

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА»

Кафедра почвоведения и агрохимии

Е.Н. Кузин, Н.П. Чекаев, Н.А. Фомин

ПОЧВОВЕДЕНИЕ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Учебное пособие
для студентов, обучающихся по направлению
120700 «Землеустройство и кадастры»

Пенза 2013

**Николай Александрович Фомин
Евгений Николаевич Кузин
Николай Петрович Чекаев
Почвоведение и
инженерная геология**

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=16937197

Почвоведение и инженерная геология:

Аннотация

В учебном пособии установлена последовательность выполнения работ, позволяющая при рациональном использовании учебного времени приобрести теоретические знания и практические навыки по изучаемой дисциплине. Для закрепления пройденного материала разработана система вопросов и задач к самоконтролю, список основной литературы. В учебном пособии описывается почвенный покров Пензенской области и современное состояние земельных угодий. Приводится методика составления почвенных карт и картограмм.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОСНОВЫ ГЕОЛОГИИ	8
1.1 Качественный состав земной коры.	8
1.2 Геодинамические процессы, их роль в формировании горных пород, рельефа	34
Конец ознакомительного фрагмента.	42

Кузин Е. Н., Фомин Н. А., Чекаев Н. П. Почвоведение и инженерная геология

ВВЕДЕНИЕ

Почвоведение – наука о почвах, их образовании (генезисе), строении, составе и свойствах; о закономерностях их географического распространения; о процессах взаимосвязи с внешней средой, определяющих формирование и развитие главного свойства почв – плодородия; о путях рационального использования почв в сельском хозяйстве и об изменении почвенного покрова в агрикультурных условиях.

Почвоведение как научная дисциплина оформилась в нашей стране в конце XIX столетия благодаря трудам выдающихся русских ученых В.В. Докучаева, П.А. Костычева, Н. М. Сибирцева.

Первое научное определение почвы дал В.В. Докучаев: «Почвой следует называть «дневные» или наружные горизонты горных пород (все равно каких), естественно измененные совместным воздействием воды, воздуха и различ-

ного рода организмов, живых и мертвых». Он установил, что все почвы на земной поверхности образуются путем «чрезвычайно сложного взаимодействия местного климата, растительности и животных организмов, состава и строения материнских горных пород, рельефа местности и, наконец, возраста страны». Эти идеи В.В. Докучаева получили дальнейшее развитие в представлениях о почве как о биоминеральной («биокосной») динамической системе, находящейся в постоянном материальном и энергетическом взаимодействии с внешней средой и частично замкнутой через биологический круговорот.

Основным свойством почвы является *плодородие* – способность удовлетворять потребность растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха, тепла для нормальной деятельности и создания *урожаея*. Именно это важнейшее качество почвы, отличающее ее от горной породы, подчеркивал В.Р. Вильямс, определяя почву как «поверхностный горизонт суши земного шара, способный производить урожай растений».

Разнообразие климатических условий, растительности, горных пород, рельефа, различный возраст отдельных территорий обуславливают и разнообразие почв в природе. Географические закономерности их распространения определяются сочетанием факторов почвообразования. Для земного шара и отдельных его материков эти закономерности связа-

ны с зональными изменениями климата и растительности и выражаются в развитии горизонтальной и вертикальной зональностей почв. Особенности почвенного покрова небольших территорий связаны, прежде всего, с влиянием рельефа, состава и свойств пород на климат почвы, растительность и почвообразование.

Вместе с тем, обладая свойством плодородия, почва выступает как основное средство производства в сельском хозяйстве. Используя почву как средство производства, человек существенно изменяет почвообразование, влияя как непосредственно на свойства почвы, ее режимы и плодородие, так и на природные факторы, определяющие почвообразование. Посадка и вырубка лесов, возделывание сельскохозяйственных культур изменяют облик естественной растительности; осушение и орошение меняют режим увлажнения и т. п. Не менее резкие воздействия на почву вызывают приемы ее обработки, применение удобрений и средств химической мелиорации (известкование, гипсование).

Как основное средство производства в сельском хозяйстве почва характеризуется следующими важными особенностями: незаменимостью, ограниченностью, непремещаемостью и плодородием. Эти особенности подчеркивают необходимость исключительно бережного отношения к почвенным ресурсам и постоянной заботы о повышении плодородия почв.

Почвоведение является широкой естественнонаучной

дисциплиной. Среди наук, с которыми соприкасается почвоведение, с одной стороны, необходимо назвать науки фундаментальные (физика, химия, математика), методами которых почвоведение широко пользуется, с другой, – естественные, сельскохозяйственные и экономические науки, с которыми почвоведение находится в состоянии постоянного теоретического обмена. К последним относятся: науки геолого-географического цикла (геология вместе с минералогией и петрографией, гидрогеология, физическая география, геоботаника, биогеоценология); науки агробиологического цикла (биология, микробиология, биохимия, агрохимия, физиология растений, растениеводство, земледелие, луговое хозяйство, лесоводство) и, наконец, науки аграрно-экономического цикла (политэкономия, сельскохозяйственная экономика, землеустройство и др.).

При составлении учебного пособия авторы использовали материалы, изложенные в учебниках, учебных пособиях и практикумах следующих авторов: Ганжара Н.Ф. (2001, 2002); Гаркуша И.Ф., Яцюк М.М. (1975); Добровольский В.В. (2001); Муха В.Д. (2003); Кузнецов К.А. (1976); Кауричев И.С. и др. (1986, 1989); Толстой М.П. (1975, 1991).

1 ОСНОВЫ ГЕОЛОГИИ

1.1 Качественный состав земной коры.

Химические и физические свойства минералов. Состав и свойства горных пород

Размеры, строение и свойства Земли. Земля – одна из планет Солнечной системы. Она, как и другие планеты, имеет шарообразную форму. Однако Земля не точный шар, а несколько сплюснута в направлении полюсов. Такую форму называют *сфероидом*. Поскольку при изучении Земли учитывается не только ее сплюсненность, но и все крупные неровности рельефа (глубочайшие океанические впадины, высокие горные хребты), то эту истинную неправильную геометрическую форму Земли называют *геоидом*.

Наиболее глубокие впадины океанического дна лежат на глубине более 11 000 м ниже уровня моря (Марианская впадина); наиболее высокие горные вершины поднимаются над уровнем моря до 8882 м (Джомолунгма).

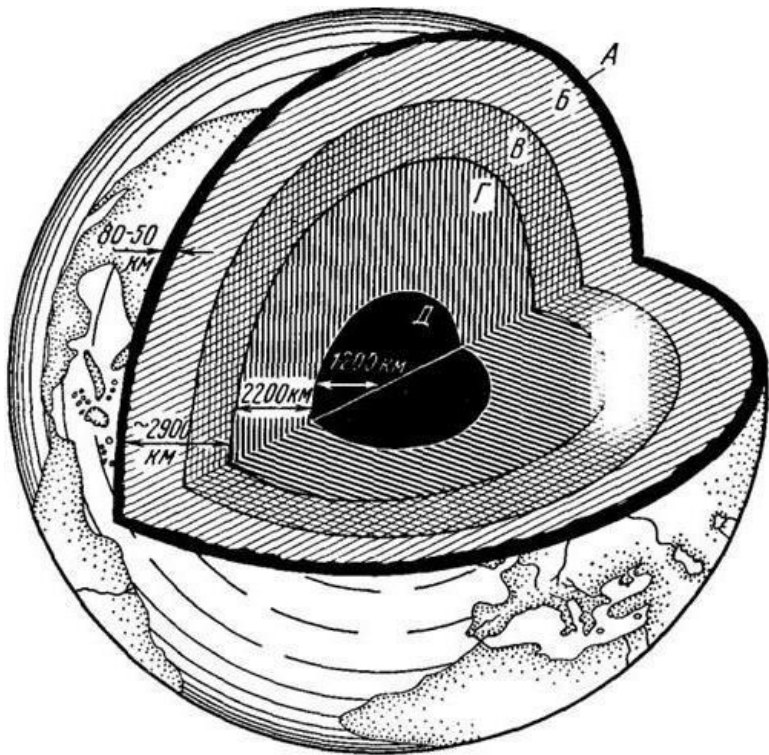


Рисунок 1 – Строение Земли: А – земная кора; Б – верхняя мантия; В – мантия; Г – внешнее ядро; Д – внутреннее ядро

Геофизическими данными установлено, что Земля состоит из трех неоднородных по составу внутренних сфер неодинаковой толщины (рисунок 1): 1) земная кора – до глубины

50–70 км; 2) промежуточная оболочка, или мантия Земли, – до глубины 2900 км;

3) земное ядро, подразделяемое на внутреннее и внешнее, – от 2900 до 6380 км (рисунок 2).

Земная кора покрыта прерывистой водной оболочкой, называемой гидросферой. Над ней залегает воздушная оболочка – атмосфера. Ниже приводятся основные данные о Земле.

Экваториальный радиус	6378,245 км
Полярный радиус	6356,9 км
Поверхность Земли	510 млн. км ²
Объем Земли	$1,08 \cdot 10^{12}$ км ³
Масса Земли	$5 \cdot 975 \cdot 10^{27}$ т
Масса гидросферы	$1,4 \cdot 10^{18}$ т
Масса биосферы	$5,0 \cdot 10^{12}$ т
Средняя плотность Земли	5,52 г/см ³
Средняя плотность поверхностных пород	2,7–2,8 г/см ³
Количество воды в морях	1370 млн. км ³
Количество льда на Земле	29 млн. км ³
Количество воды в реках, озерах	0,75 млн. км ³

Состав и строение сфер Земли. *Атмосфера* – газообразная сфера Земли. В приземных слоях атмосферы содержится 78,08 % азота, 20,95 % кислорода, 0,9 % аргона, 0,03 % углекислого газа; остальную часть составляют неон, гелий, водяной пар и пыль и др. Верхняя граница атмосферы не определена. Атмосфера переходит в межпланетное пространство постепенно.

В атмосфере выделяют три концентрические оболочки: тропосферу – до высоты 8–15 км, стратосферу (слоистую оболочку) – от 8–15 до 100 км и ионосферу.

Атмосферные агенты: солнечные лучи, атмосферное электричество, температурные колебания, ветер, содержащийся в атмосфере водяной пар – проводят огромную геологическую работу. Она проявляется в процессах разрушения горных пород, транспортировке продуктов разрушения и их накоплении.

Гидросфера – прерывистая водная оболочка Земли, включающая океаны, моря, озера, реки и ледяные покровы.

Основную массу гидросферы составляют соленые воды океанов и морей; на пресные воды континентов приходится лишь 0,3 % всей гидросферы. Из всех вод Земли пресной воды всего 3 %, да и то, 2/3 ее пока недоступно человеку – это ледники.

Верхняя граница гидросферы намечается ясно: это поверхность океанов и морей. Нижняя граница более сложна и примерно совпадает с дном океанов и морей. Солей в гидросфере $5 \cdot 10^{16}$ т. Средняя соленость Мирового океана принимается равной 3,5 %.

Море – чрезвычайно важный геологический агент в жизни Земли. Морская среда представляет мощный биохимический фактор, гигантское соляное месторождение. В море образовались многие горные осадочные породы и минералы (известняк, мел, нефть, фосфорит, глауконит, калийные со-

ли). Морская вода – энергичный растворитель многочисленных горных пород и мощный фактор денудации.

Биосфера. Академик В.И. Вернадский назвал биосферу зоной жизни. В той или иной степени она представлена в атмосфере, гидросфере и земной коре.

Нижняя граница существования живых организмов определяется температурой и давлением. Жизнь на суше проникает на меньшую глубину, чем в океане, примерно на 2–3 км. В Тихом океане обнаружена разнообразная фауна даже на глубине около 11000 м. Это позволяет считать все глубины океана обитаемыми.

В состав организмов входит более 60 элементов. Академик А.П. Виноградов вычислил средний состав живого вещества суши. Оказалось, что организмы в основном состоят из О, Н, С, N, Са, Mg, К и т. д. – элементов, которые образуют твердые и газообразные соединения.

Роль организмов как концентраторов некоторых химических элементов весьма значительна: достаточно вспомнить концентрацию углерода в залежах торфа, угля, нефти; кальция и углерода – в известняках, меле; фосфора – в фосфоритах.

Велика также роль животных и растений в образовании почв, горных пород и различных полезных ископаемых.

Породообразующее значение таких животных организмов, как кораллы, фораминиферы, плеченогие, головоногие моллюски и другие, огромно.

Земная кора. При прохождении сейсмических (продольных и поперечных) волн в горных породах коры отчетливо выделяются два слоя, где резко изменяется скорость их распространения, – под материками на глубине 50–70 км и под океанами на глубине 3–10 км. Этот раздел, где скорость продольных упругих колебаний резко возрастает от 6,9–7,4, до 8,0–8,2 км/с, получил наименование *поверхности Моховичича* (или Мохо) – по фамилии югославского ученого, впервые установившего это явление. Резкое изменение скорости прохождения волн на определенных глубинах указывает на границы перехода между какими-то (ученые еще не установили какими именно) уплотненными породами, подтверждая их слоистое строение.

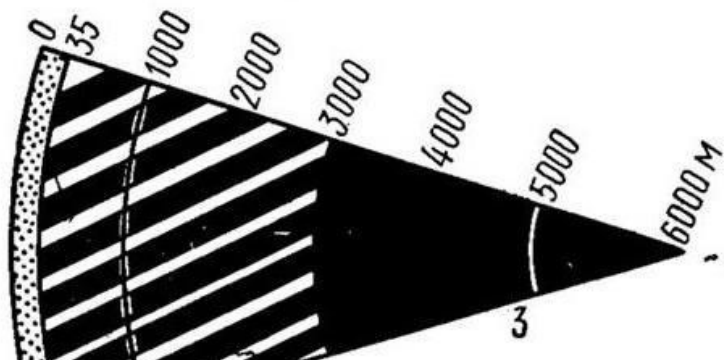
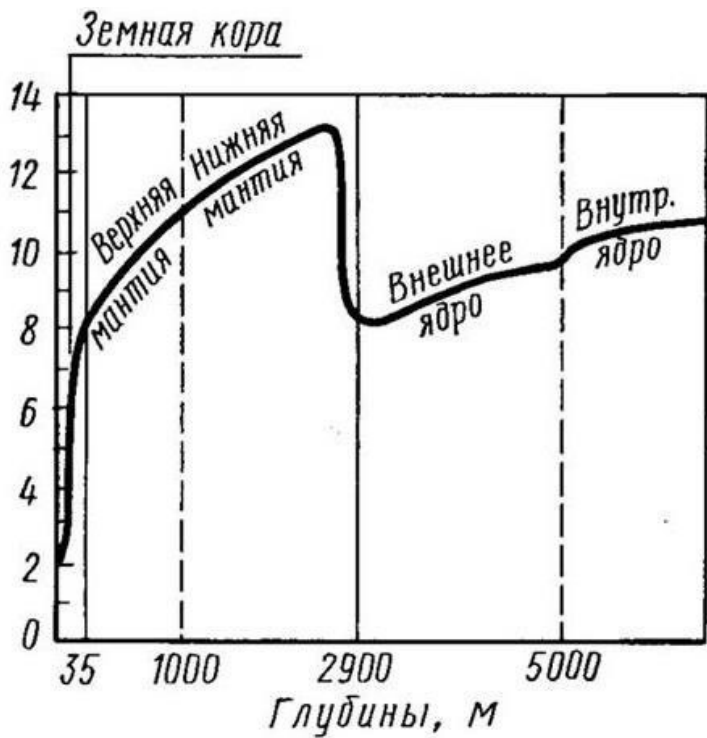


Рисунок 2 – Геосферы Земли, выделяемые по скоростям распространения продольных сейсмических волн: 1 – земная кора; 2 – мантия; 3 – ядро

По геофизическим данным, в земной коре выделяют три основных слоя (рисунок 3):

1) *осадочный чехол*, состоящий из мягких слоистых пород со средней скоростью прохождения продольных сейсмических волн $V = 1,0\text{--}4,0$ км/с; 2) *гранитный слой* с $V = 5,5\text{--}6,9$ км/с; 3) «*базальтовый*» слой с $V = 6,1\text{--}7,4$ км/с.

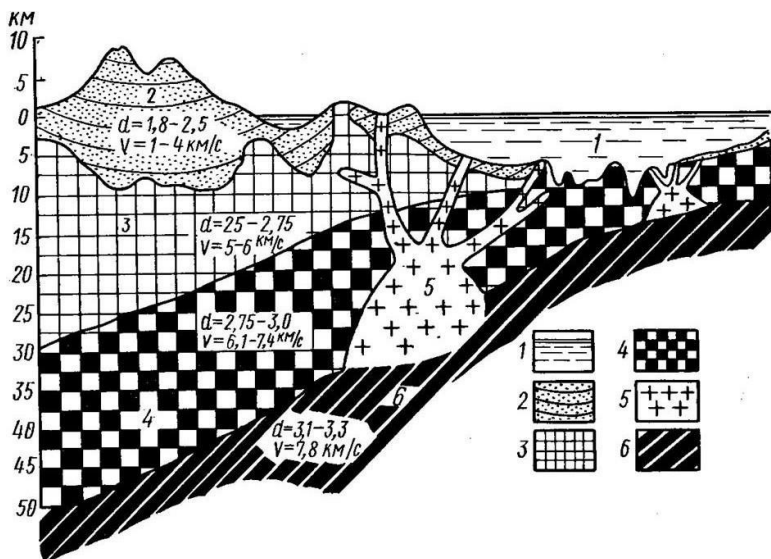


Рисунок 3 – Строение наружной сферы Земли: 1 – гидро-

сфера; 2 – осадочные породы; 3 – гранитный слой; 4 – базальтовый слой; 5 – магматические очаги; 6 – верхняя мантия (подкорový субстрат); d – плотность, г/см³; V – скорость продольных волн, км/с

Осадочный слой, а иногда и гранитный, снаружи покрыт слоем почвы. Почвенный покров имеет ничтожную мощность: от 30 (зона тундры) до 160 см (зона черноземов). Образуется он в течение нескольких лет.

Первые два слоя имеют прерывистое залегание. Осадочный слой изучен неплохо, гранитный – слабее; «базальтовый» слой еще не исследован совсем. Гранитный слой образован плотными породами – гнейсами, габбро, различными сланцами; «базальтовый» – очень плотными породами магматического и метаморфического происхождения. Граница между осадочным чехлом и гранитным слоем четкая, между гранитным и «базальтовым» – нечеткая.

Выделяют два типа земной коры: океанический и материковый. Кора материкового типа состоит из гранитного слоя мощностью до 35 км, прикрытого в отдельных участках (прогибах) осадочным чехлом мощностью до 15–20 км и более. В океанической коре гранитный слой отсутствует, земная кора состоит только из одного базальтового слоя, прикрытого тонким слоем (менее 1 км) донных осадков.

Мантия и ядро. Под материками на глубине 50–70 км залегает верхняя мантия ($V = 8,0$ – $8,6$ км/с), предположи-

тельно состоящая из пород, близких по составу к дунитам, перидотитам с плотностью $3,0\text{--}3,3\text{ г/см}^3$.

Сплошной расплавленной оболочки внутри Земли нет. Предполагается, что в верхней части мантии в различных районах на неодинаковой глубине имеется слой максимальных температур, так называемая *астеносфера* – волновод, где происходит частичное расплавление вещества.

Химический состав ядра неясен. Одни считают (В.А. Магницкий), что внешнее ядро по составу силикатное, внутреннее – железное, другие – что материал ядра по химическому составу идентичен составу мантии, но что это вещество находится в особом, как бы «металлизированном» состоянии. Сверхвысокое давление (порядка $303 \cdot 10^6$ кПа) внутри ядра задерживает плавление, придавая веществам свойства тяжелых металлов. Вещество внешнего земного ядра по чувствительности к сотрясениям обладает свойствами жидкости и ведет себя по отношению к сейсмическим колебаниям как жидкое тело, т. е. не передает их, однако по твердости ядро близко к стали и по многим механическим свойствам соответствует кристаллическому состоянию материи. Внутреннее ядро находится в твердом состоянии.

Практическому изучению доступна лишь ничтожная часть Земли. Самые глубокие буровые скважины достигают глубины 9159 м, а рудники – только 3800 м. До этих глубин возможно непосредственное изучение минералов, горных пород, а также температуры и давления. Из 89 извест-

ных на Земле химических элементов лишь 9 составляют основную часть земной коры (примерно 99 %). Эти же элементы преобладают в составе лунной коры и метеоритов (таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав земной и лунной коры и метеоритов (массовые %)

(по Г. В. Войткевичу, 1971)

Элемент	Земная кора	Лунная кора	Метеориты (в среднем)
Кислород	46,6	42,0	33,0
Кремний	27,7	21,0	47,0
Алюминий	8,13	4,8	1,1
Железо	5,00	13,0	28,6
Магний	2,09	4,8	13,8
Кальций	3,63	6,8	1,39
Натрий	2,83	0,44	0,68
Калий	2,59	0,17	0,10
Титан	0,44	6,0	0,08
Никель	0,006	0,02	1,68

При общих чертах сходства земной и лунной коры имеются большие принципиальные отличия; на Луне мало алюминия и калия, но много железа, титана и кальция.

По главным химическим элементам, содержащимся в коре, – кремнию и алюминию верхнюю оболочку называют *сиаль*. Граница между гранитным слоем и сплошным базальтовым получила название *раздела Конрада*.

В зависимости от химических и физических свойств в коре выделяют ряд поясов. В верхнем поясе земной коры происходят процессы выветривания, в том числе окисления, гидратации и почвообразования. Химический состав почв зависит от химического состава земной коры.

Ниже расположен пояс цементации, в котором температура и давление выше и вещество коры цементируется и уплотняется. Полагают, что отдельные участки этого пояса находятся в расплавленном состоянии.

Вопросы для выполнения задания и самостоятельной подготовки

1. Что такое геология? 2. С какими науками геология тесно связана? 3. Назовите разделы геологии и покажите их значение для изучения почвоведения, основ земледелия, агрохимии. 4. Методы исследования в геологии. Что вы знаете об использовании искусственных спутников Земли и космических кораблей для получения новых данных о Земле? 5. Назовите оболочки геосферы, из которых состоит Земля. 6. Схематично зарисуйте расположение геосфер. 7. Что представляет собой Земля (по форме)? 8. Что такое геоид? 9. Какие элементы имеют особо важное значение в составе литосферы? 10. Как распределены суша и море на поверхности Земли? 11. Чем отличается материковая кора от океанической?

Физические и химические свойства и формы нахождения минералов в природе. *Минералогия* (от лат. *minera* – руда) изучает свойства слагающих земную кору минералов и разнообразные процессы, приводящие к их образованию.

Минералами называют природные химические соединения или самородные элементы, возникающие в результате разнообразных физико-химических процессов, происходящих в коре и на ее поверхности.

Большинство минералов – вещества твердые (кварц, полевой шпат и др.), но есть жидкие минералы (ртуть, вода, нефть) и газообразные (углекислота, сероводород и др.). В этой работе описываются лишь твердые минералы.

По И. Костову (1971), из 2000 известных минералов сравнительно немногие имеют широкое распространение в природе. Эти минералы, а их всего около 50, входят в состав многочисленных горных пород, многие из них содержатся в почве, оказывают влияние на ее физико-химические свойства, в том числе и на плодородие. Эти минералы называют минералами почвенного скелета.

Строение и особенности кристаллов. Все минералы отличаются друг от друга по физическим свойствам и химическому составу. Твердые минералы встречаются в природе в большинстве случаев в виде кристаллов, т. е. веществ, обладающих кристаллической структурой, в которой элементарные частицы (атомы, ионы или молекулы) расположены за-

кономерно в узлах кристаллической решетки.

Кристаллы и кристаллические вещества изучает наука *кристаллография*.

Кристаллы часто имеют форму различных многогранников: кубов, призм, пирамид, тетраэдров, октаэдров и т. д.

Некоторые вещества характеризуются беспорядочным расположением частиц (молекул, атомов и ионов), т. е. отсутствием кристаллического строения. Такие вещества называют *аморфными* (стекло и др.). Аморфное состояние неустойчиво и с течением времени переходит в кристаллическое. Аморфный кремнезем – опал – имеет тенденцию к кристаллизации (переходит в кварц).

Дисперсные системы, состоящие из мельчайших тонко-распыленных частиц диаметром от 10^{-4} до 10^{-6} мм, получили название *коллоидов*. Таковы некоторые твердые природные гели, в которых дисперсионная среда (вода) занимает пространство между коллоидными частицами, например опал.

Физические свойства (твердость, теплопроводность, силы сцепления) аморфных веществ подобны свойствам жидкостей; они во всех направлениях одинаковы – аморфные вещества не обладают анизотропностью физических свойств.

Минералы, кристаллическое строение которых обнаруживается под микроскопом, называют скрытокристаллическими, их типичный представитель – халцедон. Кристаллические вещества обладают однородностью химического со-

става во всех частях кристалла или кристаллического индивидуума (например, зерна), а также способностью самоограничаться, т. е. образовывать многогранники.

Каждый минерал обладает определенным химическим составом и имеет характерное для него внутреннее строение, от которого зависят его внешняя форма и свойства. Методы изучения и определения минералов весьма обширны: визуально или макроскопически минералы определяют в полевой обстановке по цвету, блеску, твердости, форме и т. п. Нередко в полевой обстановке используют и наиболее простые качественные реакции, частично с применением паяльной трубки.

При камеральной обработке собранных в поле образцов минералов и горных пород в лабораториях применяются точные методы: определяются оптические константы минералов, изучаются их кристаллографические свойства, радиоактивность, люминесценция, пьезоэлектрические и магнитные свойства, детально исследуется химический состав минералов при помощи химического и физического анализа, а также используются рентгеновский и различные термические методы.

Изоморфизм. Под изоморфизмом понимают способность элементов заменять друг друга в химических соединениях родственного состава. В этом случае кристаллическая решетка данного вещества допускает замену одних компонентов (например, Mg^{2+}) другими (например, Fe^{2+}). Два ве-

щества могут заменять друг друга в том случае, если они обладают аналогичной химической формулой и соответственные ионы обоих веществ имеют одинаковые по знаку заряды, а размер ионов и степень поляризации их близки. Так, ионный радиус $\text{Mg}^{2+} - 0,75 \cdot 10^{-10} \text{ м}$, $\text{Fe}^{2+} - 0,79 \cdot 10^{-10} \text{ м}$, $\text{Fe}^{3+} - 0,67 \cdot 10^{-10} \text{ м}$, $\text{Al}^{3+} - 0,57 \cdot 10^{-10} \text{ м}$.

Изоморфные смеси широко распространены в природе, например Mg_2SiO_4 – форстерит и Fe_2SiO_4 – фаялит. Их изоморфная смесь представляет собой минерал оливин, широко встречающийся в природе: $m \text{ Mg}_2\text{SiO}_4 n \text{ Fe}_2\text{SiO}_4$. Все три минерала (форстерит, фаялит и оливин) кристаллизуются в ромбической сингонии.

Изоморфные замещения играют большую роль в образовании минералов и важны для формирования почв, в частности их минерального состава и плодородия.

Полиморфизм. Под этим явлением понимается способность одинаковых по химическому составу веществ образовывать различные структуры. Примерами полиморфных веществ могут быть алмаз (С – кубическая сингония) и графит (С – гексагональная сингония), пирит (FeS_2 – кубическая) и марказит (FeS_2 – ромбическая сингония). Очень трудно подыскать в природе пример столь большого отличия, какое существует между алмазом и графитом – двумя полиморфными модификациями углерода. Алмаз – самый твердый минерал (твердость 10), прозрачный, с сильным блеском, спай-

ность совершенная, плохой проводник электричества; графит – мягкий, землистый (твердость 1–2), непрозрачный, черный, блеск металловидный, спайность весьма совершенная, хороший проводник электричества.

Псевдоморфизм. Псевдоморфозы возникают в результате замещения одного минерала другим с сохранением внешней формы замещаемых кристаллов или при последующем заполнении пустот, образовавшихся при выщелачивании минералов.

Различают псевдоморфозы *превращения, вытеснения и выполнения*. В первом случае минерал, слагающий псевдоморфозу, сохраняет часть элементов, входящих в состав замещенного минерала (например, псевдоморфозы лимонита по пириту). Лимонит в поверхностных условиях нередко встречается в виде хорошо образованных кристаллов – кубов и других многогранников. Эти формы ложные и представляют псевдоморфозы лимонита по пириту. Пирит (FeS_2) постепенно переходит в лимонит ($\text{Fe}_2\text{O}_3\text{H}_2\text{O}$), при этом состав изменяется, а внешняя форма, характерная для пирита, сохраняется. Известны также псевдоморфозы лимонита по сидериту и т. д.

Псевдоморфозы выполнения образуются в результате заполнения новым веществом пустоты, образовавшейся в результате выщелачивания какого-либо минерала.

Образование минералов, горных пород и полезных ископаемых. Минералы образуются в разнообразных

физикохимических и термодинамических обстановках. Но каждый конкретный минерал образуется только при определенной температуре, давлении, концентрации минерального вещества, поэтому и устойчив он только в определенных условиях, близких к тем, в которых он образовался. В другой обстановке минералы постепенно разрушаются, перерождаются, образуют разновидности или даже совершенно новые минеральные образования, устойчивые в новых условиях. Новые соединения, возникающие в горных породах при различных геологических процессах и производственной деятельности человека, влияют на плодородие почв. Сами горные породы при этом испытывают большие физические и химические изменения.

По условиям происхождения все минералы и горные породы подразделяют на три группы: магматические, осадочные и метаморфические.

Магматическое происхождение. Образование магматических пород и минералов происходит при высокой температуре и обычно большом давлении. Вследствие расплавления пород за счет радиогенного тепла в небольших обособленных очагах на различных глубинах образуется *магма* – тестообразный расплав сложного силикатного состава, содержащий различные газы, пары воды и горячие водные растворы.

Расплав состоит из следующих условных компонентов – соединений SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , MgO , CaO , FeO , Fe_2O_3) га-

зов HF, HCl, H₂S, CO, CO₂, летучих соединений B, F, S.

Осадочное (экзогенное) происхождение пород и минералов. Осадочный процесс породообразования называют *осадочным литогенезом*. В самой общей схеме этот сложный процесс протекает примерно так: выветривание → перенос → отложение (образование осадка) → диагенез (образование осадочной горной породы). Образовавшиеся таким путем минералы, горные породы и полезные ископаемые называют *осадочными*.

Осадконакопление (седиментация) происходит в поверхностных частях земной коры (как в морях, так и на суше) и на самой поверхности при невысоких температурах и давлении, близком к атмосферному, под влиянием физико-химических агентов атмосферы, гидросферы, земной коры и жизнедеятельности организмов.

Осадки могут быть *обломочного, химического и биогенного* происхождения.

1. Обломочные породы образуются в результате механического выветривания существовавших ранее горных пород; процесс происходит как на суше – поверхности материков, так и в водной среде, где откладывается разнообразный материал.

2. Химические осадки образуются вследствие кристаллизации и испарения водных растворов: а) при испарении грунтовые растворы из почв и под почв с образованием солей сульфатов, галоидов, карбонатов в виде выцветов и налетов,

б) при выпадении солей в результате испарения вод из мелких озер, лагун.

3. Биогенные осадки образуются при разрушении остатков животных, например кораллов (известняки), при разрушении остатков растительного вещества (различные угли).

Метаморфическое происхождение пород и минералов. *Метаморфизмом* (греч. metamorpho – преобразуюсь, превращаюсь) называют сложный физико-химический процесс глубокого изменения, перерождения и перекристаллизации уже готовых минералов и горных пород с сохранением их твердого состояния без заметного расплавления. Процессы метаморфизма происходят на глубине, где существуют высокие (от 100–200 и до 800 °С) температуры и большое давление (до $152 \cdot 10^3$ кПа). Здесь осуществляется внедрение магматических расплавов, газов и водяных паров.

Систематика минералов. Минералы представляют собой природные химические соединения, имеющие определенные физические свойства, форму и характеризующиеся весьма своеобразными условиями образования, или генезисом.

До последнего времени наибольшее распространение имела классификация минералов, в основу которой был положен химический состав анионной части соединения.

Все минералы систематизируются по химическому составу, что в известной степени предопределяет их особенности и некоторые свойства. Выделяются девять классов: 1) сили-

каты, 2) карбонаты, 3) нитраты, 4) сульфаты, 5) фосфаты 6) окислы и гидроокислы, 7) галоиды, 8) сульфиды, 9) самородные элементы. Эти классы подразделяются на подклассы и группы.

Породообразующие минералы. Из числа описываемых минералов только немногие широко распространены и входят в состав различных горных пород. Эти главнейшие минералы земной коры называют *породообразующими*.

По генетическому признаку породообразующие минералы подразделяются на первичные и вторичные. К первичным относятся минералы, образовавшиеся при формировании горной породы (полевые шпаты, кварц, роговые обманки и пироксены, слюды, оливин, авгит). К вторичным – образовавшиеся в процессе химического видоизменения или разрушения горной породы. Примерами вторичных минералов могут служить каолинит, развившийся по калиевому полевому шпату, серицит и альбит, образовавшиеся при разложении плагиоклазов.

В почвах присутствуют как первичные минералы (полевые шпаты, слюды, оливин, роговая обманка, авгит, кварц, апатит), так и вторичные. Общее число минералов, содержащихся в почвах и почвообразующих породах, исчисляется сотнями, но наиболее часто встречается 50–60 минералов.

Особое внимание следует обратить на вторичные минералы, так как от них зависят многие свойства почвы.

Вторичные минералы почв и почвообразующих по-

род представлены водорастворимыми минералами (кальцит, магнезит, доломит, сода, гипс, мирабилит, галит), аморфными водными окислами марганца, железа, алюминия, кремния (пиролюзит, лимонит, гематит, магнетит, гиббсит, бемит, опал, халцедон) и глинистыми минералами-алюмосиликатами (монтмориллонит, нонтронит, бейделлит, каолинит, галлуазит, диккит, гидрослюда).

Агрономические руды. Это понятие введено в науку в 1914 г.

Я.В. Самойловым. Под ними понимают минералы и горные породы, которые применяют в сельском хозяйстве для улучшения плодородия почв и повышения урожайности различных культур. Обычно это фосфатные, калийные, известняковые и некоторые другие соединения.

Форма записи результатов

№№ п/п	Класс	Название минералов	Химический состав
1.	Силикаты		
2.	Карбонаты		
3.	Нитраты		
4.	Фосфаты		
5.	Сульфаты		
6.	Галоиды		
7.	Сульфиды		
8.	Окислы и гидроокислы		
9.	Самородные элементы		

Вопросы для выполнения задания и самостоятельной подготовки

1. Что представляют собой минералы? 2. Как образуются минералы? 3. Перечислите физические свойства минералов. 4. Что понимают под изоморфизмом? 5. Что понимают под псевдоморфизмом? 6. Как классифицируются минералы по условиям происхождения? 7. Какие минералы и горные породы называются агрономическими рудами?

Состав и свойства горных пород . Горными породами называются закономерные скопления минералов, образующие геологические более или менее самостоятельные тела. Эти естественные скопления минеральных агрегатов изучает *петрография*. Она исследует минеральный состав пород, их строение, сложение, условия залегания, распространение, происхождение и образование полезных ископаемых.

Классификация горных пород. По условиям образования все горные породы подразделяют на три группы: магматические, осадочные и метаморфические.

Магматическими называют породы, образовавшиеся при застывании сложного силикатного расплава (магмы) в недрах Земли или на ее поверхности.

Осадочными считают породы, возникшие в условиях поверхностной температуры и давления из продуктов разрушения любых пород, выпавших в осадок на поверхности Земли

или на дне моря без участия или при посредстве организмов.

Метаморфические – это магматические и осадочные породы, видоизмененные (перекристаллизовавшиеся) под влиянием высокой температуры, большого давления и физико-химических условий.

Примерно до глубины 16 км соотношение между этими породами ориентировочно такое: 60 % – магматические породы, 32 % – метаморфические и только 8 % – осадочные. Отложения поверхности Земли на 75 % сложены рыхлыми слоистыми породами осадочного происхождения. Среди них наиболее распространены глины и глинистые сланцы – 83 %, на долю песчаников и известняков приходится 17 %. Эти породы для агрономов представляют наибольший интерес, так как в большинстве случаев являются материнскими породами для почв.

Породы изучаются с различных точек зрения: как месторождения полезных ископаемых – руд, угля, нефти, солей и подземных вод; в инженерной геологии – как основания, среда и материал для строительства различных сооружений (в этом случае породы называют грунтами), в почвоведении – как почвообразующие породы.

Строение и сложение, физико-химические свойства и условия залегания пород определяют ряд их важных агрономических и инженерных особенностей: поведение при засолении и заболачивании почв, устойчивость при процессах эрозии, выветривании, прочность при гидротехническом

строительстве и т. д.

Осадочные породы формируются из осадков, возникших в результате переноса и механического отложения в водной и воздушной средах, продуктов физического и химического выветривания, химического осаждения растворенных веществ и жизнедеятельности организмов.

В настоящее время осадочные породы принято делить на три группы: обломочные, глинистые, химические (хемогенные) и органогенные.

Дальнейшее подразделение внутри этих групп проводится по вещественному составу.

Оборудование и материалы. Коллекция минералов, образцы без этикеток, шкала твердости Мооса, фарфоровые неглазурованные пластинки (для определения цвета черты минералов), нож, молоток, набор образцов горных пород.

Вопросы для выполнения задания и самостоятельной подготовки

1. Что понимают под горной породой? 2. Какие горные породы называют сложными (полиминеральными)? 3. Какие горные породы называют простыми (мономинеральными)? 4. На какие группы делят горные породы по происхождению? 5. Как подразделяются породы по условиям залегания? 6. Какие горные породы являются первичными по своему происхождению? 7. Какие породы являются вторичными?

ми по своему происхождению? 8. Какие породы называются магматическими? 9. На какие группы делятся магматические горные породы по условиям образования? 10. Как делятся магматические породы по содержанию кремнезема? 11. На какие группы делятся осадочные горные породы по условиям образования? 12. Охарактеризуйте условия образования каждой из этих групп. 13. При каких условиях образуются метаморфические горные породы? 14. Перечислите почвообразующие породы.

1.2 Геодинамические процессы, их роль в формировании горных пород, рельефа

Динамическая геология – наука о геологических процессах, изменяющих состав, строение и лик Земли. Она исследует перемещение пород в земной коре, изучает все современные процессы, обусловленные энергией, возникающей в недрах Земли, энергией Солнца, а также деятельностью человека.

На поверхности Земли и в ее недрах протекают геологические процессы, которые принято делить на две большие группы по источникам энергии: 1) эндогенные и 2) экзогенные.

Экзогенные процессы возникают в результате внешнего воздействия на земной шар (атмосферы, гидросферы, биосферы) и проявляются на его поверхности. Они в основном порождены тепловой энергией Солнца, поступающей на землю и трансформированной в другие виды энергии.

Эндогенные процессы проявляются при воздействии внутренних сил Земли на твердую оболочку. Они обусловлены той энергией, которая накапливается в недрах Земли: радиоактивное тепло Земли, которое выделяется в результате распада радиоактивных элементов, энергия гравитацион-

ного уплотнения вещества Земли и, возможно, ротационная энергия, связанная с вращением Земли вокруг оси.

К эндогенным процессам относятся: магматизм, метаморфизм, тектонические движения земной коры (эпейрогенез и орогенез) и землетрясения.

Магматизмом называют совокупность явлений, связанных с движением магмы к поверхности Земли. В зависимости от характера движения магмы и места ее застывания магматизм разделяют на эффузивный (или вулканизм) и интрузивный (или плутонизм). Почвы почти всей территории южной Италии, Новой Зеландии, Центральной Америки, Чили, Перу формируются под влиянием древнего и современного вулканизма. Поэтому в почвах этих районов наблюдаются десятки и сотни горизонтов погребенных почв. Свежие вулканические осадки как бы «омолаживают» почву, обогащают ее первичными минералами и соединениями микроэлементов. Вулканические почвы обладают устойчивым высоким плодородием.

При интрузивном магматизме (плутонизме) магма внедряется в земную кору, не достигнув поверхности Земли, немедленно застывает, образуя разнообразные по форме магматические тела интрузии (батолиты, штоки, лакколиты, факолиты, лополиты, хонолиты).

Магматическая деятельность является основной причиной возникновения горного рельефа.

Процессы изменения и преобразования горных пород,

происходящие внутри Земли, были названы *метаморфизмом*. При изучении этого процесса обратите внимание на причины и основные виды метаморфизма, среди которых выделяют контактовый метаморфизм, региональный и динамометаморфизм.

Тектоническими движениями называют перемещения вещества земной коры под влиянием процессов, происходящих в недрах Земли (в мантии, в глубоких и верхних частях земной коры).

Тектонические движения земной коры создают в течение длительного времени основные формы земной поверхности горы и впадины.

Выделяют два типа тектонических движений: складчатые и разрывные, или *орогенические* (создающие горы), и колебательные, или *эпейрогенические* (создающие континенты).

Все тектонические движения взаимно связаны, складчатые и разрывные движения могут переходить друг в друга, в результате их действия в земной коре происходят землетрясения, с ними связано формирование месторождений многих полезных ископаемых (нефть, каменный уголь и др.).

Колебательные (эпейрогенические) движения – наиболее распространенная форма тектонических движений. Это медленные вековые поднятия и опускания, которые постоянно испытывает земная кора.

Вековые колебательные движения имеют большое значение в жизни человечества. Постепенное повышение уров-

ня суши меняет топографическую, гидрологическую, геохимическую обстановку почвообразования, приводит к усилению процессов эрозии, выщелачивания, появлению новых форм рельефа. Опускание суши ведет к накоплению механических, химических, биогенных осадков, заболачиванию местности.

Наряду с явлениями вековой продолжительности, существуют явления современной сейсмотектоники: землетрясения и моретрясения.

Движения земной коры (как медленные, так и относительно быстрые) играют определяющую роль в формировании современного рельефа земной поверхности и приводят к разделению поверхности на две качественно различные области – *геосинклинали* и *платформы*.

Экзогенные процессы – это процессы внешней динамики. Они протекают на поверхности Земли или на небольшой глубине в земной коре под влиянием сил, вызванных энергией солнечной радиации, силы тяжести, жизнедеятельности растительных и животных организмов и деятельности человека. К экзогенным процессам, преобразующим рельеф материков, относятся: выветривание, различные склоновые процессы, деятельность текучей воды, деятельность океанов и морей, озер, льда и снега, мерзлотные процессы, деятельность ветра, подземных вод, процессы, обусловленные деятельностью человека, биогенные процессы (рисунок 4).



Рисунок 4 – Процесс образования горных пород

В результате разрушения горных пород образуются различные продукты выветривания: подвижные, которые уносятся под влиянием силы тяжести, плоскостного смыва, и остаточные, которые остаются на месте разрушения и называются *элювием*.

Элювий представляет собой один из важных генетических типов континентальных отложений. Элювиальные образования, слагающие самую верхнюю часть литосферы, называются *корой выветривания*.

В результате выветривания горные породы подвергаются глубоким физическим и химическим изменениям и приобретают ряд новых свойств, благоприятных для жизни растений (воздухопроницаемость, водопроницаемость, скважность, влагоемкость, поглотительную способность, запас доступных организмам зольных элементов питания).

Непосредственно на рельеф выветривание оказывает небольшое влияние, но процессы выветривания разрушают горные породы, облегчая тем самым воздействие на них агентов денудации.

Деятельность ветра состоит из процессов дефляции (выдувание и развевание), корразии (обтачивание) переноса и аккумуляции (отложение).

Деятельность поверхностных текущих вод (флювиальные процессы). Сочетание процессов эрозии и аккумуляции и определяет образование форм эрозионного и аккумулятивного рельефов (рисунок 5).

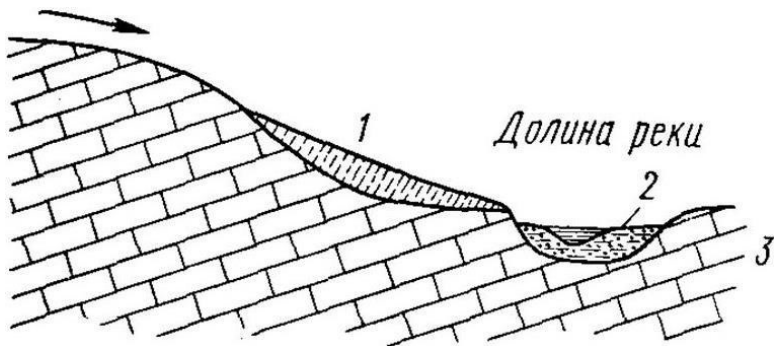


Рисунок 5 – Образование делювия: 1 – делювий; 2 – аллювий; 3 – коренные породы

Временные потоки в виде безусловного стока (плоскостного смыва) переносят материал по склону и приводят к образованию делювиальных и пролювиальных отложений, являющихся своеобразным генетическим типом континентальных отложений.

Плоскостной смыв может легко перейти в линейный там, где на склонах появились неровности, нарушен растительный покров, в грунтах имеются трещины. Стекающие воды, собираясь в понижениях, задерживаются и размывают грунт. На месте начинающегося размыва сначала образуется рытвина, затем промоина и, наконец, овраг.

В отличие от временных потоков, реки являются постоянными русловыми потоками. Реки постоянно совершают не только эрозионную работу, но и работу по переносу и отло-

жению материала (рисунок 6).

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.