

Н.В. Семендяева, Л.П. Галеева, А.Н. Мармулев



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ГЕОЛОГИЯ

Учебное пособие

Издание третье, переработанное и дополненное



Новосибирск 2022

Новосибирский государственный аграрный университет

Н.В. Семендяева, Л.П. Галеева, А.Н. Мармулев

Сельскохозяйственная геология

Учебное пособие

Издание второе, переработанное и дополненное

Допущено Учебно-методическим объединением вузов
Российской Федерации по агрономическому образованию
в качестве учебного пособия для подготовки бакалавров
по направлению «Агрономия» (УМО № 61 от 17 мая 2011 г)

Новосибирск 2022

УДК 551.1/4:63

ББК 26.3:4

С 301

Кафедра почвоведения, агрохимии и земледелия

Составители: д-р с.-х. наук, проф. *Н.В. Семендяева*;
д-р с.-х. наук, доц. *Л.П. Галеева*;
канд. с.-х. наук, проф. *А.Н. Мармулев*

Рецензент д-р биол. наук *Т.И. Бокова, НГАУ*

Семендяева Н.В. Сельскохозяйственная геология: Учеб. пособие – Издание третье, переработанное и дополненное / Н.В.Семендяева, Л.П. Галеева, А.Н. Мармулев; Новосиб. гос. аграр. ун-т, Агроном. фак. – Новосибирск: Изд-во НГАУ «Золотой колос», 2022. – 118 с.

Учебное пособие предназначено для проведения лабораторно-практических занятий и самостоятельной работы по сельскохозяйственной геологии для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Агрономия» и специалистов сельскохозяйственного производства.

Утверждено и рекомендовано к изданию учебно-методическим советом агрономического факультета (выписка из протокола № 1 от 23 сентября 2022 г).

© Новосибирский государственный аграрный университет, 2022

ISBN 5- 94477- 021- X

ВВЕДЕНИЕ

Практическая часть курса «Сельскохозяйственная геология» предусматривает получение студентами некоторого минимума практических знаний и навыков, которые облегчают усвоение лекционных курсов «Почвоведение» и «Почвоведение с основами географии почв» и подготавливают их к самостоятельной работе.

Данное пособие предназначено для студентов при выполнении ими практических и самостоятельных работ по курсу общей и сельскохозяйственной геологии. Оно включает несколько разделов. Первый посвящён вещественному составу земной коры и знакомит со свойствами наиболее распространённых минералов и горных пород, а также с простейшими методами их определения. Второй раздел включает характеристику агрономических руд и их использование в сельском хозяйстве. Особое внимание уделено региональным (местным) агрономическим рудам (агрорудам), с которыми агроному придется встречаться на практике (производстве). Третий раздел посвящён почвообразующим породам, на которых формируются почвы. В нём показана взаимосвязь между почвообразующими породами и почвами, их свойствами, а также даны краткие сведения о них.

1. Основы минералогии и петрографии

1.1. Минералогия

Геология – наука о Земле («гео» – земля, «логос» – наука – греч.), изучает **процессы**, происходящие на поверхности и внутри земли. Среди наук о Земле она занимает ведущее место и является основой для современного почвоведения. Геологию подразделяют на ряд взаимосвязанных дисциплин: **минералогию, петрографию, геофизику, почвоведение** и другие.

Поверхность Земли – наружная оболочка (**земная кора**), которая сложена различными горными породами. Горные породы – природные образо-

вания, возникшие в определённых для каждой породы условиях и представляющие собой агрегаты (скопления) минералов. К ним относятся глина, песок, известняк, гранит, базальт, мрамор и многие другие.

Минералы - химические соединения или отдельные химические элементы, образованные в результате физико-химических процессов, происходящих в земной коре или на её поверхности. Каждый минерал обладает комплексом свойств, изучение которых позволяет определить этот минерал. Эти свойства более или менее постоянны для каждого минерала.

Большинство горных пород и минералов находятся в твёрдом состоянии и лишь незначительная их часть – в жидком (вода, нефть, ртуть) или газообразном (природные газы, сероводород H_2S , углекислый газ CO_2). В данном пособии наибольшее внимание уделено твёрдым минералам, которые участвуют в почвообразовании. В настоящее время изучено около 3000 минералов и только 50 из них наиболее распространены в земной коре. Они входят в состав горных пород и поэтому называются **породообразующими** (табл.1).

Таблица 1. Минералогический состав земной коры (по Ферсману А.Е.), %

Минералы	Содержание (от массы)
Полевые шпаты	55,00
Пироксены и амфиболы	15,00
Кварц и его разновидности	12,00
Глинистые минералы	1,50
Кальцит	1,50
Вода в свободном и поглощённом состоянии	8,25
Слюда	3,00
Оксиды и гидроксиды	3,00
Фосфаты	0,75

При почвообразовательном процессе часть минералов видоизменяется и поэтому их принято делить на **первичные** и **вторичные**. **Первичные** минералы возникли одновременно с образованием породы и сохранились в ней почти в неизменном виде. Это минералы **магматического** и **метаморфического** происхождения.

ческого происхождения. К ним относятся *оливин, полевой шпат, роговая обманка, кварц, слюды* и т.д. *Вторичные* минералы образовались позже за счет процессов выветривания и почвообразования, часто из первичных. К основным *вторичным* почвообразующим минералам относятся *глинистые минералы, опал, лимонит, кальцит, доломит, галит, гипс* и т.д.

1.1.1. Свойства кристаллических и аморфных минералов

В земной коре минералы находятся преимущественно в *кристаллической форме*, и лишь небольшая часть в - *аморфной*. Разница между ними заключается в том, что в кристаллическом теле ионы и атомы располагаются в строго определенном, характерном для каждого вещества порядке, который обусловлен строением кристаллической решётки (рис. 1, 2). В аморфном веществе закономерность в расположении ионов и атомов отсутствует.

Свойства кристаллического минерала обуславливаются его внутренним строением и силами сцепления, существующими между частицами. В разных направлениях они могут быть различными, отсюда и свойства минералов различны в этих направлениях. Это явление называется *анизотропия*, а минералы, обладающие такими свойствами, – *анизотропными*. В аморфных минералах свойства зависят только от их химического состава, и во всех направлениях они одинаковы. Такое явление называется *изотропия*, а минералы, обладающие такими свойствами – *изотропными*.

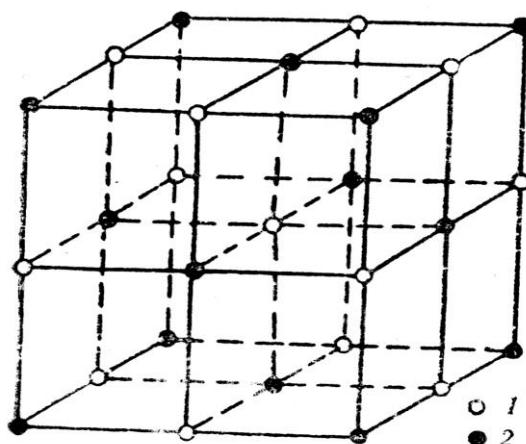


Рис.1. Структура галита (NaCl):
1 – центры атомов натрия, 2 – центры атомов хлора

Примером анизотропии может служить минерал *графит* (C). В его кристаллическом строении чётко видны плоские слои, сложенные шестиугольниками, в вершинах которых расположены атомы углерода (см. рис. 2а).

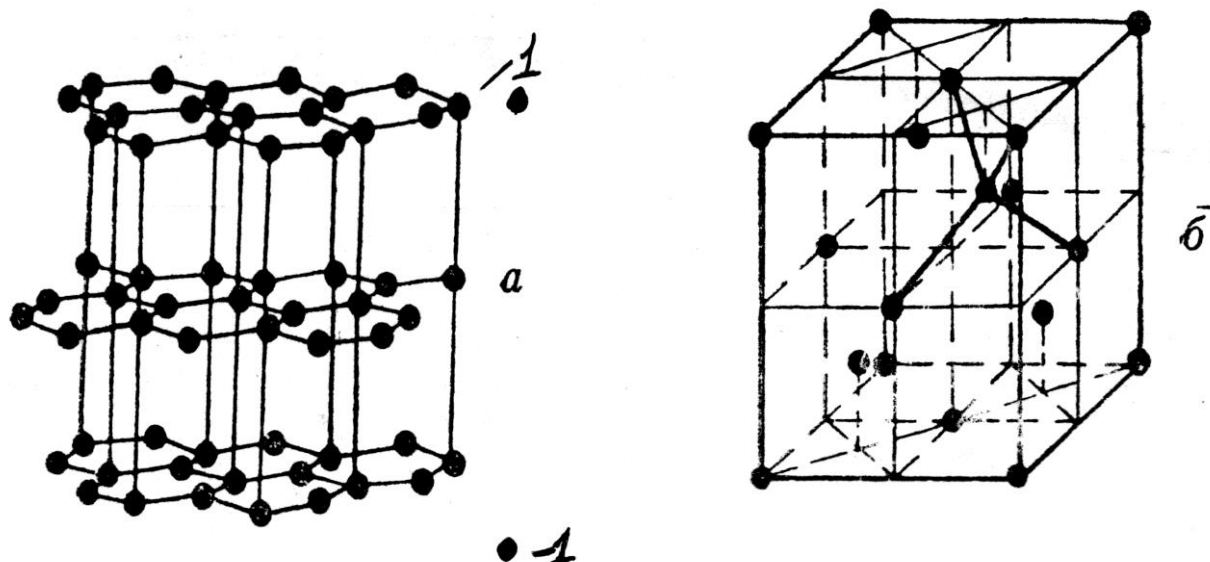


Рис. 2. Структура:
а – графита (C), б – алмаза (C); 1 – центры атомов углерода

Графит легко распадается на тонкие листочки, ориентированные параллельно слоям кристаллической решётки. В других направлениях спайность у него отсутствует, и графит ломается, давая неровный излом.

Важное свойство кристаллического минерала – его *однородность*, т.е. все его части имеют одинаковые свойства. Любой кусочек графита в одном направлении легко расщепляется по параллельным плоскостям на листочки, а в другом с трудом ломается по неровным поверхностям. Это связано с одинаковым внутренним строением любого кусочка.

В каждом кристалле различают *грани*, *ребра* и *вершины*. *Грани* кристалла – это плоскости, ограничивающие кристалл. *Ребра* кристалла – линии, образуемые пересечением граней. *Вершина* – точка пересечения нескольких ребер. В природных условиях, благодаря воздействию внешних

факторов, у кристаллов часто меняются форма граней, их размеры, иногда даже их количество. Соответственно могут меняться размеры и количество ребер кристалла, но углы между соответствующими гранями всегда остаются постоянными (**закон постоянства граничных углов**). По величине граничных углов можно определить любой минерал, так как каждый минерал характеризуется определенными граничными углами.

Симметричность кристаллов выражается в правильном повторении элементов их ограничения – граней, ребер и вершин. В кристаллах выделяют следующие элементы симметрии:

1. **Плоскость симметрии** (P) – воображаемая плоскость, которая делит кристалл на две зеркально равные части (рис.3);

2. **Ось симметрии** (L) – воображаемая ось, при повороте вокруг которой на 360° отдельные элементы кристалла совмещаются несколько раз. Такое повторение может наблюдаться 2, 3, 4 и 6 раз. Соответственно этому оси называются осями симметрии второго, третьего, четвертого и шестого порядков;

3. **Центр симметрии** (C) – воображаемая точка внутри кристалла, в которой пересекаются и делятся пополам все прямые линии, соединяющие соответствующие точки поверхности кристалла.

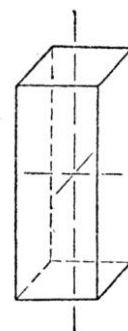
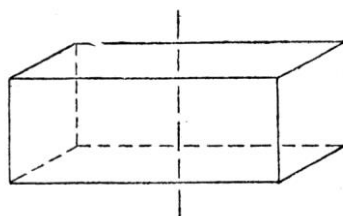
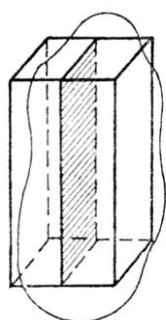
В кристаллах выделяют 32 различных сочетания элементов симметрии, которые объединяются в 7 более крупных подразделений, называемых **сингониями** (системами). Сингонии сгруппированы в 3 категории: **низшую**, **среднюю** и **высшую** (табл.2, рис.4).

Формы кристаллов делятся на 2 группы:

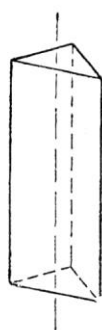
1) **простые формы** – состоят из одинаковых граней, имеющих симметричное расположение; число типов простых форм строго ограничено (47); например, куб, октаэдр, тетраэдр и т.д.;

2) **комбинация форм** – состоит из сочетаний в одном кристалле нескольких простых форм.

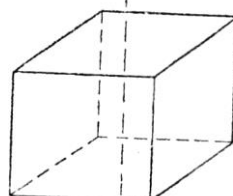
Простые формы у кристаллов не существуют изолированно. Они обязательно должны входить в состав более сложных комбинаций.



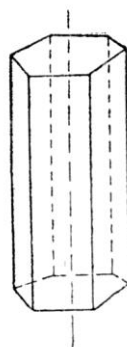
Плоскость симметрии (P) Ось симметрии второго порядка (L_2) Центр симметрии (C)



Ось симметрии третьего порядка (L_3)



Ось симметрии четвертого порядка (L_4)



Ось симметрии шестого порядка (L_6)

Рис.3. Элементы симметрии кристаллов

Таблица 2. Характеристика элементов симметрии
в кристаллических сингониях

Категория	Сингония (система)	Набор элементов симметрии	Примеры минералов
Низшая	Триклинная	Нет элементов симметрии, или есть только центр симметрии; осей высшего порядка нет	альбит, лабрадор
	Моноклинная	Несколько осей 2-го порядка и плоскостей симметрии 1 и 2; осей высшего порядка нет	ортоклаз, гипс, роговая обманка
	Ромбическая	Несколько осей 2-го порядка и плоскостей симметрии 3 и 6; осей высшего порядка нет	оливин, топаз
Средняя	Тригональная	Имеется ось 3-го порядка и несколько осей L_2	кварц, кальцит, доломит, гематит
	Тетрагональная (квадратная)	Имеется ось 4-го порядка и несколько осей L_2	халькопирит, циркон
	Гексагональная	Имеется ось 6-го порядка и несколько осей L_2	нефелин, апатит
Высшая	Кубическая	Несколько осей высшего порядка (L_3 , L_4 , L_6)	галит, сильвин, гранат

1.1.2. Физические свойства минералов

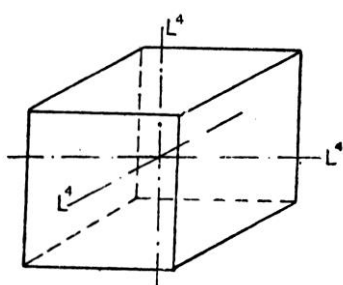
К основным физическим свойствам минералов относятся: **окраска и цвет черты, блеск, прозрачность, плотность, спайность, излом, твердость** и др. Некоторые минералы обладают **специфическими** свойствами: **вкус, магнетизм, растворимость в воде и кислотах, запах** и т.д. При определении минералов в первую очередь следует обратить внимание на их общие свойства, а затем – на специфические.

Окраска и цвет черты

Цвет минерала обычно не является определяющим признаком и может быть использован в совокупности с физическими свойствами. Окраска

минерала зависит от входящих в него как химических, так и механических примесей, которые могут сильно изменять цвет минерала, но не влияют на его свойства. Поэтому один и тот же минерал может иметь различную окраску. Например, кварц может быть бесцветным, розовым, фиолетовым, бурым, серым и т.д.

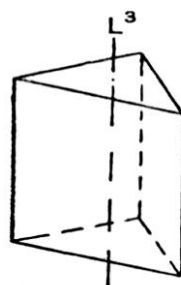
Высшая сингония



Кубическая

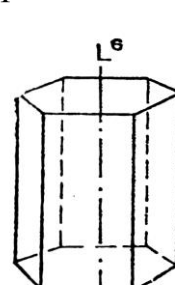
(более одной оси высшего наименования)

Средние сингонии

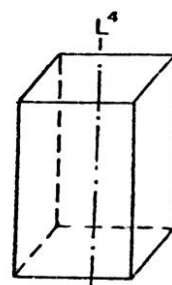


Тригональная

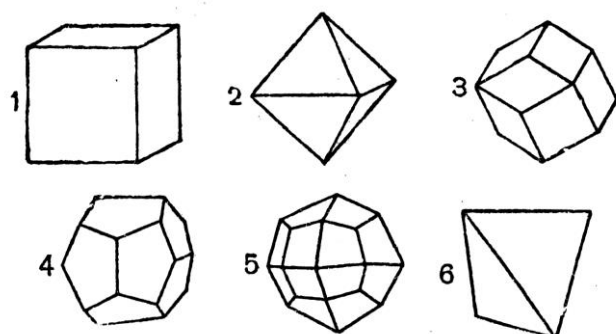
(только одна ось высшего наименования)



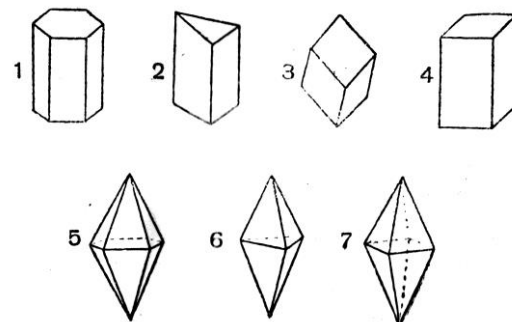
Гексагональная



Тетрагональная

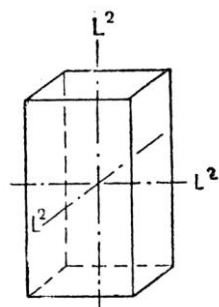


Наиболее часто встречающиеся формы кубической сингонии: 1- куб; 2- октаэдр; 3- ромбический додекаэдр; 4- пентагондодекаэдр; 5 - тетрагонтриоктаэдр; 6 - тетраэдр.

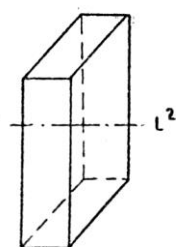


Наиболее часто встречающиеся формы средних сингоний: 1- гексагональная призма; 2- тригональная призма; 3- ромбоэдр; 4- тетрагональная призма; 5-гексагональная дипирамида; 6-тригональная дипирамида; 7- тетрагональная дипирамида

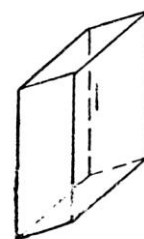
Низшие сингонии (ни одной оси высшего наименования)



Ромбическая



Моноклиная



Триклинная

Рис.4. Формы сингоний кристаллов и их разновидности

Для некоторых минералов цвет является важным диагностическим признаком, благодаря которому они получили свое название: **рубин** (ruber) - красный, **альбит** (albus) - белый, **гематит** (gematicos) – кровавый и т.д.

Цвет минерала в куске и в порошке может совпадать (магнетит в куске и в порошке чёрный), но может и различаться (пирит золотисто-жёлтый в куске и чёрный в порошке). Для **непрозрачных** и **сильноокрашенных слабо-прозрачных** минералов цвет порошка (цвет черты) является *диагностическим* признаком. У **прозрачных** и большинства **просвечивающих минералов** черта *бесцветная* или *слабо окрашенная*.

Чтобы узнать **цвет черты** минерала, необходимо провести куском минерала по неглазурованной фарфоровой поверхности. Минерал при этом оставляет след в виде мелких частичек, окрашенных в определенный цвет. Черту дают только минералы мягкой и средней твердости. Определять окраску минерала нужно на свежем изломе, так как за счет выветривания на куске минерала может образоваться плёнка вторичных минералов, искажающая его подлинный цвет.

Блеск

Блеск – способность поверхности минерала в различной степени отражать падающий на него свет. Минералы могут иметь **металлический** и **неметаллический** блеск.

1. Металлический блеск напоминает блеск свежего излома металлов.

Они непрозрачные и тяжелые. Металлический блеск имеют **минералы класса самородных элементов**, многие **сульфиды**, некоторые **оксиды** (золото, пирит, галенит, пиролюзит и др.). К этой же группе относятся минералы, имеющие **полуметаллический** (металловидный) блеск. Он близок к предыдущему блеску, но менее ярок (**графит**, **роговая обманка**, **авгит**, **киноварь**, **гематит** и т.д.);

2. Неметаллический блеск имеет несколько разновидностей:

а) алмазный – яркий, искрящийся блеск (*алмаз, самородная сера, сфалерит*);

б) стеклянный – напоминает блеск поверхности стекла, характерен для многих минералов (*горный хрусталь, кальцит, полевые шпаты, галит, большинство оксидов, силикатов, галоидов*);

в) перламутровый – подобен блеску перламутра, наблюдается у минералов с хорошо выраженной спайностью (*кальцит, биотит*);

г) шелковистый – подобен блеску шелковистых нитей, мерцающий, характерен для минералов, которые имеют параллельно - волокнистое и игольчатое строение (*волокнистый гипс, асбест*);

д) жирный – поверхность минерала как бы смазана жиром; этот блеск характерен для мягких минералов (*тальк, сера*);

е) восковой (слабожирный) – образуется за счет очень неровной поверхности минерала (*халцедон*).

Существуют минералы, поверхность которых не блестит. В этом случае минералы **матовые** (*пирролюзит, боксит, каолинит, различные окры*). Блеск следует наблюдать на свежем изломе, при этом цвет поверхности минерала не принимается во внимание.

Прозрачность

Прозрачность – способность минералов пропускать через себя часть падающего светового потока. Она зависит от физико-химических свойств минерала. По этому признаку минералы делят на:

непрозрачные – не пропускают световые лучи; обладают металлическим блеском и дают тёмноокрашенную черту; к ним относятся *самородные элементы, многие сульфиды, оксиды железа и т.д.*;

прозрачные – пропускают свет (*горный хрусталь, кальцит, аметист и т.д.*);

полупрозрачные – *гипс, опал, киноварь*;

просвечивающие только в тонкой пластинке (по тонкому краю) минералы; к ним относятся *полевые шпаты, карбонаты, халцедон, биотит,*

кварц; в некоторых минералах (*исландский шпат*) из-за сильной анизотропии оптических свойств величина преломления зависит от направления световых колебаний, и поэтому возникает **двойное лучепреломление** (световые лучи раздваиваются).

Спайность

Спайность – способность минерала раскалываться по гладким параллельным плоскостям. Спайностью обладают кристаллические минералы, так как это свойство связано со строением кристаллической решётки. Различают следующие виды спайности:

весьма совершенная, когда минералы легко (ногтем) расщепляются на отдельные тонкие листочки или пластины, при этом образуются зеркально-блестящие плоскости спайности (*гипс, слюда, сильвин* и т.д.);

совершенная спайность, когда минерал при слабом ударе раскалывается на куски, которые ограничены гладкими плоскостями с возможно неровной поверхностью на отдельных участках; совершенная спайность в одном направлении характерна для *гипса*, в двух направлениях – для *ортотлаза*, в трёх – для *кальцита, галита*, в четырёх – для *флюорита*, в шести - для *сфалерита*;

несовершенная и весьма несовершенная спайность, когда при расколе минерала плоскости спайности либо не видны (*апатит*), либо совсем отсутствуют; тогда обломки, образующиеся при раскалывании, имеют неправильные формы (*корунд*);

спайность отсутствует, если минерал раскалывается по случайным направлениям и дает неровные поверхности излома (*кварц*).

Следует отличать **плоскости спайности** от **граней кристаллов**, которые, например, у *кварца*, выражены чётко.

Излом

Излом – форма поверхности минерала, образующаяся при его расколе. Минералы, обладающие спайностью, дают **ровный** излом (*кальцит, галит*). В минералах, не имеющих спайности, выделяют следующие **виды излома**:

раковистый – похож на внутреннюю поверхность раковины (*опал, халцедон, обсидиан*);

зернистый – характерен для минералов, имеющих зернистое строение (*кварц, сильвин*);

неровный – напоминает неровные поверхности без блестящих спайных участков (*лимонит, апатит*);

занозистый – характерен для минералов волокнистого строения (*асбест, роговая обманка, гипс волокнистый*);

землистый излом бывает **матовый, шероховатый, как бы покрыт пылью** (*каолинит, монтмориллонит, боксит* и др.);

крючковатый, когда поверхность излома покрыта мелкими крючочками (*серебро, самородная медь*).

Твёрдость

Твёрдость – способность минерала противостоять внешнему механическому воздействию. Ее определяют по *шлифованию, вдавливанию, царапанию* одного минерала другим.

Твёрдость минералов определяют в условных единицах по шкале **Мооса**, которая состоит из 10 минералов-эталонов. Минералы располагаются в шкале от **1** до **10** в порядке увеличения их твёрдости. Первый минерал (*тальк*) обладает самой низкой твёрдостью, она принята за 1, а последний (*алмаз*) – самой высокой твёрдостью, принятой за 10 (табл.3).

Таблица 3. Шкала твёрдости минералов по Моосу

Название минерала	Формула	Твёрдость
Тальк	$Mg_3(OH)_2[Si_4O_{10}]$	1
Гипс	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	2
Кальцит	$CaCO_3$	3
Флюорит	CaF_2	4
Апатит	$Ca_5[PO]_3(F,OH,Cl)$	5
Ортоклаз	$K[AlSi_3O_8]$	6

Кварц	SiO ₂	7
Топаз	Al ₂ (F,OH) ₂ [SiO ₄]	8
Корунд	Al ₂ O ₃	9
Алмаз	C	10

Каждый последующий минерал из шкалы твёрдости, в порядке увеличения номера, царапает предыдущие, менее твёрдые минералы. При определении твёрдости минерала на его свежей поверхности чертят острым углом минерала из шкалы твёрдости. Обычно начинают царапать самым мягким минералом и постепенно, в порядке возрастания твёрдости, берут последующие минералы-эталоны.

Кроме шкалы Мооса для определения твёрдости минералов используют некоторые легкодоступные предметы. Эти предметы имеют известную твёрдость в единицах шкалы Мооса: ноготь – 2,5, медная монета – 3, стекло – 5,0-5,5, острие железного гвоздя – 4, острие перочинного ножа – 5,5-6,0, кварц -7. По твёрдости все минералы делят на 4 группы.

мягкие – ноготь оставляет царапину на минерале, либо минерал легко крошится ногтем (*тальк, графит, гипс*);

средней твёрдости – ноготь не оставляет царапины на минерале, а сам определяемый минерал не царапает стекло, т.е. твёрдость его равна 2,5-5 (*кальцит, халькопирит*);

твёрдые – минерал оставляет царапину на стекле, но не оставляет на горном хрустале (кварце). К ним относятся *полевой шпат, гематит, халцедон*;

очень твёрдые – минерал дает царапину на горном хрустале (*топаз, корунд, алмаз*).

Плотность

Плотность (удельная масса) минералов изменяется в широких пределах – от 0,9 (лёд), до 23г/см³ (группа осмистого иридия). Большинство минералов имеют плотность в пределах 2,5-4,0г/см³. Плотность является диагностическим показателем только для тяжёлых минералов. Минералы по плотности делятся на 3 группы:

лёгкие – плотность менее 2,5 г/см³ (*сера, гипс, полевые шпаты, кальцит, галит*);

средние – плотность в пределах 2,5-4,0 г/см³ (*кварц, биотит, роговая обманка, апатит, лимонит*);

тяжёлые – плотность более 4,0 г/см³ (*сфалерит, пирит, галенит*).

Специфические свойства

Специфические свойства присущи не всем, а только некоторым минералам. К ним относятся ***вкус, магнетизм, ковкость и хрупкость, запах, растворимость в воде и кислотах.***

Вкус характерен для некоторых растворимых в воде минералов (галит-солёный, сильвин – *горько-солёный*, мирабилит – *холодяще-солёный*, квасцы – *кислый*).

Магнетизм. Магнитными свойствами обладают минералы, содержащие *железо, никель, кобальт*. При поднесении к ним магнита они притягиваются (*магнетит*).

Ковкость и хрупкость. ***Ковкие*** минералы при ударе молотком сплющиваются, а при царапании на них остается блестящий след, порошка они не образуют (*золото*). ***Хрупкие*** минералы при ударе рассыпаются на мелкие куски, а при царапании дают порошок (*сера, охра железная*).

Запах. Фосфориты при трении друг о друга дают *запах жжёной кости* или *горелой кожи*, сера и янтарь при горении выделяют *характерный запах спичек*, пирит при выбивании из него искры дает *запах сероводорода*.

Растворимость в кислотах характерна для минералов класса карбонатов, которая наблюдается при действии на них 10% -го раствора соляной кислоты. При этом идёт реакция разложения карбонатов с выделением углекислого газа (реакция вскипания карбонатов):



Для определения вскипания необходимо на свежую поверхность минерала капнуть несколько капель 10%-го раствора соляной кислоты. При

этом *малахит*, *кальцит* вскипают от НСІ на холоде, *доломит* – в измельчённом состоянии, *магнезит* – при подогревании и кипячении. Сульфаты внешне похожи на карбонаты, но от соляной кислоты не вскипают.

Побежалость. Некоторые минералы, содержащие медь, на своей поверхности имеют пёстро-окрашенную тонкую плёнку, обусловленную процессами химического выветривания. Цвет этой плёнки отличается от цвета самого минерала (*халькопирит*). Побежалость характерна только для минералов с металлическим блеском.

Некоторые минералы обладают ***радиоактивностью***, другие при трении выделяют ***искру*** (*кремень*).

1.1.3. Формы минералов в природе

Формы нахождения минералов в природе могут помочь распознать минерал. Минералы могут встречаться *в виде скоплений минеральных зёрен* (минеральные агрегаты), либо *в виде отдельных кристаллов* или *закономерных их сростков*.

Среди минеральных агрегатов наиболее распространены такие формы минералов:

зернистые – скопление минеральных зёрен, имеющих в отличие от кристаллов неправильную форму; они встречаются в природе часто (*анатит*, *оливин*);

землистые – напоминают рыхлую почву, растираются между пальцами (*каолинит*, *охра*);

плотные – в них нельзя различить отдельные зёрна (*халцедон*, *опал*);

игольчатые – состоят из кристаллов удлинённой формы (*роговая обманка*, *асбест*, *волокнистый гипс*);

листоватые (пластинчатые) – кристаллы, которые при лёгком усилии на них могут распадаться на листочки или пластинки (*слюды*);

друзы – сростки более или менее правильных кристаллов, приросших одним концом к породе; если в друзе кристаллы располагаются параллельно и соприкасаются друг с другом, то такая форма называется **щёткой** (*горный хрусталь, гипс, галенит*);

двойники – закономерные сростки двух и более кристаллов; минерал *гипс* часто образует двойники «ласточкин хвост»;

дендриты – плоские, в виде плёнки, кристаллы, напоминающие ветвящиеся тонкие ростки мха; образуются в результате быстрой кристаллизации минералов в тонких трещинах (*самородная сера, серебро, оксиды марганца и железа*);

секреции (жеоды) – возникают при заполнении минералами пустот в породе; их рост происходит от периферии к центру; если вся полость заполнена минеральным веществом, то центральная часть секреции имеет радиально-лучистое строение, если минерального вещества мало для заполнения всей пустоты, то в центре секреции остается пустота (*кремнь, кварц, кальцит*);

конкреции – агрегаты шарообразной формы (*желваки*); рост агрегатов идет от центра к периферии; они имеют радиально-лучистое или концентрическое строение (*фосфориты*);

оолиты – шарики небольших размеров, имеющие концентрическое строение; шарики могут быть сцементированными или находиться в рыхлом состоянии; они возникают при выпадении в осадок веществ в движущейся воде (*пирролюзит оолитовый, известняк оолитовый*);

натёчные образования – минеральные агрегаты, которые образуются в пустотах путем выпадения кристаллических зёрен из растворов при медленном испарении, имеют различную форму (*почковатую, гроздевидную, сосульковидную*) и концентрическое строение; натёки, свисающие со сводов пустот, называются *сталактитами*, а поднимающиеся к ним навстречу со дна пустот – *сталагмитами*.

Минеральные агрегаты встречаются также в виде небольших *налётов*,

примазок, выцветов, покрывающих тонкой плёнкой стенки трещин в породах.

1.1.4. Классификация минералов

Для удобства изучения всё природное многообразие минералов классифицируют. В основу классификации могут быть положены различные признаки (по генезису, по практическому значению, по химическому составу, кристаллическим свойствам и т.д.). Для почвоведения наиболее приемлема классификация по химическому составу, так как особенности развития и многие свойства почв определяются химическим составом минералов, входящих в минеральную часть почвы.

Среди многообразия минералов особый интерес для агрономов представляют те, которые входят в состав минеральной части почв, и минералы, входящие в состав агрономических руд.

Выделяют следующие основные классы минералов:

- 1. Самородные элементы;***
- 2. Сульфиды;***
- 3. Галоиды;***
- 4. Оксиды и гидрооксиды;***
- 5. Соли кислородных кислот (нитраты, карбонаты, сульфаты, фосфаты, силикаты и алюмосиликаты);***
- 6. Углеводороды.***

1.1.4.1. Самородные элементы

В этот класс входит небольшое число минералов, представляющих собой отдельные химические элементы. Их распространение составляет не более 0,1% всей массы земной коры. Они не являются породообразующими,

однако некоторые его представители имеют большое практическое значение.

Самородные элементы делятся на **металлы** и **металлоиды**. **Металлы** обладают большой плотностью (тяжёлые), постоянным металлическим блеском. Цвет и цвет черты у самородных металлов постоянные и характерны для каждого из них. Они царапают стекло. Непрозрачны, не имеют спайности, ковки.

Самородные металлоиды имеют неметаллический блеск, плотность у них небольшая (лёгкие).

Графит - **С** имеет магматическое и метаморфическое происхождение. Сингония гексагональная. Блеск металлоидный, жирный или матовый; твёрдость 1, плотность $2,2 \text{ г/см}^3$; цвет чёрный, стально-серый, черта чёрная; спайность – весьма совершенная в одном направлении. На ощупь - жирный, пачкает руки и на бумаге оставляет черту. Графит можно спутать с молибденитом (MoS_2). В отличие от него графит растирается пальцами в чёрную пыль, а молибденит растирается в светло-серый порошок. Лучшие сорта графита используются для изготовления карандашей и красок, а также для изготовления огнеупорных тиглей, электродов для атомных реакторов, космической техники. Из графита получают искусственные алмазы.

Алмаз – **С**. Имеет магматическое происхождение. Месторождения его приурочены к вулканическим воронкам взрыва. Сингония кубическая. Цвет – различный: от бесцветного до чёрного (белый, голубой, прозрачный, жёлтый и т.д.); блеск сильный, алмазный, черты не дает; твёрдость 10, плотность $3,5 \text{ г/см}^3$; спайность – совершенная по граням октаэдра, излом ровный, хрупкий. Устойчив к действию кислот и щелочей.

Разновидности: *бриллиант, борт, баллас*.

Используется в технике как абразивный материал и в ювелирном деле.

Сера – **S**, бывает первичного (*вулканического*) и вторичного (*поверхностного*) происхождения (при восстановлении сульфатов и окислении сульфидов). Блеск жирный или стеклянный, твёрдость 1, плотность $2,1 \text{ г/см}^3$,

цвет светло-жёлтый, соломенно-желтый, зеленоватый. Примеси органического вещества придают ей бурую окраску; черта белая с желтоватым оттенком. Спайность несовершенная, излом неровный. Сингония ромбическая и моноклинная. Встречается сера аморфная.

Самородная сера загорается от спички и горит голубым пламенем, выделяя сернистый газ, имеющий резкий удушливый запах.

Формы нахождения минерала в природе: сплошные плотные, натёчные землистые, порошковатые массы, а также выросшие кристаллы, друзы, желваки, налёты, корочки, включения и псевдоморфозы по органическим остаткам.

Используется в химической промышленности, в сельском хозяйстве – для борьбы с вредителями и в качестве микроудобрения, в производстве пороха, спичек и красок, в медицине.

1.1.4.2. Сульфиды

Это соли сероводородной кислоты H_2S . Составляют 0,25% массы земной коры. Большинство сульфидов обладают металлическим блеском, имеют небольшую твёрдость – не оставляют царапины на стекле. Сульфиды не относятся к породообразующим минералам, однако многие из них являются рудами металлов. Сульфиды имеют *гидротермальное* происхождение. В поверхностных условиях они неустойчивы и выветриваются, образуя сернокислые, углекислые, кислородные, водные соединения и покрываются коркой. Сульфиды служат рудой для получения различных металлов: цинка, меди, свинца, серебра и т.д.

Пирит (серный или железный колчедан) FeS_2 – наиболее распространённый минерал класса сульфидов. Химический состав: Fe – 46,6%, S – 53,4%, содержит примеси Cu, Zn, Ag, Au и др. Блеск металлический, окраска латунно-жёлтая, черта чёрная, непрозрачный, спайность отсутствует, излом неровный, хрупкий, твёрдость 6 – 6,5, плотность 4,9 – 5,2 г/см³. Сингония кубическая. Образуется магматическим, осадочным и гидротермальным пу-

тем. Формы нахождения минерала в природе: сплошные зернистые, плотные массы, вкрапления, отдельные кристаллы, друзы. Основное применение – полиметаллическая руда и основное сырьё для получения серной кислоты. При выветривании переходит в другие соединения – карбонаты, гидрооксиды железа, которые входят в состав почвообразующих пород и почв и являются основными источниками железа и серы.

Халькопирит (медный колчедан) CuFeS_2 . Происхождение гидротермальное. Химический состав: Cu – 34,5%, Fe – 30,5%, S – 35,0%,. Цвет латунно-жёлтый, часто с ржаво-жёлтой или пёстрой побежалостью, черта чёрная с зеленоватым оттенком, блеск металлический, излом неровный, спайность отсутствует. Сингония тетрагональная. Твёрдость 3,5 – 4, плотность 4,1– 4,3 г/см³. В зоне выветривания халькопирит легко окисляется с образованием сульфатов железа и меди. Данный минерал является основным сырьём для производства меди. Медный купорос (CuSO_4) используется в сельском хозяйстве для борьбы со многими болезнями растений (мучнистая роса, парша и др.).

Молибденит (молибденовый блеск) MoS_2 – происхождение гидротермальное и контактно-метаморфическое, даёт обычно чешуйчатые агрегаты. Цвет свинцово-серый, черта серая, блеск металлический, спайность весьма совершенная, твердость 1, плотность 4,8 г/см³; жирен на ощупь, растирается между пальцами в светло-серый порошок. Сингония гексагональная. Является рудой для получения молибдена.

Галенит (свинцовый блеск) PbS . Химический состав: Pb – 86,6%, S – 13,4%, содержит примеси Ag, Cu, Zn и др. Образуется гидротермальным путем. Встречается в виде зернистых скоплений, реже отдельных кристаллов и их сростков. Сингония кубическая. Цвет свинцово-серый, черта серовато-чёрная, блеск металлический; спайность – совершенная в трёх направлениях параллельно граням куба; твёрдость 2– 3, плотность 7,5 г/см³. Является важной рудой для получения свинца и серебра.

Сфалерит (цинковая обманка) ZnS . Химический состав: $Zn - 61,7\%$, $S - 32,9\%$, содержит примеси Fe , Mn , Cd и др. Происхождение гидротермальное, встречается в виде зернистых скоплений и кристаллических сростков (друз). Сингония кубическая.

Цвет бурый, от примесей железа чёрный, редко бесцветный, черта жёлтая или бурая, блеск полуметаллический, алмазный, спайность совершенная, твёрдость 3 – 4, плотность $4,0 \text{ г/см}^3$.

Главный минерал цинковых руд, применяется при изготовлении цинковых белил.

Киноварь – HgS . Химический состав: $Hg - 86,2\%$, $S - 13,8\%$. Происхождение гидротермальное. Встречается в виде примазок, плотных масс, реже – кристаллов и двойников.

Блеск алмазный, цвет ярко-красный, тёмно-красный, черта кроваво-красная. Спайность – совершенная. Сингония гексагональная. Твёрдость 2 – 2,5, плотность $8,0 - 8,2 \text{ г/см}^3$. Киноварь устойчива к окислению, это единственная руда для получения ртути и изготовления красной краски. Пары ртути ядовиты.

1.1.4.3. Галоиды

Галоиды – соли галогеноводородных кислот (фтористой, соляной, бромистой, йодистой). Галоиды светлые, часто прозрачные, многие из них хорошо растворяются в воде. Наиболее распространены из них хлориды и фториды. Образование хлоридов связано с усыханием морей и озёр; фториды образуются в основном в результате гидротермальных процессов, выпадая в осадки из горячих растворов.

Галит (поваренная соль, каменная соль) $NaCl$. Химический состав: $Na - 39,4\%$, $Cl - 60,6 \%$, содержит примеси глины или гипса. Это распространенный минерал класса галоидов. Образует кристаллические агрегаты, редко – кристаллы кубической формы. Сингония кубическая.

Чистый галит – бесцветный или белый, от примесей окрашивается в различные цвета, в основном светлые (синий, розовый, серый и т.д.), черта

белая. Прозрачный или просвечивает, блеск стеклянный, на выветрелых поверхностях жирный, спайность – совершенная в трёх направлениях параллельно граням куба; твёрдость 2, плотность 2,1-2,2 г/см³, излом ровный или ступенчатый. Легко растворим в воде, имеет солёный вкус.

Происхождение вторичное. Образуется путём осаждения из насыщенных водных растворов на дне солёных озёр и морей.

Используется в пищевой и химической промышленности. В сельском хозяйстве применяется для подкормки скота. Принимает участие в почвообразовательном процессе при образовании засоленных почв.

Сильвин - KCl. Химический состав: K – 52,5%, Cl – 47,5 %, содержит примеси жидкостей, газов, азота, уголекислоты. Происхождение осадочное (лагунный химический осадок). Цвет молочно-белый, но за счёт примесей может быть красноватый, кирпично-красный, голубоватый. Черта белая, блеск стеклянный, спайность – совершенная в трёх направлениях, прозрачный или полупрозрачный, излом ровный или ступенчатый, твёрдость 2, плотность 1,97 – 1,99 г/см³. Сингония кубическая. Вкус горько-солёный. Легко растворяется в воде. Встречается в виде сплошных зернистых плотных масс, а также в виде отдельных кристаллов.

Сильвин – основная калийная агроруда, используется в качестве калийных удобрений. Применяется также в химической промышленности, стекольном и лакокрасочном производстве.

Карналлит – MgCl₂·KCl·6H₂O. Химический состав: Mg – 8,7%, K – 14,1%, Cl – 38,3 %, H₂O – 38,9%, содержит примеси NaCl, KCl, CaSO₄ и др. Происхождение поверхностное (лагунный химический осадок).

Блеск жирный, цвет красный, жёлтый, нередко пятнистый, полосатый – чередуются серые, белые, красноватые и голубоватые полосы за счёт примесей древнего органического происхождения. Цвет черты белый, спайность отсутствует, излом неровный; твёрдость 2– 3, плотность 1,6 г/см³, хрупкий. Формы залегания – зернистые. Сильно гигроскопичен, на воздухе расплывается и тускнеет. При растворении в воде издаёт треск из-за того,

что пузырьки газа, находящегося в карналлите лопаются. Вкус жгучий, горько-солёный.

Применяется в качестве калийных удобрений. Карналлит – руда для получения металлического магния.

Флюорит (плавиковый шпат) CaF_2 . Химический состав: Ca – 51,2%, F – 47,5. Происхождение гидротермальное, пегматитовое или пневматолитовое (первичное).

Блеск стеклянный, цвет фиолетовый, зелёный, белый, бывают и другие окраски. Цвет черты – белый, спайность совершенная, излом неровный, твёрдость 4, плотность 3,0 – 3,2 г/см³. Сингония кубическая. Разлагается серной кислотой при нагревании, в воде не растворяется.

Используется в химической, металлургической и керамической промышленности, а также в оптике для изготовления линз.

1.1.4.4. Оксиды и гидрооксиды

К этому классу относятся минералы, представляющие собой соединения различных элементов с кислородом и гидроксильной группой (OH^-). По количеству входящих в него минералов он занимает одно из первых мест – объединяет до 200 минералов. На этот класс приходится около 17% массы всей литосферы (из них оксиды кремния – 12,6%, оксиды и гидрооксиды железа – 3,9%). Из остальных наибольшее значение имеют оксиды и гидрооксиды алюминия и марганца.

Значительная часть минералов данного класса представлена породообразующими и почвообразующими. Некоторые относятся к рудам.

Оксиды

Кварц SiO_2 – самый распространённый в земной коре породообразующий минерал магматических, метаморфических и осадочных пород. Химический состав: Si – 46,7%, O – 53,3%. Встречается в виде зернистых агрегатов, реже образует кристаллы и сростки. Кристаллы имеют форму шести-

гранной призмы, увенчанной пирамидой. Кристаллы выросшие или вросшие. В Казахстане найден кристалл горного хрусталя величиной с двухэтажный дом, массой около 70т. Блеск стеклянный, в изломе жирный, раковистый и неровный. В зависимости от примесей кварц имеет различную окраску – бесцветную, белую, серую и т.д. Просвечивает, реже прозрачен; черты не дает, спайность несовершенная. Сингония тригональная. Твёрдость 7, плотность 2.6 г/см³. Происхождение магматическое, пневматолитовое или гидротермальное. Кварц образуется также при выветривании минералов группы силикатов и алюмосиликатов.

Основные разновидности **кварца**:

горный хрусталь – бесцветный, прозрачный;

цитрин – лимонно-жёлтый, прозрачный;

аметист – фиолетовый, сиреневый, лиловый, прозрачный;

морион – чёрный, непрозрачный;

авантюрин (искряк) – мелкозернистый, жёлтый, бурый, с мерцающим золотистым отливом;

молочно - белый кварц – непрозрачный.

Кварц имеет большое почвообразующее значение. Его содержание и размеры зёрен определяют гранулометрический состав почвы и многие её физические и физико-механические свойства – водопроницаемость, набухание, влагоёмкость и т.д.

Кварц широко применяется в промышленности, оптике, точных приборах, ювелирном деле и т.д.

Халцедон – SiO₂ – скрытокристаллический минерал. Встречается в виде плотных масс, натечных почковидных образований и желваков. Цвет – различный: дымчатый, голубоватый, коричневатый и т.д., чаще серый, у кремня бурый. Черты не дает; блеск восковой или матовый, нередко слабо просвечивает. Спайность отсутствует, излом раковистый; аморфный, твёрдость 6,5, плотность – 2,6г/см³.

Разновидности халцедона:

сапфирин – молочно-синий;

хризопраз – яблочно-зелёный;

агат и **оникс** – имеют концентрическое сложение и яркую окраску;

кремень – загрязнён примесями глины и опала.

Происхождение халцедона вулканическое, он выделяется из водных растворов в виде натёков почковидных образований, а также образуется при выветривании силикатов. Используется в приборостроении, для обработки твёрдых минералов, в ювелирном деле. Халцедон входит в состав метаморфических горных пород (яшмы).

Магнетит (магнитный железняк) – Fe_3O_4 . Самая богатая железная руда (72% Fe), образуется в магматических и метаморфических породах. Цвет железно-чёрный, черта чёрная, блеск яркий, металлический; излом раковистый, в сплошных массах зернистый; твёрдость 5,5-6,0, плотность 4,9-5,2 г/см³. Спайность отсутствует. Сингония кубическая. Сильно магнитен. Участвует в почвообразовании, особенно тропических и субтропических почв.

Разновидности магнетита:

бурая стеклянная голова – натёчные формы с гладкой блестящей поверхностью;

жёлтая охра – землистый порошковатый лимонит.

Используется как важнейшая железная руда для выплавки чугуна и стали.

Гематит (красный железняк) – Fe_2O_3 . Химический состав: Fe-70%, O-30%. Цвет чёрный, вишнево-красный, тёмно-стально-серый, черта вишнево-красная, блеск металлический, металловидный или матовый; спайность отсутствует; твёрдость 5-6, у рыхлых разновидностей – 2, плотность 4,9-5,3 г/см³. Сингония тригональная. Растворяется в соляной кислоте. Встречается в натёчной, зернистой, плотной, землистой, чешуйчатой и оолитовой формах. Происхождение метаморфическое, в результате осаждения из гидро-

термальных растворов и выветривания ультраосновных магматических пород.

Разновидности гематита:

железный блеск – крупнокристаллический;

железная слюдка – листоватый;

мартит – псевдоморфозы по магнетиту;

железная роза - сростки пластинок, напоминающие розу;

красная стеклянная голова – натёчный гематит.

Применяется как руда для получения железа. Красная охра используется для получения краски (мумия, железный сурик), а также для изготовления красных карандашей.

Корунд – Al_2O_3 . Химический состав: Al – 52, 2%, O – 47,8%. Происхождение магматическое. Цвет синий, красный, зелёный, жёлтый, фиолетовый или бесцветный, черты не дает, блеск стеклянный до алмазного; твёрдость 9, плотность 3,99-4,1 г/см³. Спайность отсутствует. Сингония тригональная. Прозрачный. Образует кристаллы бочковидной и веретенообразной формы или сплошные плотные, или мелкозернистые массы.

Разновидности:

рубин – красный, розовый;

сапфир – синий, голубой;

наждак – темный, непрозрачный.

Наждак применяется как абразивный материал для шлифовки камней и минералов, а цветные разновидности корунда (рубин, сапфир) – в ювелирном деле.

Пиролюзит – MnO_2 . Химический состав: Mn - 63,2%, O – 36,8%, содержит примеси Fe_2O_3 , SiO_2 и H_2O . Встречается в виде землистых масс, конкреций, оолитов, редко кристаллов. Образуется главным образом в поверхностных условиях при окислении всех минералов, содержащих марганец, и на дне морей. Блеск полуметаллический или матовый, цвет чёрный, черта

чёрная, непрозрачный, спайность совершенная, твёрдость 5-6, у рыхлых разновидностей – 2, плотность 4,7-5,0 г/см³.

Пирролюзит – важнейшая марганцевая руда. Марганцевые соединения применяются в сельском хозяйстве как микроудобрения, в медицине, технике.

Гидрооксиды

Опал – $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ – аморфный минерал с переменным содержанием H_2O (от 1 до 5 молекул). Это вторичный минерал, образующийся при выветривании силикатов и алюмосиликатов, а также биогенным и гидротермальным путями. В пустотах и трещинах встречаются плотные натёчные формы опала. Это породообразующий минерал, слагает кремнистые осадочные породы – трепел, опоки, диатомиты. Блеск жирный с внутренним цветным отражением, слабостеклянный; цвет тусклый, белый, жёлтый, синий и т.д.; просвечивает в куске или по краям. Черта светлая, излом раковистый или неровный; твёрдость 5,5-6,5, плотность 2,2-2,3 г/см³; спайность отсутствует. В почвах опал образуется в результате взаимодействия гуминовых кислот с почвенными минералами. Неустойчив, постепенно переходит в халцедон или кварц.

Опал используют как драгоценный камень в ювелирном деле, а диатомит и трепел – в строительстве и как абразивные материалы.

Лимонит (бурый железняк) – $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ или $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Химический состав непостоянный: Fe_2O_3 - 89,9%, H_2O – 10,1%, иногда воды содержит больше. Встречается в виде плотных натёчных и землистых пористых масс, конкреций, оолитов, часто можно наблюдать в одном образце переходы плотных масс в землистые.

Лимонит - образование поверхностного происхождения, возникающее при выветривании других железосодержащих минералов, а также путём осаждения в поверхностных водоёмах, часто при участии микроорганизмов.

Имеет матовый или металловидный блеск, твёрдость непостоянная - до 5,5; плотность 3,6-4,0 г/см³; цвет бурый, охряно-жёлтый, ржавый, черта светло-бурая или желтовато-бурая; непрозрачный; спайность несовершенная, излом неровный, землистый; аморфный.

Бурые железняки накапливаются в процессе почвообразования, особенно в гидроморфных и полугидроморфных почвах, а также при подзолообразовательном процессе. Лимонит используется как руда для производства железа.

Боксит - $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ – представляет собой агрегат минералов: гидроксидов железа, оксидов кремния и т.д. Это вторичный минерал экзогенного происхождения. Осадочные бокситы образовались в результате переноса и отложения продуктов выветривания в водоёмы. Цвет кирпично-красный, красно-бурый, розовый, белый, зелёный, чёрный; черта бледнее цвета в куске, блеск матовый; твёрдость 1 – 3, плотность 2,5 - 3,5 г/см³. Спайность отсутствует. Аморфный, глиноподобный, на ощупь тощий и не распадается в воде (в отличие от глин).

Боксит – главная руда для получения алюминия.

1.1.4.5. Соли кислородных кислот

Карбонаты

Карбонаты – соли угольной кислоты – H_2CO_3 . Они составляют 1,7% массы земной коры. Для всех карбонатов характерна реакция с разбавленной соляной кислотой (10%-й раствор), при этом выделяется углекислый газ (CO_2). Одни минералы этого класса реагируют с соляной кислотой на холоде, другие при нагревании. Сингония кристаллов тригональная, спайность – совершенная. Карбонаты бывают водные и безводные. Цвет у безводных карбонатов непостоянный, черта постоянная. Цвет и цвет черты у водных карбонатов постоянные.

Карбонаты являются вторичными почвообразующими минералами и, как свидетельствует их химический состав, используются как источники питания растений кальцием, магнием и другими элементами.

Кальцит (известковый шпат) CaCO_3 – один из наиболее распространённых минералов в земной коре. Химический состав: CaO – 56%, CO_2 – 44%, содержит до 8% примесей Mg , Fe , Mn .

Кальцит слагает плотные и пористые кристаллические и скрытокристаллические толщи горных пород (известняки, мраморы и т.д.). Встречается в виде натёчных форм (сталактиты и сталагмиты), а также в виде друз кристаллов. Блеск стеклянный, иногда перламутровый; окраска белая, серая, иногда голубоватая. Бесцветная прозрачная разновидность кальцита называется **исландским шпатом**, который обладает двойным лучепреломлением. Спайность – совершенная в трёх направлениях, твёрдость 3, плотность 2,6–2,8 г/см³. Бурно вскипает при действии на него 10%-го раствора HCl .

Применяется в сельском хозяйстве как мелиорант кислых почв, в строительстве для получения извести, в химической промышленности для получения соды и щелочей и т.д.

Магнезит – MgCO_3 . Химический состав: MgO – 47,6%, CO_2 – 52,4%.

По свойствам близок к кальциту, отличаясь большей твёрдостью – 3,5–4,5; плотность 3–3,5 г/см³, блеск стеклянный; цвет белый, серый, тёмный, черта белая, излом зернистый, неровный; спайность – совершенная. Сингония тригональная. Вскипает от соляной кислоты только при нагревании. Входит в состав метаморфических горных пород. Образуется при гидротермальных процессах и выветривании ультраосновных пород.

Применяется для изготовления огнеупорных кирпичей, точильных кругов и т.д.

Доломит $\text{Ca Mg}(\text{CO}_3)_2$ – очень распространённый минерал, образование которого связано преимущественно с поверхностными процессами в результате вытеснения и замещения известняков (CaCO_3) магнием, выделяется из гидротермальных растворов. Химический состав: CaO – 30,4%, CO_2 –

47,9%; Ca и Mg могут частично замещаться Fe и Mn. Блеск стеклянный, цвет белый, серый, бурый, зеленоватый, черта белая; спайность – совершенная в трех направлениях, излом зернистый или раковистый. Сингония тригональная. В порошке вскипает от взаимодействия с HCl.

Применяется для получения гидравлической извести и огнеупорных материалов. Доломит в виде доломитизированных известняков является почвообразующей породой. В сельском хозяйстве используется в качестве химического мелиоранта кислых почв.

Сидерит (железный шпат) – FeCO_3 . Химический состав: FeO – 62,1%, CO_2 – 37,9%. Происхождение – гидротермальное, а также образуется в результате действия органических веществ на раствор двууглекислой закиси железа в заливах и лагунах. Образует кристаллические формы, натёчные скопления, шаровидные конкреции и оолиты. Блеск стеклянный, матовый, цвет желтовато-серый, желтовато-бурый, бурый; черта белая или слегка буроватая, спайность – совершенная в трёх направлениях. Сингония тригональная. Твёрдость 3,5-4,5, плотность 3,9 г/см³. Реагирует только с подогретой соляной кислотой. На поверхности Земли быстро окисляется и переходит в лимонит.

Малахит – $\text{Cu}_2 [\text{CO}_3](\text{OH})_2$, или $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$. Химический состав: CuO – 71,8%, CO_2 – 8,2%. Происхождение поверхностное (химическое выветривание медьсодержащих минералов). Блеск стеклянный, шелковистый или матовый. Цвет ярко-зелёный, травянисто-зелёный, окраска концентрическая, полосчатая, радиально-лучистая; черта бледно-зелёная; твёрдость 3,5-4, плотность 3,8-4 г/см³. Сингония моноклинная. Вскипает от разбавленной соляной кислоты. В природе встречается в виде натёчных, плотных и землистых форм, кристаллов игольчатой формы.

Разновидности малахита:

медная зелень – землистый, мягкий малахит;

медная синь – азурит.

Используются как декоративные поделочные камни, малахит – руда для получения меди и приготовления зелёной краски, а азурит – синей краски.

Сода – $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Химический состав: Na_2O – 21,6%, CO_2 – 15,4%, H_2O – 63%. Происхождение вторичное, образуется в некоторых солёных озерах, выпадая в осадок из насыщенных растворов во время испарения.

Блеск стеклянный, цвет белый, серый или желтоватый, черта белая, твёрдость 1-1,5, плотность 1,4-1,47 г/см³. Сода легко растворяется в воде и в соляной кислоте. Формы нахождения в природе: белые выцветы, налёты и корки. Сода содержится в почвах, образующихся в районах с сухим климатом, и отрицательно влияет на развитие растений.

Применяется в химической, стекольной, металлургической и пищевой промышленности.

Сульфаты

Сульфаты – соли серной кислоты (H_2SO_4). К ним относятся около 260 минералов, они составляют не более 0,1% массы земной коры. Это в основном сульфаты Na, Mg, Ca и K. Они являются химическими осадками усыхающих озёр, лагун и залегают вместе с галоидами. Для сульфатов, как и для карбонатов, характерны светлая окраска, небольшая твёрдость и плотность.

Ангидрит – CaSO_4 . Химический состав: CaO – 41,2%, SO_3 – 58,8%. Происхождение осадочное. Выпадает в виде осадков из растворов морской воды вместе с NaCl и MgCl_2 при 25...30° С. Образует плотные, мелкозернистые скопления, кристаллизуется в ромбические сингонии. Блеск стеклянный или перламутровый, цвет белый, серый или голубоватый, черта белая или светло-серая; спайность – совершенная в трёх направлениях. Сингония ромбическая. Твёрдость 3-3,5, плотность 2,8-3,0 г/см³. Образует толщи пород мощностью до 500м.

Используют ангидрит для производства вяжущих материалов (цемента), для производства серной кислоты и как поделочный камень.

Гипс – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Химический состав: CaO – 32,5%, SO_3 – 46,6%, H_2O – 20,9%. Широко распространённый породообразующий минерал осадочных пород. Встречается в виде плотных мелкокристаллических и землистых агрегатов, часто образующих двойники. Блеск стеклянный, перламутровый, шелковистый; цвет бесцветный, белый, сероватый, желтоватый, розовый, красный; черта белая, спайность – весьма совершенная в одном направлении, в другом – средняя, твёрдость 2, плотность 2,3 г/см³. Сингония моноклинная. Происхождение гипса в основном связано с процессами выпадения солей в осадки из водных растворов и при выветривании горных пород. Гипс используется в строительстве (архитектурном и скульптурном деле), медицине. В сельском хозяйстве он применяется в качестве удобрений и химических мелиорантов щелочных почв, активно участвует в почвообразовании.

Мирабилит (глауберова соль) – $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Имеет осадочное происхождение, встречается в виде корочек, выцветов на поверхности почвы, сплошных зернистых и плотных масс, игольчатых кристаллов. Блеск стеклянный или матовый; бесцветный или белый, черта белая; у кристаллического мирабилита спайность – совершенная в одном направлении, излом неровный, твёрдость 1,5-2, плотность 1,5 г/см³; вкус горько-солёный, охлаждающий. Сингония моноклинная.

Используется в химической промышленности для изготовления соды, в стекольной промышленности, медицине. В почвообразовании способствует формированию засоленных почв, особенно пухлых солончаков.

Фосфаты

Фосфаты – соли фосфорной кислоты H_3PO_4 . Они составляют не более 0,1% земной коры. Цвет и черта у них непостоянные. Их можно спутать с карбонатами и сульфатами. Но у сульфатов черта всегда белая, а в отличие

от карбонатов фосфаты не реагируют с разбавленной HCl. Происхождение глубинное и поверхностное. Основное применение - получение фосфорных удобрений.

К фосфатам относится большое количество минералов (более 300), однако их распространение невелико.

Апатит $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{F}, \text{Cl})$. Различают две разновидности апатита: **фторапатит**, химический состав CaO – 55,5%, P_2O_5 – 42,3%, F – 3,8% и **хлорапатит** - CaO – 53,8%, P_2O_5 – 41,0%, Cl – 6,8%. Происхождение магматическое, встречается в виде сплошных плотных масс, вкраплений, призматических кристаллов и друз.

Апатит имеет стеклянный, иногда жирный блеск; цвет бесцветный, зелёный, голубоватый, серый, бурый, фиолетовый, черта белая; спайность несовершенная, излом неровный. Сингония гексагональная. Хрупкий, твёрдость 5, плотность 3,1 – 3,2 г/см³. Растворяется в соляной и азотной кислотах.

Разновидность – **мороксит** густо-синевато-зелёного цвета.

Основное применение – агроруда для получения фосфорных удобрений.

Фосфорит $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{F}, \text{OH})$ содержит примеси CaCO_3 . Химический состав непостоянный. Происхождение осадочное, образуется в результате биохимических процессов.

Блеск неметаллический, блестящий или матовый. Цвет тёмно-серый, чёрный, желтоватый, коричневый, почти белый, черта светлого цвета. Спайность отсутствует, излом радиально-лучистый, зернистый; твёрдость непостоянная (средняя или твёрдая), около 5, плотность 3,2 г/см³, аморфный. При трении одного куска о другой издаёт запах жжёной кости. Реагирует с 10%-м раствором HCl за счёт примесей кальцита. Формы нахождения – желваки, имеющие угловатую или шарообразную форму, натёчные и землистые массы.

Используется как агроруда для получения фосфорных удобрений. Участвует в почвообразовании.

Вивианит - $\text{Fe}_3[\text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. Водный минерал фосфорно-кислого закисного железа. Происхождение вторичное (образуется в результате взаимодействия фосфорно-кислых соединений с растворимыми формами железа).

Встречается в виде призматических таблитчатых, тонкопластинчатых кристаллов, а также землистых скоплений.

Блеск стеклянный, перламутровый или матовый, цвет голубой, синий, голубовато-зелёный. Свежий вивианит бесцветный, но быстро синее от взаимодействия с кислородом; черта голубоватая, синяя; полупрозрачный, спайность – весьма совершенная. Излом занозистый или землистый, твёрдость 2, плотность 2,58 – 2,68 г/см³.

Принимает активное участие в почвообразовании, образуется в болотных почвах и торфяниках в процессе оглеения вместе с лимонитом, сидеритом и болотной известью. Используется как фосфорное удобрение и для изготовления синей краски.

Нитраты

Нитраты – соли азотной кислоты HNO_3 . Содержание их в земной коре незначительное вследствие лёгкой растворимости в воде. За ними закрепилось название «селитры». Наиболее распространёнными минералами данного класса являются натриевая (чилийская) и калиевая (индийская) селитра. Они содержат азот, адсорбированный из воздуха. Образование – биогенное, связано с микробиологическими процессами в почвах.

Блеск их неметаллический, имеют вкус. По свойствам напоминают хлориды, но в отличие от них нитраты дают вспышку при горении.

Натриевая селитра (чилийская селитра) – Na NO_3 . Химический состав: Na_2O – 36,5%, Na_2O_5 – 63,5%. Происхождение биогенное, поверхностное. Формы нахождения в природе: скопления кристаллов солей, корки, налёты, выцветы на месте скоплений гуано.

Блеск стеклянный; цвет белый, бесцветный, желтоватый, черта белая; твёрдость 1,5 – 2,0; плотность 2,24 – 2,29 г/см³. Спайность – совершенная. Сингония тригональная. Имеет холодящий солоноватый вкус, при нагревании даёт вспышку.

Используется в качестве азотного удобрения в сельском хозяйстве, в химической промышленности для производства азотной кислоты, а также в производстве пороха.

Калиевая селитра (индийская селитра) - KNO₃. Окраска бесцветная, белая, слабоокрашенная, черта белая, блеск стеклянный, шелковистый; прозрачная или полупрозрачная. Спайность совершенная, излом зернистый или занозистый. Сингония тригональная. Твёрдость 2,0; плотность 2,25 г/см³. Имеет солоноватый холодящий вкус, легко растворяется в воде. Даёт вспышку при нагревании с углем. Встречается в виде выцветов, корки. Образуется биогенным путём, а также при выветривании первичных пород и при осаждении из водных растворов.

Встречается в солончаковых почвах, известняках, навозных ямах, пещерах, погребках. Является важным почвообразующим минералом.

Применяется в сельском хозяйстве как азотное и калийное удобрение. Используется в производстве взрывчатых веществ.

1.1.4.6. Силикаты и алюмосиликаты

Силикаты – соли кремниевых кислот, а **алюмосиликаты** – соли алюмокремниевых кислот. Это самая распространённая группа минералов. Они составляют до 88% массы земной коры и входят в состав почти всех горных пород, являясь породообразующими минералами.

Силикаты и алюмосиликаты имеют сложный химический состав и строение. В основе их структуры лежит кремнекислородный тетраэдр, в центре которого находится ион кремния Si⁴⁺, а в вершинах – ионы кислорода O²⁻ (рис.5). Этот тетраэдр соединяется с другими тетраэдрами различными

способами. По данному признаку выделяют следующие силикаты и алюмосиликаты:

- 1) *цепочечные и ленточные*;
- 2) *островные*;
- 3) *листовые (слоевые)*;
- 4) *каркасные*.

Если в части кремнекислородных тетраэдров четырёхвалентные катионы кремния замещаются трёхвалентными катионами алюминия Al^{3+} , такие соединения называются *алюмосиликатами*.

Цепочечные и ленточные

Кремнекислородные тетраэдры могут соединяться в плоские цепочки и ленты. Образующиеся при этом минералы называются соответственно цепочечными и ленточными. К цепочечным относятся минералы группы *пироксенов*, к ленточными – *амфиболы*.

Пироксены

Авгит – $Ca (Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Ti, Al)_2[(Si, Al)_2O_6]$. Химический состав сложный, содержит примеси, а также до 4-9% Al_2O_3 .

Блеск неметаллический, стеклянный или матовый. Цвет от тёмно-зелёного до чёрного, черта серая, зеленовато-серая; твёрдость 5 – 6, плотность 3,3 – 3,6 г/см³. Спайность средняя. Сингония моноклинная. Встречается в виде вкраплений в глубинных магматических породах или отдельных кристаллов в лавах.

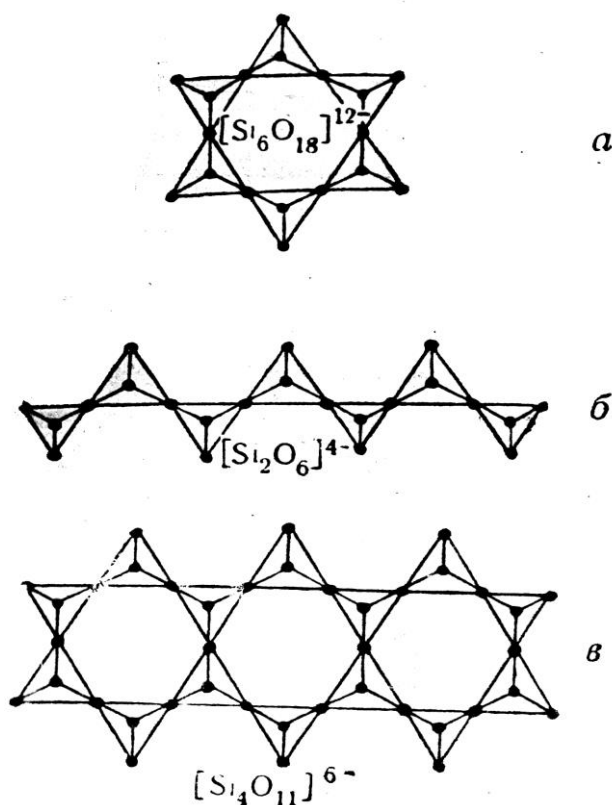


Рис. 5. «Кольцевые» силикаты – кремнекислородный мотив $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$ - а;
«цепочечные» силикаты – кремнекислородный мотив $[\text{Si}_2\text{O}_6]^{4-}$ - б;
«ленточные» силикаты – кремнекислородный мотив $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$ - в.

Авгит – породообразующий минерал основных и средних магматических пород. Он входит в состав *диабазов, базальтов, трахитов, андезитов, габбро, диоритов*. В зоне выветривания авгит неустойчив и переходит в *талек, каолинит, хлорит, лимонит*.

Практического значения не имеет.

Амфиболы

Роговая обманка $(\text{Ca}, \text{Na})_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{3+})_4(\text{Al}, \text{Fe}^{3+}) (\text{OH})_2[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{11}]_2$
(OH, F, Cl)₂. Химический состав сложный и недостаточно изучен.

Блеск стеклянный или матовый, твёрдость 5,5 – 5,6; плотность 2,9 – 3,4 г/см³. Цвет серо-зелёный, тёмно-зелёный до чёрного, черта серая или зеленовато-серая; непрозрачна, имеет удлиненные призматические кристаллы и сплошные массы игольчатого или призматического строения. Сингония моноклинная.

По цвету, блеску и твёрдости она не отличается от авгита. Внешние различия заключаются в форме кристаллов (у роговой обманки – вытянутые призмы) и цвете черты (у роговой обманки черта серовато-зелёная). Это породообразующий минерал магматических и метаморфических пород.

Островные силикаты (ортосиликаты)

В них кремнекислородные тетраэдры представляют островки одиноких, сдвоенных, строенных и т.д. тетраэдров, сгруппированных в кольца. Между собой они связаны при помощи катионов Mg^{2+} , Fe^{2+} , Ca^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} .

Оливин $(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$ имеет магматическое происхождение. Встречается в форме зернистых масс, кристаллов, зёрен, включённых в породу.

Блеск стеклянный и жирный, цвет оливково-зелёный, черты не даёт; твёрдость 6,5 – 7,0; плотность 3,3 – 3,4 г/см³. Спайность несовершенная, излом неровный, иногда раковистый. Сингония ромбическая.

Оливин – породообразующий минерал ультраосновных и основных магматических пород. При выветривании он переходит в *серпентин*, *магнетит*, *лимонит* и *опал*.

Хризолит (светло-зелёная разновидность оливина) применяется как драгоценный камень в ювелирном деле.

Гранат $\text{R}_3^{\text{II}}\text{R}_2^{\text{III}}[\text{SiO}_4]_3$. Блеск стеклянный, матовый. Цвет красный, бурый, жёлтый, зелёный. Черты не даёт, твёрдость 7,0 – 7,5; имеет прозрачные

и непрозрачные разновидности. Сингония кубическая. Спайность отсутствует, происхождение метаморфическое.

Разновидности:

1. **Альмандин** - $\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$ – цвет тёмно-красный, буро-красный; один из наиболее часто встречающихся гранатов;
2. **Пироп** - $\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$ – цвет тёмно-красный;
3. **Андрадит** - $\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$ – цвет тёмно-бурый, непрозрачный.

Гранат используется в ювелирном деле (прозрачные разновидности) и как абразивный (шлифовальный) материал.

Циркон - ZrSiO_4 . Химический состав: Zr – 49,5%, Si – 15,5%, O – 35%, иногда содержит примеси Fe_2O_3 , ThO_2 , HfO_2 . Блеск алмазный, цвет жёлтый, бурый, серый, зелёный, черты не дает; твёрдость 7,5, плотность 4,66-4,7 г/см³. Сингония тетрагональная, имеет двойное лучепреломление. Растворяется только в концентрированной H_2SO_4 ; происхождение магматическое. Встречается в виде россыпей и кристаллов-двойников. Циркон обладает высокой кислотоустойчивостью и огнеупорностью, применяется в производстве глазурей и эмалей, красок и в ювелирном деле.

Гиацинт – разновидность циркона красного или красно-бурого цвета; применяется как драгоценный камень.

Сфен (титанит) – $\text{CaTiO}[\text{SiO}_4]$. Блеск стеклянный, цвет бурый, жёлтый, серый, зелёный, твёрдость 5-5,5, плотность 3,4-3,65 г/см³, спайность – совершенная. Сингония моноклинная. Растворяется в H_2SO_4 . Обладает двойным лучепреломлением. Происхождение магматическое и метаморфическое. Встречается в форме кристаллов-двойников. Применяется как руда на титан.

Листовые (слоевые) силикаты и алюмосиликаты

К ним относится большое количество минералов, многие из которых являются породообразующими. В них соединение кремнекислородных тетраэдров, расположенных в одной плоскости через три общих кислорода, приводит к образованию слоевой (листовой) структуры.

Среди листовых силикатов выделяют собственно **силикаты** (*серпентин, тальк, каолинит*) и **алюмосиликаты** (слюды – *мусковит* и *биотит, гидрослюды, глауконит*).

Серпентин (змеевик) – $\text{Mg}_6(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$. Химический состав: MgO – 43,0%, H_2O – 18,9 %, SiO_2 – 44,1%; содержит примеси Ni , Mn , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} и Cr^{3+} . Встречается в виде натёчных форм или плотных масс. Образуется при гидротермальных изменениях ультраосновных пород.

Блеск стеклянный, жирный; цвет от беловато-зелёного до чёрно-зелёного; пятнистый, откуда и произошло название (серпентария, лат – «змеевидный»); черта белая или зеленоватая. Спайность отсутствует, твёрдость 2,5 – 3,0, плотность 2,5 – 2,7 г/см³. Сингония моноклиная.

Разновидность серпентина – **хризолит-асбест**. Цвет белый, зеленовато-жёлтый, блеск шелковистый, твёрдость 2 -3. Расщепляется на белоснежные тончайшие эластичные волокна. Встречается в трещинах минералов и пород и выделяется в виде прожилок на фоне плотного серпентина.

Серпентин используется как магниальное удобрение, а массивные плотные, красивые массы – как поделочный или облицовочный камень.

Тальк – $\text{Mg}_3(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$. Химический состав: MgO – 31,7%, SiO_2 – 63,5%, H_2O – 4,8 %. Образуется при метаморфическом воздействии гидротермальных вод на магниальные силикаты (*оливин, пироксены, амфиболы, серпентин, слюды* и др.) и алюмосиликаты.

Блеск жирный, перламутровый; цвет светло-зелёный, зеленовато-белый, зеленовато-серый, желтоватый, черта белая; мягкий, жирный на ощупь. Кристаллическая структура талька похожа на структуру слюд. Спайность – весьма совершенная. Сингония моноклиная. Для него характерны листовые или чешуйчатые агрегаты, листочки гибкие, но не упругие. Твёрдость 1, плотность 2,7 – 2,8 г/см³.

Широко применяется в различных отраслях народного хозяйства: в бумажной, текстильной и резиновой промышленности; в косметике для приготовления зубной пасты, пудры, кремов. В сельском хозяйстве тальк ис-

пользуется для производства ядовитых порошков и препаратов против вредителей и болезней растений.

Хлориты. В эту группу объединяются минералы состава $Mg_6(OH)_8[Si_4O_{10}]$ и $Mg_4 Al_2(OH)_8[Al_2Si_2O_{10}]$. Название их произошло от окраски (хлорос - греч. - зелёный), имеют метаморфическое происхождение, образуются в результате изменения биотита, авгита, роговой обманки. Могут быть как первичными, так и вторичными минералами.

Встречаются в виде плотных кристаллических агрегатов и отдельных кристаллов.

Блеск стеклянный, местами перламутровый; цвет от светло- до тёмно-зелёного; твёрдость 2,0 – 2,5, плотность 2,60 – 2,85 г/см³. Сингония моноклинная. Спайность – весьма совершенная в одном направлении. Являются породообразующими минералами метаморфических горных пород.

Глауконит - $K(Fe, Al, Mg)_3(OH)_2[AlSi_3O_{10}] \cdot n H_2O$. Встречается в виде округлых зёрнышек в осадочных породах, образующихся в неглубоких морских бассейнах. Цвет от зелёного до тёмно-зелёного, блеск матовый; твёрдость 2,0 – 3,0; плотность 2,2 – 2,8 г/см³.

Подгруппа глинистых минералов

Каолинит (каолин) $Al_4(OH)_8[Si_4O_{10}]$ образуется при выветривании алюмосиликатов на поверхности Земли, где он образует рыхлые или плотные землистые массы. Химический состав: Al_2O_3 – 39,5%, SiO_2 – 46,5%, H_2O – 14 %, содержит примеси Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O и др. Образуется в результате химического выветривания полевых шпатов и слюд.

Блеск матовый, жирный на ощупь, цвет белый, в мельчайших чешуйках – бесцветный, излом землистый. Сингония моноклинная. В сухом состоянии легко поглощает воду. Намокая, становится пластичным.

Каолинит – вторичный почвообразующий минерал. Он не набухает, поэтому почвы, содержащие этот минерал, имеют небольшую липкость и хорошую водопроницаемость. Используется в керамической, бумажной промышленности и в строительстве.

Монтмориллонит $(\text{Ca}, \text{Na}) (\text{Mg}, \text{Al}, \text{Fe})_2(\text{OH})_2[(\text{Si}, \text{Al})_4 \cdot \text{O}_{10}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$ – минерал переменного химического состава. Образуется в процессе выветривания гранитов, входит в состав глинистых минералов. Окраска светло-зелёная, белая, изменяется в зависимости от примесей. Образует довольно плотные землистые массы с матовым блеском, твёрдость 1-2, плотность 2-2,5 г/см³. Монтмориллонит сильно набухает, увеличиваясь при этом в объёме в 20 раз. Обладает большой поглотительной способностью.

Разновидности:

нонтронит – железистый монтмориллонит;

бейделлит – алюминиевый монтмориллонит.

Монтмориллонит – почвообразующий минерал, определяющий плодородие и такие основные свойства почвы, как поглотительная способность, набухание и липкость, участвует в закреплении гумуса и т.д.

Вермикулит – $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+})_3 (\text{OH})_2 [(\text{Si}, \text{Al})_4 \cdot \text{O}_{10}] \cdot n \text{H}_2\text{O}$. Слюдopodobный минерал, является продуктом выветривания биотитов. Цвет бурый, жёлто-бурый, золотисто-жёлтый; блеск жирный, твёрдость 1-1,5, плотность 2,4-2,7 г/см³. Сингония моноклинная. Излом землистый. Происхождение вторичное, почвообразующий минерал. При нагревании вермикулит увеличивается в объеме в 15-20 раз и поэтому используется как хороший тепло- и звукоизоляционный материал. Применяют его также для улучшения структуры глинистых почв и в качестве субстрата для выращивания тепличных культур.

Слюды

Мусковит (калиевая слюда) – $\text{KAl}_2 [\text{Al SiO}_3 \cdot \text{O}_{10}]$. Химический состав: K_2O – 11,8%, Al_2O_3 – 38,5%, SiO_2 – 45,2%, H_2O – 4,5%. Образуется магматическим и метаморфическим путём, широко распространённый породообразующий минерал.

Блеск стеклянный или перламутровый, прозрачный или полупрозрачный; цвет белый или бесцветный, черты не дает, излом ровный, спайность –

весьма совершенная в одном направлении, твёрдость 2,5-5, плотность 2,7-3,1 г/см³. Сингония моноклинная. Встречается в виде кристаллов листовой и чешуйчатой формы. В условиях интенсивного химического выветривания превращается в гидрослюду. Участвует в процессах почвообразования, является источником калия в почвах.

Биотит (магнезиально-железистая слюда) $K(Mg, Fe)_3(OH, F)_2[AlSi_3O_{10}]$. Имеет непостоянный состав. Блеск стеклянный или перламутровый; в толстых пластинках непрозрачный, а в тонких просвечивает по тонкому краю. Цвет чёрный или тёмно-зелёный, черты не дает, излом ровный, спайность – весьма совершенная в одном направлении, твёрдость 2-3, плотность 2,7-3,1 г/см³. Сингония моноклинная. Происхождение магматическое и метаморфическое. По свойствам близок к мусковиту, в природе всегда сопутствует ему. Входит в состав многих горных пород (*гнейсы, сланцы, граниты* и т.д.). При выветривании переходит в вермикулит, а затем в хлорит.

Биотит широко распространён в почвах, является источником питания растений калием и железом. При переходе слюд в гидрослюды подвижность и доступность калия увеличиваются.

Гидрослюды – группа близких по составу минералов, являющихся промежуточными образованиями между слюдами и глинистыми минералами (*гидробиотит, иллит, глауконит* и т.д.). Они имеют слоистую структуру, образуются в процессе выветривания, входят в состав почвообразующих пород и почв и обуславливают многие их физические, химические и физико-химические свойства.

Каркасные алюмосиликаты

В силикатах данного типа структур так называемый непрерывный каркас состоит из связанных между собой тетраэдров. Свободных валентностей у кремния нет, и поэтому присоединение других ионов невозможно. К ним относится *группа полевых шпатов*, которая делится на две подгруппы:

- 1) *калий-натриевых полевых шпатов*;

2) *плаггиоклаза-известково-натриевых полевых шпатов.*

Полевые шпаты широко распространены в земной коре, составляя около 50% ее массы. Они являются породообразующими минералами многих горных пород и важными источниками образования вторичных, в том числе, глинистых минералов.

Подгруппа калий-натриевых полевых шпатов

Ортоклаз – K [Al, Si₃O₈]. Химический состав: K₂O – 12,7-16,9%, Al₂O₃ – 18,4-18,7%, SiO₂ – 64,7-65,7%, содержит примеси Na₂O, BaO, FeO или Fe₂O₃. Встречается в виде кристаллических зёрен в магматических и метаморфических породах.

Цвет от бесцветного, белого до мясо-красного. Блеск стеклянный, черта белая. Спайность – совершенная в двух направлениях, излом ступенчатый. Сингония моноклинная (ортоклаз по- гречески «прямоколющийся»). Твёрдость 6-6,5, плотность 2,56-2,58 г/см³.

Разновидность – **микроклин** (сингония триклинная), который по внешним признакам похож на ортоклаз.

Ортоклаз входит в состав некоторых магматических и метаморфических пород (*гранитов, сиенитов* и т.д.). При выветривании переходит в каолинит.

Используется в стекольной и керамической промышленности. В сельском хозяйстве служит источником калийного питания для растений, если размеры его частиц не превышают 0,001мм.

Подгруппа плаггиоклазов

Альбит – Na [Al, Si₃O₈] – натриевый плаггиоклаз. Химический состав: Na₂O – 10,79%, Al₂O₃ – 19,4%, SiO₂ – 68,81%. Происхождение магматическое и пегматитовое; блеск стеклянный или перламутровый, цвет белый, желтоватый, серый; твёрдость 6-6,5, плотность 2,62-2,65 г/см³, спайность – совершенная в двух направлениях, сингония триклинная. В процессе выветривания переходит в глинистые минералы: в кислой среде – в каолинит, а в

щелочной – в монтмориллонит. Входит в состав магматических и метаморфических горных пород.

Используется в стекольной и керамической промышленности.

Лабрадор – изоморфный минерал магматического происхождения. Входит в состав магматических и метаморфических горных пород. Химический состав: Na_2O – 5,89%, CaO – 10,05%, Al_2O_3 – 28,01%, SiO_2 – 56,5%. Блеск стеклянный, цвет серый, тёмно-серый с синеватым отливом, твёрдость 6, плотность 2,7-2,72 г/см³, спайность – совершенная в двух направлениях. Сингония триклинная. При выветривании лабрадор переходит в глинистые минералы. Является ценным поделочным и облицовочным камнем.

Нефелин $\text{KNa}_3[\text{AlSiO}_4]_4$ – наиболее распространенный минерал данной группы. Химический состав: SiO_2 – 41,48-46,41%, Al_2O_3 – 31,07-33,99%, Na_2O – 15,67-17,25%, K_2O – 3,66-6,57%, содержит примеси Fe_2O_3 , Cl, F, H_2O . Блеск стеклянный до жирного, цвет светло-серый, серый с различными оттенками, излом плоскораковистый, спайность отсутствует. Сингония гексагональная. Твёрдость 5-6, плотность 2,6 г/см³. Происхождение магматическое. В некоторых почвах нефелин обуславливает присутствие аморфных соединений алюминия и кремния (коллоиды), которые участвуют в структурообразовании и способствуют развитию микробиологической деятельности почв.

Используется как руда для производства алюминия и как калийное удобрение.

Напролит (цеолит) – $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Блеск стеклянный, шелковистый, цвет белый, серый, желтоватый или бесцветный; твёрдость 5-5,5, плотность 2,25 г/см³. Сингония ромбическая. Имеет кристаллическую структуру, образованную тетраэдрическими фрагментами SiO_4 и AlO_4 , объединёнными общими вершинами в трехмерный каркас, пронизанный полостями и каналами, в которых могут находиться молекулы воды и катионы металлов, аммония и др. Цеолиты способны избирательно выделять и вновь поглощать различные вещества, а также обменивать катионы. По происхожде-

нию – магматические низкотемпературные гидротермальные минералы, встречаются в природе в форме призматических или волнистых кристаллов.

Применяются как адсорбенты, ионообменники, молекулярные сита. В сельском хозяйстве также используются как адсорбенты важнейших для растений элементов питания, предотвращая их от вымывания, повышают водоудерживающую способность почв, в первую очередь легких песчаных и супесчаных, бедных гумусом.

На практических занятиях студенты, используя коллекции минералов и горных пород (коллекция № 1-3), имеющиеся в учебной аудитории, должны изучить морфологические признаки и физические свойства минералов и записать их в табл. 4.

Таблица 4. Характеристика породообразующих минералов

№ п/п	Название		Химическая формула и состав	Блеск	Цвет		Излом, спайность	Твёрдость (по Моосу)	Плотность, г/см ³	Сингония	Форма нахождения	Специфические свойства	Практическое значение
	класса	минерала			минерала	черты							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

В результате изучения главы 1.1.

Студент должен знать:

- о связи геологии с другими науками, её роли в почвообразовании;
- состав земной коры и свойства наиболее распространённых в ней минералов;
- значение минералов, входящих в состав минеральной части почвы;
- основные физические свойства и классификацию минералов.

Студент должен уметь:

- определять основные минералы, имеющие важное народно-хозяйственное, сельскохозяйственное и почвообразовательное значение.

Контрольные вопросы

1. Что такое минерал? Классификация минералов по происхождению и их роль в почвообразовании.
2. Основные кристаллические и физические свойства минералов и формы их нахождения в природе.
3. Классификация минералов по химическому составу, её значение.
4. Основные представители минералов классов самородных элементов и сульфидов, их краткая характеристика и народнохозяйственное значение.
5. Представители классов галоидов, оксидов и гидрооксидов. Краткая характеристика, роль в почвообразовании и народнохозяйственное значение.
6. Соли кислородных кислот. Карбонаты, сульфаты, фосфаты, нитраты. Краткая характеристика представителей этих классов, их народнохозяйственное и сельскохозяйственное значение.
7. Силикаты и алюмосиликаты, их классификация. Основные представители минералов этих классов, их характеристика, влияние на почвообразование и свойства почв.

1.2. Основы учения о горных породах

1.2.1. Петрография

Петрография – наука, изучающая горные породы, из которых сложена земная кора (по-гречески петрос - камень, графо - пишу). ***Горные породы*** – скопления одного или нескольких минералов, имеющие более или менее

постоянный химический состав и строение и занимающие значительные участки в земной коре и на её поверхности. Минералы, образующие горные породы, называются **породообразующими**. Из примерно 3000 известных минералов около 100 являются породообразующими.

По **составу** горные породы бывают **моно-** и **полиминеральными**. Горные породы, состоящие из одного минерала, называются **мономинеральными** (мрамор, кварцит), из нескольких – **полиминеральными** (гранит, сиенит и др.). По **происхождению** горные породы делятся на **магматические, метаморфические и осадочные**. **Магматические** породы называются **первичными**, **осадочные** и **метаморфические** породы называются **вторичными**. В земной коре наиболее распространены магматические породы (около 95% ее массы) и очень мало приходится на долю осадочных и метаморфических пород (около 5%).

Земная кора непрерывно видоизменяется под воздействием **эндогенных** (изнутри рожденных) и **экзогенных** (извне рожденных) процессов. **Эндогенные процессы** (горообразование, вулканизм, медленные колебания материков, землетрясения) создают неровности рельефа. Внутри Земли с их деятельностью связано образование магматических и метаморфических пород.

Экзогенные процессы (выветривание горных пород, работа поверхностных и подземных вод, ветра, ледников, моря) проявляются на поверхности Земли или на небольшой глубине. Силы, вызывающие экзогенные процессы, формируют осадочные горные породы.

При изучении горной породы её необходимо рассматривать двояко. С одной стороны – это комплекс минералов, характеризующийся определённым химическим составом и структурой. С другой – каждая горная порода является самостоятельным геологическим телом, которое отражает соответствующие её возрасту историю и физико-химическую обстановку геологического времени. Такой двусторонний подход в понимании горных пород

необходим для правильного определения их происхождения, взаимосвязи друг с другом и области распространения их в земной коре.

Изучение горных пород позволяет рационально использовать их в промышленности и сельском хозяйстве. В промышленности горные породы используются как источники полезных ископаемых, строительные и поделочные материалы. В сельском хозяйстве они являются основным материалом, на котором формируются почвы, и служат основным сырьём для производства минеральных удобрений.

1.2.2. Морфологические признаки пород

Горные породы наследуют свойства, входящих в них минералов и обладают такими дополнительными физическими свойствами, как ***структура*** и ***текстура***.

Структура – это строение породы, обусловленное формой и величиной слагающих её минералов (степенью их кристаллизации) и способом их срастания.

Структура отражает условия образования горных пород, она может быть:

зернистая или ***полнокристаллическая*** – характерна для глубинных (интрузивных) пород;

афонитовая (плотная) – в ней отсутствуют кристаллические зёрна, видимые простым глазом или в лупу (диабазы, дуниты);

стекловатая (аморфная, некристаллическая) – у излившихся (эффузивных) пород; для них характерен раковистый излом (вулканическое стекло);

порфировая стекловатая или скрытокристаллическая – основная масса с вкраплениями более крупных кристаллов других минералов (полевых шпатов, кварца); характерна для порфира, трахита, андезита;

пегматитовая – образуется при одновременной кристаллизации двух компонентов смеси, выражается как бы прорастанием одного минерала другим (прорастание полевого шпата кварцем); характерна для пегматитовых пород;

пористая (аморфная, легкая) типична для эффузивных пород.

Все метаморфические горные породы имеют кристаллическую структуру. При этом форма зёрен может быть **листоватой, чешуйчатой, игольчатой**.

Текстура – сложение пород, то есть взаимное расположение минералов, слагающих массу породы и степень её плотности. Она бывает:

полосчатая – чередование полос различной толщины и различного минералогического состава;

волокнистая – множество волокнистых кристаллов, переплетающихся между собой;

массивная – плотное, связанное соединение минеральных зёрен;

сланцеватая – параллельное расположение минералов удлинённой формы.

Цвет горных пород зависит от окраски слагающих их минералов. Определение цвета проводится по тону, который преобладает в массе породы.

1.2.3. Магматические горные породы

Магматические горные породы образуются в результате охлаждения и затвердевания магмы в толще земной коры или путём изливания её на поверхность Земли. Породы, образовавшиеся при застывании магмы на глубине, называются **глубинными (интрузивными)**. Для них характерна хорошо выраженная зернистая структура (гранит).

Жильные – формируются при затвердевании магмы в трещинах более старых горных пород (пегматит).

Излившиеся (эффузивные) – образуются при затвердевании лавы на поверхности Земли. Они характеризуются порфировой, стекловатой или афонитовой структурой.

Основными породообразующими минералами магматических пород являются калиевые полевые шпаты, плагиоклазы, нефелин, кварц, пироксен, амфиболы, слюды, оливин.

Классификация магматических пород основана на их химическом и минеральном составе (табл.5). В её основе лежит содержание в породах оксидов кремния (SiO_2) и тёмноцветных тяжёлых минералов (оливина, пироксена, роговой обманки, биотита):

- *ультракислые* – содержат более 75% SiO_2 . Светлые, лёгкие породы, почти не содержат тёмных минералов, плотность (d) их равна 2,6 г/см³;
- *кислые* – 65-75% SiO_2 . Пёстрые розовые породы с преобладанием светло-серой окраски, плотность 2,6-2,7 г/см³;
- *средние* – 52-65% SiO_2 . Окраска пёстрая с преобладанием чёрной, плотность 2,7-2,8 г/см³;
- *основные* – 40-52% SiO_2 . Тёмные, тяжёлые породы, плотность 3,0 г/см³;
- *ультраосновные* – 35-40% SiO_2 . Тяжёлые и очень тяжёлые породы, плотность 3,1-3,3 г/см³.

Породы, богатые оксидами калия и натрия, называются *щелочными*. К ним относятся сиениты и нефелиновые сиениты.

Минералогический состав магматических пород представлен в основном, силикатами (99%), из которых 60% приходится на полевые шпаты, 12 - на кварц, 17 - на амфиболы и пироксены, 4 - на слюды, 6 - на прочие силикаты и всего 1% приходится на другие минералы.

1.2.3.1. Ультракислые породы (SiO_2 более 75%)

Эти породы в природе встречаются довольно редко, поэтому их не всегда выделяют в самостоятельную группу. К ним относятся *пегматиты* и *аляскиты*. Наиболее распространены пегматиты

Пегматиты состоят из крупных зёрен кварца, полевого шпата и незначительного количества цветных минералов. Структура пегматитовая, то есть представляет прорастание полевого шпата кварцем. Окраска светлая –

белая, розоватая, сероватая; по происхождению – магматические жильные породы.

Довольно часто встречается на Урале и Кавказе.

При выветривании пегматитов образуются каолининовые глины. С пегматитами связаны месторождения слюды, топаза, вольфрама и др.

1.2.3.2. Кислые породы (SiO_2 65-75%)

Это самая многочисленная группа магматических горных пород. Для них характерно присутствие *кварца*, значительного количества *ортоклаза*, а также небольшого количества цветных минералов (*роговая обманка* и *слюды*). Наиболее распространены интрузивные кислые породы, к ним относятся граниты.

Гранит (от латинского слова гранум – зерно) - полнокристаллическая порода. Структура зернистая (мелко-, средне- и крупнозернистая), текстура массивная. Цвет гранитов светло-серый, розовый, красный. Основная окраска определяется наличием в породе полевых шпатов, на долю которых приходится 40-60 %. Минералогический состав: *кварц*, *полевые шпаты* и до 10 % цветных минералов – *слюда*, *роговая обманка*, *авгит*, *апатит*, *пирит*, *магнетит* и др. Плотность 2,54 – 2,78 г/см³. Граниты широко распространены в природе – встречаются в Карелии, на Кольском полуострове, в Сибири, Забайкалье и других местах. Используются как строительный материал и декоративный поделочный камень. При выветривании гранитов образуются глинистые породы.

Липариты – эффузивные аналоги гранитов. Структура порфировая. Порфировые включения представлены *полевыми шпатами*, реже *кварцем* и *биотитом*. Текстура массивная. Минералогический состав такой же, как и у гранитов. Окраска светлая – белая, серая, красноватая, зеленоватая, плотность 2,14-2,5 г/см³. Липарит похож на кварцевый порфир, но отличается от него блестящими полевошпатовыми включениями (в порфире они матовые).

Кварцевый порфир является полуглубинным аналогом гранита. Структура порфировая с крупными вкраплениями кварца и полевых шпатов, реже биотита. Текстура плотная. Окраска бурая, жёлтая, зеленоватая, сероватая, фиолетовая, тёмно-серая и серая. Минералогический состав такой же, как у гранита. Используется как строительный материал.

Обсидиан – вулканическое стекло. Имеет непостоянный химический состав. Структура стекловатая, текстура плотная, излом раковистый. Окраска чёрная, серая, красно-бурая, полосчатая, пятнистая. Плотность 2,21 – 2,41 г/см³. Происхождение вулканическое, возникает при быстром охлаждении лавы. Блеск стеклянный. Применяется как поделочный камень.

Пемза – вулканическая порода непостоянного химического состава. Структура пористая, шершавая, пенная. Образуется при извержении магмы, богатой газами. Текстура однородная, окраска сероватая, белая, желтоватая, чёрная. Плотность 0,3 – 0,9 г/см³. Пемза лёгкая и плавает в воде. Применяется как строительный и абразивный материал.

Вулканический туф – представляет пористую массу, на фоне которой разбросаны обломки различного цвета, размера и формы. Образуется из сцементированного материала, выброшенного при вулканических взрывах. Порода неоднородная, текстура пористая, окраска различная. Используется как строительный материал.

1.2.3.3. Средние породы (SiO_2 52-65%)

В их состав входят средние плагиоклазы (*олигоклаз, сидерит*), цветные минералы (*роговая обманка, авгит, слюды*). Кварца содержат мало или не содержат совсем. К таким породам относятся **интрузивные** – *сиенит и диорит*, а из **эффузивных** – *трахиты, сидериты и порфириты*.

Интрузивные породы

Сиенит – похож на гранит по внешнему виду, однако не содержит кварца или в нём его очень мало. Основной минерал в его составе – *полевой шпат* (*ортоклаз* или *микроклин*) с присутствием цветных минералов - *роговой обманки*, *авгита*, *биотита*. Окраска светлая – розовая, красная, светло-серая, белая в зависимости от цвета полевых шпатов. Плотность 2,57 – 2,79 г/см³. Структура плотнокристаллическая зернистая, текстура массивная.

Встречается на Урале и в Восточной Сибири. С ним связаны месторождения магнетита и меди. Используется как строительный материал.

Диорит – структура средне- и мелкокристаллическая, текстура массивная. Кварц не содержит или его в нём очень мало. Основной минерал в его составе – *полевой шпат* с присутствием *роговой обманки*, *авгита*, *биотита*. Плотность 2,75 – 2,92 г/см³; окраска от светло-серой до тёмно-серой, при выветривании зеленовато-бурая. Встречаются диориты на Урале и в Закавказье. С ними связаны месторождения железных, медных руд и полиметаллов. Используется как строительный материал.

Таблица 5. Классификация магматических горных пород по содержанию в них кремнекислоты (SiO_2)
(по Борголову И.Б.)

Породы	Химический состав (содержание SiO_2)	Минеральный состав	Интрузивные породы. Структуры кристаллически- зернистые	Эффузивные породы	
				слабоизменённые	сильноизменённые
				структуры порфировые	
				до зернистых в основных	до стекловатых в кислых
С полевым шпатом	Ультракислые (SiO_2 более 75%)	Ортоклаз, кварц	Пегматит, аляскиты	-----	-----
	Кислые (SiO_2 65-75%)	Полевой шпат, кварц, слюда, роговая обманка	Гранит	Липарит, обсидиан, пемза	Кварцевый порфир
	Средние (SiO_2 52-65%)	Полевой шпат (ча- ще ортоклаз), рого- вая обманка, биотит Полевой шпат (пла- гиоклаз), роговая обманка, авгит, био- тит	Сиенит и нефелино- вый сиенит (щелоч- ные породы) Диорит	Трахит Андезит	Бескварцевый порфир Порфирит
	Основные (SiO_2 40-52%)	Полевой шпат (ча- ще лабрадор), авгит, оливин	Габбро	Базальт	Диабаз (или базальтовый порфирит)
Без полевого шпата	Ультраосновные (SiO_2 менее 40%)	Авгит Оливин, авгит Оливин	Пироксенит Перидотит Дунит	----- ----- -----	----- ----- -----

Эффузивные породы

Трахит (в переводе с греческого - шероховатый) – излившийся аналог сиенита, имеет такой же минералогический состав, но отличается от него по структуре и условиям образования. *Трахит* – порода с мелкими вкраплениями зёрен полевых шпатов (белые, гладкие, блестящие зёрна), содержит мало тёмноцветных минералов (*роговой обманки* и *биотита*). Структура порфировая, текстура массивная; при выветривании полевых шпатов переходит в пористую. Поверхность шероховатая. Легко выветривается и переходит в глины.

Встречаются на Урале, Алтае. Это строительный и кислотоупорный материал. Используется также в стекольной промышленности для получения стекла.

Андезит - излившийся аналог диорита, имеет такой же минералогический состав. Структура пористая, шероховатый на ощупь. Порфировые включения представлены *плаггиоклазом* или *роговой обманкой*. Текстура массивная, при выветривании полевых шпатов она переходит в пористую. Окраска тёмно-серая или зеленоватая; плотность, 60 – 2,86 г/см³.

Андезит широко распространён в Восточной Сибири, на Кавказе, Камчатке, Курильских островах. Используется как строительный и поделочный камень.

Порфир полевошпатный имеет порфировую структуру с крупными вкраплениями зёрен полевых шпатов белого, желтоватого или зеленоватого цвета. Окраска тёмная, тёмно-зелёная, тёмно-серая. Распространён он во всех горных районах.

1.2.3.4. Основные породы (SiO₂ 40-52%)

Интрузивные породы

Габбро имеет полнокристаллическую структуру, текстура массивная. Окраска различная: от серой, зелёной до чёрной. Состоит габбро из *плаггио-*

клаза (*лабрадор*), *авгита*, *роговой обманки*, *оливина*, *пирита*, *магнетита*, *биотита*. Плотность 2,8 – 3,1 г/см³. С габбровыми породами связаны месторождения кобальта, никеля, платины, титана, меди, ванадия.

Встречается на Урале, в Забайкалье, Карелии.

Разновидность *лабрадорит* – мономинеральная порода, состоящая из лабрадора. Используется как декоративный и облицовочный материал.

Эффузивные породы

Базальты – излившийся аналог габбро. Структура мелкозернистая и стекловатая, текстура пористая и массивная. Окраска тёмно-зелёная, тёмно-серая, иногда чёрная. Состоит из *полевого шпата* (*лабрадор*), *авгита*, *оливина*, *магнетита*, *апатита*, *кварца*.

Распространены базальты на Алтае, Дальнем Востоке, в Забайкалье.

Диабазы имеют плотную, тонкозернистую, порфировую структуру. Окраска тёмно-зелёная, тёмно-серая; плотность около 3 г/см³ (тяжёлые). Встречаются на Урале, в Карелии, на Кавказе. Применяются базальты и диабазы для изготовления щебня и облицовочного материала.

1.2.3.5. Ультраосновные породы (SiO₂ менее 40%)

Это тёмноокрашенные горные породы. Состоят из *пироксенов*, *оливина*, *силикатов*, богатых оксидами железа и магния. Цвет их меняется от тёмно-зелёного до чёрного. К *интрузивным* породам относятся *дуниты*, а их *эффузивными* аналогами являются *кимберлиты*.

Дуниты состоят в основном из *оливина* с ничтожной примесью *авгита*, *магнетита* и *хромита*. Окраска тёмно-зелёная, почти чёрная, иногда желтовато-зелёная, плотность 3,2 г/см³. На земной поверхности эти породы неустойчивы и переходят в серпентины – плотные земные породы.

Кимберлиты – тяжёлые породы пепельно-серого цвета, состоящие из *серпентина*, *оливина* и *слюды*. Они заполняют жерла и цилиндрические

трубки взрыва, в которых встречаются алмазы. Они есть на Урале и в Якутии.

Ультраосновные магматические породы – источники полезных ископаемых, таких как *платина, хром, медь, железо, титан, алмазы* и т.д.

Таким образом, магматические горные породы, наряду с народнохозяйственным, имеют огромное почвообразовательное значение. Разрушаясь в процессе выветривания, магматические горные породы переходят в рыхлое состояние. На них формируются почвы различных типов, на многие свойства которых определяющее влияние оказывают горные породы.

Распознавание и изучение магматических горных пород проводят, используя коллекции минералов и горных пород (коллекция № 4), имеющиеся в учебной аудитории. Начинают изучение с внешнего вида, затем определяют цвет, структуру, текстуру, способ образования, устанавливают их группу по содержанию SiO_2 , основные породообразующие минералы, входящие в их состав и т.д. Результаты записывают в табл.6.

Таблица 6. Характеристика магматических пород

Название	Структура	Окраска	Способ образования	Группа по содержанию SiO_2	Основные породообразующие минералы

1.2.4. Осадочные горные породы

Поверхность земной коры на 75% состоит из осадочных горных пород. Осадочные породы образовались в результате разрушения других, ранее образовавшихся (магматических и метаморфических) пород в условиях низких температур и давления, а также в результате разложения и осаждения растительных и животных организмов и продуктов их жизнедеятельности в водной и воздушной среде.

Главным фактором образования осадочных пород являются процессы выветривания. Продукты выветривания или накапливаются на месте образования (*элювий*), или переносятся и отлагаются где-нибудь в другом месте (процесс *денудации*). Основная масса продуктов выветривания переносится водой, ветром или льдом на значительные расстояния от места своего образования. На них формируется почвенный покров Земли.

Осадочные горные породы имеют такие отличительные признаки, как *слоистость, пористость, остатки скелетных частей организмов или их отпечатки*. Они классифицируются по происхождению и составу (табл.7). По этим признакам осадочные горные породы делятся на *обломочные, глинистые, химические (хемогенные), органические (органогенные) и смешанные*.

Наиболее распространены из них глинистые породы (около 40%), затем обломочные (30%). Известняки и доломиты составляют 25%, на долю остальных осадочных пород приходится 5%.

1.2.4.1. Описание наиболее распространённых осадочных пород

Обломочные породы

По величине обломков среди обломочных пород выделяют несколько групп:

- 1) *грубообломочные*, состоящие из обломков диаметром более 2мм;
- 2) *среднеобломочные*, или *песчаные породы*, состоящие из обломков преимущественно диаметром от 2 до 0,1мм;
- 3) *мелкообломочные*, или *пылеватые*, состоящие из обломков диаметром от 0,1 до 0,01мм.

В пределах каждой группы выделяют *рыхлые* и *сцементированные* формы. Состав цементов может быть разнообразным: *известковым, кремниевым, железистым, глинистым, битуминозным*.

Грубообломочные породы

В зависимости от **размеров, формы обломков и текстуры** выделяют следующие породы:

глыбы – угловатые обломки размером более 200мм;

щебень – угловатые обломки размером от 200 до 10мм;

дресва – угловатые обломки размером от 10 до 2мм;

валуны – окатанные обломки размером более 200мм;

галька – окатанные обломки от 200 до 10мм;

гравий – окатанные обломки от 10 до 2мм.

Горная порода, представляющая собой сцементированные неокатанные обломки, называется **брекчией** и **дресвяком**. Если окатанные обломки сцементированы, тогда порода называется **конгломератом** и **гравелитом**.

При определении грубообломочных пород необходимо обращать внимание на: 1) *размеры*, 2) *состав* и 3) *форму* обломков. Если порода состоит из обломков различных размеров, то нужно указать пределы их колебаний и преобладающий размер. В случае окатанных обломков необходимо описать их форму, так как по ней можно установить, под влиянием каких сил образовались обломки. Так, морская галька имеет плоскую форму, а речная – яйцевидную, и т.д.

К среднеобломочным породам относят **пески** и **песчаники**.

Песок – рыхлый, размер обломков от 1 до 0,05мм. По происхождению пески могут быть **речными, озёрными, морскими, ледниковыми (флювиогляциальными)** и **эоловыми**. Имеют постоянный состав и цвет, содержат устойчивые к химическому выветриванию минералы: *кварц, полевые шпаты*. Из менее распространённых минералов в них встречаются *циркон, гранат, магнетит, турмалин*. По составу пески могут быть однородными (*мономинеральными*) и смешанными (*полимиктовыми*).

В составе *мономинеральных* песков преобладает *кварц*, реже встречаются гранатовые, магнетитовые, гипсовые и известковые пески.

Полимиктовые пески вместе с *кварцем* могут содержать много полевого шпата (*аракозовые пески*), слюды (*слюдистые*), глауконита (*глауконитовые*), оксидов железа (*железистые пески*), придающих различную окраску пескам.

Песчаники – сцементированные песчаные породы. Песчаники различаются по минералогическому составу, размерам зерен и составу цемента. Разновидности песчаников:

- **кварцевые песчаники** - состоят из *кварца* и *полевых шпатов*, сцементированных *кремнезёмом*, они однородны;

- **аракозовые песчаники** - состоят из *кварца* и *ортоклаза*; образуются при разрушении гранитов, могут содержать примеси цветных минералов; окраска светлая, желтоватая, розовая, красная, бурая, иногда белая;

- **слюдистые песчаники** - состоят из *мусковита*.

Мелкообломочные породы

К ним относятся породы, состоящие из обломков, размеры которых от 0,1 до 0,01мм. Рыхлые скопления таких обломков называются ***алевритами***, а сцементированные – ***алевролитами***.

Типичными представителями рыхлых несцементированных пород являются **лессы, лессовидные суглинки и супеси**.

Лёсс – светлая или палево-жёлтая порода, состоящая из частиц *кварца*, *полевых шпатов* с примесью *глинистых частиц*, *извести* и *незначительного количества органического вещества*. Известь присутствует в породе в виде мелких округлых скоплений, так называемых *журавчиков*. Это высокопористая порода (пористость до 59%), легко растирается пальцами в порошок, в воде быстро размокает, вскипает от 10%-го раствора HCl. Плотность 2,25 – 2,8 г/см³, для лёсса характерна просадочность. Лёссы широко распространены в европейской части РФ, на Украине и на юге Сибири. Мощность лёссов достигает десятков и более метров. Почвы, сформированные на лёссах, благодаря присутствию карбонатов, высокоплодородны.

Лессовидные суглинки. По сравнению с типичными лёссами имеют меньшую пористость, нередко слоистое строение. Иногда в них могут отсутствовать карбонаты. Содержание глины в них составляет 20-30%, мелко-песчаных частиц – 10-20%. По происхождению они могут быть *древнеаллювиальными, озёрными и делювиальными* образованиями.

Супеси в своем составе содержат 10-20% глины и до 20-25% песка. Занимают промежуточное положение между песками и глинами и отличаются от песков способностью приобретать пластичность.

Глинистые породы

Глинистые породы состоят из минералов, образованных в результате химического выветривания: *каолинита, монтмориллонита и гидрослюда*.

Глины – очень тонкозернистые образования (менее 0,001мм), которые в зависимости от минералогического состава бывают *каолинитовые, монтмориллонитовые и гидрослюдистые*. В природе также встречаются глины, состоящие из смеси многих глинистых минералов.

Глины, содержащие большое количество *каолинита* и *монтмориллонита*, называются **жирными**, а глины, в составе которых много песчаных и обломочных минералов *кварца, опала и халцедона*, – **тощими**.

Глины характеризуются специфическими свойствами: в сухом состоянии они энергично поглощают воду, а насытившись ею, становятся водопорными в отличие от песков, через которые вода легко фильтруется. В сухом состоянии глины имеют тонкопористую текстуру и растираются в порошок, во влажном – они пластичны.

Аргиллит – камнеподобная, сильно уплотнённая, сцементированная глина. Не размокает в воде, излом неровный, цвет различный. При увлажнении имеет запах глины. В ней, кроме глинистых минералов, всегда присутствуют *кварц, полевой шпат, слюды, карбонаты* и другие примеси.

Таблица 7. Классификация осадочных пород

Обломочные породы					Глинистые породы	Химические (хемогенные) породы	Органические (органогенные) породы	Смешанные породы
Размер обломков, мм	Рыхлые		Сцементированные			Чёткой границы не существует		
	угловатые	окатанные	угловатые	окатанные				
Более 100	Глыбы	Валуны	Глыбоватая брекчия	Валунный конгломерат	Глина	Хлоридные Галит Сильвин Сильвинит Карналлит Сульфатные Ангидрит Гипс Мирабилит Карбонатные Известняк оолитовый Известковый туф Доломит Железистые Лимонит Сидерит Марганцевые Пиролюзит Фосфатные Фосфорит Кремнистые Гейзерит	Карбонатные Известняки коралловые Известняки фузулиновые Известняки нуммулитовые Ракушечник Кремнистые Диатомит Трепел Углеродистые Нефть Битум Горючий газ Торф Бурый уголь Каменный уголь Антрацит Сланец горючий	Обломочные и обломочно-глинистые Суглинок Супесь Валунная глина Валунный суглинок Валунный песок Лёссовидный суглинок Обломочно-химические Мергель Обломочно-органические Сапропель Опока Органо-химические Известняк Трепел Яшма
100 – 10	Щебень	Галечник	Брекчия	Конгломерат				
10 – 1	Дресва	Гравий	Дресвелит	Гравелит				
1 – 0,05	Песок		Песчаник		Аргилит			
Менее 0,05-0,005	Алеврит (пыль, лёсс)		Алевролит					

Химические осадочные породы

Они представляют собой минеральные соли, сравнительно хорошо растворимые в воде. В их состав входят галоидные и сульфатные минералы – *галит, сильвин, карналлит, мирабилит и ангидрит*. Образуются они в основном путём осаждения из водных растворов. При кристаллизации из водных растворов первыми выпадают в осадок сульфаты кальция (гипс, ангидрит), затем галит, магниевые соли. Калийные соли кристаллизуются последними, как наиболее растворимые. В зависимости от температуры и концентрации солей порядок выпадения может изменяться.

Если скопления минералов залегают значительными пластами и занимают большую территорию, их называют ***горными породами***, а если единичными вкраплениями – ***минералами***.

Карбонатные породы – распространённые осадочные образования. Представлены они *известняками, доломитами и породами промежуточного состава*.

Оолитовые известняки состоят из скопления мелких шариков кальцита, имеющих скорлуповатое строение (диаметр до 0,5мм), сцементированных кальцитовым цементом. По внешнему виду они напоминают зернистую икру, а при значительных размерах оолитов – горох (икряный или гороховый камень). Они образуются в прибрежных зонах теплых морей и залегают пластами.

Известковый туф – сильнопористая масса, состоящая из мелкокристаллического кальцита. Образуется в местах выхода на поверхность подземных вод, из которых выпадает в осадок избыток растворенного углекислого кальция. Вскипает при действии на него раствора разбавленной HCl. Окраска белая, желтоватая, бурая. Легко рассыпается.

Разновидность – плотный известковый туф *травертин*. Из него образуются *сталактиты и сталагмиты*.

Доломит представляет агрегаты минерала того же названия. Состоит из доломита (90-95%) и кальцита (5-10%). Внешне похож на известняки и отличается от них малой интенсивностью реакции с раствором HCl - взаимодействует только при нагревании или в порошке. Окраска серая, белая или светло-жёлтая, твёрдость 3,4-4,0. Образуется путём химического изменения известняковых пород, а также путём выпадения в осадок из водных растворов.

Мергель – порода, состоящая из кальцита и глинистых частиц (30-50%). Содержит породы органогенного, химического и обломочного происхождения, очень плотный. Строение тонкозернистое, текстура слоистая, окраска белая, серая, тёмно-серая и бурая.

Образуется в морских бассейнах, лагунах и пресноводных озёрах.

Кремнистые породы представляют собой отложения аморфного кремнезёма из горячих источников – *кремнистый туф* и *гейзериты*.

Кремнистый туф – твердые, пористые массы различной светлой окраски. Состоит из аморфного кремнезёма с примесью глинозёма. Формы нахождения – почковидные или гроздевидные натёчные массы.

Гейзерит состоит из опала. Пористый, плотный. Окраска белая, сероватая, желтоватая, бурая, красная, пёстрая, твёрдость 7. Образуется при выпадении в осадок кремнезёма из гейзеров.

Яшмы – породы в основном химического происхождения. Состоят преимущественно из халцедона. Примеси обуславливают различную, часто пёструю их окраску, полосатую или пятнистую. Текстура плотная. Образуются яшмы в морях, особенно вблизи действующих вулканов.

Железистые породы. Их образование связано с химическим выветриванием и отложением в озёрах и морях, на лугах в подзолистой зоне, а также в результате жизнедеятельности бактерий.

К этим породам относятся *лимонит*, *железистые оолиты*, *бобовые руды*. *Железистые оолиты* состоят из концентрически скорлуповатых шариков бурого и красного железняка. *Бобовые руды* представляют собой бобо-

вообразные скопления бурого железняка и глинистого минерала. Имеют сравнительно большую плотность. В качестве примесей в них содержатся *опал, кварц, каолинит*.

Глинистые породы имеют большое практическое значение. Это *алюминиевые осадочные породы – бокситы*, представляющие собой скопления минералов *гидрооксидов алюминия с примесью гидрооксидов железа*. Это рыхлые землистые или более твёрдые массы белого, жёлтого, бурого и буровато-красного цвета; часто оолитовой формы.

Фосфатные породы описаны в разделе минералов как *фосфориты* – распространённая порода осадочного происхождения, образование которой связано как с органической жизнью, так и с некоторыми химическими реакциями, происходящими в морях.

Галоидные и сульфатные породы относятся к чисто химическим образованиям, возникающим в результате выпадения соответствующих солей в осадки из растворов.

Каменная соль образует светлоокрашенные кристаллические скопления, состоящие из минерала *галита*. Окрашена она в белый, серый, тёмный, красный, розовый, жёлтый цвета. Обладает слоистой текстурой, которая является следствием чередования слоев разной зернистости и окраски.

Калийные соли (*сильвин, сильвинит, карналлит*) образуют мощные пластовые залежи (Белоруссия, Пермская область). Из-за примесей они имеют различную окраску. Хорошо растворяются в воде и используются в сельском хозяйстве как *калийные удобрения*.

Из **сернокислых пород** наиболее распространён **гипс**, состоящий из минерала *гипса*. Он образует зернистые, волокнистые или плотные массы. Чистый гипс имеет белую или светло-серую окраску. Примеси придают ему различные оттенки. В его состав часто входят *ангидрит, глинистые* и другие минералы. Хорошо растворяется в воде, поэтому в толще гипсоносных пород часто образуются пещеры и воронки. Используется для мелиорации солонцовых почв.

Ангидрит – безводный сульфат кальция белого, серого, голубоватого или красноватого цвета. Залегаёт пластами вместе с гипсом и каменной солью. Структура кристаллическая.

Мирабилит встречается в виде пластовых залежей. Состоит из *мирабилита*, содержит примеси *галита* и других *галоидов*. Хорошо растворяется в воде и имеет горько-солёный вкус.

Марганцевые породы по своему происхождению аналогичны железорудным осадочным породам. Имеют оолитовое сложение. Состоят из *пирролюзита*, *пселомелана* – марганцевых минералов разной степени окисленности и гидратации и воды.

Органогенные осадочные породы

Эти породы образуются в результате жизнедеятельности бактерий и организмов и состоят преимущественно из их твёрдых остатков.

Известняки состоят из *кальцита*, в редких случаях из *аргонита*. В виде примесей в них встречаются *песчано-алевритовый материал*, *глины*, *кремнезём*, *доломит*. Образуются в морских бассейнах. Происхождение органогенное или биохимическое. Строение плотное. большей частью состоят из скелетных остатков (раковин) вымерших морских животных. Цвет разный. Вскипают при действии разбавленной соляной кислотой.

Обладают средней плотностью, не оставляют царапин на стекле.

Разновидности:

1. **Фузулиновый известняк** состоит из твёрдых скелетных остатков мелких морских животных – *фузулин*, имеющих продолговатую форму, похожую на форму зерна ржи. Цвет белый, желтоватый, серый;

2. **Нуммулитовый известняк** состоит из скелетных остатков морских животных – *нуммулитов*, имеющих округлую форму (напоминает монету). Цвет белый, жёлто-серый, розовый;

3. **Известняк-ракушечник (ракушняк)** – скопление ракушек;

4. Рифовый (коралловый) известняк – рифовые постройки коралловых полипов (*сетчатой, решетчатой, волокнистой* и другой структуры). Цвет белый, сероватый, желтоватый, розовый.

Известняки широко распространены на побережьях Каспийского, Азовского и Чёрного морей, в Жигулёвских горах на Волге, в Подмосковье и других районах.

Применяются известняки как строительный материал, в цементном деле, в сахарной промышленности, для мелиорации кислых почв и для выжигания извести.

Мел состоит из кальцита. Строение землистое. Цвет белый, желтоватый, зеленоватый. Бурно вскипает при действии разбавленной HCl. Очень похож на *диатомит* и *трепел*. Отличие – последние не реагируют с разбавленной соляной кислотой и очень лёгкие. Происхождение органогенное. Образуется в тёплых морях в результате накопления на дне известковых панцирей планктонных одноклеточных водорослей.

Широко используется в химической, лакокрасочной, медицинской и пищевой промышленности, а также в сельском хозяйстве для известкования кислых почв. Является хорошим сорбентом (поглотителем).

Диатомит – пористая лёгкая белая или слабосцементированная порода. Состоит из микроскопических скелетов *диатомовых водорослей, радиолярий* и *губок*. Строение землистое; мелоподобный или напоминающий муку. С HCl не реагирует. Плотность 0,25 – 1,07 г/см³. Из минеральных примесей в нём встречаются тонкий *глинистый материал, глауконит, кварц*.

Трепел – очень мягкая землистая порода. Содержит *аморфный кремнезём* в виде мельчайших *шариков опала* или округлых *шариков халцедона*. В его состав также входят *глина, оксиды железа и марганца*. Окраска – от белой до бурой, красная и чёрная – в зависимости от примесей железа и органического вещества.

Диатомит и трепел имеют похожие физические свойства. Твёрдость 5,5. Происхождение биохимическое (морские и пресноводные осадки). Ис-

пользуются в качестве очистителей в виноделии и шерстяной, химической, пищевой промышленности, а также в сельском хозяйстве как удобрение.

Углеродистые породы (каустобиолиты)

Представлены горючими органогенными породами в виде твёрдых (угли, сланцы), жидких (нефть) и газообразных (природный газ) веществ. Горючесть их обусловлена большим содержанием свободного углерода или смесей углеводородов. Образуются они путём разложения растительных остатков с помощью жизнедеятельности соответствующих микроорганизмов.

Торф состоит из полуразложившихся растительных остатков, накапливается в умеренных и холодных районах. Содержит *углерод, кислород, азот и примеси минеральных веществ*. Представляет собой рыхлую, желтовато-бурую или чёрную породу. Залегают в виде слоёв, мощность которых может достигать 15м. Лёгкий, в воде не тонет. По происхождению различают *озёрные* и *наземные* торфа. По типам болот – ***низинные, переходные и верховые***. ***Низинные торфа*** имеют высокую степень разложения органических остатков и зольность, реакция которых близка к нейтральной, богаты азотом и другими элементами питания. ***Верховые торфа*** состоят из плохо разложившихся остатков и имеют низкую зольность. ***Низинные и переходные торфа*** используют для приготовления компостов (с навозом и минеральными удобрениями). Торфа широко используют в народном хозяйстве, как строительный материал, в металлургии, химической промышленности и в медицине.

Сапропель – гниlostный ил. Аморфная органическая масса, обогащённая белковыми и жировыми веществами, мягкая и жирная на ощупь. Образуется на дне застойных водоёмов из отмершего планктона. Его образование совпадает с переходом озёр в болота, поэтому часто он подстилает торф.

Сапропель используется в качестве органического удобрения, а также для производства газа, смолы, кокса и как лечебная грязь.

Ископаемые угли – естественные горючие вещества, образовавшиеся из растительных остатков прежних геологических периодов путём сложных изменений. На качество углей оказывали влияние характер ископаемого материала, условия его разложения, а также геологические процессы. Под действием высокого давления и температуры органические остатки, обогащённые углеродом, метаморфизировались в *бурые угли*, которые затем преобразовались в *каменные угли* и в *антрацит*.

Бурый уголь – промежуточное образование между торфом и каменным углем. Содержит до 70% углерода. Имеет буровато-чёрную окраску, матовый или жирный блеск. Черта бурая. Спайность отсутствует, он сплошной плотный или землистый, загорается от спички и коптит.

Разновидности:

1) **лигнит** – бурый уголь, сохранивший строение неразложившегося дерева;

2) **гагат** – чёрный, плотный, блестящий, излом раковистый.

Каменный уголь содержит в среднем 80% углерода, матовый, мягкий или средней твёрдости; окраска чёрная, черта чёрная. Спайность отсутствует, пачкает руки. Слоистый, плотный, полосчатый; аморфный, горит.

Антрацит содержит до 95% углерода. Блестит, твёрдость средняя или незначительная; цвет чёрный, черта чёрная, руки не пачкает. Спайность отсутствует. Сплошной плотный, аморфный, хрупкий. Плотность 2,0- 2,5г/см³.

Ископаемые угли залегают в виде пластов и линз. Используются в качестве топлива и в химической промышленности.

Основные залежи угля находятся в Сибири: Ленский, Тунгусский, Канско-Ачинский бассейны.

Горючие сланцы представляют собой мергелистые сланцевые породы, содержат до 60% битуминозного вещества. Цвет бурый или чёрный, загораются от спички и горят светящимся пламенем с запахом жженной резины.

Месторождения – Ленинградская область и Поволжье (Ульяновск, Сызрань). Используются как топливо и в химической промышленности.

Нефть (C_nH_m) – смесь различных горючих веществ. Жидкая маслянистая порода чёрного, коричневого и жёлтого цвета. Горит коптящим пламенем, имеет запах керосина. Содержание углерода колеблется от 82 до 87,5%; плотность 0,7 – 1,0 г/см³. Происхождение нефти связано с превращением сапропелевого вещества в условиях восстановительной среды под влиянием высоких давлений и температур. Нефть называют "чёрной кровью Земли".

Месторождения нефти сосредоточены в Западной Сибири (Самотлор - Тюменская область), Волго-Уральской, Тамано-Печёрской и других нефтеносных провинциях.

Асфальт – смесь частично окисленных углеводородов. Содержит примеси воды, газа, песка и обломков породы. Плотная, чёрная, непрозрачная порода; излом крупнораковистый, температура плавления около 100°C. Имеет почковидную или шероховатую поверхность.

Озокерит (горный воск) – нефтяная воскообразная порода, цвет от светло-жёлтого до чёрного. Содержит более 50% твёрдых углеводородов, температура плавления от 50 до 100°C. Заполняет трещины и поры в горных породах.

Распознавание и изучение осадочных горных пород проводят, используя коллекции горных пород и минералов (коллекция № 4 и 5), имеющиеся в учебной аудитории. Начинают их с внешнего вида, затем определяют цвет, структуру, текстуру, вскипание с соляной кислотой, размер частиц, характер цемента и т.д. Результаты записывают в табл. 8.

Таблица 8. Характеристика осадочных пород

Название	Группа по способу образования	Вскипание от HCl	Сложение (текстура)	Преобладающие частицы (по размеру)

1.2.5. Метаморфические горные породы

Метаморфические горные породы образовались в глубинных слоях Земли из магматических и осадочных пород под действием высокого давления и температур, а также химического влияния магмы, горячих вод и газов, идущих из магматических очагов.

Большинство метаморфических пород имеют *сланцеватое* и *зернисто-сланцеватое* строение, поэтому их часто называют кристаллическими сланцами. Таковыми являются *гнейсы*, *слюдяные сланцы*, *тальковые сланцы*, *глинистые сланцы* и т.д. Некоторые метаморфические породы имеют зернистое строение. К ним относятся *мрамор* и *кварцит*.

Минералогический состав метаморфических пород определяется минералогическим составом магматических и осадочных пород, из которых они образовались.

Классификация метаморфических пород приведена в табл. 9.

Таблица 9. Классификация метаморфических пород (по Музафарову В.Г., 1979)

Кристаллические сланцы (строение сланцеватое, зернисто-сланцеватое)		Массивные породы (строение зернистое)	
Порода	Минералогический состав	Порода	Минералогический состав
Гнейс	Кварц, полевой шпат, слюда, иногда роговая обманка, авгит	Мрамор	Состоит из одного минерала – кальцита
Слюдяной сланец	Слюда и кварц, или одна слюда	Кварцит	Состоит из одного минерала – кварца
Хлоритовый сланец	В основном состоит из хлорита		
Тальковый сланец	В основном состоит из талька		
Глинистый сланец	В основном состоит из глины		
Горючий сланец	Сланцы различного состава, пропитанные битумом		

Гнейс. Строение зернисто-сланцеватое. Содержит *кварц*, *полевые шпаты*, *слюды*, иногда *роговую обманку*. По минералогическому составу и окраске напоминает гранит, но у гнейса строение зернисто-сланцеватое, то

есть минералы расположены в параллельной плоскости, перпендикулярной направлению давления, а у гранитов - зернистое.

Гнейсы, сформированные из осадочных пород, называются *парагнейсами*, а из магматических – *ортогнейсами*. Гнейсы используются как строительные материалы (щебень, плиты и т.д.). Они широко распространены в Карелии, на Урале, Кавказе, в Восточной Сибири.

Сланцы – это большая группа метаморфических горных пород, имеющих сланцевую или полосчатую текстуру. По минералогическому составу среди них различают следующие сланцы.

Слюдяной сланец. Состоит из *слюды* или из *слюды* и *кварца*. Для него характерно сланцеватое или полосчатое строение. Окраска серая, зеленоватая-серая и чёрная. В зависимости от преобладания той или иной слюды сланцы называют *мусковитовыми* (бесцветные или белые), *биотитовыми* (чёрные) и *двуслюдяными*.

Хлоритовый сланец имеет сланцеватое и зернисто-сланцеватое строение, легко раскалывается. Состоит из *хлорита*, либо из *смеси хлорита* и *кальцита*. Легко царапается ножом. Окраска зелёная различных оттенков.

Тальковый сланец имеет сланцеватое строение, легко колется на плитки. Состоит только из одного минерала – *талька*.

Глинистый сланец. Имеет сланцеватое строение. Состоит из *тонких глинистых частиц с примесью пылеватых частиц кварца*, иногда *хлорита*. Окраска зеленоватая, сероватая, черноватая, бурая, красноватая; тусклый. Если дышать на него, то он издаёт землистый запах. Легко распадается на плитки. Не размокает в воде.

Разновидности:

- **кровельный сланец** (естественный шифер) – плотный, легко раскалывается на ровные и тонкие плитки. Используется как кровельный материал и в производстве линолеума;

- **кремнистый сланец** состоит из плотного кремнистого материала,

включает *полевои шпат, биотит и другие минералы*. Порода твёрдая, непрозрачная. Цвет зелёный, жёлтый, красноватый в зависимости от примесей.

Горючий сланец имеет сланцеватое строение. Напоминает глинистый сланец, но в отличие от него – горит и более лёгкий. Цвет от жёлтого до чёрного. Легко распадается на плитки. Загорается от спички и издаёт запах жжённой резины, сильно коптит. Образовались горючие сланцы на дне морей благодаря одновременному отложению органического и неорганического ила. Горючие сланцы применяются как топливо и технологическое сырьё.

Мрамор – строение крупно-, средне-, мелко- и тонкозернистое. Состоит из *кальцита*. Бурно вскипает от разбавленной соляной кислоты. Не оставляет царапин на стекле, твёрдость 2,5, спайность совершенная, окраска различная: розовая, белая, голубая, зеленоватая и пёстрая.

Мрамор – прекрасный облицовочный, декоративный и скульптурный материал.

Встречается в Красноярском крае (Кибик-Кордонское месторождение), на Урале, Алтае, в Карелии и т.д.

Яшма имеет скрытокристаллическую структуру, текстура полосчатая, массивная. Окраска разнообразная, в зависимости от примесей. Состоит из *кремнезёма (халцедон), глины, извести, соединений металлов*. Твёрдость более 7, спайность отсутствует, излом неровный, раковистый.

Кварцит имеет мелкозернистое и тонкозернистое строение и массивную текстуру. Обладает большой твёрдостью (царапает стекло), не реагирует с разбавленной соляной кислотой. Цвет различный, поверхность зерен неровная, спайность отсутствует, излом – блестящий. Состоит из *кварца*.

Среди горных пород кварцит самый прочный. Он не боится огня, кислот, щелочей. Его используют для изготовления огнеупорного кирпича, точильных камней, жерновов.

Месторождения его встречаются в Карелии, на Алтае, в Бурятии и в районе Курской магнитной аномалии.

Изучение метаморфических горных пород проводят, используя коллекции минералов и горных пород (коллекция № 5), имеющиеся в учебной аудитории. При описании метаморфических горных пород необходимо указать их структуру, текстуру, окраску, минералогический состав, заполнив табл.10.

Таблица 10. Характеристика метаморфических пород

Название породы	Структура	Текстура	Окраска	Минералогический состав

В результате изучения главы 1. 2.

Студент должен знать:

- роль горных пород в почвообразовании;
- классификацию горных пород по происхождению, наиболее важных представителей пород всех классов, их основные свойства;
- влияние содержания кремнезёма в магматических породах на гранулометрический состав почв;
- об использовании горных пород в сельском и народном хозяйстве.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение горным породам и приведите их классификацию по происхождению и составу.
2. Эндогенные и экзогенные процессы, их роль в образовании горных пород и внешнего облика Земли.
3. Основные морфологические признаки горных пород, их характеристика. Приведите примеры (структура, текстура и др.).
4. Магматические горные породы, их классификация по происхождению и основные представители.
5. Классификация магматических пород по содержанию кремнезёма,

их характеристика, представители и значение в почвообразовании и свойствах почв.

6. Осадочные горные породы, их классификация. Обломочные породы, их классификация, основные представители и роль в почвообразовании.

7. Химические осадочные породы, характеристика основных представителей, значение в почвообразовании.

8. Органогенные осадочные породы, основные представители этого класса, их характеристика, почвообразовательное, народнохозяйственное и сельскохозяйственное значение.

9. Метаморфические горные породы, их характеристика, классификация и основные представители. Почвообразовательное и народнохозяйственное значение.

2. Агрономические руды

2.1. Агрономические руды, их характеристика и применение

Агрономические руды (агроруды) – это горные породы и продукты их переработки, которые используются в сельском хозяйстве в качестве удобрений для повышения плодородия почв и урожайности. В своём составе агроруды содержат питательные вещества, необходимые для развития растений и повышения плодородия почв.

По происхождению они подразделяются на два больших класса: *органические*, и *минеральные* (в т. ч. известковые и агроруды, содержащие микроэлементы).

2.1.1. Органические агроруды

К ним относятся *торф, сапропель, речные и озёрные илы*, которые имеют биогенное происхождение. Эти агроруды называются полными, т. к. в них содержатся в различных количествах все необходимые для растений элементы питания (табл. 11).

2.1.1.1. Торф

Торф образовался в результате отмирания и неполного разложения большой массы болотной растительности при избыточном увлажнении и нехватке воздуха.

По *характеру водно-минерального питания, строению и составу* растительного покрова различают два основных типа болот – **низинные** и **верховые**. Между ними выделяют третий – **переходный тип**.

Низинные болота питаются речными, грунтовыми и поверхностными водами со значительным содержанием минеральных солей. Реакция раствора их массы нейтральная, слабокислая, а иногда и щелочная. В образовании низинного торфа принимает участие разнообразная растительность: *гипновые мхи, осоки, вейники, хвои, ольха, берёза, сосна, ива* и другие влаголюбивые, требовательные к элементам питания растения. Поэтому низинный торф очень богат элементами питания.

Верховые болота – реакция среды их массы кислая (рН H_2O 3,5-5,0). В водном режиме этих болот принимают участие в основном атмосферные осадки. Торф верховых болот образуется в результате разложения *сфагновых мхов* и характеризуется низким качеством и высокой кислотностью. Он пригоден к использованию только после компостирования с известью или фосфоритной мукой.

Для **переходных болот** характерен смешанный тип водного режима – они питаются атмосферными осадками и грунтовыми водами.

Самой заболоченной и заозёрной территорией Земного шара является Западная Сибирь. Здесь сосредоточено около 30% мировых и более 65% российских запасов торфа. Площадь месторождений торфа составляет 47 млн. га с общими запасами до 120 млрд т. Из них наибольшие запасы торфа находятся в Тюменской и Томской областях (66,8 и 38,8 млрд т соответственно). В Новосибирской и Омской областях их значительно меньше – 8,4 и 5,6 млрд т соответственно. Торфяные ресурсы Кемеровской области и Алтайского края незначительны.

Самые большие запасы залежей торфа сосредоточены в центральной части Западно-Сибирской низменности, чему способствуют климатические, геологические и геоморфологические особенности территории. К северу и югу торфообразование затухает. На севере быстрому разложению органического вещества препятствуют низкие температуры почвы и воздуха, а на юге, наоборот, более сухой климат, вызывающий интенсивный распад органического вещества, прекращает торфообразование.

Для территории Западной Сибири характерны в основном **болота низинного типа**. Торф таких болот имеет повышенную зольность. В нём содержатся оксиды железа, кальция, фосфора. Повышенное содержание фосфора и железа часто указывает на присутствие **вивианита**.

Территория этой зоны может быть использована под сенокосы, пастбища, лесоразведение. Кондиционные запасы торфа используются для получения органических удобрений, а при наличии в торфе вивианита – в качестве органо-минеральных. Наиболее крупным и уникальным по своей природе является Васюганское месторождение торфа.

Васюганское болото протянулось в широтном направлении через Новосибирскую, Омскую, Томскую и Тюменскую области. Его торфяное сырьё может быть использовано во многих отраслях народного хозяйства: строительстве, медицине, сельском хозяйстве и т.д.

2.1.1.2. Торфовивианиты

Торфовивианиты – это высокозольные низинные торфа, обогащённые солями фосфора. Природная смесь торфа и вивианита ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) образует **торфовивианиты** и **вивианитовые торфа**. По содержанию подвижного фосфора они делятся на три группы:

- 1) **вивианит** (15-28% P_2O_5);
- 2) **торфовивианит** (2,5-15,0% P_2O_5);
- 3) **вивианитовый торф** (0,5-2,5% P_2O_5).

Исследования сибирских учёных показали, что торфовивианиты и вивианитовые торфа могут быть широко использованы в качестве высокоэффективных фосфорных удобрений. Они повышают фосфатный уровень почв в течение ряда лет. Оказывают положительное влияние на азотное питание растений, усиливая процессы аммонификации и нитрификации органических соединений торфа. Они эффективны на всех типах почв, способствуют накоплению наземной биомассы растений (табл. 11).

При использовании торфовивианитов в качестве удобрений необходимо учитывать соотношение в них Fe_2O_3 и P_2O_5 . Если содержание Fe_2O_3 превышает содержание P_2O_5 в 4 раза, тогда их фосфор практически не усваивается растениями. Наиболее благоприятным для питания растений является соотношение $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{P}_2\text{O}_5 = 2:3$. Дозы внесения торфовивианитов и вивианитовых торфов рассчитывают по содержанию в них P_2O_5 . Если в вивианитовом торфе содержится 1% P_2O_5 , то в 12 т сухого торфа (или 40 т влажного) – 120 кг P_2O_5 , что составляет среднюю дозу P_2O_5 на 2 га пашни.

Запасы торфовивианитов в Западной Сибири составляют 76,6 млн т. и представлены в табл.12.

Таблица 12. Запасы торфовивианитов в Западной Сибири

Область	Запасы торфовивианитов	
	тыс. т	от общих запасов, %
Новосибирская	2900	3,8
Омская	2370	3,0
Томская	42800	55,9
Тюменская	23310	30,4
Кемеровская	3700	4,8
Алтайский край	1520	2,1

Таблица 11. Физико-химическая характеристика органических удобрений (Усенко, Каличкин, 2003)

Вид удобрений	Число образ- цов	Влажность, %	Золь- ность, %	рН		Содержание, %							
				вод- ный	солевой	на сырую навеску				на сухое вещество			
						N		Р общий	К общий	N		Р общий	К общий
						общий	по- движ- ный			общий	по- движ- ный		
Донные отложения													
Сапропели	32	60,0	58,7	8,1	7,7	0,521	0,004	0,093	0,134	1,30	0,011	0,23	0,34
Торф и компосты													
Торф низинный	40	60,0	21,2	7,1	6,2	0,895	0,020	0,118	0,102	2,24	0,050	0,30	0,26
ТНК (КРС)	34	60,0	38,2	-	6,7	0,787	0,060	0,187	0,365	1,97	0,151	0,47	0,91
ТНК (свиной)	5	60,0	39,4	-	-	0,950	0,070	0,490	0,201	2,38	0,175	1,22	0,50
ТНК (птичий)	88	60,0	49,0	-	7,2	0,838	0,083	0,361	0,424	2,10	0,207	0,90	1,06

Примечание: ТНК – торфо-навозный компост; прочерк означает отсутствие данных.

На территории Западной Сибири, в том числе Новосибирской области, широко распространены болота с различными запасами торфов и вианита. Средние и крупные залежи (свыше 1 млн т) пригодны для промышленной переработки. Малые залежи (50 – 500 тыс. т) могут разрабатываться силами отдельных сельскохозяйственных предприятий. В добытом торфе надо нейтрализовать кислотность, устранить закисные соединения, усилить микробиологические процессы, активизировать процессы минерализации органического вещества, что достигается его подсушиванием. Свежедобытый торф буртуют в небольшие штабеля и выдерживают для проветривания и промораживания. Перед внесением в почву его надо тщательно измельчить для лучшего взаимодействия с почвой и быстрого разложения микроорганизмами.

2.1.1.3. Сапропели

Сапропели – современные органо-минеральные озерные отложения, уникальные по составу. Они содержат *жиры, белки, протеин, биологически активные вещества – витамины, стимуляторы роста, ферменты, гормоны, антибиотики*. В них имеется целый набор макро- и микроэлементов, необходимых для сельскохозяйственных растений и животных. Поэтому в настоящее время сапропели довольно широко используются не только как удобрения, но и в качестве подкормки животным.

Внешне сапропели имеют вид желеобразной массы с консистенцией, близкой к сметанообразной, с постепенным уплотнением при увеличении глубины их отложения. Отличительным признаком сапропеля является *коллоидная структура*. Его окраска разнообразна – тёмно-оливковая, коричневая, серая, голубоватая и даже красная. Сапропель не имеет запаха, реакция среды – нейтральная или слабокислая.

В образовании органической части сапропелей участвуют растительные и животные организмы водоёмов. Минеральная часть формируется за счёт её поступления с окружающих водосборов и представлена глинистыми и песчаными частицами.

Сапропели – типичные отложения пресных озёр. В Западной Сибири они широко распространены во всех областях. В настоящее время насчитывается 157 месторождений с запасами 212 973 тыс.м³. Наиболее изучены месторождения в Новосибирской и Омской областях. Сапропели содержат 52-60% углерода, – 6-7,5% водорода и 3,5-4,8% азота.

В Новосибирской области месторождения сапропелей имеются на территории 12 районов: Болотнинского, Венгеровского, Искитимского, Кургатского, Колыванского, Куйбышевского, Кыштовского, Мошковского, Северного, Сузунского, Черепановского, Чулымского. Сапропелевые отложения находятся здесь под небольшим слоем озёрной воды (1-2м). Озёра часто мелеют и обсыхают, что делает сапропель доступным для добычи.

2.1.1.4. Речные и озёрные илы

Илы представляют собой землистую массу, богатую органическими веществами, которая накапливается на дне рек, озёр и прудов, т.е. илы образуются в сходных с сапропелем условиях. Содержат 6-30% перегноя, 0,25-2,0% азота; 0,2-0,5% P₂O₅ и 0,2-0,8% K₂O. Их можно вносить в почву как непосредственно, так и после компостирования с другими минеральными удобрениями. Применяемые в чистом виде илы предварительно проветривают для уменьшения влажности и полного окисления закисных форм соединений. Непосредственное внесение илов в почву без предварительного высушивания вызывает угнетение растений.

2.1.2. Минеральные агроруды

По химическому составу делятся на *азотнокислые, фосфорнокислые, калийные*.

2.1.2.1. Азотнокислые агроруды

Это в основном селитры, в которых содержится азот. Они хорошо растворяются в воде, азот легко доступен растениям. В природе встречаются натриевая и калиевая селитры.

Натриевая селитра (чилийская селитра) – NaNO_3 . В незначительных количествах образуется во многих местах Земного шара в результате окисления азотсодержащих органических веществ нитрифицирующими бактериями. Самое крупное её месторождение находится в пустынях и безлесных плоскогорьях Чили. Поэтому она и получила название «чилийской». Селитроносные пласты здесь мощностью от 1 до 5 м и сверху покрыты слоями песка или глины. Помимо NaNO_3 в чилийской селитре содержатся примеси солей NaCl , KCl , Na_2SO_4 , MgCl_2 , MgSO_4 и др.

Запасы натриевой селитры встречаются в бессточных сухих областях Казахстана, но ввиду их небольших объемов они не имеют промышленного значения.

Калийная селитра - KNO_3 . В природе встречается значительно реже, чем натриевая, но обладает теми же свойствами. Месторождения калийной селитры есть в Средней Азии, Казахстане, Степном Крыму, но они небольшие и не имеют промышленного значения.

В прошлом чилийская селитра была единственным азотным минеральным удобрением. В настоящее время азотные минеральные удобрения производят синтетическим путем из азота воздуха и водорода природных газов в присутствии катализаторов, получая сначала газообразный, а затем жидкий аммиак.

Жидкий аммиак используют для производства аммонийных солей и азотной кислоты, из которой далее получают нитратные и аммиачно-нитратные удобрения. Синтетические азотные минеральные удобрения значительно лучше по физическим свойствам и содержат намного меньше примесей по сравнению с природными селитрами.

2.1.2.2. Фосфорнокислые агроруды

Фосфорные удобрения производят из фосфорсодержащих горных пород, в состав которых входят **апатиты, фосфориты и вивианиты**.

Апатиты $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})]$ – происхождение их магматическое, содержание фосфора высокое. Разновидности апатита – *хибинский* и *забайкальский*. *Хибинский* апатит имеет мелкозернистое (сахаровидное) строение, *забайкальский* – призматическое – кристаллы со стеклянным блеском. Наиболее крупное месторождение апатитов – Хибинское на Кольском полуострове. Там сосредоточены апатиты с нефелином. Их запасы огромны и оцениваются сотнями миллионов тонн.

Фосфориты $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl})]$ – *аморфные, мелкокристаллические* разновидности осадочного происхождения. *Кристаллические* фосфориты содержат до 65-80% фосфорно-кислого кальция, углекислую известь, фтористый кальций и другие примеси. Они так же, как и апатиты, плохо растворяются в воде, поэтому их можно заранее вносить в почву. *Аморфные* фосфориты содержат до 20-60% фосфорно-кислого кальция, кварцевый песок, углекислую известь и глинистые минералы. Такие фосфориты широко распространены в природе. Они неплохо растворяются в воде и в размолотом виде используются в качестве фосфорных удобрений на кислых почвах. Это так называемая фосфоритная мука.

Месторождения фосфоритов в Западной Сибири относятся к Алтае-Саянскому фосфоритоносному бассейну. Среди них выделяются два типа промышленных руд – *пластовые мелкозернистые* и *вторичные (карстовые)*. Эти два типа руд имеют морское происхождение. Наиболее ценными для сельскохозяйственного использования являются руды *карстового происхождения*. Это рыхлые фосфориты, которые представляют собой смесь тонкодисперсной и песчаной массы. Содержание P_2O_5 в них около 20,5%, в том числе 6-10% из них лимонно-растворимого P_2O_5 .

Наиболее хорошо изучено Белкинское месторождение фосфоритов, которое находится на юге Кемеровской области. Оно содержит до 5,1 млн т *карстовых руд* и ещё больше *пластовых*.

Вивианит представляет собой фосфат закиси железа $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. Чистый вивианит содержит, как отмечалось ранее, до 28,3% P_2O_5 , но в при-

роде встречается очень редко. Образуется в торфяных и глеевых болотах. Источником фосфора в нём служат органические остатки, грунтовые и поверхностные воды.

2.1.2.3. Калийные агроруды

Сырьём для их получения служат скопления различных калийсодержащих минералов – **сильвина, сильвинита, карналлита и каинита**. Много месторождений калийсодержащих агроруд на территории России образовалось при усыхании древнего Пермского моря, которое простиралось от Северного Ледовитого океана до Каспия. Соли при этом откладывались в изолированных заливах (г. Соликамск, Ишимбаево, Уральск, Гурьев и др.). Одно из крупнейших залежей калийных руд – Верхнекамское (близ г. Уральска). Мощность пласта здесь достигает 6-8м при содержании калия до 15%. Из него добывают сильвинит. Запасы калийных солей этого месторождения велики и оставляют свыше 220 млрд т. В Сибири запасы калийных агроруд имеются в Иркутской области.

2.1.2.4. Известковые и гипсовые агроруды - мелиоранты

В качестве известковых удобрений для мелиорации кислых почв применяют *известняки, известковые туфы, доломиты, мергели*. Это наиболее дешёвый вид удобрений, т.к. известняки широко распространены в природе.

Озёрный мергель (*озёрная известь, луговой мергель, известковый туф* и т.д.) широко распространён на территории Западной Сибири. Основные его месторождения приурочены к первым надпойменным террасам рек Иртыш и Обь. Они образуют залежи мощностью до 0,5-3м с запасами мергеля до 4млн т. Однако наиболее распространены мелкие месторождения мергеля – до 100 тыс.т.

Мергель в основном состоит из кальцита (CaCO_3) – 70-90%. Содержание MgCO_3 в нем, как правило, не превышает 1%, а глинистых веществ – 10-25-30%.

Озерные мергели – высококачественный природный мелиорант для кислых почв. Дозы мергеля в качестве мелиоранта зависят от величины гидролитической кислотности, гранулометрического состава почв, содержания в нем CaCO_3 и составляют в среднем 7,5-15 т/га. Одноразовое внесение мергелей в кислые почвы способствует повышению их плодородия и урожайности выращиваемых на них сельскохозяйственных культур в течение 4-6 лет.

В Западной Сибири также широко распространены **торфяно-карбонатно-фосфатные смеси**. Пространственно и генетически их образование связано с болотными фосфатами и торфами. Они приурочены к первой и второй надпойменным террасам рек Иртыш и Обь и пойменным террасам их притоков. Возможные запасы их месторождений оцениваются в миллионы тонн с толщиной слоя от 1 до 9 м. Усредненный химический состав их примерно таков (%): CaCO_3 – 40-70, P_2O_5 – 1,1-1,8, Fe_2O_3 – 4,0; степень разложения торфа – 20-40%, зольность – 50%, pH_{KCl} – 5,4-5,6. Они также содержат микроэлементы: Cu, Zn, Mn, Pb и др.

Природные торфяно-карбонатно-фосфатные смеси в большинстве случаев являются готовыми органоминеральными удобрениями, а также мелиорантами кислых почв. Они нейтрализуют кислотность почв, поддерживают необходимый баланс фосфора и гумуса и тем самым улучшают плодородие дерново-подзолистых почв Сибири и урожайность возделываемых на них сельскохозяйственных культур. Промышленные запасы их обнаружены в Черепановском (Воскресенское и Согра), Сузунском (Осиновское и Комсомольское), Колыванском (Мензелинско-Уминское и Топкое) районах и др.

Известняки – минеральное сырье, которое в природном виде, либо после термической или механической обработок широко используется в различных отраслях народного хозяйства.

Самое большое потребление известняка связано с производством строительных материалов (получение цемента, извести, щебня). Он также используется в черной и цветной металлургии, химической промышленности. Известь, получаемая из известняков, используется для очистки питье-

вой воды и сточных вод. В больших количествах размолотый известняк применяется в сельском хозяйстве для мелиорации кислых почв и подкормки животных и птицы, а также для производства комбикормов.

Происхождение известняков Западной Сибири связано с морскими карбонатными отложениями докембрийского и верхне-каменноугольного периодов. Основные месторождения их находятся в Горном Алтае, северной части Рудного Алтая, на Салаире, в Томь-Колыванской складчатой зоне (Кузнецкий бассейн), Кузнецком Алатау. Основные запасы известняков сосредоточены в Новосибирской, Кемеровской областях и Алтайском крае. В Омской области залежей известняков нет. В Новосибирской области большие запасы известняков есть в Искитимском, Тогучинском и Маслянинском районах.

Известковые туфы представляют собой рыхлый карбонат кальция (CaCO_3). При использовании их не надо размалывать, а перед непосредственным внесением в почву достаточно лишь отсеять через сита крупные и твердые комочки, которые затем размалывают и тоже используют.

Гипс. В Кулундинской степи Алтайского края широко распространены озёра с большими запасами самоосадочного гипса. Этот гипс можно использовать для химической мелиорации солонцов. В Западной Сибири площадь пахотных земель, нуждающихся в гипсовании, ориентировочно составляет около 250 тыс.га. Сырьевой базой мелиорантов для этого могут быть *озёрные гипсы* степного Алтая. За счет местных ресурсов можно обеспечить потребности в гипсе не только сельского хозяйства Алтайского края, но и близко прилегающих районов Новосибирской области. В настоящее время в Алтайском крае наиболее перспективны для освоения два месторождения гипса – озёра Джир и Дунай.

Озеро Джир находится в Благовещенском районе края, в 45км севернее восточнее железнодорожной станции Кулунда. Площадь озера 10км². Пласт гипса в нём является современным донным образованием, подстилаемым суглинками, супесями и песками. Сверху гипс покрыт слоем ила толщиной

до 25см. Мощность слоя самого гипса составляет 1-2,5м в северной части озера и до 1м – в южной.

Гипс представляет собой рыхлую сыпучую массу серого цвета. Общие запасы его оценивают в 9 млн т. Содержание CaSO_4 в нём составляет 38,5-89,3%. Благодаря сыпучести гипс можно использовать для мелиорации без предварительного помола.

Месторождение гипса озера Дунай рассматривается в качестве резервной базы для развития производства химических мелиорантов. Общие запасы гипса здесь составляют 10,3млн т с содержанием в нём CaSO_4 в пределах 20,7-86%. По качеству этот гипс несколько хуже, чем из озера Джера.

2.1.3. Цеолиты

Цеолиты - водные алюмосиликаты щелочей (Ca, Na, K, иногда Ba, Sr и др.), обладающие уникальными сорбционными и ионообменными свойствами. Они широко используются в различных отраслях промышленности, сельского хозяйства и для охраны окружающей среды.

Существует около 30 разновидностей цеолитов, но в сельском хозяйстве применяют цеолиты *клиноптилолитового ряда*. Их используют в качестве диетических добавок к корму птиц и животных, для улучшения санитарно-гигиенических условий животноводческих помещений и утилизации продуктов жизнедеятельности животных. Цеолиты, внесенные в почву, сохраняют в ней влагу и нейтрализуют кислую реакцию среды. Они связывают азот и другие важные для растений элементы питания, уменьшая их потери, а затем постепенно отдают их корням растений, увеличивая тем самым агрохимическую ценность удобрений. Внесенные в почву цеолиты сорбируют тяжёлые металлы, уменьшая их передвижение вглубь. Цеолиты, нанесённые в виде пыли на картофель, предохраняют его от порчи и создают оптимальные условия для хранения.

В настоящее время на территории Западной Сибири разработан один промышленный район по добыче цеолитов – Пегасский в Кузбассе. Его

площадь составляет 30км², а запасы цеолитовых пород в нем оцениваются в 109 млн т с содержанием цеолитов 34-51%. Кроме того, на территории Западной Сибири найдено много небольших залежей цеолитов имеющих, главным образом, местное значение.

В результате изучения главы 2

Студент должен знать:

- значение агрономических руд в сельском хозяйстве;
- классификацию агрономических руд по происхождению;
- основные месторождения агрономических руд в России, в т.ч. в Западной и Восточной Сибири, Новосибирской области;
- основные приёмы применения агрономических руд для повышения плодородия различных почв.

Студент должен уметь:

- распознавать основные агрономические руды;
- уметь правильно применять агроруды для улучшения свойств почвы и повышения её плодородия.

Контрольные вопросы

1. Что такое агрономические руды? Их классификация по происхождению и народно-хозяйственное значение.
2. Органические агроруды, их основные представители.
3. Месторождения и запасы органических агроруд в Западной Сибири, их сельскохозяйственное и народно-хозяйственное значение.
4. Влияние органических агроруд на почвообразование и свойства почв.
5. Минеральные агроруды, их классификация.
6. Месторождения минеральных агроруд в Западной Сибири, их народно-хозяйственное значение.
7. Основные представители классов минеральных агроруд, их ха-

рактеристика и сельскохозяйственное использование.

8. Агроруды – основные мелиоранты почв. Представители, их характеристика, месторождения и сельскохозяйственное использование.

3. Почвообразующие породы

3.1. Почвообразующие породы, их строение, химический и гранулометрический состав

Почвообразующая или *материнская порода* – горная порода, на основе которой возникает и развивается почва. От вида, состава и свойств материнской породы зависят многие свойства почв. Материнскую породу следует рассматривать как начальное состояние почвенной системы, т. е. как почву в нулевой момент времени.

Почвообразующими породами могут быть продукты выветривания массивно-кристаллических, но чаще, осадочных пород. Как правило, наиболее древние осадочные горные породы покрыты новейшими четвертичными отложениями. Залегая непосредственно на поверхности Земли, они служат основными материнскими породами.

Наибольшую сложность представляет выделение границы между профилем почвы и материнской породой, на которой она развивается. В.В. Докучаев считал, что нижняя граница почвы совпадает с нижней границей гумусированного горизонта. К.Д. Глинка утверждал, что почвой следует называть не только гумусированные горизонты, но и более глубокие, в которых гумуса нет, но в которых почвообразовательные процессы протекают. Г.В. Высоцкий нижней границей почвы считал глубину ежегодного промачивания почвенного профиля, поскольку с водой в глубокие горизонты приносятся продукты жизнедеятельности организмов, превращающие материнскую породу в почву. Вследствие этого граница между почвой и почвообразующей породой носит условный характер.

Материнская (почвообразующая) порода обозначается символом "С". Горная порода, лежащая под материнской породой и отличающаяся от неё литологическим составом, называется *подстилающей*; её обозначают символом "D". По строению материнские породы делятся на:

одночленные (однородные по происхождению и гранулометрическому составу);

двучленные (состоящие из двух слоёв);

многочленные (имеющие в составе более двух слоёв, различных по происхождению или гранулометрическому составу).

Чередование слоёв, слагающих материнскую породу, сказывается на передвижении в ней влаги. В том случае, когда поверхностные слои более лёгкие и подстилаются тяжелыми глинами, на контакте пород образуются скопления влаги, так как тяжелые глины являются водоупорами. В одночленных породах передвижение влаги более равномерное.

По *химическому составу* почвообразующие породы подразделяются на:

карбонатные (вскипают от HCl);

засолённые легкорастворимыми солями;

гипсоносные (содержат скопления гипса в виде удлинённых желтых кристаллов);

оглеенные (содержат зеленовато-голубовато-сизые пятна закисных и ржавые пятна окисных форм железа, что указывает на переувлажнение пород);

бескарбонатные (не вскипают от HCl).

Химический состав пород оказывает влияние на почвообразовательный процесс. В таёжно-лесной зоне, например, на бескарбонатных материнских породах подзолообразовательный процесс протекает чётко, а на карбонатных – слабо. Наличие легкорастворимых солей способствует образованию засолённых почв с неблагоприятными для роста и развития растений

свойствами. Карбонаты и гипс, образующиеся у солонцов на глубине до 40 см, можно использовать для их самомелиорации и т.д.

По *гранулометрическому* составу почвообразующие породы делятся на *каменистые, песчаные, супесчаные, суглинистые и глинистые*.

3.1.1. Способы образования и основные почвообразующие породы

По *способу образования* породы делятся на следующие основные группы: *элювиальные, делювиальные, пролювиальные, коллювиальные, аллювиальные, озёрные, ледниковые, эоловые, морские*. Каждая почвообразующая порода сформировалась в определённом месте общего миграционного пути осадочного материала по поверхности суши. В природе чаще всего распространены смешанные типы образования пород. Например, в образовании склоновых отложений могут участвовать элювиальные, делювиальные, пролювиальные, солифлюкционные и другие процессы. Однако, как правило, преобладает какой-либо один процесс.

Элювиальные породы, или *элювий*, – продукты выветривания горных пород, оставшиеся на месте образования. Элювий формируется как на равнинных плато, так и в горных областях. В зависимости от свойств исходной породы, климатических условий и рельефа, элювий отличается большим разнообразием свойств и мощностью. Отличительными особенностями его являются тесная связь с исходной породой и постепенный переход от рыхлого мелкозёмистого материала к плотному. Элювий коренных пород всегда щебнистый и плохо отсортирован, а рыхлых пород – более однороден по гранулометрическому составу.

Элювий является исходным материалом для всех других форм осадочных континентальных и морских отложений. Он же является и почвообразующей породой для элювиальных, генетически самостоятельных почв, которые не получают со стороны дополнительные вещества и энергию. Баланс веществ в таких почвах отрицательный, так как за счёт поверхностного, бо-

кового и нисходящего стоков сформированная на нём почва теряет элементы питания. Под влиянием растений происходит перекачка элементов питания из нижних слоёв в верхние горизонты, однако в целом элювиальная толща пород из года в год обедняется минеральными веществами. Поэтому на элювии коренных пород формируются *почвы щебнистые, маломощные, незасолённые, малоплодородные и подверженные эрозии*. На элювии карбонатных пород в Нечернозёмной зоне могут формироваться *дерновые почвы*.

Делювиальные породы, делювий (deluvio - смываю) – наносы, образующиеся на нижних частях пологих склонов в виде шлейфа, в результате спокойного смыва дождевыми и тальными водами разрушенных горных пород с верхних частей этих склонов. Для делювия характерна слабовыраженная слоистость и некоторая сортировка материала. В вершине шлейфа, как правило, накапливается грубый материал, иногда обломочный, а в конце - пылеватый и глинистый. Однако во всех случаях делювий более мелкозернистый, чем исходная порода.

По гранулометрическому составу он разнообразный, чаще суглинистый. Состав его сложен, неодинаков и зависит от состава начальных пород.

Делювиальные породы широко распространены в предгорных областях, где они могут смыкаться с близким по составу элювием. В местах, где трудно провести границу между элювием и делювием, их объединяют под общим названием *элювиально-делювиальные отложения*.

На делювии формируются почвы более плодородные, если он не засолен.

Пролювиальные отложения или *пролювий* (proluvio - сношу течением) – отложения временных бурных водных и селевых потоков, формирующихся в горных странах у подножия гор. Они плохо отсортированы и содержат крупнообломочный материал, размеры которого по мере удаления от вершины горных хребтов уменьшаются, что связано с ослаблением скорости и мощности потока.

Делювий и пролювий часто сочетаются, образуя **делювиально-пролювиальные отложения**.

Коллювиальные отложения, или **коллювий**, образуются на склонах или у подножия гор в виде осыпей и обвалов, скатываясь вниз под действием силы тяжести. Имеют различный состав, часто образуя «каменные реки и россыпи». Такие отложения широко развиты в горных странах, где нет вечной мерзлоты. Нередко коллювий совмещается с горным делювием, образуя **делювиально-коллювиальные отложения**.

Аллювиальные отложения или **аллювий** (aluvio - намыв) - отложения текучих вод (рек, ручьёв). Русло рек не бывает совершенно прямым. Поток воды вместе с твёрдыми частицами ударяет о берег в местах изгиба. При этом продукты разрушения частично уносятся водой, а частично откладываются на противоположном берегу и постепенно накапливаются. Разрушающийся берег постепенно отодвигается, а вместе с ним движется и толща аллювиальных отложений. При этом она слагается не только из материала противоположного берега, но и из материала, принесённого с верховьев рек и склонов.

Аллювиальные отложения имеют разный гранулометрический состав, хорошо отсортированный по крупности частиц; характеризуются горизонтальной или косой слоистостью, связанной с периодичностью наносов и окатанностью слагающего их материала. Внутри аллювиальных отложений имеются ржаво-охристые, коричневые или сизые прожилки, или прослойки оглеенных или оруденелых горизонтов, а также линзы торфа, включения остатков растительных и животных организмов.

По месту отложений выделяют три группы аллювия:

русловый аллювий – состоит из грубых пород, представленных галечником, накапливается в русле реки;

пойменный аллювий – тонкие осадки, отлагающиеся при разливе рек;

старичный аллювий – отложения озёрно-болотного типа, накапливаются в старицах пойменной части рек.

Аллювий широко распространён и служит материнской породой для различных пойменных почв. На песчаном аллювии образуются пойменные почвы, бедные элементами питания, незасолённые и подверженные эрозии. На глинистых аллювиальных отложениях образуются почвы, богатые органическим веществом и элементами питания. Эти почвы достаточно плодородны, если не засолены.

Ледниковые отложения представлены **моренами, флювиогляциальными** и **озёрно-ледниковыми отложениями**.

Морены – продукты выветривания различных пород, перемещённых и отложенных ледниками. Это обломочный материал, состоящий из *глины, песка, щебня, валунов*. Морены распространены в районах, ранее подвергшихся оледенению.

Выделяют *основную* и *конечную* (краевую) *морену*. *Основная морена* покрывает ложе ледника и занимает огромные пространства. Мощность её составляет десятки метров. **Основная морена** подразделяется на:

- 1) *поверхностную* – обломки горных пород, скопившиеся на поверхности ледника;
- 2) *внутреннюю*, образуется из пород, находившихся в массе ледника;
- 3) *донную* – состоит из пород, подстилающих ледник.

Конечная морена представлена скоплением обломков у края ледника, которые он двигал перед собой.

По *гранулометрическому составу* морены неоднородны и весьма разнообразны. Часто встречаются *валунные песчаные суглинки* и *глины*. По химическому составу различают карбонатные и бескарбонатные морены.

Карбонатная морена по составу и свойствам более благоприятна для развития растений. На ней формируются *слабо- и среднеподзолистые* виды почв, а также более плодородные *дерново-карбонатные* почвы. На *лёгких песчаных бескарбонатных моренах* сильно проявляется *подзолообразовательный процесс*. На них развиваются *средне- и сильноподзолистые* почвы

очень низкого плодородия. При сильной завалуненности пород свойства почв значительно ухудшаются. В конечной морене валунов больше, чем в основной.

Флювиогляциальные, или **водно-ледниковые отложения**, формируются в краевой зоне ледника из пород, переотложенных талыми водами ледника. Их состав зависит от состава морены и условий отложений. Они хорошо сортированы и слоисты, обычно бескарбонатные. В основном они песчаные и песчано-галечниковые – у края ледников накапливались галечники и крупнозернистые пески, далее откладывались пылеватые и глинистые частицы. Наибольшие площади водно-ледниковых отложений представлены на территории европейской части России и Западно-Сибирской низменности. На них формируются низкоплодородные почвы, бедные гумусом и питательными веществами. Часто верхняя толща флювиогляциальных отложений подстиляется суглинками и глинами, вызывающими застой воды, которая способствует контактному оглеению. В замкнутых понижениях, где флювиогляциальные отложения подстиляются глинами, происходит заболачивание и образуются *болотно-подзолистые почвы*.

Озёрно-ледниковые отложения возникают внутри ледника и за ледниковой зоной. Слоистость в них выражена в виде ленточных глин, в которых тёмные тонкие глинистые слои, отложенные зимой, чередуются с более светлыми песчаными летними прослойками. Озёрно-ледниковые отложения по минералогическому составу мало отличаются от прилегающих морен. Наиболее широко они распространены в Прибалтике, где их мощность составляет до 20-25м. На них формируются переувлажнённые почвы, часто заболоченные.

Озёрные отложения (осадки в бассейнах озёр). Для них характерны хорошая сортированность материала, наличие оглеения. *По гранулометрическому составу* они очень разнообразны – *глины, суглинки, супеси, пески, галечники*.

Озёрные отложения делятся на:

обломочные – привносятся в озёра реками и ручьями и представляют собой *гравий, песок, глины* и т.д.;

органогенные – *карбонатные и кремнистые* отложения, *мергель, сапропель* и *сапропелевый ил*; имеют тонкую слоистость, которая обусловлена периодичностью развития планктона;

химические – представлены отложениями солей в бессточных озёрах (NaCl , CaSO_4 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, CaCO_3 , водные оксиды железа и марганца).

На озёрных незасолённых отложениях формируются почвы, сравнительно богатые питательными элементами, но при близком залегании грунтовых вод они легко заболачиваются. На *засолённых озёрных отложениях* образуются *солончаки*.

Морские отложения формируются в результате перемещения береговой линии морей под действием явлений *трансгрессии* и *регрессии*, неоднократно наблюдавшихся в четвертичный период. Они отличаются очень хорошей сортированностью осадков, сильной засоленностью, оглеением, слоистостью, наличием остатков морских животных. В прибрежной полосе преобладают песчаные, нередко галечниковые отложения, в отдалённых от береговой зонах – глинистые.

Морские отложения распространены на побережье северных морей, в Прикаспийской низменности и на территории Западной Сибири. Они представлены третичными засоленными глинами, имеющими плохие физико-механические свойства. На морских отложениях формируются почвы засоленного ряда – *солончаки, солонцы и солоди*.

Лёссы и **лёссовидные суглинки** имеют различный генезис. Общими свойствами для них являются: палевая или буровато-палевая окраска, карбонатность, пылевато-суглинистый гранулометрический состав с преобладанием до 50% и более частиц крупной пыли (0,05 – 0,01мм), мучнистость, пористое сложение, хорошая микроструктура и водопроницаемость.

Лёссы широко распространены на Украине, в чернозёмной зоне России и Средней Азии. Лёссовидные суглинки (переотложенные лёссы) встре-

чаются как во внеледниковых областях, так и в областях ледниковых отложений; распространены в Западной Сибири. Они менее карбонатны, встречаются и бескарбонатные, более грубозернистые. В них более выражены мучнистость, пористость, иногда наблюдается слоистость.

По химическому составу и водно-физическим свойствам эти породы наиболее благоприятны для развития растений. На них формируются *чернозёмные почвы, серые лесные, каштановые и серозёмы*.

Эоловые отложения образуются в результате отложения частиц, принесённых ветром. В них преобладают хорошо отсортированные песчаные частицы (0,05 – 0,25мм). Минералогический состав их весьма однороден и представлен в основном, кварцем. Эоловые пески образуют особые формы рельефа – *дюны, барханы, бугры*. Их отличительными особенностями являются окатанность, сортированность и своеобразная косая слоистость.

В результате изучения главы 3

Студент должен знать:

- основные почвообразующие породы на территории России, их свойства и роль в почвообразовании;
- строение, химический и гранулометрический состав почвообразующих пород и их влияние на свойства почвы.

Студент должен уметь:

- определять основные агрономические свойства почвы, её устойчивость к воздействию внешних факторов, зная происхождение, состав и свойства материнской породы, на которой образована эта почва.

Контрольные вопросы

1. Что такое почвообразующие породы? Основные показатели их классификации?
2. Классификация почвообразующих пород по способу образования. Назвать основные группы почвообразующих пород.

3. Элювий, делювий, коллювий, пролювий. Условия их образования, характеристика, значение в почвообразовании.
4. Аллювиальные отложения, их образование, характеристика и роль в почвообразовании
5. Ледниковые отложения, их образование, характеристика и роль в почвообразовании (морены, флювиогляциальные и озёрно-ледниковые отложения).
6. Озёрные и морские отложения, их образование, характеристика и роль в почвообразовании.
7. Лёссы и лессовидные суглинки, их образование, характеристика и роль в почвообразовании.
8. Эоловые отложения, условия их образования, распространение, характеристика и роль в формировании рельефа.

Словарь терминов

Абразия – процесс разрушения волнами и прибоем берегов морей, озёр и водохранилищ.

Абразивные материалы – вещества повышенной твёрдости, применяемые для механической обработки предметов (шлифования, резания, истирания, заточки, полирования и т.д.).

Адсорбент – поверхностный слой твёрдого тела или жидкости, поглощающий вещества из газовой или жидкой среды.

Агроруды агрономические – горные породы, применяемые для улучшения плодородия почв, производства минеральных и органических удобрений и повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Агрегат – скопление и сростки одного или нескольких минералов различной формы и строения.

Алевролиты – пылеватые породы, сцементированные известковым, кремнистым или каким-либо другим цементом.

Аллювий (аллювиальные отложения) – обломочный материал, перенесённый и отложенный водными потоками рек; по месту отложения он бывает русловый, пойменный и старичный.

Аляскиты – светло-серые зернистые породы, состоящие в основном из кварца и кислого полевого шпата; используются в керамической промышленности и как кислотоупорный материал.

Аморфные вещества – они имеют в своём строении беспорядочное расположение атомов и молекул.

Амфиболы – породы серо-зелёного или тёмно-зелёного цвета, состоящие, в основном, из плагиоклазов и роговой обманки

Анизотропия – способность кристаллического тела сохранять свои свойства в любых параллельных направлениях и изменять лишь в непараллельных.

Базис эрозии – поверхность от которой начинается образование оврага.

Барханы – скопления оголённых песков пустынь серповидной формы, принесённые ветром; могут достигать высоты до 150м и передвигаться со скоростью до 20м в сутки.

Биогенные (органогенные, органические) породы – образовались в результате жизнедеятельности организмов и бактерий и состоят в основном из их твёрдых остатков (известняки, трепел, торф, сапропель и др.).

Битуминозное вещество – твёрдые или жидкие водонерастворимые смеси углеводородов и их производных, в основном чёрного цвета (горная смола).

Бобовая руда (лимонит) – бобовообразные скопления бурого железняка с примесью глинистого материала

Болота – избыточно увлажнённые участки, занятые специфическими растениями или растительными остатками в виде торфа и сапропеля

Брекчии – сцементированные грубообломочные породы, образующиеся при цементации различных остроугольных обломков

Вивианит – водный фосфат закиси железа, образующийся в болотных почвах, залегает в торфяниках в виде землистой массы вместе с лимонитом, сидеритом и болотной известью.

Включения – тела органического или минерального происхождения, находящиеся в почве, возникновение которых не связано с почвообразовательным процессом (валуны, другие обломки горных пород, раковины и кости животных, кусочки кирпича, стекла, угля).

Воронки, трубки взрыва – образовались в результате взрыва газов, без излияния лавы, имеют овальной формы жерла и бывают заполнены брекчией с обломками сланцев и песчаников, или кимберлитами, содержащими алмазы.

Вулканизм – процессы, связанные с излиянием магмы на земную поверхность

Вулканические горные породы – образовались в результате извержения вулканов (эффузивные и вулканогенно-обломочные).

Выветривание – разрушение горных пород под действием солнечной энергии, колебаний температуры, замерзающей в пустотах горных пород воды, кислорода, а также живых организмов.

Геоид – истинная неправильная геометрическая фигура Земли, отражающая её сплюснутость у полюсов и все крупные неровности рельефа.

Гейзер – источник, периодически выбрасывающий фонтаны горячей воды и пара до высоты 20-40м и более.

Гейзериты – белые или светлоокрашенные породы, образовавшиеся в результате выпадения кремнезёма из гейзеров и других горячих источников, состоят из опала и имеют плотную или пористую текстуру.

Гидротермальное происхождение – процесс выпадения минералов из насыщенных различными компонентами растворов горячей воды, проникающей в трещины и попадающий в условия низких температур и давления.

Глей – «более или менее плотная суглинистая или глинистая порода серого цвета с зеленоватым оттенком», формируется в условиях длительного переувлажнения.

Глинистые минералы – вторичные алюмосиликаты, образующиеся из первичных минералов в процессе их выветривания и почвообразования, или при минерализации растительных остатков.

Глубинные (интрузивные) породы – образовались в результате медленного и спокойного остывания магмы в глубоких недрах земной коры.

Гуано – разложившийся в условиях сухого климата помёт морских птиц, азотное и фосфорное удобрение.

Делювий – рыхлый материал, накопленный в нижней части склона за счёт плоскостного смыва и переноса мелких частиц пород водой с верхних крутых участков.

Дельта – устья рек, где аккумулируется аллювий, образуя конусы выноса.

Денудация (от лат. **denudatio** – обнажение) – совокупность процессов сноса и удаления с возвышенностей продуктов выветривания горных пород с последующим их накоплением в понижениях рельефа.

Дефляция – выдувание частиц горных пород ветром.

Друза – форма минерального агрегата, представленная группой кристаллов, выросших на общем основании – стенку полости (жеоды, миаролы) или открытой трещины в горных породах (друзы кварца, аметиста, кальцита и др.).

Дюны – формы рельефа песков внепустынных областей (берега морей, озёр, рек, зандровые области).

Жеода – замкнутая полость в каких-либо горных породах, не полностью заполненная скрыто- или явнокристаллическим минеральным веществом.

Жирные глины – образовались в результате отложения остаточных или первичных глин, в них преобладают мелкая пыль, ил и коллоиды.

Землетрясение – подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате внезапных смещений и разрывов в земной коре или верхней части мантии и передающиеся на большие расстояния в виде упругих колебаний.

Землистые минералы – минералы, внешний вид которых напоминает рыхлую почву, они легко растираются между пальцами (каолинит).

Земная кора – наружная твёрдая оболочка Земли, состоящая из осадочного, гранитного и базальтового слоёв.

Известняки – осадочные горные породы, состоящие главным образом из кальцита, реже – из арагонита; часто содержат примеси доломита, глинистых и песчаных частиц, остатки известковых скелетов ископаемых организмов.

Изотропия (от *изо...* и греч. *tropos* - поворот, направление) - независимость свойств физических объектов от направления; характерна для жидкостей, газов и аморфных состояний твёрдых тел.

Инtruзия (от позднелат. *intrusio* – вталкивание) – процесс внедрения в толщу земной коры расплавленной магмы.

Инtruзивные горные породы – полнокристаллические магматические горные породы, образовавшиеся в результате застывания магмы в толще земной коры.

Ионообменники (иониты) – твёрдые нерастворимые вещества, способные обменивать свои ионы на ионы внешней среды (ионный обмен) – ионообменные смолы, природные и синтетические алюмосиликаты, гидроокиси и соли поливалентных металлов; применяются для умягчения и деминерализации воды, извлечения из растворов следов металлов и др.

Каменные реки, россыпи – коллювиальные отложения, имеющие в своём составе разнообразный обломочный материал, развиты в горных странах.

Каустобиолиты – горючие полезные ископаемые органического происхождения (угольные – торф, ископаемые угли, горючие сланцы, нефтяные – нефть, асфальт и др.).

Кимберлиты – ультраосновная горная порода брекчиевидного строения, выполняющая трубки взрыва; состоит из оливина, флогопита, пиропы и др. минералов, имеет чёрный с синеватым и зеленоватым оттенком цвет; 8-10% тел всех известных кимберлитов алмазоносны.

Ковкость – способность металлов и сплавов подвергаться ковке и другим видам обработки давлением; характеризуется пластичностью и сопротивлением к деформации.

Кокс – твёрдый остаток, получаемый при коксовании природных видов топлива (главным образом, каменного угля), а также некоторых нефтепродуктов, например, гудрона; содержит 90-98% углерода, используется как топливо и восстановитель железной руды в производстве чугуна.

Компосты – органические удобрения, смесь навоза с торфом, землёй, фосфоритной мукой и т.п., разложившиеся под влиянием микроорганизмов.

Конгломерат – плотная порода, образующаяся в результате цементации окатанных обломков карбонатным, кремнистым, железистым и глинистым цементами.

Конкреции (стяжения) – минеральные образования округлой формы в осадочных горных породах (конкреции окислов железа и марганца, образующие рудные скопления).

Контактно-метаморфическое происхождение – происхождение минералов, образующихся в зоне контакта интрузивных пород с породами различного состава под влиянием высокой температуры без привноса новых веществ в окружающие породы из внешней магмы.

Кора выветривания – горные породы, образующиеся на поверхности Земли в результате выветривания (разрушения) коренных пород, накопления малоподвижных остаточных продуктов (Al, Fe, Ti) и выноса щелочей и кремнезёма; с корой выветривания связаны месторождения многих полезных ископаемых.

Коралловые полипы – класс морских беспозвоночных типа кишечнорастворных, многие из которых имеют известковый скелет, они образуют коралловые рифы.

Корразия – механическая обработка поверхности горных пород частицами под действием ветра.

Коренная порода – порода, не подвергшаяся изменениям.

Кремнезём (кварц) – SiO_2 , бесцветное кристаллическое вещество, обладает высокой твёрдостью и прочностью, как природный минерал применяется в производстве стекла, керамики, абразивов, бетонных изделий и др.

Лава – раскалённая жидкая или очень вязкая преимущественно силикатная масса, изливающаяся на поверхность Земли при извержениях вулканов.

Лагуна – неглубокий естественный водоём, соединяющийся с морем узким проливом.

Ледники – скопление льда атмосферного происхождения, движущиеся по земной поверхности, образуются там, где твёрдых атмосферных осадков отлагается больше, чем оттаивает и испаряется.

Ленточные глины – образовались в приледниковых озёрах, имеют чередование тонкопесчаных и илистых слоёв в виде ленты.

Лёссы – осадочные породы с преобладанием в составе крупной пыли, рыхлые и пористые, богаты CaCO_3 ; на них образуются очень плодородные почвы.

Линзы – чечевицеобразная форма залегания горных пород и полезных ископаемых; округлое или овальное тело с уменьшением мощности к краям.

Листоватые, пластинчатые агрегаты – легко отделяются кончиком перочинного ножа или ногтём в определённом направлении на отдельные пластики (слюды).

Литосфера – внешняя оболочка Земли, включающая земную кору и верхнюю часть мантии.

Магма (от греч. *magma* – густая мазь) – расплавленная масса, преимущественно силикатного состава, образующаяся в глубинных зонах Земли.

Магматизм – учение, изучающее все явления, связанные с процессом образования горных пород из остывающей расплавленной огненно-жидкой магмы.

Магматические породы – интрузивные (глубинные) и эффузивные (поверхностные) породы, образуются в результате медленного и спокойного остывания магмы в глубоких недрах земной коры, или в результате остывания вылившейся на поверхность Земли магмы-лавы в условиях низкого давления и быстрой отдачи тепла и газов в атмосферу.

Материнская порода (С) – порода слабо затронутая почвообразовательными процессами.

Мелиорант – материалы природного и искусственного происхождения, используемые для улучшения водного, воздушного и др. режимов почв и их свойств.

Мелиорация – совокупность организационно-хозяйственных и технических мероприятий по коренному улучшению земель с неблагоприятными водными и воздушными режимами, химическими и физическими свойствами, подверженных вредному механическому действию ветра и воды (орошение, осушение, химическая мелиорация, лесомелиорация и др.).

Метаморфические породы – образуются в результате глубокого изменения и преобразования как первично-осадочных и магматических, так и ранее образовавшихся метаморфических пород.

Налёты – формы химических новообразований в почве.

Натёчные массы (формы) – образуются в результате выделения минералов в твёрдом виде из раствора, при испарении его в пустотах и пещерах.

Нулевой момент развития почвы – начало почвообразования, совпадающее с началом функционирования первых наземных биогеоценозов при одновременном и взаимосвязанном действии пяти факторов почвообразования.

Оглеение – сложный биохимический восстановительный процесс, протекающий при переувлажнении почв в анаэробных условиях при обязательном наличии органического вещества и участии анаэробных микроорганизмов.

Оолиты – агрегаты минералов шаровидной формы; имеют концентрически скорлуповатое строение, часто бывают сцементированы плотной основой или находятся в рыхлом состоянии.

Оползни – крупные смещения (оползания) почв и пород, возникающие на склонах возвышенностей, по берегам рек, озёр и морей, сложенных рыхлыми породами, слои которых залегают с наклоном в сторону откоса.

Осадочные горные породы – образуются в процессе накопления, преобразования и переноса продуктов разрушения ранее существовавших горных пород, остатков организмов и продуктов их жизнедеятельности на дне водных бассейнов или на поверхности суши.

Пегматитовое происхождение – постепенное остывание и раскристаллизация магматического расплава, содержащего газы и остатки магмы в трещинах пород.

Первичные минералы – образовались одновременно с породой в основном в глубоких слоях земной коры и сохранились в ней почти в неизменённом состоянии.

Петрография – наука о горных породах, состоящих из одного или нескольких минералов; изучает происхождение, состав, свойства и географическое распространение горных пород

Пироксены – магниево-железистый силикат, занимает второе место по значимости, входя в состав ультраосновных пород

Платформа – область земной коры, характеризующаяся некоторой тектонической и магматической активностью

Плита – часть платформы, состоящая из складчатого фундамента и осадочного чехла

Пневматолитовое происхождение – взаимодействие летучих веществ, образованных при охлаждении и застывании магмы, между собой и с возникшими ранее минералами.

Побежалость – пёстро окрашенная тонкая плёнка на поверхности минералов, особенно содержащих медь; может быть розовой, красноватой, желтоватой, голубоватой и др., обусловлена процессами химического выветривания.

Подзолообразовательный процесс – разрушение в верхней части профиля почвы первичных и вторичных минералов и вынос продуктов разрушения в нижележащие горизонты и грунтовые воды.

Пойма – часть территории речной долины, периодически заливаемая полыми водами рек.

Породообразующие минералы – минералы, входящие в состав горных пород.

Почвообразовательный процесс – совокупность явлений превращения и передвижения веществ и энергии, протекающих в почвенной толще.

Почвообразующая порода (материнская порода) – горная порода, из которой формируется почва.

Почвообразующие минералы – первичные и вторичные минералы, входящие в состав почв; в большинстве почв первичные минералы по массе преобладают над вторичными, кроме ферраллитных почв.

Псевдоморфозы (ложные формы) - кристаллические формы минералов, не присущие данному соединению, образуют кристаллы нехарактерной для данного минерала формы (лимонит – аморфный минерал, кристаллов никогда не даёт, но иногда он встречается в кристаллическом виде и даёт хорошо образованные кристаллы: кубы и др.).

Радиоактивность – обусловлена естественными радиоактивными элементами, которые в тех или иных количествах присутствуют в минералах, горных породах и почвах (изотопы ряда уран - радий-торий – актиний).

Регрессия моря – медленное отступление моря от берегов, происходящее вследствие поднятия суши, опускания океанического дна или уменьшения объёма воды в океаническом бассейне.

Русло – наиболее пониженная часть речной долины, по которой происходит сток воды в межпаводковые периоды.

Самомелиорация - способ улучшения степных солонцов за счёт собственных природных запасов гипса или карбонатов кальция, содержащихся в их 0-40см слое.

Сапропель (гнилостный ил) – аморфная органическая масса различной окраски, богатая белковыми и жировыми веществами, мягкая и жирная

на ощупь; накапливается на дне застойных пресноводных и слабосоленых водоёмов в результате отмирания и накопления планктона

Сель (селевой поток) – накопление и быстрое перемещение продуктов разрушения горных пород во время ливневых дождей и интенсивного таяния снега в горных районах.

Сингония – группировка элементов симметрии минералов по степени сложности.

Слоистость – строение горных пород в виде налегающих один на другой слоёв, различающихся минеральным составом, особенностями слагающих породу частиц и др.; свойственна большинству осадочных и вулканосадочных пород.

Солифлюкция – течение на склонах покровной (припочвенной) части рыхлых отложений в результате разжижения почвы весной

Солончаки пухлые – солончаки, в составе солей которых преобладает сульфат натрия.

Спайность – способность минерала раскалываться по определённым направлениям (плоскостям).

Сталагмиты – образования, растущие со дна пещеры.

Сталактиты – столбообразные натёки в виде сосулек, свисающие с потолка пещеры.

Структура породы – строение минерального агрегата; степень его кристалличности, форма и размеры зёрен, слагающих данную породу

Суффозия – вынос мелких частиц глин и лёсса подземными водами и образование пустот, в которые обрушиваются вышележащие горные породы

Тектоника – отрасль геологии, изучающая развитие структуры земной коры и её изменения под влиянием тектонических движений и деформаций, связанных с развитием Земли в целом.

Тектонические колебания (смещения) – нарушения сплошности горных пород в результате движения земной коры.

Текстура – строение горных пород, обусловленное ориентировкой и пространственным расположением составных частей породы.

Террасы – горизонтальные или слабонаклонённые площадки в продольном профиле реки.

Торф – скопление не полностью разложившихся и обуглившихся разнообразных растительных остатков (мхи, камыши, стволы деревьев и т.д.).

Тощие глины – содержат много песчаных и обломочных частиц.

Трансгрессия моря – наступление моря на сушу в результате её опускания, поднятия океанического дна или увеличения объёма воды в океаническом бассейне (например, после стаивания покровных ледников).

Флювиогляциальные (водноледниковые) отложения – отложения талых ледниковых вод, которые размывали моренные и другие рыхлые отложения, встречающиеся на их пути.

Хемогенные породы – разновидности осадочных пород, образовавшиеся в результате выпадения солей из водных растворов или же различных химических реакций, происходящих в земной коре.

Четвертичные отложения – отложения, образовавшиеся 1,5 -2 млн. лет назад, в четвертичный период; это свежие и рыхлые отложения, имеющие малую мощность и очень пёстрый минеральный и химический состав, образовались гораздо позже коренных пород.

Четвертичный период – начался 1,5-2 млн. лет назад и продолжается по настоящее время, представлен четырьмя отделами: нижний, средний, верхний плейстоцен и голоцен; для него характерны господство млекопитающих и цветковых растений, появление человека, активная вулканическая деятельность и землетрясения и др.

Чешуйчатые агрегаты – состоят из чешуек, легко отделяемых кончиком перочинного ножа.

Экзогенные процессы – процессы, источник энергии которых находится на поверхности Земли; они приводят к разрушению и сглаживанию

всех неровностей земной поверхности, т.е. созданных эндогенными процессами

Эндогенные процессы – обусловлены энергией, выделяемой Землёй; в результате их проявления одни участки земной коры опускаются, а другие поднимаются, создаются основные формы рельефа и строения земной коры

Эол – в греческой мифологии повелитель ветров.

Эоловые отложения – песчанистые и глинистые отложения, образовавшиеся в результате накопления перенесённых ветром частиц; наиболее широко распространены в пустынях (барханы и т.д.).

Эффузивные породы – образовались в результате остывания вылившейся на поверхность Земли магмы-лавы в условиях низкого давления и быстрой отдачи тепла и газовых компонентов в атмосферу.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Ганжара Н.Ф. Почвоведение с основами геологии: учебник / Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов – Москва: ИНФРА-М, 2022. – 352 с. – Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-006240-2. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1855844>.

2. Рябинина О.В. Почвоведение с основами географии почв: состав и свойства почв: учебное пособие /О.В. Рябинина. – Иркутск: Иркутский ГАУ, 2020. – 123 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/183563>.

Дополнительная

1. Иванов Т.Г. География почв с основами почвоведения: учеб. пособие для академического бакалавриата / Т.Г. Иванов, И.С. Сеницын. – Москва: Юрайт, 2017. – 250 с.

2. Ганжара Н.Ф. Почвоведение: Практикум: Учебное пособие / Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов, Р.Ф. Байбеков; под общ. ред. Н.Ф.Ганжары - Москва: ИНФРА-М, 2021. - 256 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-006241-9. –Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1650068>.

Оглавление

Введение.....	4
1. Основы минералогии и петрографии.....	4
1.1. Минералогия.....	4
1.1.1. Свойства кристаллических и аморфных минералов.....	6
1.1.2. Физические свойства минералов.....	10
1.1.3. Формы минералов в природе.....	18
1.1.4. Классификация минералов.....	20
1.1.4.1. Самородные элементы.....	20
1.1.4.2. Сульфиды.....	22
1.1.4.3. Галоиды.....	24
1.1.4.4. Оксиды и гидрооксиды.....	26
1.1.4.5. Соли кислородных кислот (карбонаты, сульфаты, нитраты).....	31
1.1.4.6. Силикаты и алюмосиликаты.....	38
Студент должен знать / уметь.....	49
Контрольные вопросы.....	49
1.2. Основы учения о горных породах.....	50
1.2.1. Петрография.....	50
1.2.2. Морфологические признаки пород.....	51
1.2.3. Магматические горные породы.....	52
1.2.3.1. Ультракислые породы (SiO_2 более 75%).....	54
1.2.3.2. Кислые породы (SiO_2 65-75%).....	54
1.2.3.3. Средние породы (SiO_2 52-65%).....	56
1.2.3.4. Основные породы (SiO_2 40-52%).....	58
1.2.3.5. Ультраосновные породы (SiO_2 менее 40%).....	59
1.2.4. Осадочные горные породы.....	60
1.2.4.1. Описание наиболее распространённых осадочных пород.....	61
1.2.5. Метаморфические горные породы.....	74
Студент должен знать / уметь	77

Контрольные вопросы	77
2. Агрономические руды	78
2.1. Агрономические руды, их характеристика и применение.....	78
2.1.1. Органические агроруды.....	78
2.1.1.1. Торф.....	79
2.1.1.2. Торфовивианиты.....	80
2.1.1.3. Сапропели	83
2.1.1.4. Речные и озёрные илы.....	84
2.1.2. Минеральные агроруды.....	84
2.1.2.1. Азотнокислые агроруды.....	84
2.1.2.2. Фосфорнокислые агроруды	85
2.1.2.3. Калийные агроруды.....	87
2.1.2.4. Известковые и гипсовые агроруды – мелиоранты.....	87
2.1.3. Цеолиты.....	90
Студент должен знать / уметь.....	91
Контрольные вопросы	91
3. Почвообразующие породы	92
3.1. Почвообразующие породы, их строение, химический и гранулометрический состав.....	92
3.1.1. Способы образования и основные почвообразующие породы ...	94
Студент должен знать / уметь.....	100
Контрольные вопросы	100
Словарь терминов.....	102
Рекомендуемая литература.....	115
Оглавление.....	116

Семендяева Нина Вячеславовна

Галеева Любовь Павловна

Мармулев Алексей Николаевич

Сельскохозяйственная геология

Учебное пособие к лабораторно-практическим занятиям

Издание третье, переработанное и дополненное

Редактор Т.К. Коробкова

Новосибирск: Изд-во НГАУ «Золотой колос», 2022

Формат 60х84 1/16. Тираж 50 экз. Объем 7,4 уч.-изд. л.