстояние довольно тяжёлых предметов.

**ПР:** Одним из разрушительных ураганов был “Инес”, бушевавший в сентябре- октябре 1966 года в районе Карибского моря. Скорость его в центре была около 70м/сек, а давление падало до 695мм.

**4. Цели и задачи исследований.**

Ветер производит геологическую работу в различных частях поверхности Земли, но так как сила ветра на вершинах гор значительно больше, чем в котловинах и низменностях, то и деятельность его там более заметна. Особенно велико значение деятельности ветра в областях сухого климата, резких суточных и годовых колебаний температур.

Эоловая деятельность, как правило, приносит вред человеку, так как в результате её уничтожаются плодородные земли, разрушаются постройки, транспортные коммуникации, массивы зелёных насаждений и т.д.

**ПР:** Значительная часть современной Ливийской пустыни (Северная Африка) 5-7 тысячелетий назад была плодородным краем. Пески превратили эту область в пустыню. В средней Азии на берегу Амударьи был расположен город Тарткуль. Из-за интенсивного размыва прибрежных улиц водой реки люди покинули город, и тогда в течение нескольких лет город был засыпан песком пустыни. Дефляция на Украине уничтожила огромные площади посевов. В постройках на окраинах пустынь вследствие корразии быстро мутнеют стёкла, дома покрываются царапинами, на каменных памятниках появляются бороздки; например, знаменитый сфинкс вблизи Каира в Египте весь испещрён бороздами.

 Человек вынужден бороться с вредными последствиями эоловой деятельности. Для этого необходимо наиболее подробно изучить процессы, связанные с деятельностью ветра и устранить причины, вызывающие подобные явления.

 Для того чтобы выявить причины эоловых процессов, проводится огромная работа по наблюдению, исследованию и анализу последствий данных процессов, особенностей их протекания, закономерностей их распределения и интенсивности. Только проанализировав множество научных трудов, касающихся данной темы, удалось выявить этапы устранения причин эоловых процессов.

 Можно выделить два вида борьбы: пассивный и активный. К первому относятся меры, направленные на закрепление эоловых отложений. На движущихся барханах, дюнах и других песчаных аккумулятивных формах, а также на всех обнажённых пространствах суши высаживают деревья и кусты. Корни их укрепляют рыхлые породы, а сам растительный покров защищает породы от прямого действия ветра. Активными являются меры по ослаблению или изменению характера ветрового воздействия. Создаются преграды, ослабляющие силу ветра, изменяющие его направление. Широко применяются посадки лесозащитных полос, расположенных перпендикулярно господствующему направлению ветров. Эти полосы значительно уменьшают силу ветра и его разрушающую (дефляционную) способность.

**5. Объекты и предмет исследований.**

 Рассматривая эоловые процессы, мы можем выделить наиболее важные объекты изучения, такие как: ветра; частицы пород, которые переносятся ветрами; особенности рельефа и погодных условий. Предметами же исследований соответственно являются: типы ветров по силе и составу переносимых частиц; типы этих частиц по размеру и по химическому составу; а также предметом исследований является классификация пустынь и некоторых других рельефных особенностей. Рассмотрим это подробнее.

**5.1. Ветер, типы ветров.**

 Интенсивность эолового процесса зависит от типа и скорости ветра. Перемещение воздушных масс происходит в основном параллельно поверхности земли. Ветер переносит обломочный материал на большие пространства. Чем больше скорость ветра, тем значительнее производимая им работа: 3-4 бальный ветер (скорость 4,4-6,7 м/с) несёт пыль, 5-7 бальный (9,3-15,5 м/с) – песок, а 8 бальный (18,9 м/с) – гравий. Во время сильных бурь и ураганов (скорость 22,6-58,6 м/с) могут передвигаться и переноситься мелкие камешки и галька.

 В области экватора наблюдается восходящие движения воздуха это полоса ***штиля***, к северу и югу от экватора идёт полоса ***пассатов-ветров***, возникающих благодаря разности давления в области экватора и субтропиков; ветры движутся от субтропиков к экватору; на высоте 2,5-3 км дуют антипассаты. Помимо постоянно дующих ветров, имеются периодические ***ветры-бризы*** и ***муссоны.*** Наиболее сильные ***ветры-ураганы*** способны проникать в трещины, отрывать куски горных пород и перемещать их по поверхности Земли, толкая и поднимая в воздух.

 Наибольшие скорости ветра возникают иногда в грозовых облаках. Здесь струи воздуха закручиваются и образуют ***смерч***-вращающуюся воздушную воронку, которая сужается в сторону Земли. Смерч, как штопор, ввинчивается в Землю, разрушает горные породы и втягивает рыхлый материал в глубь воронки, так как там наблюдается резко пониженное давление. Скорость движения ветра в воронке измеряется сотнями километров в час (до 1000-1300 км/ч), т.е. иногда даже превышает скорость распространения звука. Такой смерч может производить огромную разрушительную работу. Он разламывает дома, срывает крыши и переносит их, опрокидывает груженые вагоны, автомашины, с корнем вырывает деревья. Смерч вместе с пылью, песком и всеми захваченными предметами перемещается со скоростью 10-13 м/с на десятки километров, оставляя за собой широкую полосу разрушений.

 В зависимости от того, каким материалом насыщен ветровой поток, пыльные бури разделяются на ***чёрные, бурые, жёлтые, красные*** и даже ***белые.*** Некоторые ветры имеют строго постоянное направление и дуют в течение определённого времени; так, ветер ***хамсин***, возникающий в пустынях Северной Африки, дует в северном и северо-западном направлениях в течение 50 дней. Ветер южно-афганских пустынь-***афганец***-дует в северном и северо-восточном направлениях в течение 1-3 дней с перерывами, в общей сложности до 40 суток.

**5.2. Классификация пустынь.**

 Наиболее отчётливо геологическая работа ветра проявляется в области пустынь. Пустыни располагаются на всех континентах, кроме Антарктиды, в областях с аридным и высокоаридным климатом. Они образуют два пояса: в Северном полушарии между 10 и 45 с.ш. и в Южном полушарии между 10 и 45 ю.ш.

 В пустынях выпадает очень мало осадков (менее 200мм в год). Сухой воздух пустыни вызывают огромную испаряемость влаги, превышающую годовую норму осадков в 10-15 раз. В связи с такой испаряемостью часто создаётся постоянный вертикальный ток влаги по капиллярным трещинам от грунтовых вод к поверхности. Эти воды выщелачивают и выносят к поверхности соли железисто-марганцевых окисных соединений, образующих на поверхности скал, камней тонкую плёнку коричневого или чёрного цвета, именуемую ***пустынным загаром***. На цветных аэро- или космоснимках многие участки каменистых пустынь в связи с этим имеют тёмно-бурый или чёрный цвет.

 Площадь пустынь может значительно изменяться. В последние годы вследствие сильной засухи на Африканском континенте южная граница пустынь стала смещаться к югу, пересекая 45-ю параллель.

 По виду эоловой геологической деятельности пустыни разделяются на ***дефляционные и аккумулятивные.***

**5.2.1. Дефляционные пустыни**

(в Африке их называют гаммадами, в Средней Азии-кырами) представляют собой участки обнажённых остроугольных скал, часто причудливых очертаний (рис3).

 Очертание этих скал всегда завалено глыбами и щебнем. Цвет обломков независимо от состава и первоначальной окраски обычно тёмно-бурый или чёрный, так как все породы покрыты коркой пустынного загара.

**5.2.2. Аккумулятивные пустыни** по типу слагающего их материала подразделяются на ***песчаные,*** именуемые в Средней Азии кумами, а в Северной Америке-эргами; ***глинистые***-такыры, ***лёссовые***-адыры и ***солончаковые***-шоры.

 Песчаные пустыни распространены наиболее широко. Только в бывшем СССР они занимали 800 тыс. км, что составляет третью часть всех пустынь на территории бывшего СССР. Песок в этих пустынях в основном состоит из зёрен кварца, весьма устойчивого при выветривании, чем и объясняются большие его скопления. По размерности зёрен песок неоднороден. В нём оно временно присутствуют как крупно-, так и мелкозернистые разности, а также некоторое количество пылеватых частиц. Песок принесён из каменистых пустынь. В настоящее время доказано, что пески в пустынях в основном первично-речного происхождения: ветер перевевал, обрабатывал и передвигал аллювий рек.

**ПР:** В Сахаре по космоснимкам обнаружены древние русла рек; пески Каракумов представляют, очевидно, перевеянный аллювий пра-Амудьрьи. Толщина песчаного покрова в пустынях достигает нескольких десятков метров.

Своеобразен микрорельеф песчаных пустынь. Он состоит из бесчисленного количества мелких бугров, холмов, гряд, валов, которые часто обладают определённой ориентировкой в зависимости от господствующего направления ветра. Наиболее характерной формой скопления песков в пустыне являются холмы-барханы. Гребень бархана обычно острый. Между вершинами рогов происходит завихрения воздуха, способствующие образованию цирковидной выемки. Барханы бывают одиночные и грядовые.

 Гряды барханов располагаются перпендикулярно по отношению к направлению ветра, образуя поперечные цепи. Нередко встречаются и продольные цепочки барханов, следующие друг за другом. Барханная гряда в целом иногда имеет серпевидную форму, длина её 3-5 км, но известны гряды длиной 20 км при ширине 1 км. Расстояние между грядами 1,5-2 км, а высота до 100 метров.

 Грядообразные валы-длинные симметричные песчаные валы с пологими склонами. Валы вытянуты в направлении движения ветра постоянного направления. Длина их измеряется километрами, а высота от 15 до 30 метров. В Сахаре высота некоторых гряд достигает 200 метров. Гряды отстоят друг от друга на расстояние 150-200м, а иногда и на 1-2 км. В межгрядовом пространстве песок не задерживается, проносится вдоль него, производя дефляционное углубление межгрядового пространства, в связи с чем превышение гряд над межгрядьями дополнительно возрастает. Поверхность гряд иногда осложнена цепочками продольных барханов.

 Грядово-ячеистые формы рельефа образуются при сочетании постоянно дующих ветров, формирующих продольные гряды, с циклонными ветрами, образующими песчаные перемычки в межгрядовых пространствах и лунки выдувания.

 Кучевые формы рельефа представляют собой песчаные беспорядочно разбросанные холмы. Они образуются вблизи каких-либо преград, кустиков растений, больших камней и т.п. Форма их округлая, слабо вытянутая по направлению движения ветра. Склоны симметричны. Высота зависит от размера преград и составляет 1-10 метров.

 Эоловая рябь-наиболее распространённая микроформа в рельефе эоловых отложений, представляющая собой мелкие валики, образующие серповидные изогнутые цепочки, напоминающие рябь на воде от ветра. Эоловая рябь покрывает наветренные стороны дюн, барханов, а также выровненные участки песчаных отложений.

 Все описанные эоловые формы создают своеобразный эоловый ландшафт, который характеризует области песчаных и глинистых пустынь, побережий морей, рек и т. п.

 Движение песчаных накоплений. Под влиянием ветра эоловые накопления испытывают перемещение. Ветер сдувает частицы песка с наветренного склона, и они попадают на подветренный склон. Таким образом, песчаные накопления передвигаются по направлению движения ветра. Скорость передвижения составляет от сантиметров до десятков метров в год. Движущиеся пески могут перекрывать отдельные постройки, кусты, деревья и даже целые города. Древнеегипетские города Луксор и Карнак с храмами были полностью засыпаны песком.

 Глинистые пустыни (такыры). Этот тип пустынь окаймляет песчаные, а нередко располагается внутри них. Очень часто такыры представляют собой дно высохших озёр, долины высохших крупных рек. Поверхность такыров ровная. Глина, слагающая такыр, обычно рассечена мелкими трещинами, связанными с высыханием верхнего слоя. Трещины ограничивают небольшие полигональные участки. Корка и края этих участков шелушатся, превращаются в пыль, которая подхватывается и уносится ветром. Такыры, таким образом, углубляются.

 Лёссовые пустыни (адыры) возникают на периферии песчаных пустынь за счёт пыли, выдуваемой из каменистых пустынь. Поверхность адыров часто неровная, рассечённая глубокими рытвинами временных потоков. В случае искусственного орошения поверхность адыров может быть превращена в плодородные почвы.

 Солончаковые пустыни (шоры) образуются в случае, когда грунтовые воды располагаются неглубоко. Вода из них вытягивается к поверхности, испаряется, а соли покрывают поверхность тонкой плотной коркой, под которым часто располагается мягкий пушистый слой соли, перемешанной с глиной. Шоры-наиболее безжизненный вид пустыни. Они широко развиты к северу и востоку от Каспийского моря. Развитие жоров может идти так же, как и такыров, с выдуванием соли ветром.

 Разновидностью солончаковых пустынь являются гипсовые пустыни. Их поверхность покрыта коркой сульфатных солей. Эти пустыни развиваются на поверхности известняковых пород. Участки гипсовых пустынь хорошо развиты на плато Устюрт, между Каспийским и Аральским морями.

**6. Современные знания в данной области.**

**6.1. Геологическая работа ветра.**

 Под геологической работой ветра понимается изменение поверхности Земли под влиянием движущихся воздушных струй. Ветер может разрушать горные породы, переносить мелкий обломочный материал, сгруживать его в определенных местах или отлагать на поверхности земли ровным слоем. Чем больше скорость ветра, тем сильнее производимая им работа.

**ПР:** Сила ветра при ураганах бывает очень велика. Однажды на мосту через р. Миссисипи ураганным ветром был сброшен в воду груженый поезд. В 1876 г. в Нью-Йорке ветром была опрокинута башня высотой 60 м, а в 1800 г. в Гарце было вырвано 200 тыс. елей. Многие ураганы сопровождаются человеческими жертвами.

Геологическая деятельность ветра проявляется во всех климатических зонах, но особенно большую работу ветер производит там, где этого имеются благоприятные условия: 1)аридный климат; 2)бедность растительного покрова, скрепляющего своими корнями почву; 3)интенсивное проявление физического выветривания, дающего богатый материал для выдувания; 4)наличие постоянных ветров и условий для развития их колоссальных скоростей. Также геологическая работа ветра особенно интенсивна там, где породы непосредственно соприкасаются с атмосферой, т.е. где отсутствует растительный покров. Такими благоприятными районами являются пустыни, горные вершины и морские побережья. Весь обломочный материал, попавший в воздушные потоки, рано или поздно осаждается на поверхности Земли, образуя слой эоловых отложений. Таким образом, геологическая работа ветра состоит из следующих процессов:

 1. разрушения горных пород (***дефляция и корразия***);

2. переноса, транспортировки разрушенного материала (***эоловая транспортировка***);

3. эолового отложения (***эоловая аккумуляция***).

**6.1.1. Дефляция и корразия.**

 Дефляцией называется разрушение, раздробление и выдувание рыхлых горных пород на поверхности Земли вследствие непосредственного давления воздушных струй. Разрушительная способность воздушных струй увеличивается в случаях, когда они насыщены водой или твердыми частицами (песком и др.). разрушение с помощью твердых частиц носит название корразии (лат. “корразио”-обтачивание).

 Дефляция наиболее сильно проявляется в узких горных долинах, в щелевидных расселинах, в сильно нагреваемых пустынных котловинах, где часто возникают пыльные вихри. Они подхватывают подготовленный физическим выветриванием рыхлый материал, поднимают его вверх и удаляют, вследствие чего котловина всё более углубляется.

**ПР:**В пустынном Закаспии одна из таких котловин-Карагие-имеет глубину до 300 метров, дно её лежит ниже уровня Каспийского моря. Многие котловины выдувания в Ливийской пустыне в Египте углубились на 200-300м и занимают огромные пространства. Так, площадь впадины Каттара 18000 квадратных километров. Большую роль в формировании высокогорной котловины Дашти-Навар в центральном Афганистане сыграл ветер. Здесь летом можно почти непрерывно видеть десятки мелких смерчей, поднимающих вверх песок и пыль.

Горные породы на склонах узких долин часто бывают сглажены и даже отполированы, а весь рыхлый материал с них унесён. В этом немалая роль принадлежит ветру. Из узких щелей, в том числе из дорожных выемок, узких углублений, оставляемых колёсами транспорта, ветер выносит рыхлые частицы, и эти углубления растут. В Китае, где широко развиты мягкие лёссовые породы, выемки старых дорог превращаются в настоящие ущелья глубиной до 30 метров (хольвеги). Этот вид разрушения называется ***бороздовой деятельностью***. Другой вид дефляции-***плоскостное выдувание***. В этом случае ветер сдувает рыхлые породы, например почву, с большой площади.

 Интересные формы микрорельефа создаются при плоскостном выдувании-развевании рыхлых пород (песков), содержащих твёрдые стяжения, чаще всего конкреционного характера. В Восточной Болгарии в толще рыхлых песков залегают плотные столбообразные песчаники с известковым цементом. Песок был развеян ветрами, а песчаники сохранились, напоминая стволы и пни деревьев. Судя по высоте этих столбов, можно предположить, что мощность развеянной толщи песков превышала 10м.

 Большую работу по разрушению горных пород производит корразия. Миллионы песчинок, гонимых ветром, ударяясь о стенку или выступ горной породы, обтачивают их и разрушают. Обычное стекло, поставленное перпендикулярно ветровому потоку, несущему песчинки, через несколько дней становится матовым, так как его поверхность делается шероховатой от появления мельчайших ямок. Корразия может быть ***точечная, царапающая*** (бороздящая) и ***сверлящая.*** В результате корразии в горных породах возникают ниши, ячейки, борозды, царапины. Максимальное насыщение ветрового потока песком наблюдается в первых десятках сантиметров от поверхности, поэтому именно на этой высоте в породах образуются наиболее крупные углубления. В пустыне при постоянно дующих ветрах камни, лежащие на песке, обтачиваются ветром и постепенно приобретают трёхгранную форму. Эти трёхгранники (по-немецки ***дрейкантеры***) помогают выявить среди древних отложений эоловые и определить направление ветра.

 Форма разрушаемых ветром скал в значительной мере зависит от строения и состава породы. С удивительной точностью ветер выбирает наиболее слабые породы и образует выемки-бороздки, желобки, ниши, ямки. Так, если горизонтальнослоистая толща состоит из чередования твёрдых и мягких пород, то на её поверхности твёрдые породы будут образовывать выступы, карнизы, чередующиеся с нишами. (рис.1). В конгломератах, обладающих слабым цементом, твёрдая галька образует бугристую поверхность часто причудливых очертаний.

 Завихряясь вокруг одиноко стоящих скал, ветер способствует созданию грибообразных, столбообразных форм. Способность ветра выделять, обособлять в природе наиболее твёрдые и крепкие участки пород носит название эоловой препарировки. Именно она создаёт наиболее причудливые формы, часто напоминающие силуэты животных, людей и др. (рис.2).

 В массивных породах ветер удаляет из трещин продукты выветривания, расширяет трещины и создаёт столбообразные формы с крутыми отвесными стенками, арки и т.п. В пластах со скрытоконцентрической текстурой (эффузивные породы, иногда песчаники) ветер способствует созданию шарообразных форм. Такие же формы выявляются в породах, содержащих шаровидные конкреции, которые бывают удивительно хорошо отпрепарированы.

 Очень интересные формы создаются в породах, покрытых пустынной коркой загара. Под этой твёрдой коркой обычно следует размягчённый разрушенный слой. Корразия, пробив в корке отверстие, выдувает рыхлые породы, образуя ячейки.

**6.1.2. Эоловая транспортировка.**

 Транспортирующая деятельность ветра имеет огромное значение. Ветер поднимает с поверхности Земли рыхлый мелкообломочный материал и переносит его на большие расстояния по всему земному шару, поэтому этот процесс можно назвать планетарным. В основном ветер переносит мельчайшие частицы ***пелитовой*** (глинистой), ***алевритовой*** (пылеватой) и ***псаммитовой*** (песчаной) размерности. Дальность переноса зависит от величины и формы обломков, их удельного веса, а также силы ветра. Крупные обломки пород-глыбы, валуны-во время смерчей сдвигаются с места и проталкиваются или перекатываются по поверхности Земли в пределах нескольких метров. Гальки, обломки, дресва и гравий во время бурь и ураганов могут отрываться от земли, подниматься вверх, затем падать и снова подниматься, т.е. они перемещаются по поверхности скачкообразно, суммарно на большие расстояния. Пески составляют один из важнейших компонентов эолового переноса. Основная масса песчинок переносится вблизи поверхности Земли на высоте 3-4 метра. Во время полёта песчинки часто сталкиваются друг с другом, в связи с чем при очень сильном ветре слышны гудение и звон движущейся массы. Песчинки шлифуются, истираются, а более слабые или с трещинками иногда раскалываются. Наиболее устойчивыми при дальних переносах оказываются кварцевые песчинки, которые и составляют главную массу песчаного потока.

Пылеватые и глинистые частицы (вулканический пепел и др.) иногда составляют главную часть твёрдого эолового потока. Они могут насыщать всю тропосферу и даже выходить за её пределы. Дальность переноса этого материала может быть безграничной. Особенно далеко переносятся тонкие частицы, поднявшиеся на большую высоту.

**ПР:** Так, красный пепел, выброшенный из вулкана Кракатау (Индонезия) в 1883г., облетел вокруг земного шара три раза и держался в воздухе около трёх лет.

Приведём несколько примеров дальнего перемещения обломочного материала. Пыль, поднятая ветром в пустынях Дашти-Марго, Дашти-Арбу в Афганистане, переносится в район Каракумов. Пыль из районов Западного Китая оседает в Северном Афганистане и в республиках Средней Азии. Чернозём, подхваченный ветром в Восточной Украине 1мая 1892 года, 2 мая частично выпал в районе Каунаса, 3 мая осаждался с чёрным дождём в Германии, 4 мая в Балтийском море, а затем в Скандинавии.

**ПР:** Количество переносимых ветром песка и пыли бывает иногда очень велико. В 1863 году на Канарских островах в Атлантике выпала пыль из Сахары, масса её определялась в 10 млн. тонн. Общее количество эолового материала, переносимого с суши в море, по подсчётам А.П.Лисицына, превышает 1,6 млрд. тонн в год.

**6.1.3. Эоловая аккумуляция.**

 Состав переносимых ветром частиц очень разнообразен. В песчаных и пыльных бурях преобладают зёрна кварца, полевого шпата, реже гипса, соли, глинистые пылеватые и известковые частицы, частицы почвы и др. Большая часть их является продуктом разрушения горных пород, обнажённых на поверхности Земли. Часть пыли имеет вулканическое происхождение (***вулканический пепел и песок***), часть космическое (***метеоритная пыль***). Большая часть пыли, переносимой ветром, выпадает на поверхности морей и океанов и примешивается к образующимся там морским осадкам; меньшая часть выпадает на суше и образует эоловые отложения.

 Среди эоловых отложений выделяют ***глинистые, пылеватые и песчаные***. Песчаные эоловые отложения чаще всего образуются в непосредственной близости от областей дефляции и корразии, т.е. у подножья обнажённых гор, а также в нижних частях речных долин, в дельтах и на морских побережьях. Здесь ветер развевает и переносит аллювий и отложения морских пляжей, образуя специфические бугристые формы рельефа. Глинистые и пылеватые эоловые отложения могут осаждаться на значительном удалении от области развевания. Значительно реже встречаются карбонатные, а также солевые и гипсовые эоловые отложения.

 Современные эоловые отложения преимущественно рыхлые породы, так как цементация и уплотнение их происходят более медленно, чем у водных осадков.

 Цвет эоловых отложений различен. Преобладают жёлтая, белая и серая окраски, но встречаются отложения и других цветов.

**ПР:** Так, в 1755 году в Южной Европе выпал слой пыль толщиной 2 см красного цвета. При переносе продуктов дефляции чернозёмных почв выпадает чёрная пыль.

Эоловые отложения часто обнаруживают не параллельное, а косое или волнистое напластование. Такие отложения называют ***косослоистыми***. По направлению косых слоёв можно определить направление ветра, их образовавшего, так как косые слойки всегда наклонены в направлении движения ветровых струй.

 Скорость накопления эоловые отложения очень различна.

**ПР:** Однажды на палубе полузатонувшего судна обнаружили слой пыли мощностью 1,76 м. Он образовался за 63 года, т.е. в среднем отлагалось около 3 см в год. Бывали случаи, когда слой мощностью в несколько сантиметров накапливался за 1 день.

Массы обломочного материала, переносимого ветром, ещё в процессе перелёта сортируются. Более крупные песчаные частицы выпадают раньше, чем более тонкие глинистые, и поэтому происходит раздельное накопление песчаных, лёссовых, глинистых и других эоловых осадков. Среди эоловые отложений на суше наибольшую площадь занимают песчаные. Рядом с ними часто могут накапливаться пылеватые частицы, при уплотнении которых образуется лёсс.

 ***Лёсс*** представляет собой мягкую, пористую породу желтовато-бурого, желтовато-серого цвета, состоящую более чем на 90% из пылеватых зёрен кварца и других силикатов, глинозёма; около 6% составляет углекислый кальций, который часто образует в лёссе стяжения, конкреции неправильной формы. Размер слагающих лёсс зёрен соответствует пылеватой и глинистой фракциям и в меньшей мере-песчаной. В лёссе многочисленны поры, имеющие форму полых трубочек, образовавшихся за счёт бывших здесь корешков растений.

 Наибольшее количество лёссов образовалось в четвертичном периоде на территории, протягивающейся от Украины до Южного Китая. Происхождение этих пород В.А.Обручев объяснил следующим образом: в четвертичном периоде на севере Евразии был сплошной покров льда. Перед ледниками располагалась каменистая пустыня, сложенная обломками горных пород самых различных размеров, принесённых сюда ледниками. Со стороны ледника на юг дули постоянные холодные ветры. Ветер, пролетая над мореной, захватил из неё мелкие пылевато-глинистые частицы и переносил их на юг. Нагреваясь, ветер ослабевал, частицы выпадали на землю и формировали в вышеуказанной полосе толщи лёсса. Типичный лёсс не имеет слоистости, он мало сыпуч, в связи с чем при размыве текучими водами образует овраги с очень крутыми отвесными стенками. Мощность древних лёссовых толщ в Китае достигает 100 метров. Лёсс и лёссовидные породы широко распространены в республиках Средней Азии и Закавказья, на Украине и в Афганистане.

 Эоловые отложения могут быть встречены практически в любой части суши, в любой ландшафтной зоне. Но крупные и мощные скопления эолового материала образуются в зонах аридного климата, благоприятных для развития всех видов эолового процесса.

**6.2. Выветривание.**

 В процессе выветривания возникают две группы продуктов выветривания: ***подвижные***, которые уносятся на то или иное расстояние, и ***остаточные***, которые остаются на месте своего образования. Остаточные, несмещенные продукты выветривания представляют собой один из важнейших генетических типов континентальных образований и называются элювий.

 Совокупность продуктов выветривания различных по составу элювиальных образований верхней части литосферы называется ***корой выветривания***. Формирование коры выветривания, состав слагающих её образований и мощность изменяются в зависимости от климатических условий – сочетания температуры и влажности, поступления органического вещества, а также от рельефа. Наиболее благоприятным для формирования мощных кор выветривания является относительно выровненный рельеф и сочетание высокой температуры, большой влажности и обилие органических веществ.

***Элювий*** может состоять из крупных обломков и из мелких, образующихся при дальнейшем разрушении, в котором главную роль играют химические агенты. Под действием воды содержащей кислород и углекислый газ, все породы, в конце концов, превращаются в песок, или в супесь, или в суглинок, или в глину в зависимости от своего состава кварцит превратится в чистый песок, белый или желтоватый, песчаник даст глинистый песок, гранит – сначала дресву из отдельных зёрен, а затем суглинок, глинистый сланец – глину. Известняк, обычно нечистый, теряет известь, которую растворяет и уносит вода, оставляя примеси в виде глины, чистой или песчаной. Эти конечные продукты выветривания в элювии смешаны с большим или меньшим количеством щебня и обломков, находящихся в разных стадиях своего изменения.

 С элювием связаны месторождения бокситов, из которых получают алюминий, каолинов, бурого железняка и других полезных ископаемых. При разрушении коренных горных пород высвобождаются содержащиеся в них стойкие минералы. Они могут образовывать ценные минеральные скопления – россыпи. Например, элювиальные россыпи алмазов над кимберлитовыми трубками, россыпи золота над золотоносными жилами.

 Продукт выветривания находящийся на склонах гор и долин, называют ***делювием***, который отличается от элювия тем, что его составные части не находятся на месте первоначального образования, а сползли или скатились под действием силы тяжести вниз. Все склоны покрыты более или менее толстым слоем делювия. Делювий, смачиваемый водой, может смещаться, ползти вниз по склону, обычно очень медленно, незаметно для глаз, иногда – быстро. Сильно пропитанный водой, он превращается в густую грязь, которая ползёт вниз, срывает и комкает дерновый покров, вырывает кусты и даже валит при своём движении росшие на делювии деревья. Такие грязевые потоки, иногда значительной длины и ширины, наблюдались во многих странах. На дне долины они останавливаются, образуя поля густой грязи с комьями дёрна, поваленными деревьями и кустами.

 У подножия разрушающихся утёсов, отвалившиеся от них обломки накапливаются, образуя на склонах обширные осыпи, часто легко подвижные и трудно проходимые, состоящие из крупных глыб или из щебня, ползущего под ногами вниз. На плоской поверхности горных вершин выходы твёрдых пород распадаются при выветривании на отдельные части, превращаясь в сплошную россыпь глыб, торчащих в разные стороны. Эти россыпи особенно часты в Сибири и Арктике, где они образуются при совместной работе сильных морозов и влаги туманов, дождей и тающего снега. Но и в тёплом климате вершины гор, поднимающиеся над линией постоянного снега, где климат почти арктический, разрушаются быстро и дают обильные осыпи и россыпи.

 Выветривание-совокупность многих факторов: колебаний температуры; химического воздействия различных газов (02) и кислот (углекислота) растворённых в воде; воздействия органических веществ, образующихся в результате жизнедеятельности растений и животных и при разложении их остатков; расклинивающего действия корней кустарников и деревьев. Иногда эти факторы действуют вместе, иногда по отдельности, но решающее значение имеют резкая смена температуры и водный режим. В зависимости от преобладания тех или иных факторов выделяют ***физическое, химическое и биогенное выветривание.***

**6.2.1. Физическое выветривание** проявляется в механическом разрушении коренных горных пород под воздействием солнечной энергии, атмосферы и воды. Горные породы подвергаются то нагреванию, то охлаждению. При нагревании происходит расширение и увеличение их объёма, при охлаждении - сжатие и уменьшение объёма. Это расширение и сжатие очень невелики; но, сменяя друг друга не день и не два, а целые сотни и тысячи лет, они, в конце концов, обнаружат свое действие. Горные породы состоят из разных минералов, одни из которых расширяются больше, другие меньше. За счёт разного расширения в этих минералах возникают большие напряжения, неоднократные действия которых приводят, в конце концов, к ослаблению связей между минералами и порода рассыпается, превращаясь в скопление мелких обломков, щебня, грубого песка. Особенно интенсивно разрушаются много минеральные горные породы (граниты, гнейсы и др.). Кроме того, коэффициент линейного расширения даже у одного и того же минерала неодинаков в разных направлениях. Это обстоятельство при колебаниях температуры вызывает напряжения и нарушения сцепления минеральных зёрен и в одно-минеральных породах (известняк, песчаник), что приводит со временим к их разрушению.

 На скорость выветривания оказывает влияние величина слагающих её минеральных зёрен, а также их окраска. Тёмные породы нагреваются, а значит, расширяются больше, чем светлые, которые сильнее отражают солнечные лучи. Такое же значение имеет и цвет отдельных зерен в породе. В породе, состоящей из зёрен разного цвета, сцепление зёрен будет ослабевать быстрее, чем в породе, состоящей из зёрен одного цвета. Наименее устойчивы к смене холода и жары породы, состоящие из крупных зёрен разного цвета.

 Ослабление сцепления между зернами приводит к тому, что эти зерна отделяются друг от друга, порода теряет прочность и рассыпается на свои составные части, превращаясь из твердого камня в рыхлый песок или дресву.

 ***Температурное выветривание*** особенно активно происходит в областях с жарким континентальным климатом - в пустынных районах, где очень велики суточные перепады температуры и характерно отсутствие или весьма слабое развитие растительного покрова, и малое количество атмосферных осадков. Кроме того, температурное выветривание весьма интенсивно протекает на склонах высоких гор, где воздух прозрачнее и инсоляция гораздо сильнее, чем на соседних низменностях.

 Разрушающее действие на горные породы в пустыне оказывают кристаллики солей, образующиеся при испарении воды в тончайших трещинках и увеличивающие давление на их стенки. Капиллярные трещинки под действием этого давления расширяются, и монолитность породы нарушается.

 Различные породы разрушаются с различной скоростью. Великие египетские пирамиды, сложенные из глыб желтоватых песчаников, ежегодно теряют 0,2 мм своего наружного слоя, что приводит к накоплению осыпей (у подножия пирамиды Хуфу образуются осыпи объёмом 50 м3/год). Скорость выветривания известняков составляет 2 -3 см в год, а гранит разрушается намного медленнее.

Иногда выветривание приводит к своеобразному чешуйчатому шелушению, называемому ***десквамация*** пород. Это отслаивание тонких пластинок от поверхности обнажённых пород. В результате неправильные по форме глыбы превращаются в почти правильные шары, напоминающие каменные пушечные ядра (например, в Восточной Сибири, в долине реки Нижняя Тунгуска).

 Во время дождя утёсы намокают: одни породы - пористые, сильно трещиноватые - больше, другие - плотные - меньше; потом они опять высыхают. Попеременное высыхание и намокание тоже сказывается на ослаблении сцепления частиц.

 Ещё сильнее действует вода, замерзающая в трещинах и мелких пустотах (порах) горных пород. Это происходит осенью, если после дождя ударит мороз, или весной, после тёплого дня, когда на припёке тает снег и вода проникает в глубь утёсов, а ночью замерзает. Значительное увеличение объёма замерзающей воды вызывает огромное давление на стенки трещин, и порода раскалывается. Особенно это характерно для высоких полярных и субполярных широт, а также в горных районах, преимущественно выше снеговой границы. Здесь разрушение горных пород происходит главным образом под влиянием механического воздействия периодически замерзающей воды, находящейся в порах и трещинах горных пород (***морозное выветривание***). В высокогорных областях скалистые вершины, как правило, разбиты многочисленными трещинами, а их подножия скрыты шлейфом осыпей, которые сформировались за счет выветривания.

 Благодаря избирательному выветриванию появляются разнообразные "чудеса природы" в виде арок, ворот и т.д., особенно в пластах песчаников.

**ПР:** Для многих районов Кавказа и других гор очень характерны так называемые "истуканы" - пирамидальные столбы, увенчанные крупными камнями, даже целыми глыбами размером 5 - 10 м и более. Эти глыбы предохраняют от выветривания и размывания нижележащие отложения (образующие столб) и похожи на шляпки гигантских грибов. На северном склоне Эльбруса около знаменитых источников Джилысу есть овраг, называемый "Овраг Замков" - Кала - Кулак, "замки" представлены огромными столбами, сложенными из относительно рыхлых вулканических туфов. Эти столбы увенчаны крупными глыбами лав, раньше слагавших морену, ледниковое отложение, возраст которого 50 тыс. лет. Морена впоследствии разрушилась, а часть глыб сыграла роль "шляпки гриба", предохранившей "ножку" от размыва. Такие же пирамиды есть и в долинах рек Чегем, Терек и в др. местах Северного Кавказа.

 **6.2.2. Химическое выветривание.** Одновременно и взаимосвязано с физическим выветриванием при соответствующих условиях происходит процессхимического выветривания, вызывающий существенные изменения в первичном составе минералов и горных пород и образование новых минералов. Главными факторами химического выветривания являются: вода, свободный кислород, углекислый газ и органические кислоты. Особенно благоприятные условия для такого выветривания создаются во влажном тропическом климате, в местах с обильной растительностью. Там имеет место сочетание большой влажности, высокой температуры и огромного ежегодного спада органической массы растительных остатков, в результате разложения которых значительно возрастает концентрация углекислоты и органических кислот. Процессы, протекающие при химическом выветривании, могут быть сведены к следующим основным химическим реакциям: окисление, гидратация, растворение и гидролиз.

 ***Окисление*** хорошо развито, например, в железных рудах Курской магнитной аномалии, где минерал магнетит (FeFe2O4) превращается в химически более устойчивую форму - гематит (Fe2O3), образующий богатые рудные "железные шляпы", т.е. скопления хорошей руды. Многие осадочные горные породы, такие, как пески, песчаники, глины, содержащие включения железистых минералов, окрашены в бурый или охристый цвет, указывающий на окисление этих металлов.

 ***Гидратация*** связана с присоединением воды к минералу. Таким образом, ангидрит (CaSo4) превращается в гипс (CaSo4.2H2O), содержащий две молекулы воды. При гидратации происходит увеличение объема породы, деформация ее и покрывающих отложений.

При гидролизе, т.е. разложении сложного вещества под действием воды, полевые шпаты переходят, в конце концов, в минералы группы каолинита - белые пластичные глины (из них делают лучший фарфор), содержащие алюминий, кремний и молекулы воды. Гора Каолинь в Китае сложена именно такими глинами.

 При ***растворении*** из горной породы удаляются некоторые химические компоненты. Такие породы, как каменная соль, гипс, ангидрит, растворяются в воде очень хорошо. Известняки, доломиты и мраморы растворяются несколько хуже. В воде всегда содержится углекислота, которая, вступая во взаимодействие с кальцитом, разлагает его на ионы кальция и гидрокарбоната (HCo3-). Поэтому известняки всегда выглядят как подвергшиеся травлению, т.е. избирательному растворению. На них образуются желобки, бугорки, выемки. Если известняк местами "испытывает окремнение" (замещение кремнезёмом) и становится более прочным, то эти участки при выветривании всегда будут выступать, образуя, например, такие формы рельефа, как возвышенности.

**6.2.3. Биогенное выветривание** связано с активным воздействием на горные породы растительных и животных организмов. Даже на самой гладкой скале селятся лишайники. Ветер заносит их мельчайшие споры в самые тонкие трещины или прилепляет к мокрой от дождя поверхности, и они прорастают, плотно прикрепляясь к камню, сосут из него вместе с влагой соли, нужные им для жизни, и постепенно разъедают поверхность камня и расширяют трещины. К разъеденному камню легче пристают, а в расширенные трещины больше набиваются мелкие песчинки и пылинки, которые приносит ветер или смывает вода с вышележащего склона. Эти песчинки и пылинки мало-помалу образуют почву для высших растений (трав, цветов). Их семена приносятся ветром, попадают в трещины и в пыль, набившуюся между слоевищами лишайников и прилипшую к разъеденному им утёсу, и прорастают. Корни растений углубляются в трещины, расталкивают в стороны куски породы. Трещины расширяются, в них набивается ещё больше пыли и перегноя от отживших трав и их корней, - и вот подготовлено место для больших кустов и деревьев, семена которых тоже заносятся ветром, водой или насекомыми. У кустов и деревьев корни многолетние и толстые; проникая в трещины и утолщаясь с годами, по мере роста, действуют словно клинья, расширяя трещину всё больше и больше.

 Разрушению пород способствуют разнообразные животные. Грызуны роют огромное количество нор, рогатый скот вытаптывает растительность; даже черви и муравьи разрушают поверхностный слой почвы.

 Выделяющиеся при разложении органических остатков углекислый газ и гуминовые кислоты попадают в воду, которая в результате этого резко увеличивает свою разрушающую способность. Растительный покров способствует накоплению влаги и органических веществ в почве, благодаря чему увеличивается время воздействия химического выветривания. Под покровом почвы выветривание происходит интенсивнее, т.к. горную породу растворяют также и органические кислоты, содержащиеся в почве. Бактерии, которые распространены повсеместно, образуют такие вещества как азотная кислота, углекислый газ, аммиак и другие, способствующие скорейшему растворению минералов, содержащихся в горных породах.

 Таким образом, процессы физического, химического, биогенного выветривания идут постоянно и повсеместно. Под их влиянием медленно, но неотвратимо разрушаются даже самые прочные горные породы, постепенно превращаясь в дресву, песок и глину, которые водными потоками переносятся на огромные расстояния и, в конце концов, вновь отлагаются в озёрах, океанах и морях.

**7. Место данной темы в учебных планах и тематике ГГФ НГУ и ОИГГМ СО РАН.**

 **8. Заключение.**

 В заключение я бы хотела обобщить всё, что было изложено выше. Многие столетия люди наблюдают различные природные процессы, замечают их особенности, причины и последствия; обращают внимание на то, что некоторые процессы протекают чаще и с большей силой, а где-то их можно наблюдать очень редко. Трудно не заметить, что природные процессы взаимосвязаны, они изменяют нашу планету постоянно и непрерывно, и невозможно исследовать что-либо, не обращая внимания на другие природные ресурсы и явления. Нельзя однозначно определить благоприятно ли эти процессы влияют на окружающую нас среду или нет. И будь то дождь в самое засушливое лето или наводнение, прохладный ветерок в знойный полдень или сильнейший ураган, сметающий всё на своём пути, нам не обойтись без этих процессов, т.к. любое природное явление необходимо.

 Учёные всего света изучают законы природы, её процессы, явления, связь между ними, для того чтобы предотвратить катастрофы, несущие разрушения и смерть, и способствовать более благоприятным для человечества процессам. Узнавая законы, по которым живёт природа, человек учится с ней общаться.

 Эоловые процессы несут за собой очень разнообразные последствия, но все они несут необходимые перемены в жизни нашей планеты, а мы изучая эти сложные, но удивительные процессы, можем лишь восхищаться огромной силе **природы!!!**

**9. Список литературы:**

1. Обручев В.А. Занимательная геология М.: изд-во Академии наук

 СССР,1961

1. Энциклопедия для детей: ГЕОЛОГИЯ. М.: Аванта+, 1995
2. Жуков М.М, Славин В.И, Дунаева Н.Н. Основы геологии.–М.: Госгеолтехиздат, 1961.

4. Горшков Г.Н. Якушева А.Ф. Общая геология– Изд-во МГУ, 1958

5. Иванова М.Ф. Общая геология-Изд-во “Высшая школа” Москва, 1969

6.