



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И
КУЛЬТУРЫ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

*В.А. ПЕЧЕНОВ,
О.А. МАЗУР*

ОКРУЖАЮЩИЙ МИР ГЛАЗАМИ БИОЛОГА

Бишкек 1998



Б Б К

В.А. ЧЕЧЕНОВ, О.А. МАЗУР

П-31 Окружающий мир тазами биолога/М-во образования, науки и культуры Кырг. Респ., Кырг. гос. нац. ун-т, -Б.: 1998.-208с.

ISEfN 9967-401-13-8

В книге освещается современное представление об окружающем нас мире, о проблемах взаимодействия общества и природы, о взаимодействии биологии с другими фундаментальными естественными науками. Рассматриваются вопросы возникновения и развития Земли, ее место в Солнечной системе, строение планеты и ее природных богатств. Дана характеристика разных компонентов природных систем - гидросферы, атмосферы, биосферы и их взаимодействие. В разделе "Биосфера" дана характеристика живого вещества и его распределение на земной поверхности, круговорота важнейших химических элементов и влияния человека на природу.

Предназначена для широкого круга читателей, преподавателей вузов, колледжей, студентов биологического профиля, а также для учащихся средней школы, изучающих биологию, географию, природоведение, окружающий мир.

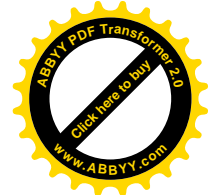
ПЕЧЕНОВ ВЛАДИМИР АРСЕНТЬЕВИЧ - академик Международной АН ВШ, член-корреспондент Национальной АН, заслуженный деятель науки Кыргызской Республики, доктор биологических наук, профессор.

МАЗУР ОЛЬГА АНАТОЛЬЕВНА - преподаватель биологии средней школы г. Бишкек.

Рецензенты: академик Национальной АН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор А.М.Мамытов; канд. биол. наук, ведущий науч. сотрудник биолого-почвенного ин-та НАН КР Турдукулов Э.Т.

П 1502000000-98
ISBN 9967-401-13-8

Б Б К 20.1
© Печенов В.А



ВВЕДЕНИЕ

Современная биология - это окружающий нас мир, комплекс биологических и связанных с ней наук о нашей планете. Они ставят множество вопросов. Как возник мир? Как произошел человек? Какие законы управляют природой? Как современная наука проникает в тайны живой и неживой природы, раскрывает закономерности ее развития. На эти вопросы дает ответ эта наука.

Наука о Земле - это история нашей планеты. История, в которой много загадочного и непонятного. Это история возникновения планеты Земля, ее дальнейшее развитие, ее будущее. Земля развивается и сегодня, о чем говорят тектонические движения лито-сферных плит, извержения вулканов и землетрясения, изменения облика Земли в результате внутренних процессов и деятельности внешних факторов и человека. Это возникновение человека, растительного и животного мира, эволюция жизни.

Истоки этой науки уходят в далекое прошлое. Так, наши дальние предки считали, что Земля поддерживается четырьмя слонами, которые в свою очередь стоят на огромной черепахе, плавающей в океане. С годами представления о Земле менялись, и в настоящее время ученые могут ответить на многие вопросы о нашей планете Земля.

В нашем столетии наука о Земле сделала огромный рывок. За это время мы узнали о жизни на Земле больше, чем за всю предыдущую историю человечества. Создано учение о живой оболочке Земли - биосфере. В.И. Вернадский раскрыл закономерности круговорота веществ в биосфере, протекающие в ней процессы, включающие сотни и тысячи химических циклов.

В последнее время часто слышим разговор о новых областях - биофизика, биохимия, биогеология, биогеография, астробиология и др. Они возникают на



стыке естественных наук. Наибольшее число открытий сделано в пограничных областях знания - биология и физика, биология и химия, биология и геология, биология и география, астрономия. Эти науки взаимосвязаны и решают одну очень важную задачу: показать форму, размеры и внешний облик нашей планеты.

Изучением Земли с давних пор и по настоящее время занимаются следующие науки и разделы науки (в алфавитном порядке): астрономия, астробиология, астрофизика, биогеохимия, биогеография, биогеоце-нология, биостратиграфия, гелиобиология, геология, геофизика, геомеханика, геохимия, гидрогеология, геохронология, геоморфология, геотермия, геомагнетизм, космогония, литология, минералогия, планетология, палеогеография, палеонтология, петрология, петрохимия, петрофизика, селенология, селенография и другие.

Как видно из вышеизложенного, это комплекс биологических, геологических и астрономических наук. Они взаимосвязаны и взаимопереплетаются, но в итоге решают одну основную задачу: показать облик нашей планеты. Взаимопереплетение разных наук - характерная черта нашего времени. Все науки классифицируются следующим образом:

Фундаментальные науки: астрономия, геология, география, биология, математика, физика, химия.

Интегральные науки: биогеоценология, биогеохимия, ландшафтоведение, учение об окружающей среде.

Прикладные науки: земледелие, растениеводство, агрохимия, защита растений, землеустройство и другие.



1. ПОЗНАНИЕ ОКРУЖАЮЩЕГО МИРА ЧЕЛОВЕКОМ

Это увлекательная история о том как люди, начиная с глубокой древности, собирали сведения о суше и морях, пытались изобразить облик Земли, познать ее природу.

Познание окружающего мира человеком условно можно разделить на четыре периода: античная и средневековая история, 18-19 век и новая история.

В древности основными занятиями народов были скотоводство и земледелие. Они регулировались такими сезонными явлениями природы, как разливы рек, наступление периода дождей, смена теплой и холодной погоды, а также сменой дня и ночи, сменой времен года.

Первые познания человеком окружающего мира были связаны с астрономией. Она возникла в связи с практическими потребностями человека, с развитием земледелия и скотоводства. Велись астрономические наблюдения в Египте, Вавилоне, Индии, Китае, особенно в VI-I в. до н.э. Было обнаружено, что кроме Солнца и Луны есть еще 5 светил, которые постоянно перемещаются по небу. Религия играла большую роль в жизни людей, а позднее государств. Служители храмов были заинтересованы в астрономических наблюдениях и широко использовали их, внушая людям чувство беспомощности и страха перед природой.

Представления древних ученых были примитивны. Многие полагали, что Земля самое крупное тело во Вселенной и находится в ее центре, считали Землю неподвижным телом, вокруг которого вращаются Солнце, Луна и планеты.

Позднее ученые пришли к выводу, что Земля не плоское тело, а шарообразное.

В более позднее время представления о Земле и о Вселенной менялись. Благодаря усилиям мореходов открывались континенты, моря, океаны и острова.



Этому способствовали походы и войны. Так, в конце IV в. до н.э. после завоеваний Ал. Македонского греческая культура и наука стала проникать во все страны ближнего Востока. В средние века ученые не могли преодолеть мнение о том, что Земля занимает центральное место во Вселенной. Они занимались определением размеров Земного шара, постоянно вели астрономические наблюдения. Наибольшего развития астрономия достигла в странах Средней Азии и Азербайджане с центрами в Бухаре, Самарканде. Здесь работали выдающиеся ученые Бируни (937-1048), Омар Хайям (ок. 1040-1123), Улугбек (1394-1449). Они внесли много нового в географию, минералогию. Пытались открыть законы природы и заставить природу служить человеку.

Изучают историю Земли с того времени, с которого сохранились "древние свидетели" - горные породы и минералы. До этого принято считать, что Земля формировалась, как одна из планет Солнечной системы.

1.1. Выдающиеся древние исследователи Земли

Около 7-8 тысяч лет назад человечество стало ставить вопрос о мире и окружающей его среде. Люди одушевили природу, стали верить, что существуют души деревьев и ручьев, гор и морей, растений и животных. Одна из самых древних наук астрономия. Еще на заре человечества охотники искали дорогу, ориентируясь по звездам. Большой толчок к изучению небесных явлений дал переход людей к земледелию и скотоводству. Многие были связаны с фазами Луны и высотой Солнца над горизонтом. Люди поклонялись Солнцу и Луне, планетам и звездам.

Древние исследователи-астрономы знали множество созвездий, могли рассчитать время захода и восхода Луны, Солнца, планет, предсказывать солнечные и лунные затмения. Но мало знали о Земле, какое положение занимает она во Вселенной. 6



Первые шаги к познанию мира сделали греки. Легендарный поэт *Гомер* (12-13 в до н.э.) относительно хорошо знал окружающий мир. По его представлению Земля имела форму круга, в середине которого располагалось море.

Математик *Пифагор* (6 в. до н.э.), много путешествовавший, первым высказал мысль о шарообразности Земли.

Философ *Аристотель* (4 в. до н.э.) доказывал, что Земля - шар, т.к. в южных странах на небе видны созвездия, невидимые в северном. Во время лунных затмений тень от земли на лунном диске имеет круглую форму.

Географ *Эратосфен* (3 в. до н.э.) путем остроумного опыта пытался определить размеры Земного шара. В день летнего солнцестояния он измерил угол падения солнечных лучей в двух городах Египта. Зная расстояние между ними, он вычислил длину окружности Земли. Его расчеты оказались близки к современному.

Астроном *Птоломей* (2 в. до н.э.) пытался объяснить видимые движения по небосводу планет Солнечной системы - Венеры, Марса, Юпитера, Сатурна. Он придумал ложную систему движения, согласно которой Солнце находится на третьем месте от Земли. Все планеты движутся вокруг Земли и по собственным орбитам.

Таким образом, этапы человеческих представлений о Земле и Вселенной являлись смесью наблюдений и домыслов.

1.2. *Выдающиеся астрономы*

Польский астроном и математик, мыслитель *Николай Коперник* (1473-1543) разработал гелиоцентрическую картину мира, согласно которой Земля рядовая планета, вращающаяся вокруг центрального светила Солнца. Он отбросил представления о том, что Земля является центром мира, не Вселенная движет-



ся вокруг неподвижной Земли, а, наоборот, Земля перемещается в космическом пространстве. Но идеи Коперника были только гипотезой, не доказанной фактами.

Итальянский ученый *Галилео Галилей* (1564-1642) с помощью своей увеличительной трубы (увеличение в 30 раз) дал представление о мире, его масштабах и устройстве. На Луне - спутнике Земли, обнаружены горы, долины и моря; на Солнце - пятна; Млечный путь состоит из множества отдельных звезд. Далее, вокруг Юпитера движутся 4 спутника. Венера, подобно Луне, проходит смену видимых фаз, приобретая узкий серпик и полный диск, что является прямым доказательством ее обращения вокруг Солнца.

Немецкий астроном *Иоганн Кеплер* (1571-1630) открыл законы движения планет: каждая планета движется по эллипсу, каждая планета движется в плоскости, проходящей через центр Солнца. Изобрел телескоп, в котором объектив и окуляр двояковыпуклые линзы.

Английский ученый *Исаак Ньютон* (1643-1727) открыл закон всемирного тяготения. Сила тяготения удерживает планеты около Солнца, не дает им улететь в космическое пространство и заставляет обращаться по замкнутым орбитам. Солнце служит центром притяжения для 9 больших планет и множества космических тел: спутников планет, астероидов, комет, метеоритов.

Французский астроном и математик *Пьер Симон Лаплас* (1749-1827) доказал, что Солнечная система - очень устойчивое образование, в ней нет сил, которые могли бы ее разрушить и изменить закономерность движения входящих в нее небесных тел, в том числе и Земли. Лаплас разработал гипотезу происхождения планет Солнечной системы.



1.3. Выдающиеся геологи

Великий русский ученый *Михаил Васильевич Ломоносов* (1711-1765) был основоположником многих отраслей знаний и много сделал для физики, химии, геологии, минералогии. Был поэтом, историком, филологом, почвоведом и крупнейшим астрономом. В области астрономии он доказал, что на Венере есть атмосфера и более плотная, чем атмосфера Земли. Он впервые обрисовал поверхность Солнца как бушующий огненный океан.

В области геологии Ломоносов доказывает, что расколы и смещения частей земной коры, сопровождаемые землетрясениями и извержениями вулканов, ведут к изменениям рельефа земной коры, к возникновению щелей и другим разрушениям. В области почвоведения дает схему почвенного покрова Земли, предложил схему образования перегнойных почв, чернозема. В области минералогии объяснил происхождение многих полезных ископаемых и минералов.

В Шотландии *Джеймс Геттон* (1726-1797) сформулировал вывод, что граниты и базальты образуются из расплавленного вещества в результате извержения вулкана. Он представлял геологическую историю Земли как повторение циклов разрушения одних континентов и возникновения других; указал на сходство современных и древних геологических процессов. Является основоположником плутонизма - учения о внутренних силах Земли, вызывающих вулканизм, землетрясения, тектонические движения.

Английский естествоиспытатель *Чарльз Лайель* (1797-1875) развил учение о медленном и непрерывном изменении геологических факторов. Изучая настоящее, можно судить о прошлом Земли - в истории ее время от времени происходили катастрофы, которые приводили к изменению лика Земли. Последней по времени катастрофой считался Всемирный потоп. Его учению способствовали учения Жоржа Кювье и



Чарльза Дарвина, эволюционную теорию которого горячо поддерживал.

Основатель русской школы геологии *Александр Петрович Карпинский (1847-1936)*. Основные его труды по стратиграфии и палеонтологии, тектонике и палеогеографии, петрографии, генезису рудных месторождений. Он заложил основы учения о рудных месторождениях, формировании осадочных пород Земной коры, составил точную геологическую карту Урала.

Вернадский Владимир Иванович (1863-1945) основатель геохимии, биогеохимии, радиогеологии. Он геолог и биолог. Ему принадлежит создание учения о биосфере (1926), центральное место в ней - представление о живом веществе. Живые организмы являются основой биосферы. Живые организмы и среда их обитания взаимосвязаны и взаимодействуют друг с другом, образуя целостную динамическую систему. Биосфера - это активная оболочка Земли. Ввел понятие ноосфера.

Вот цитаты из его работ о ноосфере: "Лик планеты химически резко меняется человеком сознательно и главным образом, бессознательно"; "Меняется воздушная оболочка суши, ее природные воды".

Вернадский был одним из первых кто осознал зловещую опасность, которую несли начавшиеся в конце 30-х годов исследования цепной реакции деления урана. Он стал инициатором создания при АН СССР комиссии по проблемам урана, которая работала до начала ВОВ и создала предпосылки для решения автономной проблемы в СССР.

Непросто складывалась жизнь Вернадского. В 1918-1919 гг. работал в Киеве в АН Украины, был президентом. В 1920 г. - он ректор университета в Симферополе. В 1922 г. становится директором Радиевого института Российской АН, но недолго, т.к. получает командировку в Париж и возвращается в 1926 г. Во Франции ему предложили навсегда остаться-



ся, стать профессором Сорбонны. Категорическое "нет" произносит бывший член Государственного Совета, б. член кадетской партии, б. зам. министра просвещения Временного правительства.

В июне 1941 г. он с женой эвакуируется в Боровое (Казахстан). В 1943 г. "За многолетние выдающиеся работы в области науки и техники" удостоен Государственной премии. Благодарственную телеграмму он послал на имя И.В. Сталина, в которой были такие слова: "Прошу из полученной мною премии направить 100 тыс. на нужды обороны. Наше дело правое и сейчас стихийно совпадает с наступлением ноосферы - основы исторического процесса, когда ум человека становится огромной геологической, планетной силой".

В основе ноосферы лежит гармония человека и красоты природы. Вернадский призывал бережно относиться к этой гармонии.

1.4. Выдающиеся биологи

Биология многопрофильная дисциплина и представить всех выдающихся ученых биологов довольно трудная задача, тем более, что все биологические науки дают обзор литературы и работы ученых в той или иной области.

Биология уходит корнями в древность. Крупнейшими учеными были Аристотель (4 в до н.э.), Тео-фраст (3 в. до н.э.), Плиний Старший (1 в. до н.э.).

В средние века накопление биологических знаний диктовалось в основном интересами медицины. В 17 в. плеяда микроскопистов открывает тонкое строение растений, мир микроскопических существ и др. В 18 в. фундаментальные работы в области систематики. Во второй половине 18 в. и начале 19 в. возникают идеи исторического развития живой природы.

В середине 19 в. установлены особенности питания растений и его отличие от питания животных, начинают развиваться различные направления биологии.



В 20 в. возникли новые биологические дисциплины и направления, а также связь их с практическими потребностями.

2. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ИСТОРИИ И РАЗВИТИЯ ЗЕМЛИ

Развитие и возраст Земли изучает наука геохронология - историческая геология или геологическое летоисчисление. Это учение о последовательности формирования и возрасте горных пород, слагающих земную кору. Напластование горных пород отражено в так называемых геохронологической и стратиграфической шкалах. На основе закономерностей, сопоставлений и обобщений ученых на Международном геологическом конгрессе в 1881 г. была выработана и принята Международная стратиграфическая и соответствующая ей геохронологическая шкала. Обе отражают время, в течение которого в истории Земли формировались определенные отложения, т.е. в них заложен принцип напластования горных пород. Стратиграфическая шкала имеет подразделения: эротема, эратема (группа), система, отдел, ярус. Эта шкала послужила основанием для создания геохронологической шкалы, имеющей подразделения: зон, эра, период, эпоха, век (таблица 2.1).

В настоящее время выделяются три крупные стратиграфических подразделения эратемы: архейская, протерозойская и фанерозойская, различной продолжительности. Первые две, так называемый докембрий, охватывают почти 80% времени существования Земли. Фанерозой охватывает около 570 млн. лет и подразделяется на три группы: палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую. Это три крупнейших этапа Земли. Всем подразделениям стратиграфической шкалы соответствуют геологические разрезы - эталоны. Они приурочены к определенным



**Таблица 2.1. Общая
стратиграфическая и
геохронологическая шкала**

Эон (эоно-те- ма)	Эра (эра-те- ма)	Период (система)	Эпоха (отдел)	Изотопные датировки, млн. лет
>s О го О ш < е	>0 со х И	Четвертый (антропогенный)	Голоцен	
			Плейстоцен	1.8
		Неогеновый	Плиоцен	
			Миоцен	25±2
		Палеогеновый	Олигоцен	
			Эоцен	
	Палеоцен		66±3	
	о со О со ш	Меловой	Поздняя	
			Ранняя	136±5
		Юрский	Поздняя	
			Средняя	
			Ранняя	190-195+5
		Триасовый	Поздняя	
			Средняя	
			Ранняя	230+10
		>s 0 со Ош с:	Пермский	Поздняя
	Ранняя			280±10
	Каменноугольный		Поздняя	
			Средняя	
			Ранняя	345±10
	Девонский		Поздняя	
			Средняя	
			Ранняя	400±10
Силурийский	Поздняя			
	Ранняя		435±10	
Ордовикский	Поздняя			
	Средняя			
	Ранняя		490±15	
Кембрийский	Поздняя			
	Средняя			
	Ранняя		570±20	
ВЕНД				650-690±20
ПРОТЕ- РОЗОЙ АРХЕЙ	Верхний (Рифей)		Верхний	1050+30
			Средний	1350±30
			Нижний	1650±50
	Нижний (Карелии)			2500+.100
	АРХЕЙ			> 3500



географическим местам или другим признакам. Всего выделено 12 систем, большинство названий которых происходит от тех территорий, где впервые были описаны. Так, Юрская система - от Юрских гор в Швейцарии, Пермская система - от Пермской губернии в России, Меловая система - по характерным породам, белому мелу.

В 20 веке появилось много новых, точных методов, с помощью которых стало возможным изучать историю развития Земли. Это такие методы: палеонтологический, спорово-пыльцевой, изотопные определения, геофизический, геохимический.

Палеонтологический метод - биологический метод. Он основан на изучении захороненных и окаменевших остатков вымерших животных и растений в пластах горных пород. Обычно в ископаемом состоянии сохраняется лишь скелет животных. От растений сохраняются отдельные части (отпечатки листьев, части стволов, плоды, пыльца), по которым создают целое. Сохранилось много следов жизни. Известны следы хождения (отпечатки следов ног), ползания и зарывания, питания (такие как содержимое желудка, остатки поврежденных животных и другие), жилых построек (ходы, норы), размножения (яйца, икра рыб) и другие (рис. 2.1.).

Спорово-пыльцевой анализ широко используется для установления возраста осадочных отложений горных пород в тех или иных пластах. Морфологическое строение, форма и размеры спор пыльцы специфичны и характерны для каждого вида растений. Метод позволяет точно установить видовую принадлежность ископаемых растений.

Изотопный метод позволяет устанавливать возраст горных пород, выраженный в млн. лет. Возраст вычисляется по содержанию продуктов радиоактивного распада в минералах и горных породах. Чаще всего используют уран - свинцовый (^{235}U , T^{238}U), рубидий - стронциевый (T^{87}Rb), радиоуглеродный (^{14}C) методы.

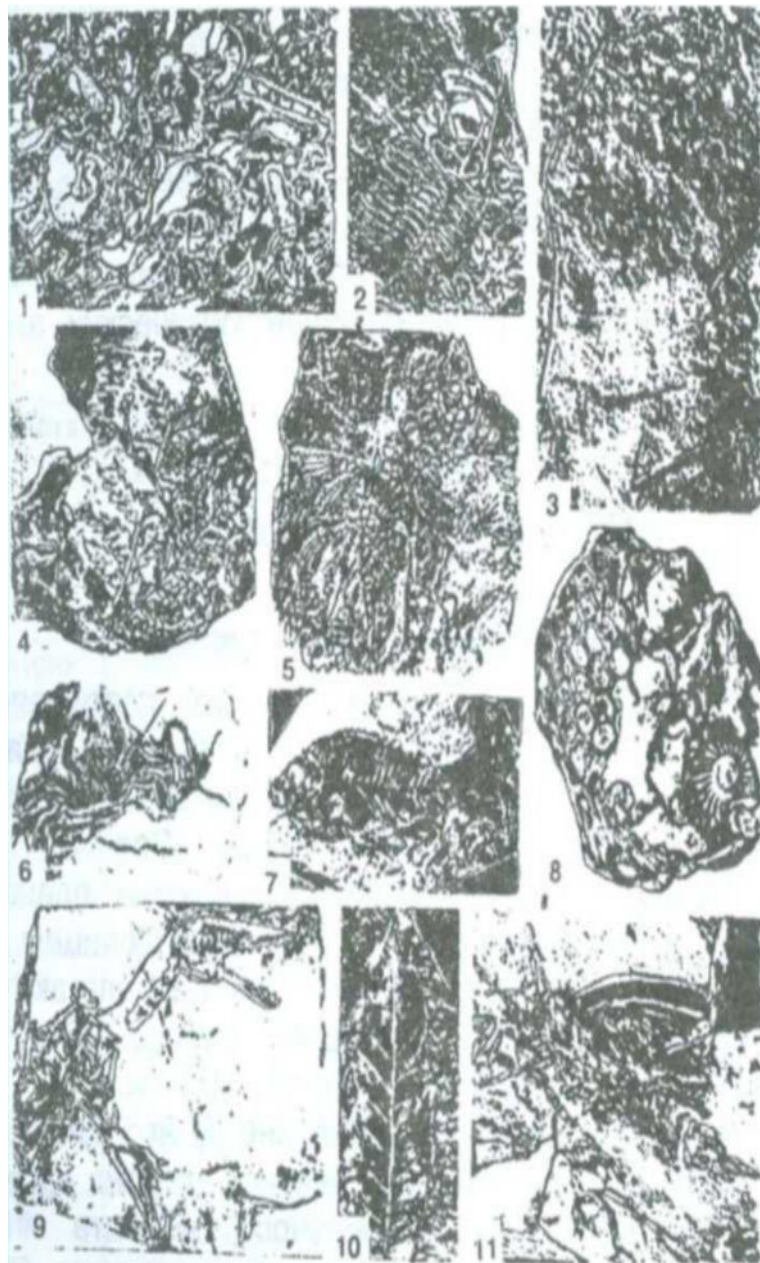


Рис. 2.1. Ископаемые остатки организмов: 1 - раковины аммонитов и ортоцератоидей из нижней перми Юж. Урала; 2 - трилобит *Bergeroniellus* из кембрия Сибири; 3 - сегментированная колония мшанок *Moyerella* из силура Эстонии; 4 - часть листа (вайя) птеридосперма из карбона; 5 - морские лилии *Miatshkovocrinus trauscholdi* из среднего карбона Подмосковья; 6 - ракообразное *Portunus lancetidactylus* из неогена (майкопские глины) Черной речки (Крым); 7 - рыба из группы колючеперых из палеогена Кавказа; 8 - отпечаток раковины аммонита *Deshaesertes* (внизу справа) и листа (фрагмент) ихтиозавра из апта (мел) Ульяновской области; 9 - птерозавр *Sordus pilosus* из верхней юры Кара-Тау (Казахстан); 10 - лист цветкового растения *Uthocarpus karasorianus* из эоцена Казахстана; 11 - отпечаток насекомого *Kunguroblattina microdictya* из нижней перми Приуралья. (Биологический энциклопедический словарь, с. 112).



Геофизический метод - изучение внутреннего строения Земли, ее физических свойств и процессов, происходящих в ее оболочках, а также атмосферы и физического состояния морей - гидросферы.

Геохимический метод изучает химический состав Земли и ее геосфер, особенно литосферы, распространенность и распределение химических элементов в ней.

3. ЗЕМЛЯ - ПЛАНЕТА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

3.1. Планеты Солнечной системы

Звездное небо пересекает неярко светящаяся полоса, состоящая из миллиардов звезд - это Галактика Млечного Пути, в которой находится Солнечная система, с центром светящейся звезды - Солнца.

В Солнечной системе девять видимых планет, видны они только потому, что освещены Солнцем. В порядке расстояний от Солнца они располагаются следующим образом: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон.

Меркурий - наименьшая планета, его диаметр около 5000 км. Подсолнечная дневная сторона нагревается до 300-420° С. Поверхность покрыта множеством кратеров метеоритного происхождения. Эти кратеры очень похожи на лунные. Атмосферы нет. Совершает один оборот вокруг своей оси за 59 суток. На планете отсутствует жидкая вода. В таких условиях едва ли может существовать жизнь.

Венера - ближайшая к Земле планета. Наличие атмосферы и почти одинаковые с Землей размеры и масса долгое время позволяли ученым считать Венеру "близнецом" Земли. Период вращения около 244 суток. Диаметр Венеры всего на 600 км меньше Земного. На Венеру были запущены космические станции, в том числе советские, которые позволили узнать многое об 16



этой планете. На Венере продолжается активная вулканическая деятельность, происходят многочисленные электрические разряды типа молний. Атмосфера совершенно не пригодна для жизни. Она состоит из CO_2 с примесью CO , содержит пары HCl и He .

Таблица 3.1. Основные данные о природе планет

П л а н е	Э к в а риаль- ный диаметр, тыс. км	С р е д расстоя- ние от Солнца (млн. км)	С о л - неч- ные сутки (зем. сут.)	Ч и с спут- ников	А т м о с ф
Меркурий	4,870	57,9	176,0	нет	разряженная, CO_2
Венера	12,100	108,1	117,0	нет	плотная, CO_2
Земля	12,756	149,6	24	1	прозрачная, O_2
Марс	6,79	227,9	24,39	2	разряженная, прозрачная, CO_2
Юпитер	141,7	778,3	-	12	мощная, H_2 , He , CH_4 , PH_3
С а т у р н	120,0	1429,0	-	10	м о щ н а я , H_2 , He , C_2H_6
У р а н	50,8	2875,0	-	5	м о щ н а я , H_2 , CH_4
Н е п т у н	50,5	4504,0	-	2	м о щ н а я , H_2
П л у т о н	< 6,0	5910,0	-	н е т	

Марс - четвертая ближайшая к Солнцу планета, значительно меньше Земли. Диаметр его 6800 км, а масса примерно в 10 раз меньше массы Земли. Марс движется на среднем расстоянии от Солнца - 227,9 млн. км и затрачивает на один оборот 687 земных суток - это продолжительность марсианского года, а марсианские сутки на 40 минут длиннее наших. Марс получает от Солнца меньше света и тепла, чем Земля. Средняя температура колеблется от плюс 30° до



минус 80°. На полюсах минус 130°C. Жидкой воды на Марсе нет. Вода на его поверхности может быть только в твердом состоянии, т.к. на Марсе очень холодно.

Облака - один из признаков существования газовой оболочки. Кроме того, поверхность планеты окутана дымкой, светлой и непрозрачной, которую называют фиолетовым слоем атмосферы. В составе атмосферы содержится углекислый газ, а также водяной пар, однако его очень мало. В атмосфере Марса дуют сильные ветры, время от времени они поднимают пылевые частицы с поверхности планеты, возникают пылевые бури, которые длятся несколько недель и даже месяцев.

Много данных о планете Марс получено с американских космических кораблей и межпланетных станций "Викинг", опустившихся на поверхность Марса. Микробиологический анализ проб марсианского грунта показал, что в нем отсутствуют даже простейшие микроорганизмы.

Видимо, и Марс - безжизненное небесное тело. Однако, группе американских ученых удалось распознать на поверхности метеорита, найденного еще в 1984 г., остатки органических молекул - следы возможной органической деятельности. Метеорит прибыл на Землю 13 тыс. лет назад. Климат на Марсе за это время резко ухудшился. Некогда поверхность планеты была покрыта водой. Ученые предполагают, что в метеоритах, вмерзших в лед, и могли быть одноклеточные существа.

Через каждые 780 земных суток Марс приходит в ближайшую к Земле точку (противостояние). В это время он бывает ярким, красновато-оранжевого цвета, а один раз в 15-17 лет наблюдаются "великие" противостояния, когда эти сближения минимальны. В 1995 году 12 февраля было противостояние, следующее в 1997 году 17-20 марта, а в 1999 году ожидается 24 апреля - 1 мая. Великое противостояние было в



1988 году 22 сентября, когда минимальное расстояние между Марсом и Землей составляло 58,8 млн. км. Следующее будет уже в грядущем столетии.

Рис. 3.1. Планеты солнечной системы. Сравнительные размеры планет: 1- Юпитер, 2 - Сатурн, 3 - Нептун, 4 - Земля, 5 - Марс, 6 - Меркурий, 7 • Венера, 8 - Уран. Размеры Плутона очень приближены и поэтому не указаны.



Четыре ближайших к Солнцу планеты, похожие в какой-то мере на Землю, часто называют планетами Земной группы.

За Марсом следует **пояс астероидов** - множество малых планет, но они в общей сумме не превышают 1/1000 доли массы Земли. Самая крупная из планет - Церера имеет поперечник около 1000 км. Астероиды - это каменные глыбы, движущиеся по орбите.

Юпитер и Сатурн планеты-гиганты состоят главным образом из водорода и гелия. Юпитер - мощный источник теплового радиоизлучения, обладает мощным радиационным поясом и обширной магнитосферой. В надоблачной атмосфере Сатурна найдена небольшая примесь газообразного метана. Астрофизические оценки температуры на видимой поверхности Сатурна дают величину, близкую к температуре замерзания метана (-184°C).

3.2. Солнце - центр Солнечной системы

Солнце - одна из бесчисленных звезд самосветящихся горячих газовых шаров. Изучая Солнце, мы познали процессы, которые происходят на многих других звездах. Кроме того, важность исследования Солнца заключается в том, что огромное число метеорологических и биологических явлений, происходящих на Земле, - это отражение тех процессов, которые происходят на Солнце.

20

Некоторые данные о Солнце:

149,6 млн. км (1 а, е)

расстояние от Земли	1392000 км	(109 Д Земли)
диаметр	$6 \cdot 10^{12}$ км ²	(в 11900 раз больше площади поверхности Земли)
площадь поверхности		



масса	$2 \cdot 10^{30}$ кг 1,41	(в 333 тыс. раз больше Земли) (0,26 плотности Земли)
средняя плотность	кг/см ³ $374 \cdot 10^{21}$	
мощность общего излучения	кВт 6000°C	
температура поверхности	около	
период вращения		27 суток на экваторе, до 32 суток у полюсов

Химический состав. В основном Солнце состоит примерно из тех же самых химических элементов, что и Земля. Водород - около 90%, гелий - 10%, остальные элементы - менее 0,1%.

Строение Солнца. Внутренняя часть соответствует ядру, где происходят ядерные реакции и выделяется энергия. Радиус ядра составляет примерно 1/3 радиуса Солнца. В ядре сосредоточена наибольшая часть солнечного вещества.

К ядру примыкает слой такой же толщины, область лучистого переноса энергии. Отсюда в результате поглощения квантов, их дробления и переизлучения энергия переносится наружу.

Затем располагается конвективная зона, она тянется примерно на 200 тыс. км. Температура в конвективной зоне значительно ниже. Из-за этого конвективная зона не может обеспечить перенос всей энергии, поступающей снизу.

Внешние слои Солнца составляют атмосферу. Солнечная атмосфера состоит из нескольких различных слоев. Самый глубокий и тонкий из них - **фотосфера**. Здесь возникает подавляющее количество тепловых и световых лучей, посылаемых Солнцем в мировое пространство. Толщина фотосферы 200-300 км. Над фотосферой располагается **хромосфера** и



корона. Хромосфера - слой раскаленных газов, толщиной **10-20** тыс. км. Это пары водорода, гелия, кальция и других элементов.

Солнечная корона - внешняя часть Солнечной атмосферы, состоит из горячей разряженной плазмы, яркость короны в миллион раз меньше яркости фотосферы. Простирается корона до расстояния в несколько десятков радиуса Солнца и рассеивается в межпланетном пространстве, создавая солнечный ветер.

Солнечный ветер - поток электронов и протонов. Скорость потока около **400** км/с, плотность несколько десятков в **1** см³. Достигает солнечный ветер уровня орбиты Земли.

Хромосферу и корону можно наблюдать во время полного Солнечного затмения. Когда Луна целиком закрывает фотосферу, вокруг ее диска, который кажется черным, внезапно возникает серебристо-жемчужное сияние в виде венца с отходящими лучами (Солнечная корона).

Таблица 3.2.

Полное солнечные затмения конца 19 века

Г о д	М е с я ц	Ч и с л о	Ч а с	П р о д о л ж и т е л ь - н о с т ь	П о л н о е з а т м е н и е
1997	м а р т	9	4	3	В о с т о ч н а я С и
1998	ф е в р а л ь	26	20	4	Т и х и й о к е а н , Ц е н т р а л ь н а
1999	а в г у с т	11	14	3	З а п а д н а я Е в р о п а , И р а н , И н

Солнечная атмосфера очень динамична, в ней наблюдаются хромосферные вспышки, солнечный



ветер, солнечная активность, солнечные пятна, солнечная радиация и термоядерные реакции.

Солнечные или хромосферные вспышки - самые быстрые процессы на Солнце. Они начинаются с того, что перед вспышкой идет интенсивное накопление энергии и может длиться некоторое время. Затем внезапно увеличивается во много раз яркость и продолжается 5-10 минут. Свечение постепенно ослабляется до исходного состояния. Вспышка создает очень мощное излучение. Оно состоит из рентгеновских, ультрафиолетовых, видимых лучей, радиоволн и космических лучей. Все эти виды излучений оказывают очень сильное воздействие на Землю.

Ультрафиолетовые и рентгеновские лучи первыми достигают Земли, ее верхних слоев атмосферы - ионосферы. Они прорывают атмосферу и встречаются с магнитным полем Земли. От этого на Земле происходят так называемые магнитные бури.

Вспышки - это облака раскаленных газов в десятки тысяч километров, называемые протуберанцами.

Солнечная активность - это четкая периодичность солнечных циклов активности. Существуют 11-летний и 100-летний циклы (вековой). Такие циклы могут накладываться друг на друга, тогда излучения Солнца достигают наибольшей интенсивности. Подобное совпадение циклов произошло в 1957 году. В годы наибольшей активности Солнца, через каждые 11 лет, увеличивается количество вспышек и пятен. Влияние солнечной активности на биологические процессы отмечается многими исследователями. Этими вопросами занимается *гелиобиология*, один из разделов биологии. Солнце влияет на живые организмы прямым и косвенным путем.

Прямое влияние - это действие электромагнитных излучений, косвенное - влияние солнечной радиации на ионосферу, магнитосферу и атмосферу Земли.



Солнечная активность влияет на заболеваемость, смертность, функциональное состояние нервной системы у людей, размножение животных, в том числе насекомых-вредителей, на миграцию животных, а также на урожайность растений и на ряд других биологических процессов.

Об активности процессов на Солнце можно судить по появлению и исчезновению солнечных пятен.

Солнечные пятна. Число их меняется, но прослеживается четкая периодичность, в соответствии с 11-летним циклом Солнечной активности. В начале этого цикла пятен на Солнце совсем или почти нет. Этот период называется минимумом. Затем пятна появляются на полюсах. Через некоторое время наступает максимум солнечных пятен. Это связано с наибольшей солнечной активностью. Пятна возникают в виде черных точек. Они образуются в фотосфере Солнца, могут достигать 200000 км в поперечнике и существуют 10-20 суток. Температура пятен ниже температуры фотосферы на 1-2 тыс. градусов.

Солнечная радиация. Из мирового пространства на Землю постоянно приходят космические лучи. Солнечная радиация связана с активностью Солнца, это так называемые солнечные космические лучи. Часть космических лучей приходит на Землю из Галактики. Они состоят из протонов, альфа-частиц и др. Солнечная радиация и излучение создают солнечный ветер.

В недрах Солнца при температуре около миллиона градусов и огромном давлении протекают термоядерные реакции, которые сопровождаются выделением большого количества энергии. Источник солнечной энергии - ядерные превращения водорода в гелий в центральной области Солнца. Энергия из глубины переносится в виде излучений во внешние слои Солнца и влияет на земные процессы, создавая солнечно-земные связи.



3.3. Значение Солнца для жизни на Земле

Солнце - источник тепла и света. Количество тепла и света на протяжении многих сотен миллионов лет остается постоянным. Энергия Солнца постоянно пополняется за счет термоядерных реакций в недрах Солнца.

Благодаря своему вращению Земля имеет благоприятный для жизни температурный и световой режим, происходит смена времен года и суток.

В июне - августе солнечных лучей больше в Северном полушарии, здесь тепло и в разгаре лето. В Южном - прохладно и наступает зима. В декабре-феврале Земля перемещается в противоположную сторону орбиты, и полушария как бы меняются местами: больше греется Южное полушарие - лето, а в Северном - прохладно. Причина смены зимы и лета наклон земной оси. Благодаря вращению на Земле происходит смена дня и ночи, что также связано с неравномерностью поступления света и тепла. Наиболее "жаркое" Солнце на экваторе (Солнце стоит "над головой"). По мере удаления от экватора в сторону полюсов количество тепла и света убывает. Чем ближе к полюсу, тем на более длительный срок скрывается Солнце - полярная ночь. Она длится до полугода на самих полюсах - Южном и Северном. Полярная ночь сменяется полярным днем.

Таким образом, Земля получает энергию от Солнца благодаря вращению по орбите и вокруг собственной оси. Тепло и свет - это поток электромагнитных излучений и волн, испускаемых Солнцем за счет внутренней энергии при термоядерных реакциях. Одной из таких реакций является синтез ядер водорода (при этом четыре ядра образуют одно ядро гелия) и выделяется энергия в виде излучений. Термоядерная реакция будет проходить до тех пор пока не иссякнет запас водорода, а этого запаса должно хватить на несколько десятков миллионов лет.



3.4. *Отношение растений к свету и теплу*

Реакция растений на суточный ритм освещения, т.е. соотношение света и темноты (дня и ночи) выражается в изменении питания, роста и развития и называется фотопериодизмом.

Растения приспособлены к различным условиям освещения. В зависимости от приспособленности их делят на три группы: светолюбивые, теневыносливые и тенелюбивые.

Светолюбивые (гелиофиты) - растения открытых мест обитания, не выносящие длительного затенения. Они имеют относительно толстые листья с мелкоклеточной столбчатой и губчатой паренхимой и большим числом устьиц. Для светолюбивых растений характерна высокая интенсивность фотосинтеза. Интенсивность света сдвинута в сторону высокой напряженности и составляет не менее половины полного дневного света. Светолюбивые растения: платан, береза, лиственница, акация, подорожник, ранневе-сенние растения степей и полупустынь, их называют эфемерами.

Теневыносливые растения (сциофиты), выносящие некоторое затенение, но хорошо развивающиеся и на прямом солнечном свете. Листья этих растений имеют слабо дифференцированную столбчатую и губчатую паренхиму. Клетки имеют небольшое число хлоропластов. У них относительно невысокая интенсивность фотосинтеза. К теневыносливым растениям относятся многие древесные и травянистые растения, тепличные, характеризующиеся широким диапазоном освещенности: от сильного затенения до полного солнечного света.

Тенелюбивые растения. В природных условиях развитие таких растений приурочено к затененным местам. Они не требуют полного дневного освещения. Это растительность пещер, низших ярусов леса, водоемов - водные растения.



Водные растения. Известно, что при прохождении света через толщу воды не задерживаются коротковолновые лучи и почти полностью задерживаются лучи с длинной волной. Слой воды толщиной в 34 метра практически полностью поглощает красные лучи, тогда как синие и фиолетовые доходят до глубины 500 м. В связи с этим зеленые водоросли преобладают в поверхностных слоях морей и мелководных водоемах. Бурые водоросли - в средних глубинах морских водоемов, а в глубоководных - водоросли, имеющие красную окраску.

Влияние длины дня, или соотношение света и темноты, связано с образованием в листьях и других органах растений фитогормонов или регуляторов роста растений, влияющих на цветение, образование клубней, луковиц, корнеплодов, а также на переход к покою.

В зависимости от реакции на длину дня растения делятся на длиннопдневные, короткодневные, нейтральные.

Длиннопдневные растения распространены в основном в умеренных и приполярных широтах. У них продолжительность светового периода не может быть меньше 12 часов. К таким растениям относятся некоторые злаки (рожь, овес), лен и др.

Короткодневные растения южных широт произрастают в областях близких к экватору, в субтропиках, к ним относятся такие растения, как рис, просо, сорго, табак, соя и др. Продолжительность дня менее 12 часов.

Нейтральные растения. Такими растениями являются те, у которых световой период или продолжительность дня может быть более или менее 12 часов. К таковым относят большинство растений умеренных широт (гречиха, горох, виноград и прочие).

Фотопериодизм, т.е. реакция организмов на смену дня и ночи, характерна и для животных и связана с биологическими ритмами, в основе которых участву-



ют гормональные и нервные системы организма. Фотопериодичность связана с размножением, осенней и весенней линькой, переходом к зимней спячке, миграцией и многим другим.

Таким образом, суточный ритм освещения, выражающийся в изменении процессов роста и развития, присущ растениям и животным.

Свет на Земле, как и тепло, распределены не равномерно. Земная ось наклонена к плоскости орбиты под углом. Вращение вокруг оси вызывает смену дня и ночи, наклон оси и обращение вокруг Солнца - смену времен года.

Основную массу тепла на Землю посылает Солнце. Оно не одинаково для различных широт и уменьшается от экватора к полюсам Земли. Часть тепла на земную поверхность поступает за счет внутривоздушного источника, где температура соответствует нескольким тысячам градусов. Температурный фактор определяет закономерности распространения и распределения растительного мира и животных на планете. В связи с этим различают следующие пояса.

Тропические - Северного и Южного полушария, где температура зимой не ниже 10°C, а летом 30-35°C. Это пустыни и полупустыни, саванны. Растительность представлена листопадными лесами.

Субтропики в Северном и Южном полушарии отличаются чередованием влажности и температур: умеренной - зимой и тропической - летом. Температурные условия способствуют круглогодичной вегетации растений. Это зоны пустынь и полупустынь.

Субэкваториальные пояса располагаются между тропиками и экваториальными поясами Северного и Южного полушарий. Постоянно высокие температуры, но происходит смена сухого и влажного сезонов. Из растительности распространены муссонные листопадные леса и участки вечнозеленых лесов. Преобладают саванны.



Экваториальный пояс расположен по обе стороны экватора Земли. В течение всего года высокие температуры и обильные осадки. Разнообразная флора и фауна. Преобладают многоярусные густые леса.

Умеренные пояса Северного и Южного полушарий. Характерна четкая сезонность с образованием смешанного покрова и сравнительно теплым летним периодом. Это степи и лесостепи, пустыни и полупустыни.

Субарктика или субарктический пояс в Северном полушарии, между арктическим поясом на севере и умеренным на юге. Это зоны тундры и лесотундры. Растительность и животный мир бедны.

Арктический пояс включает Арктику, в него входит зона арктических пустынь. Температура близка в 0°C "летом", устойчивый ледовый покров - зимой. Преобладает тундровая растительность.

Антарктида или антарктический пояс - это южный природный пояс Земли, включающий Антарктиду и прилегающие острова. Характеризуется низкими температурами, сильными ветрами, снежными бурями, покровным оледенением. Растительность - тундровая. Много птиц. Фауна - киты, ластоногие.

3.5. *Фотосинтез - космическая роль в образовании органического вещества*

Промышленная эра в развитии человечества в 20 веке грозит серьезно нарушить баланс углекислого газа и кислорода на Земле. Источником углекислого газа в атмосфере являются выбросы его из вулканов, от разложения растительных остатков, дыхания живых организмов, сжигания угля, нефти, торфа, газа и т.д. При сжигании горючих материалов в атмосферу попадает около 5 млрд. тонн CO₂ в год.

Фотосинтез - биологический процесс в биосфере, ведущий к накоплению и выделению кислорода



(около 145 млрд. тонн), при этом образуется в среднем 150 млрд. тонн органического вещества ежегодно. Круговорот кислорода и углерода поддерживает современный состав атмосферы, необходимый для жизни на Земле. Фотосинтез препятствует увеличению концентрации СО₂ в атмосфере, предотвращая перегрев земной поверхности. Кислород обеспечивает жизнедеятельность организмов и защищает все живое от губительного действия коротковолнового УФ-излучения, т.н. кислородно-озоновый экран атмосферы.

Загрязнение океанов и морей химическими веществами и нефтью выводит из строя фитопланктон - другой поглотитель углекислого газа. В результате вырубки лесов, лесных пожаров значительно уменьшается фотосинтезирующая поверхность растений, что способствует увеличению СО₂. Учеными подсчитано, что за 100 лет (с 1860 г.) содержание углекислоты в атмосфере возросло на 18%. Дальнейшее увеличение этого газа может привести к резкому потеплению на планете.

4. ОБРАЗОВАНИЕ ЗЕМЛИ И ЭТАПЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ

4.1. Основные данные о Земле

Действительная форма Земли является очень сложной, в связи с наличием высоких гор и глубоких впадин. Наиболее высокая точка на Земле - гора Джомолунгма в Гималаях - достигает высоты 8848 м. Наибольшая глубина 11034 м обнаружена в Марианской впадине. Таким образом, наибольшая амплитуда рельефа Земли составляет около 20 км. Кроме того, на фигуру Земли оказывает влияние ее вращение и сила тяжести. Поэтому Земля сжата на полюсах и по экватору. Учитывая эти особенности, немецкий физик Листинг в 1873 г. фигуру Земли назвал геоидом.



Средний радиус Земли 6371,032 км, экваториальный 6378,160 км. Площадь поверхности - 510 млн. км². Объем - $1,083 \cdot 10^{12}$ км³, масса $5976 \cdot 10^{21}$ кг.

Южный полюс расположен ближе к экватору, чем Северный.

Из общей площади поверхности Земли (510 млн. км²) примерно 71% приходится на водные просторы (Мировой океан) и 29% - суша. Причем, в распределении океанов и материков наблюдается неравномерность. В Северном полушарии это соотношение составляет 61,39%, в Южном - 81,19%.

Внутреннее строение Земли. Изучение внутреннего строения Земли производится различными методами, в основном косвенными. По разрезам шахт и рудников, глубоких буровых скважин. По продуктам извержения вулканов можно судить о составе вещества на глубинах 50-100 км. В целом же глубинное внутреннее строение Земли изучается геофизическими методами: сейсмическим, гравиметрическим, магнитометрическим. Возникающие в очаге землетрясений сейсмические волны как бы просвечивают Землю и дают представление о той среде, через которую они проходят. На основании распространения сейсмических волн, выделяют три главные области Земли (геосфера): **литосфера** (Земная кора и субстрат), **мантия** Земли и **ядро** Земли. Кроме того, к геосфере относят гидросферу, атмосферу и магнитосферу. Нижняя часть атмосферы, гидросфера и верхняя часть литосферы выделяются в **биосферу** - область распространения жизни на Земле.

1. **Земная кора** - верхняя оболочка Земли, мощность которой измеряется от 6-7 км под глубокими частями океанов до 35-40 км под равнинными территориями и до 50-75 км под горами. Верхние слои коры - окаменевшие осадочные породы, средние представлены гранитами и базальтами.

2. **Мантия Земли** распространяется до глубины 2900 км. Она состоит: верхняя мантия - слой глубиной



до 400 км; средняя мантия - до 800-1000 км; нижняя мантия - слой глубиной до 2700-2900 км. Химический состав мантии представлен окислами кремния, железа и марганцы.

3. **Ядро Земли**, подразделяемое на внешнее ядро - слой в пределах 2900-4980 км, переходную оболочку - слой от 4980 до 5120 км и внутреннее ядро - слой до 6971 км. Ядро - железоникелевое.

Средний химический состав Земли близок к среднему химическому составу метеоритов. Высокое содержание приходится на долю четырех элементов - O_2 , Fe, Si, Mg, составляющих свыше 91%. В группу менее распространенных элементов входят Ni, S, Ca, Al. Остальные элементы имеют второстепенное значение.

В составе Земли железа содержится 34,6%, кислорода - 29,5%, кремния - 15,2%, магния - 12,7%.

Тепловой режим Земли определяется излучением Солнца и теплом, выделяемым внутриземными источниками. Самое большое количество тепла Земля получает от Солнца. Оно не одинаково для разных широт и уменьшается от экватора к полюсам. Снижается также на глубине, в результате чего на глубине располагается пояс постоянной температуры, равный среднегодовой температуре данной местности. Глубина расположения пояса в различных районах колеблется от нескольких метров до 20-30 метров. Ниже пояса постоянных температур действует внутренняя тепловая энергия Земли.

Температура внутри Земли определяется в шахтах и буровых скважинах с максимальными глубинами (Кольская скважина - 12 км). Например, на глубине 7 км Кольской скважины температура была 120°C, на 10 км - 180°C, на 12 км - 220°C.

Предполагают, что температура в ядре Земли находится в пределах 4000-5000°C. Источники тепла внутри Земли связаны с распадом долгоживущих радиоактивных элементов ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{40}K , ^{87}Rb .

Пе-



риоды полураспада изотопов соизмеримы с возрастом Земли.

Образование ядра сопровождалось катастрофическими событиями на Земной поверхности - землетрясениями, вулканическими извержениями.

По расчетам ученых, полного успокоения недр планеты осталось ждать недолго - примерно 1500 млрд. лет.

4.2. Луна - природный спутник Земли

Луна находится от Земли в среднем на расстоянии 384400 км. В течение движения Луны вокруг Земли расстояние изменяется в пределах от 356 до 406 км. Период обращения вокруг Земли 29,5 суток. Диаметр Луны 3476 км. Масса $7,35 \cdot 10^{22}$ кг.

Луна всегда привлекала исследователей. Наблюдения в телескоп дали много ценного для изучения лунной топографии. Много интересного дают Лунные затмения. За полуторачасовое пребывание Луны в тени Земли ее поверхность охлаждается до -100°C . В разгар солнечного дня температура Лунного грунта на экваторе достигает $+130^{\circ}\text{C}$, а после захода Солнца опускается до -170°C .

На Луне нет зари и сумерек, нет ветра, облаков и радуги. Небо на Луне черное и на нем одновременно можно увидеть Солнце и звезды. Светит Луна отраженным Солнечным светом. Свет до Земли доходит за 1 1/4 секунды.

Луна - предмет многочисленных исследований, в т.ч. космических. Для изучения этого спутника использовалась серия автоматических межпланетных станций советских: "Луна-1", впервые стартовавшая 2 января 1959 года, а всего около 20 станций. На Луне работал советский "Луноход". Американцы исследовали Луну с помощью космических аппаратов "Аполлон". Первый человек ступил на поверхность Луны (Н. Армстронг, США) 21 июля 1969 года. Экипаж



состоял из трех космонавтов. Всего на луне побывало 6 космических кораблей. Они доставили на Землю 383 кг лунных скальных пород и грунта.

Поверхность Луны неровная, гористая, покрыта многочисленными кратерами, представляющими собой кольцевые впадины диаметром от сантиметров до сотен километров, метеоритного происхождения. Темные пятна - равнинные области, называемые морями и расположенные ниже среднего уровня поверхности. Они занимают 16% поверхности Луны и покрыты породами, сходными с земными базальтами, возраст которых 3-3,5 млрд. лет. Лунный грунт - реголит - состоит из мелкозернистого обломочно-пылевого материала.

Изучение лунного грунта позволило сделать следующие выводы о происхождении Луны и лунных пород. Возраст Луны около 4,6 млрд. лет, т.е. Луна и Земля образовались в одно и то же время.

Цвет лунного грунта темно-серый и черноватый, в зависимости от того под каким углом зрения смотрят на грунт, у него возникают то зеленоватые, то красновато-бурые оттенки. В нем обнаружены капли - шарики - прозрачные или мутноватые. Лунный грунт содержит около 70 химических элементов и изотопов: кремний, титан, алюминий, железо, магний, торий, уран и др. Ученые полагают, что образование пород на Земле и Луне шло сходными путями.

Сила тяжести на Луне в 6 раз меньше, чем на нашей планете, слабая сила тяжести притяжения не позволяет удержать воду и атмосферу. Водоемы быстро испарились бы, а водяной пар улетучился бы в космос.

На Луну, ее форму, орбиту и вращение большое влияние оказывают Земля и Солнце, и в некоторой степени Венера и Марс. В свою очередь Луна воздействует на многие процессы на Земле.

Луна оказывает влияние на земные колебания воды в океанах и морях, называемые приливами и 34



отливами у берегов. В течение суток уровень воды у берегов дважды повышается и дважды понижается.

Повышение и понижение продолжается в среднем 6 часов 12,5 минут. Один из двух приливов в течение суток в данной местности наступает вскоре после того, как Луна достигает самого высокого положения на небе. Разность между уровнями воды при приливе и отливе достигает в среднем 4-5 метров, а у берегов Канады у одной из бухт до 18 метров, в бухтах Охотского моря около 13 м.

Во внутренних морях приливы и отливы незначительные, примерно 1-2 метра.

Под действием приливообразующих сил деформируется водная среда и твердое тело Земли, происходят изменения свойств атмосферы.

Разность уровня воды во время прилива и отлива используется для получения электричества - приливные электростанции.

4.3. Характеристика этапов развития Земли

Историю образования и развития Земли начинают изучать с докембрийского периода (таблица 2.1.), он занимает огромный промежуток времени, примерно 8/9 геологической истории, от рождения планеты до рубежа 550-570 млн. лет назад. Продолжительность этого периода около 4 млрд. лет.

Поверхность Земли около 5 млрд. лет назад начала постепенно остывать. Планета покрылась твердой оболочкой, но в ее глубинах продолжал кипеть расплав. Началось формирование земной коры. Поверхность напоминала лунный ландшафт - это лунная стадия развития планеты. С образованием земной коры связано и формирование атмосферы. Однако, первобытная атмосфера резко отличалась от современной. Древняя атмосфера содержала водород, метан, аммиак, пары воды и имела восстановительный характер. Образование кислорода произошло значительно позднее. Мало в то время было и воды.



4.3.1. Архейский период

Лунная стадия развития Земли завершилась немногим более 4 млрд. лет назад и начался архейский этап, геологическая эволюция нашей планеты.

Для этого периода характерно расчленение его на два: нижний и верхний периоды.

Нижний архей, или древнейший, или катархей. Об этом периоде имеются очень скудные сведения, причем, немало спорных предположений и представлений о древних геологических эпохах.

Поверхность Земли имела своеобразный вулканический рельеф. Вулканы и отдельные вулканические горные хребты разрушались водными потоками. Обломки сносились в понижения, где накапливались. Это были первые осадочные породы. Они уплотнялись в течение времени и под влиянием тепла из недр превращались в серые гнейсы.

В морях накапливались пески и карбонатные осадки, в них изливалась и застывала вулканическая лава.

Застывшая лава и осадочные породы прорывались магмой. В земной коре стали возникать овальные воздушные купола (Д - десятки и сотни километров). Они стали зачатками будущих континентов. В начале архея таких зародышей было 10-12 в экваториальном поясе. В дальнейшем они раскалывались и исчезали под натиском расплавленной магмы и вновь образовывались. До наших дней остатки древних континентов не сохранились (рис. 4.1.).

Верхний архей. Между обломками континентов возникали зеленовато-каменные пояса, которые состояли из изверженных пород, кремнистых осадков морей. Зеленый цвет породам придавал хлорист, содержащийся в вулканических породах.

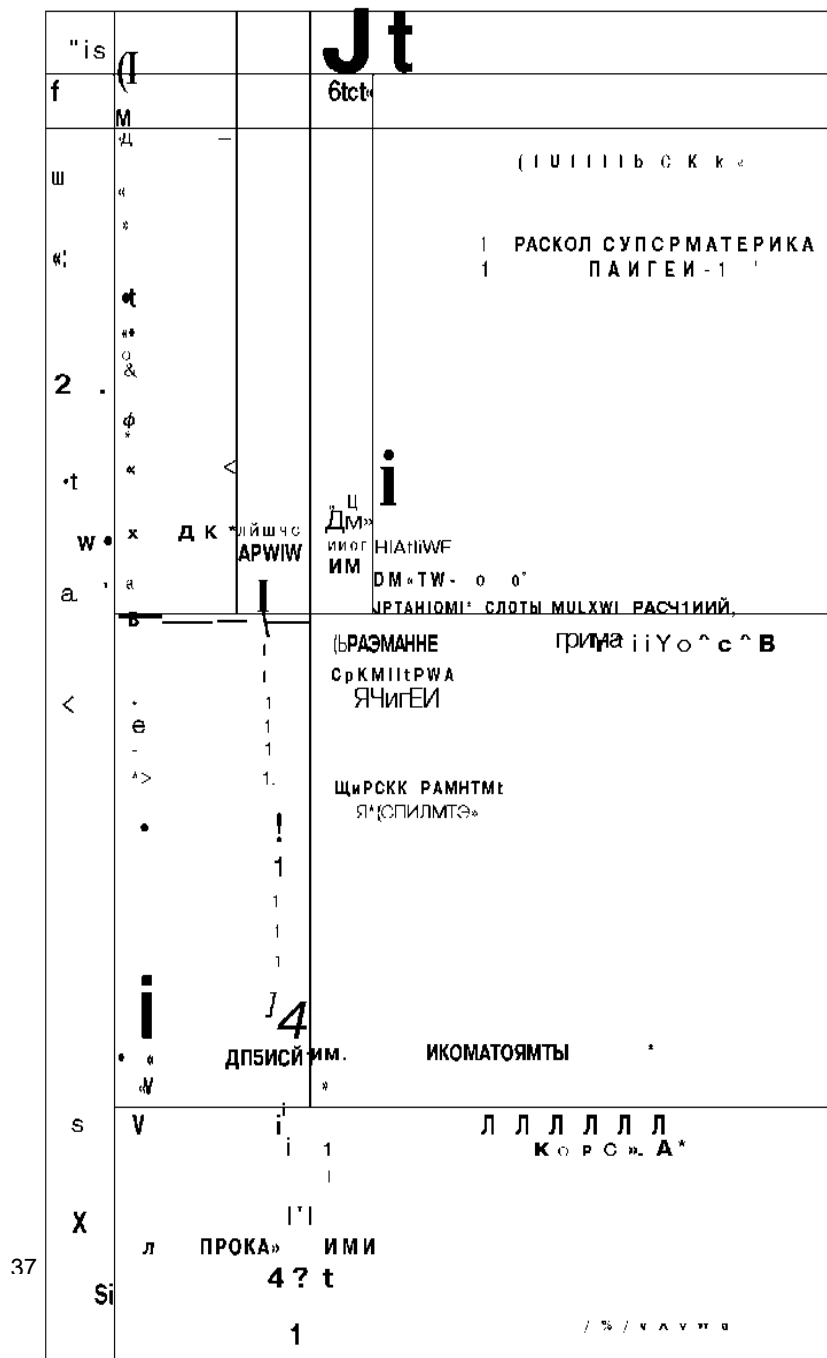


Рис. 4.1. Схема эволюции органического мира и главнейшие глобальные события в позднем архее - протерозое; 1 - оледенение, 2 - складчатость (по Н.Короновскому).

Характерной особенностью архея является образование пластичных гнейсовых масс и твердых - гра-нитизированных. Они перемешивались, поднимались



и погружались и к концу архея образовали первичную земную кору. Температура в архейское время на поверхности Земли была около 100-250°C. В атмосфере низкое содержание кислорода. Короткие волны ультрафиолетовой части спектра свободно достигали поверхности Земли. Происходили процессы осадко-накопления. В этих условиях уже возможно зарождалась жизнь.

Жизнь, характерная для архея. Горные породы катархея и архея дошло до нас в сильно измененном состоянии, т.к. подвергались действию высоких температур и давления, однако, некоторые из них сохранили микроскопические включения. В породах, образовавшихся примерно 3,2 млрд. лет назад, обнаружено множество осадков сферической и нитевидной форм. Ученые предполагают, что это было нечто похожее на бактерии и, возможно, водоросли. Исключительную роль в их образовании сыграли два фактора: гравитационное притяжение Земли, которое удерживало атмосферу вблизи поверхности, и вода, находящаяся в жидком состоянии, при соответствующей температуре. Следовательно, наиболее древние следы органической жизни установлены в породах с возрастом в 3,2-3,5 млрд. лет.

Архей - это время господства прокариотов - бактерий и цианобактерий (сине-зеленых водорослей), называемых строматолитами. Они обнаружены в Австралии. Их возраст оценивается примерно в 3,5 млрд. лет. Это подтверждено изотопным методом. Выводы: изотопный состав углерода в архее соответствует современному составу живых объектов. В архейских породах присутствует углерод в виде графита, который является результатом концентрации его какими-то организмами.



4.3.2. Протерозойский период

На рубеже двух древнейших эр - архея и протерозоя - в жизни планеты произошли колоссальные события. На материках резко активизировалась магматическая деятельность, возникли обширные горные системы. Температура резко снизилась и произошло оледенение. Лед покрывал огромные площади континентов.

Виновниками глобальных изменений на планете были:

- 1) из ядра Земли в огромном количестве выделялись газообразные вещества, что повлияло на состав атмосферы и гидросферы;
- 2) увеличение объема и подъем уровня вод Мирового океана;
- 3) быстрый рост фотосинтезирующих водорослей, которые выделяли кислород.

Кроме этих трех причин следует добавить усиление вулканических извержений. Земная кора стала обогащаться кремнеземом. Появление кислорода способствовало разнообразным окислительным реакциям. Кроме кремнезема образуются карбонаты, известняки.

На огромных просторах морского дна накапливались отложения, которые называются железистыми кварцитами (джеспилиты). Многокилометровые толщи железистых кварцитов распространены по всему миру. На территории б. СССР это знаменитые железорудные месторождения Курской магнитной аномалии (Россия) и Кривого Рога (Украина). Запасы железной руды поистине неисчерпаемы.

Для протерозоя характерно расчленение на два периода: ранний или нижний протерозой и поздний протерозой или рифей (основной период).

Продолжительность протерозоя около двух млрд. лет.



Главной особенностью Земли в этот период стали два геологических события:

- образование континента Мегатеи (Пангеи-1) и ее распад;
- обширное оледенение и похолодание. Примерно 2,5-1,7 млрд. лет назад разрозненные

по планете континенты стали сближаться и образовали единый суперконтинент - Мегатея. Расстояния между континентами значительно сократились, а находящиеся между ними океаны уменьшились. В конце рифея целостность суперконтинента была нарушена действием тектонических и магматических процессов. Появилось множество расколов. Отколовшиеся континентальные глыбы стали расходиться в разные стороны. Одновременно с перемещением континентов на их окраинах действовали вулканы и образовывались горные складчатости (рис. 4.1.).

В протерозое было два великих оледенения.

Первое - на рубеже архея и протерозоя, второе - в конце рифея (венд). Последствия второго оледенения сохранились до сих пор по оставленным следам на горных породах, а в долинах - по выпавшим валунам. Похолодание привело к гибели многих живых организмов.

Жизнь, характерная для протерозоя. Как уже отмечалось, около 3-3,5 млрд. лет назад появились одноклеточные организмы - простейшие формы жизни, которые приспосабливались к любым, самым невероятным условиям и потихоньку приспосабливали условия к себе. Эти организмы готовили среду для последующих поколений. Это долгий путь - почти 2 млрд. лет продолжалось архейское время, и еще 1 млрд. лет протерозоя.

В начале протерозоя все больше живых организмов стали использовать энергию Солнца - **фототрофы**.

Появились **гетеротрофы** - организмы, которые употребляют готовые органические вещества. Но в



раннем протерозое ледниковый покров распространился почти по всей планете. Изменились условия жизни живых организмов, которые привели к усложнению строения клетки. Появились первые **эвкарио**-ты. Это одноклеточные организмы, но обладавшие обособленным ядром (ДНК), что способствовало их выживанию и новым способам размножения. На смену почкования и простого деления пришли и другие формы размножения, позволявшие иметь разнообразное потомство.

В протерозойских отложениях остатки организмов встречаются в виде круглых (шаровидных) одноклеточных бактерий и водорослей, но среди них уже существовали и нитевидные, и разветвленные, и жгутиковые водоросли. Появились колониальные формы, где отдельные организмы объединились в общую систему. Возникли животные и растения. Мы ничего не знаем о самых первых многоклеточных существах, но точно знаем, что они жили не менее 1,5 млрд. лет назад. Это зарывающиеся животные с сильными мускулами для зарывания в ил. По-видимому, многие из первых многоклеточных организмов были илоедами. Они пропускали через себя верхние слои ила и улавливали живые бактерии и водоросли.

В конце протерозоя - 700-800 млн. лет назад - берет начало разнообразный мир животных, многих из которых мы знаем сегодня (медузы, кишечнополостные), некоторые невозможно сравнить с современными. На мелководьях океанов процветали огромные водоросли - вендотении, похожие на морскую капусту, достигавшие в длину 1 м. Воды заселяли бактерии, водоросли, грибы.

Последний период протерозоя, предшествующий фанерозою, носит название венд. Это небольшой промежуток времени, длительность которого примерно 8 млн. лет. Остатки этого периода многообразны.



Находят остатки многоклеточных организмов, лишенных твердого скелета: медуз диаметром более полуметра, плоских червей около одного метра (рис. 4.2.).

Ученые архей и протерозой называют крипто-зоом, т.е. временем скрытой жизни. С венда, с появлением многоклеточных форм жизни, Эон исследователи предложили называть фанерозоом, т.е. временем явной жизни. К фанерозою относят палеозойскую, мезозойскую и кайназойскую эры.



Рис. 4.2.
 ВЕНД. Ландшафт морского дна: 1 - примитивный сидячий полип *Nemiana simplex*; 2 - *Vendia sokoiovi* (билатерально-симметричный организм неясного систематич. положения); 3 - примитивная сидячая медуза *Cyclomedusa plana*; 4 - *Dickinsonia costata* (крупные листовидные сегментированные организмы, стоящие по уровню организации, очевидно, между кишечнополостными и плоскими червями); 5 - медуза *Hierialora stellaris*; 6 - сцифомедуза *Kimberella quadrata*; 7 - примитивная сидячая медуза *Ediacaria flindersi* (до 1 м в диаметре); 8 - *Gharnia masoni* и 9 - *Charntodiscus oppositus* - организмы неясного систематич. положения; 10 - многоклеточная слоевищная водоросль вендотения (*Vendotaenia*), возможно, древнейший представитель бурых водорослей; 11 - *Spriggina floundersi*!, возможный предок трилобитов; 12 - представитель вымершей группы беспозвоночных *Ttibrachidium heraldicum*, обладавших трехлучевой симметрией. (Биологический энциклопедический словарь).



4.3.3. Палеозойская эра

Ее начало примерно 570 млн. лет назад. Группа включает 6 геологических систем (периодов):

кембрийскую -	кембрий;
ордовинскую -	ордовик;
силурскую-	силур;
девонскую -	девон;
каменноугольную -	карбон;
пермскую -	пермь.

Кембрий

Первый период палеозойской эры геологической истории. Кембрий начался 570 млн. лет назад, длительность около 70 млн. лет. На планете происходили крупные события (рис. 4.3.).

Начавшийся еще в протерозое-рифее раскол Ме-гагеи продолжался, определились материки (СевероАмериканский, Восточно-Европейский, Китайский, Сибирский). Они были рассредоточены в районе древнего экваториального пояса. Распад Мегагеи сопровождался образованием новых океанов, поднятием из глубин мантийных масс и созданием протяженных хребтов - складчатости. В Кембрийском периоде в Южном полушарии материки расположились компактно и образовали материк Гондвану. В ее состав входили современная Южная Америка, Африка, Антарктида и Австралия.

В кембрии повышался и понижался уровень Мирового океана (рис. 4.3.). Затоплялись окраины и пониженные участки континентов. Продолжалось потепление. В атмосфере основную роль стал играть азот, количество углекислого газа понизилось, а содержание кислорода увеличилось.

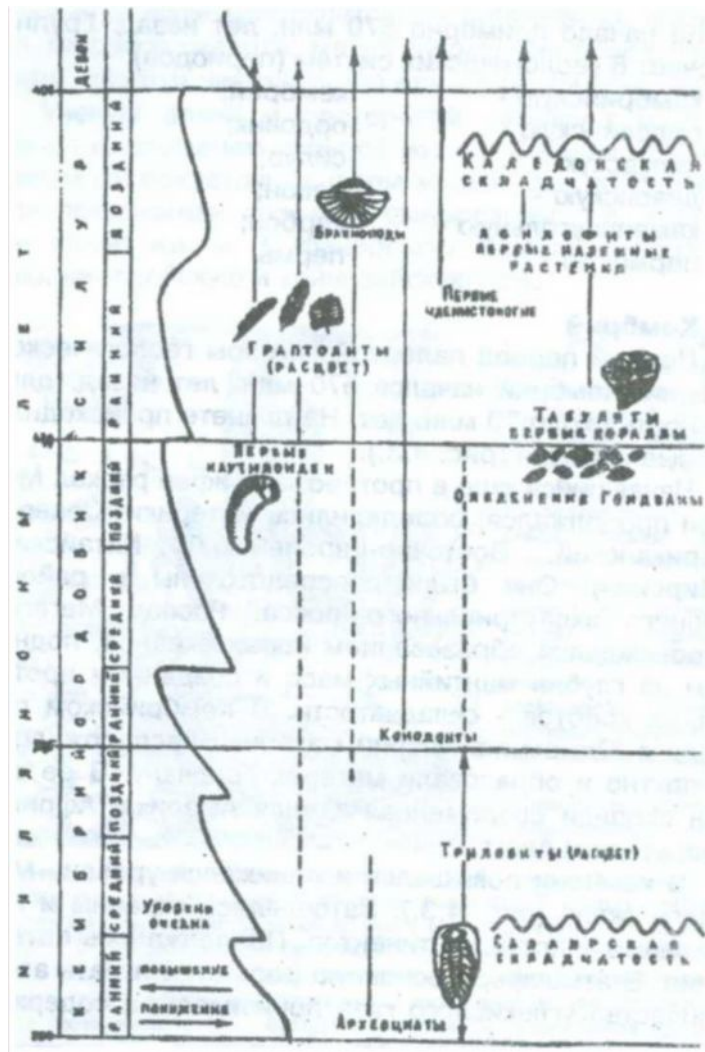


Рис. 43 - р хвм а э «люции органического мира и
главнейшие
глобальные события в раннем палеозое. Кривая изменения уровня
океана.



Жизнь этого периода. В мелководных морях большое разнообразие. У животных начал формироваться твердый скелет. В кембрии появились и распространились трилобиты, брахиоподы, гастроподы, губки, радиолярии и другие беспозвоночные. Существовали моллюски, черви, иглокожие. Растительный мир представлен син



Рис. 4.4. Кембрийский период. Представители морской фауны: 1 - медузы; 2 - губки; 3-5 - трилобиты (3 - *Trilobita*, 4 - *Paradoxides*, 5 - *Lusatiops*); 6 - хиолит *Hyolithes*; 7 - беззамковые плеченогие (*Inarticulate*); 8 - археоциаты; 8 - водоросли.

Суша еще оставалась безжизненной.

Для кембрия, **8** его конце, характерно образование Салаирской складчатости, в результате которой возникли горные сооружения в пределах Алтае-Саянской территории. Из полезных ископаемых кембрия - месторождения фосфоритов (Казахстан, Монголия, Китай). В настоящее время это крупные месторождения удобрений и сырья для химической промышленности.

Ордовик

Ордовик начался около 500 млн. лет назад, его продолжительность 60 млн. лет.



Представители животного мира: радиолярии, острако-иды, черви, мшанки, моллюски, трилобиты, граптолиты, брахиоподы и кишечнорастворимые. Появились первые беспозвоночные - бесчелюстные рыбообразные.

Растительный мир по-прежнему представлен водорослями, но в конце ордовика стала распространяться наземная растительность. Мелководья и приморские низменности покрывались зарослями мхов. Господствовали бактерии, грибы, водоросли.

Силур

Силур соответствует третьему периоду палеозоя. Начало его 440 млн. лет назад, длительность 30 млн. лет.

В этот период резко активизируется тектоническая и вулканическая деятельность, что способствовало сильному изменению земной поверхности. Возникли возвышенности, горные массивы. Таким же неравномерным и контрастным был рельеф Мирового океана. Атмосфера силура содержала большое количество углекислого газа и кислорода. Климатические условия были разнообразными, в результате чего выделились климатические пояса. Климат разделялся на сухой и влажный. Оледенение продолжалось до начала силурского периода. Начало силура характеризовалось также глобальным наступлением моря на сушу, в результате интенсивного таяния ледников.

Жизнь этого периода. Потепление климата и повышение уровня морей способствовали расцвету населения: разнообразные кораллы, строматопоры, мшанки, морские лилии, губки с известковым скелетом, разные моллюски. Появились первые примитивные рыбы (рис. 4.6.). В силуре начали формироваться основные классы беспозвоночных организмов. Растительный мир характеризовался появлением наземной растительности - риниофиты, примитивные вымершие виды.

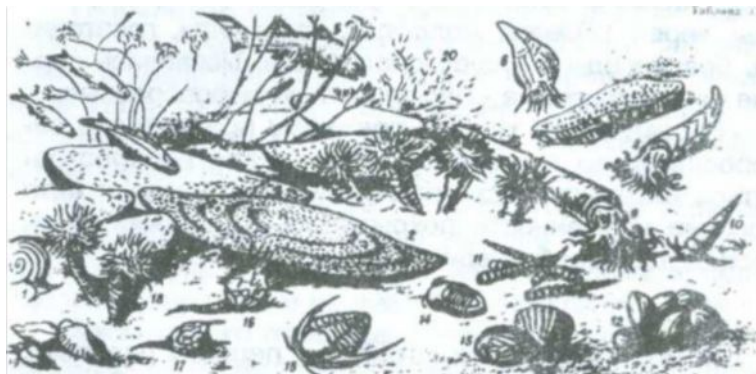


Рис. 4.6. Силурийский период. Представители морской фауны: 1 - брюхоногий моллюск *Cyclotropis*; 2,7 - коралловые полипы (2 - *Tabulate*, 7 - *Favosites*); 3 - беспанцирные бесчелюстные *Birkenia*; 4 - морские лилии *Scyphocrinus*; 5 - рыбы из класса акантод; 6, 8, 9 - головоногие моллюски (в - *Octarnerella*; 8 - *Rhizoceras* с согнутой раковиной, 9 - из сем. *Orthoceratidae*); 10 - брюхоногий моллюск *Murchisonia*; 11 - пустые раковины тентаку-лит; 12, 13 - замковые плеченогие (12 - *Pentamerus*; 13 - *Conchidium*); 14, 15 - трилобиты (14 - *Iliaenus*, 15 - *Dfonkjae*); 16, 17 - примитивные иглокожие; 18 - одиночные четырехлучевые кораллы; 19 - двустворчатые моллюски; 20 - водоросли.

Основные полезные ископаемые силура: медно-колчедановые руды, фосфориты, марганцевые и железные руды, гипс, соль.

Девон

Четвертая система палеозойской эры девон начался 410 млн. лет назад, длился около 60 млн. лет.

Начало периода характеризовалось отступанием моря. В девоне Гондвана медленно перемещалась на юго-запад, а основная ее часть располагалась в Западной полушарии. Впоследствии в результате дрейфа соприкоснулась с Западной Европой. В это время в Северной полушарии при столкновении литосферных плит образовался новый материк, названный Евроамерикой. К Евроамерике присоединились Сибирский и Китайский континенты. Этот крупнейший

суперконтинент Северного полушария называют Лавразией. Она отделялась от Гондваны океаном.

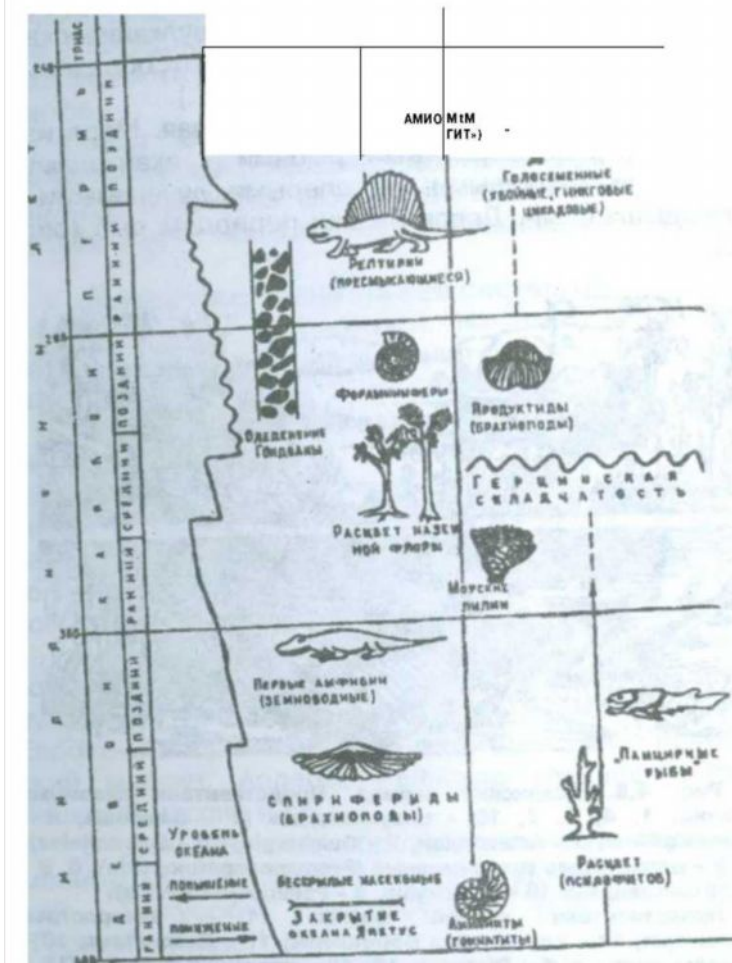


Рис. 4.7. Схема эволюции органического мира и главные глобальные



В девоне на суше формировались пески, глины, осадочные породы с примесью гипса и карбонатов. Климат континентальный: от ледникового до засушливого. Активизируются землетрясения и вулканическая деятельность. В конце периода начинает образовываться герцинская складчатость (рис. 4.7.).

Жизнь этого периода разнообразная. Моря изобиловали разнообразными рыбами - акантодами, антиархами, хрящевыми, кистеперыми, лучеперыми и двоякодышащими. Девон назван периодом рыб (рис. 4.8.).

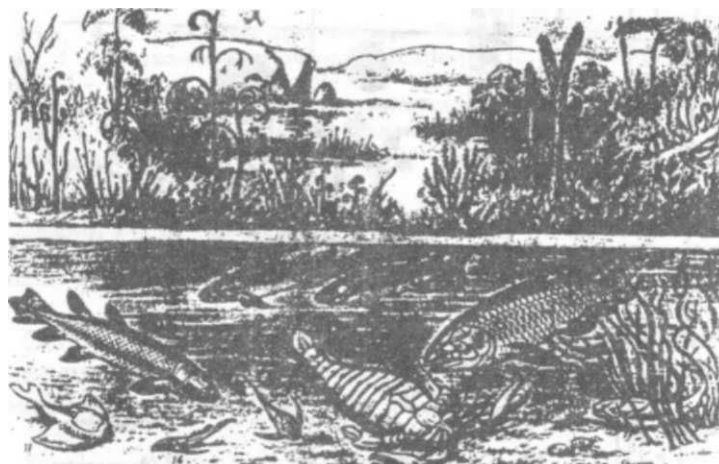


Рис. 4.8. Девонский период. Представители наземных растений. 1, 4, 5, 7, 10 - плауновидные (1 - Sawdonia, 4 - Archaeosigillaria, 5 - Asteroxylon, 7 - Duisbergia, 10 - Barrandeina); 2, 3, 9 - древнейшие голосеменные (ProgymnospermopskJa); 6, 8 - папоротниковидные (в - Cladoxylon, 8 - Pseudosporochnus).

Представители донной фауны: 11 - гетерострак Psammolepis; 14 - плакодерма Bothriolepis; 17 - Coccosteus; 13 - двоякодышащие рыбы Dipleterus; 12, 16 - кистелерые рыбы (12 - Eusthenopteron, 16 - Holoptychius); 15 - гигантское членистоногое Pterygotus (лежит брюшной стороной вверх).

В девоне началось интенсивное заселение континентов. Появились древесные формы, которые распространились далеко от берегов морей, но в основ-50



ном на приморских низменностях. Это были низкорослые почти лишенные листьев растения.

В девоне на суше формировались пески, глины и другие осадочные породы красного цвета. Поэтому уже в середине периода имелись отличия между составом растительного покрова разных частей континентов.

Среди наземных беспозвоночных животных существовали паукообразные, многоножки, а в позднем периоде появились земноводные, местом обитания которых были заболоченные низменности.

Карбон (каменноугольная система) Пятая система палеозоя.

Начался карбон примерно 350 млн. лет назад, длительность 65-75 млн. лет.

Период характеризовался следующими событиями в развитии Земли. В начале периода море затопило значительную часть материка, в конце периода в Южном полушарии, на материке Гондвана, наступило значительное оледенение. В карбоне тектонические движения привели к интенсивному образованию герцинской складчатости.

В результате герцинской складчатости возникли горы огромной протяженности. Складчатость затронула Урал, Тянь-Шань, Алтай, Кунь-Лунь, Аппалачи. В Европе Кембрийские горы, Центральный Французский массив, Арденны, Рейнские сланцевые горы, Чешский массив и др.

В этом периоде образовались крупнейшие каменноугольные бассейны мира - Донецкий, Кузнецкий, Тунгусский, Аппалачский (США), Рурский (Германия) и др.

Материки дрейфовали и сближались, в Северном полушарии образовался суперконтинент Лавразия. В конце карбона и в следующем периоде между Лавразией и Гондваной расстояние настолько сократилось, что возник новый супергигантский континент - Пан-



гея. При сближении материков активизировались тектонические движения, которые осложнили рельеф земной поверхности. Вблизи материков в океанах образовались островные дуги. На суше наряду с низменностями существовали возвышенности. В начале периода на планете господствовал экваториальный и тропический климат. Во второй половине карбона природные условия сильно изменились в сторону похолодания. Местами похолодание было настолько сильным, что возникли ледники.

Исследователи считают, что Земля в позднем карбоне была очень похожа на современную: существовали такие же климатические зоны и области, как и в настоящее время.

Органическая жизнь карбона. Существование в тот период климатических поясов способствовало разнообразию растительного и животного мира. Растения продолжали заселять земную поверхность. На суше господствовали земноводные животные. Обилие растительной пищи способствовало появлению пресмыкающихся растительноядных. Стали появляться хищники - зверообразные рептилии.

В то далекое время росли гигантские растения, так плауны достигали 40 м в высоту и 6 метров в обхвате, пространство суши покрывалось плаунами, хвощами, древовидными папоротниками. Падая в воду, стволы этих деревьев превращались в залежи каменного угля. А самый ценный уголь антрацит получался из скопления множества спор, которые падали в воду с деревьев.

В каменноугольный период в лесах появились насекомые, причем, иногда они вырастали до невероятных размеров. Например, размах крыльев у некоторых стрекоз достигал 70 см. А пауки и скорпионы достигали размеров морской свинки.

Таким образом, растительный мир был представлен древовидными папоротниками, плауновыми, появились первые хвойные. Суша заселилась первыми 52

наземными позвоночными - стегоцефалами, а также насекомыми (рис. 4.9).



Рис. 4.9. Каменноугольный период. Представители флоры и фауны: 1 - липидодендрон *Lepidodendron*; 2 - сигиллярия *Sigillaria*; 3 - каламит *Calamites*; 4 - птеридосперм *Neuropteris*; 5 - гигантское насекомое *Meganeura*; 6, 7, 8 - земноводные (6 - *Dolichosoma*, 7 - *Branchiosaurus*, 8 - *Microbrachis*).

Пермь

Последняя система палеозойской эры. Начало ее определяется 250 млн. лет назад, продолжительность 55 млн. лет. Период характеризовался интенсивными тектоническими движениями, связанными с завершением деятельности герцинской складчатости и обширными регрессиями моря. Гондвана, большая часть которой располагалась в южнополярном районе, соединялась с Лавразией. Полностью сформировался суперматерик Пангеи. Формировались горные массивы Центральной Азии. В результате тектонических движений литосферных плит по краям плит возникли горы и горные массивы. В межгорных котловинах располагались озера. В тропиках и субтропиках раскинулись гигантские пустыни и полупустыни. Климат стал холоднее и суше.

Органическая жизнь перми. Изменение климата вызвало изменение жизни на Земле. Исчезли

влажные леса папоротников и плаунов. Вместо них появились хвойные. В конце перми вымерло подавляющее большинство морских беспозвоночных животных, исчезли многие кораллы, древние морские ежи и лилии. Сократилось число рыб. На суше исчезли примитивные амфибии. На смену земноводным пришли крокодилоподобные лабиринтодонты, способные переносить сухие сезоны. Жили они в неглубоких озерах и поймах рек. На планете заканчивали господствовать земноводные, их теснили рептилии 1 (рис. 4.Ю.).



Рис. 4.10. Пермский период. Представители фауны пресмыкающихся: 1 - скутозавр (*Scutosaurus karpinskii*); 2 - иностранцевия (*Jnostrancevia alexandri*); 3 - пермоцинодон (*Permocynodon*).

4.3.4. Мезозойская эра

Ее начало 230 млн. лет назад, продолжительность 163 млн. лет. Подразделяется на три геологических периода (системы):

- триасовую - триас,
- юрскую - юра,
- меловую - мел.

В мезозойской эре отмечается интенсивное проявление **сжатости**, горообразования и магматизма (рис. 4.11).

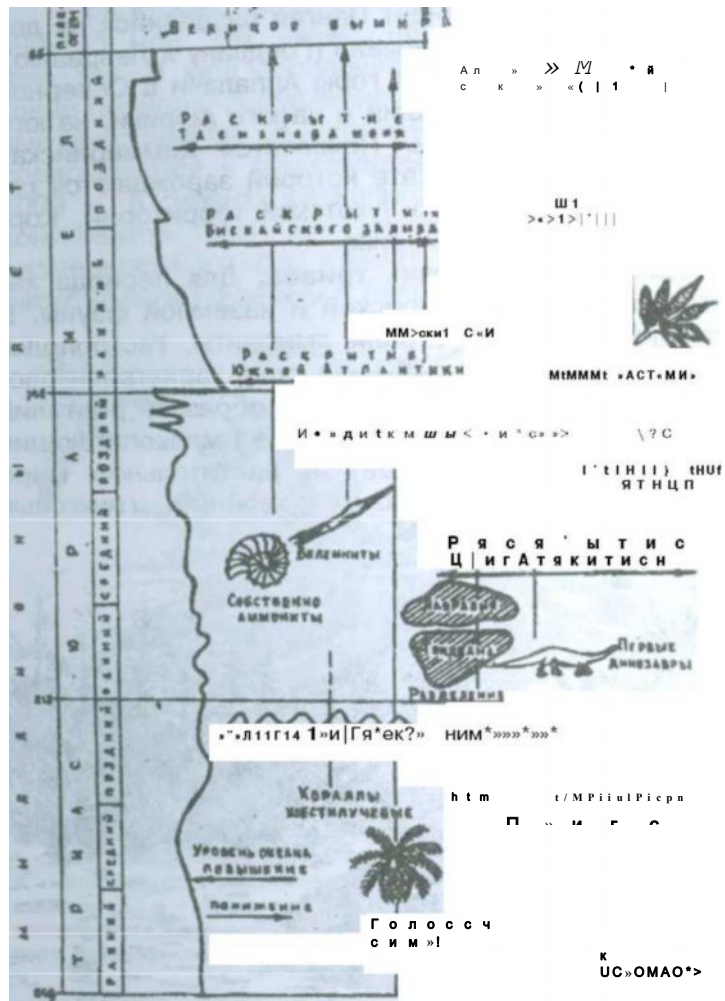


Рис. 4.11. Схема эволюции органического мира и главнейшие глобальные события в мезозойскую эру.

Триас

Это самый ранний период мезозоя, начался 230 млн. лет тому назад, продолжительность 35 млн. лет. Триас называют временем крупнейших расколов земной коры. Суперконтинент Пангея разделился на две части, которые ее образовали (Гондвану и Лавразию). Продолжали подниматься горы Аппалачи в Северной Америке, горы в Австралии и на юге Африки, на юге Сибири и в Монголии. Появляется Киммерийская складчатость, в результате которой зарождаются горы в области Верхояно-Чукотской территории, Кордильеры в Северной Америке.

Органическая жизнь триаса. Для периода характерно обновление морской и наземной фауны. В морях главную роль играли аммониты, гастроподы, появились костистые рыбы. На суше характерен расцвет пресмыкающихся, главным образом рептилий (динозавров), появились первые млекопитающие (яйцекладущие и сумчатые). В растительном мире преобладали папоротниковые, хвойные, гинкговые (рис. 4.12.).



Рис. 4.12. Триасовый период. Представители флоры и фауны. 1, 2 - цикад офиты (1 - *Dioonitocarpidium*, 2 - *Pterophyllum*); 3 - хвойные *Voltzia*; 4 - папоротник *Crematopteris*; 5 - хвощ *Equisetites*; 6 - лабиринтодонт *Mastodonsaurus*.



Полезные ископаемые - уголь, нефть, алмазы, медно-никелевые руды, уран.

Юра

Юра вторая, средняя система мезозоя. Началась **190-195** млн. лет назад, продолжительность 55-58 млн. лет. В юре произошли следующие события: в конце периода наступление моря на сушу; значительные пространства на континентах заливаются водой и превращаются в мелководные моря, глубиной **8001000** м, в океанах несколько тысяч метров. Внутри континентов текли многочисленные реки. Равнины, низменности и горы. Климат теплый. Продолжилось расхождение Гондваны и Лавразии.

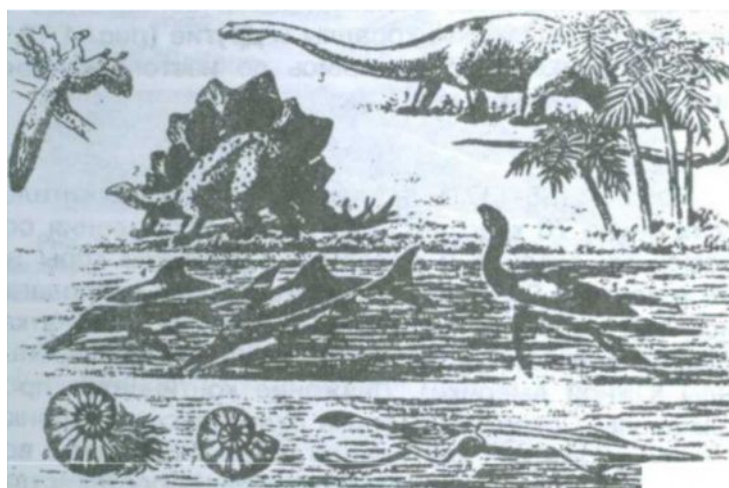


Рис. 4.13. Юрский период. Представители наземной фауны: 1 - археоптерикс (*Archaeopteryx*); 2, 3 - динозавры (2 - стегозавр, 3 - диплодок). Представители морской фауны: 4, 5 - пресмыкающиеся (4 - ихтиозавр, 5 - плезиозавр *Cryptocleidus*); 6, 7, 8, -головоногие моллюски (6 - аммонит *Virgatites*, 7 - раковина аммонита *Euaspidoceras*, 8 - белемнит).

Органическая жизнь юры. Равнины, низменности, побережье покрывали густые леса из хвойных деревьев, под пологом леса имелись папоротники и



хвощи. Преобладали голосеменные растения. К концу периода климат становится суше, леса отступают к побережью, в глубине континентов они редели и переходили в степи и саванны.

Животный мир был очень разнообразным. Широкое распространение получили рептилии - динозавры, обладавшие гигантскими размерами, отдельные экземпляры длиной 20-25 м и весом более 30 т. Вели водный и сухопутный образ жизни. Некоторые рептилии приспособились к обитанию в воздухе. Летящие ящеры разных размеров (рамфоринхи, птеродактили, птеранодоны). Появились крупные и мелкие птицы. Разнообразием отличалась и морская фауна беспозвоночных: аммониты, белемниты, двухстворчатые и брюхоногие моллюски, кораллы и другие (рис. 4.13.). В юре возникли и сохранились до настоящего дня коралловые рифы.

Мел

Начало 135-137 млн. лет назад, продолжительность около 70 млн. лет. Это время оформления современных океанов и материков. Возникли горы на юге и востоке Евразии. Складчатые пояса располагались на огромной территории (Чукотка, Камчатка, Дальний Восток, Восточная часть Китая, юг Европы, Анды Южной Америки). Движение континентов продолжалось. Северная Америка отделялась от Африки и Евразии. Многие континенты оказались залиты водой. Моря и океаны занимали большие пространства. Моря были теплыми. К концу периода наступило резкое похолодание, но даже на полюсах было не так холодно, как в наше время.

Органическая жизнь мелового периода. В середине мелового периода широко расселились про-крытосеменные растения, которые заняли главенствующее положение в растительном мире. Особенно пышными были леса тропиков. Они напоминали современные экваториальные леса. Много было голо-58



семенных и папоротников. В животном мире происходило развитие, а затем вымирание последних аммонитов и белемнитов, многих видов крупных пресмыкающихся. Были распространены зубастые птицы, костистые рыбы, крупные рептилии, первые плацентарные млекопитающие (рис. 4.14.). Началось вымирание гигантов - динозавров, растянувшееся на миллионы лет.



Рис. 4.14. Меловой период. Представители фауны: 1, 2, 3 - динозавры (1 - *Styracosaurus*, 2 - *Ornithomimus*, 3 - *Parasaurolophus*), 4 - мозазавр *Tylosaurus*.

Полезные ископаемые - залежи песчаника, нефти, железных руд и другие.

4.3.5. Кайнозойская эра (кайнозой)

Начало кайнозойской эры 60-70 млн. лет назад. Это молодая, новейшая эра охватывает и современную эпоху. Подразделяется на системы (периоды):

палеогеновую - палеоген,

неогеновую - неоген,

четвертичную (антропогенную) - антропоген.

Эра очень богатая в истории Земли: оледенения и землетрясения, понижения и повышения Мирового океана (рис. 4.15.).

Палеоген

Начался период 67 млн. лет назад, продолжительность 42 млн. лет. В этот период происходили крупные тектонические движения. Все выше поднимались горы Тихоокеанского пояса (Анды, Аляска, Антарктида). Продолжался раскол Гондваны и Лавразии. Южная Америка все дальше отделялась от Афри-

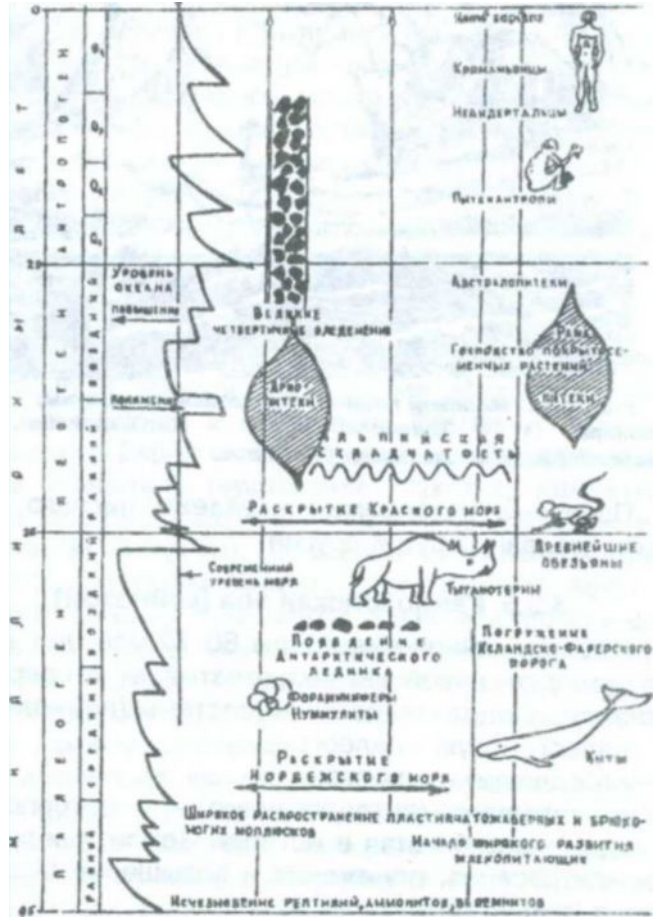


Рис. 15. Схема эволюции органического мира к главнейшим глобальным событиям в кайнозойскую эру.



ки. Между Северной Америкой и Европой пролегла впадина, которая впоследствии превратилась в Атлантический океан. В конце палеогена в Южном полушарии произошли новые расколы Земной коры и образовались Индостан, Австралия и Антарктида. Климат на обширных просторах Земли был достаточно теплым, однако, в конце палеогена наступило похолодание. Распределение влаги было неравномерным. В умеренных широтах обеих полушарий стало сухо. Во многих местах господствовали пустыня и степь.

Органическая жизнь периода. Земля, покинутая динозаврами, быстро заселялась млекопитающими (рис. 4.16). В начале палеогена они были еще небольших размеров, обитали преимущественно в лесах и болотах. Появились насекомоядные, грызуны, приматы. Существовали амфибии, костные рыбы. Вымерли многие пресмыкающиеся. Из морских животных господствующее положение заняли 6-ти лучевые кораллы, морские ежи, разные виды моллюсков, морские гребешки, мидии, диатомеи.



Палеогеновый период. Представители фауны: 1 - *Dolichorhinus*; 2 - *Phenacodus*; 3 - *Dolichorhinus*; 4 - *Phenacodus*; 5 - *Phenacodus*; 6 - примитивное хищное *Oxyaena*.



В растительном мире преобладали голосеменные и покрытосеменные.

Отложения палеогена богаты бурыми углями, нефтью, газом, фосфоритами, бокситами и другими ископаемыми.

Неоген

Начало неогена 25 млн. лет назад, продолжительность около 23 млн. лет (или 22 млн. лет). Это наиболее важный период в геологической истории Земли, т.к. это время развития млекопитающих и появления человека.

Формируется современный облик ландшафтов и органический мир. В результате грандиозных горообразовательных движений земной коры возникли величайшие горные системы Альпийско-Гималайского пояса, в состав которого входят Альпы и Апеннины, Карпаты и Крым, Кавказ и горные хребты Турции, Ирана, Афганистана и Пакистана, Гималаи. Часто извергались вулканы. Уровень океана постоянно повышался и понижался. Так, уровень Средиземного моря оказался на несколько сот метров ниже уровня Мирового океана, наступило резкое повышение солености. Практически все водные организмы погибли. Такая картина наблюдалась и в других морях. Неоднократно менялись очертания и размеры Черного и Каспийского морей.

Органическая жизнь периода. В неогене резко изменился органический мир (рис. 4.17.). Появились современная флора и фауна. Возникли природные зоны: тайга, лесостепь, степь, лесотундра, тундра.

Животный мир был разнообразным - появились страусы, лошади, носороги, антилопы, верблюды, олени, жирафы и другие современные животные.

В течение неогена продолжалось похолодание, которое привело к частичному оледенению. Увеличилось оледенение Антарктиды и Северного полу-



шария, что меняло органическую жизнь в районах оледенения.

Отложения неогена богаты месторождениями нефти, газа, бурого угля, различных солей.

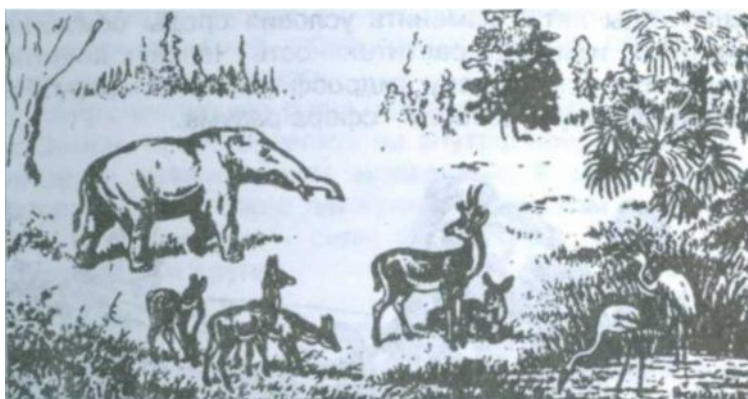


Рис. 4.17. Неогеновый период. Представители фауны: 1 • мастодонт *Gomphotherium*; 2, 3 - олени (2 - *Palaeomegax*, 3 - *Dicerosceras*); 4 - древние фламинго *Palaeolodus*.

Антропоген

Четвертичный или антропогеновый период, или просто антропоген. Нет точного временного его наступления, предположительно 2.5-2 млн. лет или около 1 млн. лет назад. Период привлекает внимание двумя событиями. Одно из них и самое главное - происхождение и развитие человека (питекантропы, неандертальцы, кроманьонцы, *Homo sapiens*) (рис. 4.18.).

Второе - периодическое изменение климата, которое сопровождалось расширением оледенения.

Это современный период. Продолжается геологическая история нашей планеты: извергаются вулканы, происходят крупные землетрясения, человек воздействует на природные явления. Все это изменяет облик нашей планеты.



Главная особенность этого периода - развитие человека. На геологию и органическую жизнь на планете огромное влияние оказывает человек. Человек - основное звено живой природы антропогена. Он может сделать то, что не сделала природа за многие миллиарды лет - изменить условия среды обитания животных, изменить растительность. Человек властно вторгается в литосферу, гидросферу и атмосферу. На Земле властвует человек - сфера разума.

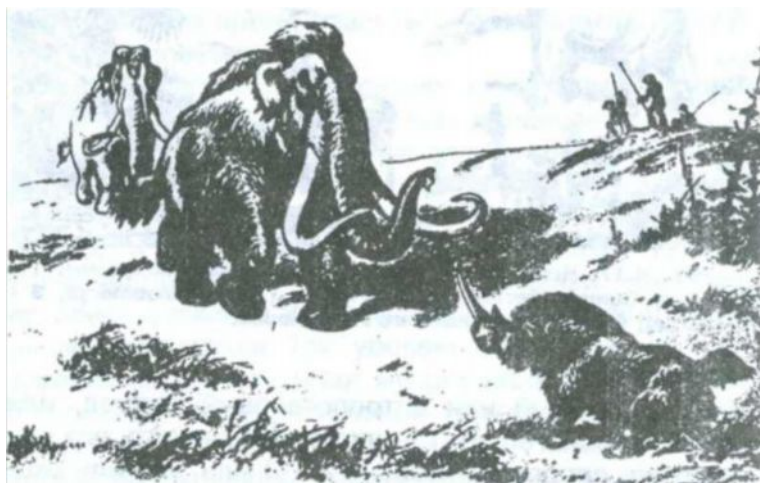


Рис. 4.18. Антропогенный период (плейстоценовая эпоха). Типичные млекопитающие: 1 - мамонт (*Mammuthus primigenius*); 2 - волосатый носорог (*Coelodonta antiquitatis*).

5. ПРОЦЕССЫ, ИЗМЕНЯЮЩИЕ ЗЕМЛЮ

Поверхность Земли постоянно меняется. Разнообразные процессы изменяют рельеф Земли: горы постепенно понижаются, образуются новые; реки меняют русло, образуют равнины и впадины. Такие изменения могут произойти через млн. лет. Так предполагается, что для разрушения гор требуется от **80** до 64



200 млн. лет. Это планетарные изменения. Земля вращается вокруг своей оси, вокруг Солнца и вместе с ним и планетами Солнечной системы движется во Вселенной. Вся эта динамика влияет на равновесие планеты. Солнечная активность также как-то влияет на планету, активизируются природные стихии, в том числе и геологические. Кроме космических, внешних сил неровности на поверхности Земли образуют внутренние силы планеты.

Многочисленные силы или явления, изменяющие лик Земли, принято делить на внутренние, или эндогенные, и внешние, или экзогенные. К эндогенным относят тектонические движения, магматизм и вулканизм. К экзогенным - силы ветра, воды, колебания температуры и другие.

5.1. Эндогенные силы, изменяющие облик Земли

Космические снимки показывают, что Земля покрыта густой сетью трещин (разломов), разбита на большие и малые участки - блоки или плиты. Они постоянно движутся друг относительно друга, т.к. земные недра никогда не бывают спокойны. Такие движения называются тектоническими.

Тектонические движения - это геотектоника планеты, в результате которой происходит "строительство" планеты. Земная кора и верхняя мантия - тектоносферы, где происходят процессы, меняющие "облик" Земли.

Тектонические движения могут быть колебательные, складчатые, разрывные и горизонтальные, приводящие к деформации земной коры. Поверхность планеты деформируется: поднимается и опускается, растягивается и сжимается, покрывается сетью трещин. Колебательные движения поднимают и опускают огромные участки суши и океанов, определяют очертания морей и океанов, приводят к планетарным изменениям. Однако, средние скорости таких движений очень малы - десятки метров в течение 1 млн. лет. В



некоторых местах они происходят значительно быстрее, несколько сантиметров в год. Например, Венеция медленно уходит под воду.

Ученые считают, что движения Земли вызывают также гравитационные воздействия Солнца и Луны. Так, когда Луна находится в перигее своей околоземной орбиты (т.е. ближе к Земле), ее приливообразующая сила на 40% больше, чем в апогее (в наиболее удаленной точке орбиты). Эти силы вызывают растяжение земной коры и деформацию в какой-либо части Земли.

Смещения и разрывы при движениях плит в верхней части мантии или земной коре приводят к подземным толчкам - землетрясениям.

5.1.1. Землетрясения

На Земле ежегодно происходит около 100 тысяч землетрясений. На тысячу едва ощутимых (4-5 баллов) приходится одно разрушительное (7-9 баллов), а катастрофических (10 и более баллов) одно на 100 тысяч.

Большинство исследователей считает, что причиной землетрясения является деформация земной коры (растяжение, скручивание, изгиб и т.п.), которая вызывает упругие напряжения в горных породах. Когда эти напряжения пересиливают прочность горных пород происходит землетрясение. Определяют силу землетрясения по шкале Рихтера, или величиной магнитуды.

Шкала Рихтера - 12 бальная, основанная на оценке энергии сейсмических волн, возникающих при землетрясениях. Предложена американским ученым Ч. Рихтером в 1935 г. Сила в эпицентре 12 баллов. Часто пусковым механизмом, вызывающим разрядку напряжений, могут быть, например, заполнение крупнейших водохранилищ, океанические приливы, стихийные бедствия, резкие изменения атмосферного



давления и т.д. Гипотез причин возникновения землетрясений много.

Во время землетрясений на земной поверхности могут образоваться борозды, рвы, впадины, провалы, валы. Земля быстро вспучивается и снова опадает. По ней пробегает своеобразные волны. Землетрясение приводит в движение горные породы на склонах, вызывает крупные обвалы и осыпи.

Имеется много понятий, связанных с землетрясением, определяющих его силу, очаги, последствия и т.п.

Очаг или гипоцентр - это пространство, объем, форма, размеры, внутри которых происходят разрывы и разрушения горных пород.

Эпицентр землетрясения - это условная точка на Земле, расположенная над очагом землетрясения, или место, где сотрясения достигли наибольшей силы.

Интенсивность - это внешний эффект землетрясения на поверхности Земли, который определяется степенью разрушений, появления трещин, смещения горных пород. Интенсивность измеряется по шкале Рихтера.

Магнитуда - это безразмерная величина, предложенная Рихтером. Она отличается от интенсивности и означает логарифм отношения максимального смещения грунта к слабому эталонному.

Энергия - величина потенциальной энергии, которая освобождается после разрядки напряжения в очаге, достигает поверхности Земли. Энергия вычисляется по формуле и определяется в джоулях.

Глубина очага - расстояние от поверхности Земли до очага. Она может быть разной от первых км до 600-700 км, но большинство землетрясений приурочено к 100-200 км.

Распространение современных землетрясений на Земном шаре установлено с большой точностью. Это Тихоокеанское кольцо, в котором эпицентры имеют Дуги (Алеутская, Курильская, Камчатская, Японская), а



на востоке - побережье Северной Америки, Мексика, Центральная и Южная Америка. В Атлантическом и Индийском океанах сейсмичность сосредоточена вдоль океанских хребтов. Высокой сейсмичностью отличается Восточно-Африканская зона, побережье Алжира, Италия, Балканы, Турция, Крым, Кавказ, Иран, Афганистан, Памир, Тянь-Шань, Байкальская зона.

За последнее время катастрофические землетрясения произошли в Чили (1960), на Аляске (1969), в Гватемале (1976), Китае (1976), на бывшей территории СССР сильные землетрясения текущего столетия: Андижанское (1902), Кеминское (1911), Ашхабадское (1929, 1948), Ташкентское (1966), Газлийское (1970, 1976, 1984), Спитакское (1988), Сахалинское (1995).

Прогноз землетрясений чрезвычайно важен. Прогноз может быть разным: долгосрочный, краткосрочный и оперативный. Предвестников землетрясений очень много и они разные: часто изменяются магнитное поле, акустические свойства, электрический потенциал атмосферы, гидрогеохимические свойства вод, даже животные ведут себя необычно.

Землетрясения вызывают образование крупных складчатостей и гор.

5.1.2. Вулканические извержения

Вулкан (огонь, пламя) - геологическое образование. Возникает над трещинами в земной коре, по которым на земную поверхность извергаются лава, пепел, горячие газы, пары воды и обломки горных пород. Современные вулканы расположены вдоль краев разломов и тектонически подвижных плит. Общее число действующих вулканов точно не известно, примерно около 500, расположены на континентах и островах, так называемый тип континентальных окраин. Самое большое число (около 370) находится по периферии Тихого океана, образуя "огненное кольцо" (Северо- и



Южно-Американские Кордильеры). Активные вулканы -тип океанские - в Атлантическом океане (на Канарских островах и островах Зеленого Мыса), в Индийском и Тихом океанах (Гавайские острова, Галапагос и др.). Имеется тип активного вулканизма - океанические рифтовые зоны, располагающиеся на океанических хребтах побережья островов (Исландия, Азорские острова). Активный вулканизм в Африке - континентальные рифтовые вулканы. Имеются вулканы в Малой Азии, Иране, Средиземноморье. На Камчатке и Курилах 51 действующий вулкан.

Классифицируют вулканы следующим образом: действующие, уснувшие и потухшие, а по форме -центральные, извергающиеся из центрального выводного отверстия (конуса), и трещинные, или линейные, - лава изливается из трещин или ряда небольших конусов.

Основные части вулкана: магматический очаг (в земной коре или верхней мантии); жерло - выводной канал, по которому магма поднимается к поверхности; конус - возвышенность на поверхности Земли из продуктов выброса вулкана; кратер - углубление на поверхности конуса вулкана.

Извержения вулканов сопровождаются большими жертвами. Так, извержение вулкана Кракатау - одно из сильнейших в истории человечества. Это катастрофическое извержение в Индонезии в 1883 г. сопровождалось выбросом пепла, покрывшем почти 900 тыс. км² пространства. Морская волна высотой до 20 м вызвала цунами и гибель около 40 тыс. человек.

Извержение вулкана имеет много предвестников, и его можно прогнозировать. Прежде всего это вулканические землетрясения, которые связаны с пульсацией магмы, продвигающейся вверх по подводящему каналу. Перед извержением меняется местное магнитное поле и состав вулканических газов, выделяющихся из дымящихся отверстий и трещин. Такие исследования постоянно проводятся на станциях в



районах активного вулканизма. Были предсказаны извержения вулканов на Камчатке в 1955 году и в 1964 году в Японии и на Гавайях.

На поздней стадии вулканизма могут образовываться гейзеры - горячие источники, вода которых периодически фонтанирует и выбрасывается вверх на высоту 20-40 м и более. Температура воды и пара от +45° до +100°С. Много гейзеров в Исландии, Индонезии, Японии, Кордильерах Северной Америки, на Камчатке. Гейзеры недолговечны, они затухают за счет обвалов стенок канала, понижения уровня грунтовых вод и других причин.

Источники подземных вод могут иметь свободный, естественный выход на земную поверхность. Они могут быть холодными и горячими (термы), иметь различную температуру и химический состав. Воды бывают натриево-хлоридными, кислыми сульфатно-хлоридными, кислыми сульфатными, натриево- и кальциево-бикарбонатными и др. Часто в термальных водах содержится много радиоактивных веществ, радона. Разнообразие источников связано с тем, что воды смешиваются с горными породами и вулканическими газами. Температура этих подземных вод превышает 20°С. Термальные воды с температурой выше 37°С называются абсолютными. Горячие источники имеют большое экономическое значение. Их используют для лечения больных, для отопления помещений, питания энергетических установок.

5.1.3. Магматизм

Магматизм, процесс образования магмы, ее перемещения, взаимодействия с твердыми горными породами и застывания.

Магма - расплавленная масса, в основном силикатного состава, образующаяся в глубинных зонах Земли. Нагрета до температуры 1000°С.



Магматизм тесно связан с глубинной активностью Земли, с ее развитием, а также с тектоническим движением и вулканизмом. Магматизм во многом еще не изученный вопрос, т.к. никакими методами и способами невозможно проникнуть на глубины в десятки километров, где образуется магма. Самая глубокая скважина на Кольском полуострове 12 км.

Единственный способ изучения образования магмы - это моделирование процесса в особых приборах, которые выдерживают большие температуры и давление. В расплавленные породы добавляют различные вещества и получают искусственную магму, по химическому составу она не отличается от естественной.

Различают первичные и вторичные магмы. Первичные возникают в глубинах земной коры и имеют однородный состав. Продвигаясь в верхние слои земной коры, они меняют свой состав, превращаясь во вторичные. При этом в магме образуются кристаллы оливина и пироксена и другие. Процесс идет очень медленно. Первичные магмы, образуясь на различных глубинах, формируются в большие массы. При определенных условиях магма застывает и не достигает поверхности Земли. Застывает она в разных зонах земной коры, образуя массивы: глубинные (абиссальные), среднеглубинные (гипабиссальные) и приповерхностные (субвулканические).

Магма состоит из различных химических соединений, в основном кремнезема и оксидов алюминия, железа, марганца и др.

Очень важную роль играют растворенные в магме газы.

По данным прямых измерений в вулканических извержениях содержатся водяной пар, CO_2 , CO , N_2 , SO_2 , SO_3 , S , H_2 , NH_3 , HCl , HF , H_2S , CH_4 , Cl , H_3PO_2 и другие. Преобладают H_2O и CO_2 . Состав газов сильно меняется: от места к месту, во времени, от температуры, типа земной коры, даже в пределах самого вулкана.



Пример:

Температура,	Состав газов (б
1200-800	O ₂ , HCl, CO ₂ , H ₂ S, SO ₂
800-100	HCl, SO ₂ , H ₂ S, CO ₂ , N ₂ , H
100-60	H ₂ , CO ₂ , N ₂ , SO ₂ , H ₂ S
60	CO ₂ , N ₂ , H ₂

Химический состав газов сложен и изучен не полностью из-за трудностей измерений в глубинах магмы.

Скопление газообразных продуктов в недрах Земли и наличие магматического расплава, когда они достигают земной поверхности, вызывает извержение вулкана. Вулканические продукты, жидкая магматическая масса, вышедшая на поверхность, и есть лава. Ее форма, химический состав, вязкость, температура, содержание газов, протяженность и строение потоков очень сильно зависят от характера магмы. Лава на воздухе начинает быстро остывать и покрывается корочкой, затем сморщивается и окончательно затвердевает. При соприкосновении с водой лава остывает еще быстрее и образует стекловидную породу.

Потоки лав, застывая, создают своеобразные формы рельефа земной поверхности и образуют различные магматические горные породы.

Нередко при мощных взрывных извержениях выбрасываются твердые вулканические продукты. Наиболее распространены вулканические бомбы разнообразной формы и размерами более 7 см. Частицы менее 2 мм называются пеплом - это осколки вулканического стекла. Выбрасываются также капли базальтового расплава, застывающие в воздухе в виде причудливых черных стекловидных полумесяцев, груш и других форм, размером около 1-2 см.

Во время мощных извержений в верхние слои атмосферы выбрасывается мелкий пепел и находится там очень долго. Такое наблюдалось при гигантском извержении • взрыве вулкана Кракатау (Индонезия). Частицы пепла были выброшены в атмосферу на вы-72



соту 40 км и три раза обогнули земной шар. Пепло-пад наблюдался после катастрофического взрыва вулкана Катмай (Аляска) в 1912 г., в течение двух дней падал тончайший стекловидный пепел. Он покрывал слоем толщиной 25 см огромные пространства.

5.1.4. Образование гор

Горообразование - результат очень многих процессов, но внутренние тектонические движения в мантии - одна из главных причин образования гор.

Накопление тепла в недрах планеты создает очаги разогрева, вокруг которых вещество мантии становится более плотным. При этом увеличивается объем и поднимается горячая волна, вздувающая над собой земную кору. Над гребнем волны возникают разломы, по которым вещество мантии изливается на поверхность Земли. На дне океанов рождается новая земная кора - океанская, базальтовая. Происходит расширение дна океанов.

На окраинах материков, где материк граничит с океаном, идут другие процессы. Край материковой коры дробится и плиты погружаются в глубины, в толщину Земли, где плавятся. А спустя некоторое время переплавленное вещество возвращается через кратеры вулканов - образуется цепочка вулканов. Огненная дуга Тихого океана, в том числе вулканы Камчатки, Курил, Японии и Филиппин, - результат медленно идущих современных процессов горообразования. А Ирано-Гималайский горный пояс, Кавказ, Альпы - бывшие зоны контакта материка с океаном, где миллионы лет назад происходили процессы горообразования. Цепочка Кордильер с узлами вулканов также давний процесс горообразования.

В очень далеком прошлом Тянь-Шань - это горные гиганты, но под действием сил выветривания, к которым относят воздействие текучих вод, ледников, ветра, мороза и солнца, со временем разрушились.



На их месте образовалась равнина. Но в этих же местах началось новое поднятие глубинных масс. И снова возрождается грозный Тянь-Шань. О том, что в его истории был равнинный этап, говорят имеющиеся на больших высотах обширные ровные пространства -сырты, излюбленные пастбища кыргызов.

Такую же историю претерпевает Урал. Он разрушается и приближается к равнине.

Многие горы на Земле имеют сложную судьбу -исчезали, а затем возникали вновь. Прежде чем возникнут горы, на этом месте плещется океан. Многие ученые считают, что циклы горообразования повторяются на Земле через 150-200 млн. лет. Возможно, они связаны с тем движением, которое Земля со всей Солнечной системой совершает вокруг центра Галактики.

Таким образом внутренние силы Земли (тектонические движения, землетрясения, вулканизм, магматизм) изменяют облик Земли, создают все крупные неровности земного шара - горы, океаны, равнины.

5.2. Экзогенные силы, изменяющие облик Земли

Экзогенные процессы тесно связаны с взаимодействием поверхности земной коры с атмосферой, гидросферой, биосферой. Границы этих сфер обладают высокой активностью. Экзогенные процессы обусловлены действием силы тяжести и солнечной энергии.

5.2.1. Выветривание

В зависимости от преобладания тех или иных факторов выделяют физическое, химическое и биогенное выветривание.

Физическое выветривание. В этом типе большое значение имеет температура, суточные и сезонные колебания, что вызывает то нагревание, то



охлаждение поверхности. Вследствие этого меняются тепловые свойства горных пород, возникают определенные напряжения, особенно минералов. Происходит "расширение-сжатие" пород, при этом нарушается сцепление зерен минералов, образуются трещины, а затем распад на отдельные обломки разной величины (глыбы, щебень, песок).

Различные породы разрушаются с разной скоростью. Так, Египетские пирамиды, сложенные из глыб желтоватых песчаников, ежегодно теряют 0,2 мм своего наружного слоя. У подножия пирамиды образуются осыпи объемом около 50 м³ в год. Скорость выветривания известняков составляет 2-3 см в год, а гранит разрушается очень медленно, примерно 1 см за 10 лет.

Иногда физическое выветривание приводит к шелушению горных пород (десквамации) и отслаиванию пластинок. В дальнейшем неправильной формы глыбы превращаются почти в правильные шары. Очень много таких шаров в районе Тунгуски (Россия).

В полярных областях выветривание вызывает замерзающая в порах и трещинах вода.

Благодаря избирательному выветриванию появляются разнообразные "чудеса природы" в виде арок, ворот, колонн, "грибов" и другие. Для многих гор характерны столбы с глыбами размером 5-10 и более метров.

Химическое выветривание. Связано с химическими процессами изменения горных пород. Это процессы окисления, растворения, гидротации, гидролиза. Окисление встречается в железных рудах, где один минерал превращается в другой более стойкий (Fe_2O_3), или ангидрид ($CaSO_4$) превращается в гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$).

Биогенное выветривание. Этот тип выветривания связан с активным воздействием на горные породы растений и животных. Так, растения могут жить в трещинах камней (на асфальте, на старых домах). Их



корни углубляются в трещины, расталкивают их в стороны. Иногда поваленные бурей обнажают более глубокие слои пород, которые быстро разрушаются. Кроме того, после дождей набухшие корни оказывают сильное расклинивающее действие на породы. Растения накапливают воду и органические кислоты.

Разрушению мягких горных пород способствуют и животные. Это грызуны, черви, муравьи. Роют ходы, норы. Бактерии, которые прекрасно обитают на горных породах, образуют азотную кислоту, CO_2 , NH_3 и др., способствуют растворению минералов.

5.2.2. Деятельность ветра

Ветер - один из важнейших экзогенных факторов, преобразующих Землю.

Наиболее ярко деятельность ветра проявляется в пустынях, где сильные ветры и мало осадков.

Пустыни занимают около 20% поверхности континентов. Годовое количество осадков - 100-200 мм/год, резкие колебания температуры, иногда достигающие 50°C и выше. Отсутствие закрепляющего растительного покрова. Большие площади пустынь в Азии, Африке, Австралии.

Кроме пустынь активная деятельность ветра проявляется на побережьях океанов, морей, в долинах и полупустынях с малой растительностью.

Геологическая работа ветра состоит в следующем: 1) выдувание и развевание (дефляция); 2) обтачивание, соскабливание (коррозия); 3) перенос; 4) накопление (аккумуляция) горных пород.

Благодаря выдуванию ветром в горах и пустынях почти никогда не бывает рыхлого материала. Он весь уносится ветром. Трещины в скалах всегда пусты и открыты. Скалы имеют причудливые формы, напоминающие башни и столбы. Огромное число их образуется в песчаниках и глинах (на севере Африки). Ветер путем выдувания образует также впадины и глубокие



выемки (до глубины 130 м). Такие впадины образовались на месте озер в США, в Гоби, Центральной Азии. В Гоби впадины вытянуты на 40-50 км в длину, а глубина их достигает 50 м.

При обтачивании ветром горных пород чаще всего образуются горные истуканы и грибы. Особенно подтачивается нижняя часть истуканов, т.к. крупные песчинки под действием ветра высоко не поднимаются и оседают.

Переносимый ветром песок полирует глыбы, камни, гальку, лежащие на поверхности. В пустынях штормовые ветры и ураганы поднимают песок и даже гальку, плоский щебень и перемещают их на большие расстояния, от нескольких километров до десятков, а иногда и сотен. Пылеватый материал поднимается в воздух на высоту до 3-4 км и переносится на сотни и тысячи километров. Например, пыль пустынь Африки сильными ветрами переносится на Запад на расстояния более 2000-2500 км, оседая в Атлантическом океане.

На значительных пространствах пустынь одновременно с развеванием и переносом песчаных частиц происходят и их отложения (аккумуляция). Отложения образуются в форме барханов и гряд. Барханы - серповидные ассиметричные песчаные насыпи, располагающиеся перпендикулярно направлению ветра. Высота их различна от 2-3 м до 15 м, а местами 20-30 и более (Ливийская пустыня). В большинстве случаев барханы сливаются друг с другом, образуя барханные цепи, их высота может достигать 60-70 м и более. Могут образовываться и другие формы - продольные песчаные гряды. Они распространены во всех пустынях мира, где господствуют ветры и нет преград. Это узкие симметричные гряды, разделенные понижениями различной ширины.

В прибрежных зонах океанов и морей наблюдается обильный принос песка волнами. Дующие к берегу ветры подхватывают сухой песок и переносят



его в глубь суши. Образуются песчаные холмы. Они постепенно сливаются и образуют песчаные валы или гряды, поперечные ветру, которые называются дюнами. Дюна перемещается в глубь материка, а на ее месте образуется следующая. Так возникают цепи параллельных дюн. В образовании холмов и дюн большое значение имеет кустарниковая растительность, которая задерживает движение песков.

Движущиеся пески представляют значительную опасность для зданий и оазисов. Для закрепления песков используют битумы из отходов нефти и высадку растений.

5.2.3. Геологическая деятельность текучих вод

Под текучими водами понимают все воды поверхностного стока на суше.

В деятельности текучих вод выделяют 3 вида, разрушение, перенос, отложение.

Во время выпадения дождей и таяния снега вода стекает, захватывает мелкозем и переносит его вниз по стоку. У подошвы течение воды замедляется и переносимый материал откладывается у подножия. Такие отложения называются делювием, т.е. смывные.

Стекающие струи вод разрушают почву, горные склоны и образуют промоины, рытвины. Так начинается процесс размыва, или эрозии. Это первая стадия развития оврагов. В дальнейшем в углубления потоки воды обрушиваются с огромной скоростью и завихрениями. Это способствует интенсивной эрозии.

Наиболее активно овраги образуются в легко размываемых почвах - суглинки, глины, пески. Такие процессы весьма активны и занимают 20-30% плодородных площадей. Овраг растет за счет обвалов стенки.

В лесостепи и степи образуются овраги с расширенным дном и пологими склонами - такие формы называются балками.



Когда овраги и промоины сильно углубляются и в них поступают грунтовые воды, они превращаются в долины рек и ручьев.

Очень много оврагов на горных склонах и в долинах. Во многих горных долинах периодически возникают мощные грязекаменные потоки, несущиеся с большой скоростью и обладающие огромной разрушительной силой. Они содержат 70-80% обломков камней. Грязекаменные потоки, возникающие при таянии снега и льда, ливнях, называются селями (Средняя Азия).

К динамическим процессам следует отнести также деятельность рек. Водные потоки рек расчлениают огромные пространства суши. Течение рек зависит от уклона. При сильном уклоне наблюдаются наибольшие скорости воды, происходит перемешивание всей массы воды от дна до ее поверхности, что приводит к речной эрозии.

Выделяют два типа эрозии: донная, или глубинная, и боковая, ведущая к подмыву берегов. Оба вида эрозии способствуют образованию уступов или порогов, водопадов, излучин, изгибов. Отделившиеся от русла реки излучины называются старицами.

Когда река достигает моря, скорость течения падает. В результате этого большое количество материала, влекомого по дну, оседает или часть его попадает в море. При небольшой глубине рек русло реки загромождается наносами и не может пропустить все количество воды, и тогда образуется дополнительное русло или русла.

Кроме стоков и текущих рек к динамическим процессам, видоизменяющим Земную поверхность, относят подземные воды.

К подземным водам относят все природные воды, находящиеся под поверхностью Земли в подвижном состоянии. Подземные воды тесно связаны с водой атмосферы и водой наземной гидросферы - океанами, морями, озерами, реками. В природе про-



исходит непрерывное взаимодействие этих вод (гидрологический круговорот). Он включает в себя испарение воды с поверхности океанов, морей и поступление влаги в атмосферу. Водяной пар, конденсируясь, выпадает в виде осадков над океаном - малый круговорот. Большой круговорот - это водообмен между океанами и сушей, когда часть водяных паров с океана переносится воздушными течениями на материк, где конденсируется в виде атмосферных осадков. Осадки, стекая по поверхности суши, снова попадают в океан, но часть их просачивается в горные породы и пополняет подземные воды.

С деятельностью подземных и поверхностных вод связаны оползневые процессы. Оползни - смещения различных горных пород по склону. Оползневые процессы протекают под влиянием многих факторов: крутизны склонов; подмыва берегов рек; большого количества выпадающих осадков; влияния подземных вод: падения горных пород в сторону реки или моря, особенно если в их составе имеется глина; антропогенного воздействия на склонах (устройство различных сооружений, вырубка леса, разрушение пляжей).

Таким образом, различные типы вод (выпадение дождей, таяние снега, реки и подземные воды) вызывают глубокие изменения в Земной коре.

5.2.4. Деятельность ледников, снега, мерзлости

Льды и снега занимают огромные территории планеты. Общая площадь современных ледников около 16,1 млн. км² (11% площади суши), общий объем льдов примерно 30 млн. км³. Имеются и другие виды льда: снежный покров, подземные льды, атмосферные льды. Некоторые из этих видов не постоянны, имеют тонкий покров на земной поверхности, и образование их связано с отрицательными температурами, носит сезонный характер.



В геологической истории Земли неоднократно аблюдались похолодания климата и развитие обширных ледниковых пространств. Наука, изучающая распространение и деятельность ледников и ледовых покровов, называется гляциология. В настоящее время имеются два главных ледовых покрытия - ледники в Северном и Южном полушариях. Ледниковые массы вызывают большую нагрузку на земную кору и способствуют ее прогибанию.

Различают три основных типа ледников: материковые, или покровные; горные; промежуточные, или смешанные. Они различаются по форме и зависят от рельефа местности. Различия могут быть и в температурах льда - холодные (полярные) и теплые (в умеренных широтах). По характеру движения делятся на нормальные и пульсирующие.

Материковые ледники - покровы Антарктиды и Гренландии - крупнейшие на Земле.

Площадь Антарктиды около 15 млн. км², а льдом покрыто 13,2 млн. км². Местами толщина льда доходит до 4000 м, а около морей примерно 60 м. От краев льдин откалываются огромные глыбы - айсберги, достигающие величины 50-100 км². Среднегодовая температура изменяется от -50° до -57°С.

Горные ледники характеризуются двумя условиями: падением и таянием снега (питанием и стоком). Форма, размеры и движения горных ледников тесно связаны с рельефом гор. На вершинах и горных склонах ледники не образуются, т.к. снег оттуда сдувается или соскальзывает и сосредоточивается в понижениях. Особенностью горных ледников является их движение. Когда лед накапливается на одном месте в течение сотен и тысяч лет, он начинает двигаться под собственной тяжестью. При движении ледник может выламывать или отщеплять от своего ложа разнообразные куски горных пород. При движении между ложем и ледником образуется вода и тепло, что способствует дальнейшему движению. Подледниковая



вода попадает в трещины горных пород и при замерзании разрушает их. Обломки пород наносят глубокие¹ шрамы горам глубиной до 1-2 м.

Таким образом, при движении ледников осу- и ществляется ряд геологических процессов: разрушение горных пород, перенос обломков и аккумуляция обломочного материала. Весь обломочный материал! - от тонких глинистых частиц до крупных валунов и глыб - называют морской.

Горы покрыты не только льдом, но и снегом - высокогорным снегом. Крупные массы снега не могут удержаться на крутых горных склонах и скатываются вниз в виде снежновоздушного потока, называемого лавиной. Она увлекает с собой все, что лежит на горном склоне неустойчиво, выворачивает бетонные блоки заграждений, разрушает дома. В Средней Азии за год сходит более 60 лавин, их сход происходит при низких температурах (ниже нуля). В теплое время они уступают место обвалам, селям, оползням, эрозии -целому "ансамблю" разрушителей гор.

Крупнейшие ледники и ледниковые районы мира в Северном полушарии: Гренландский ледниковый покров, Канадский арктический архипелаг, горы Аляски, Исландия, архипелаг Шпицбергена, Российская Арктика, горы Центральной Азии (Гималаи, Тянь-Шань, Каракорум, Нань-Шань, Памиро-Алай и др.) В Южном полушарии: Антарктический ледниковый покров, субантарктические острова, Патагонские ледниковые плато (Южная Америка).

На планете имеется особая зона, где расположена мерзлая часть литосферы. Огромные пространства тайги, тундры, арктических пустынь проморожены на сотни метров в глубину. Летом оттаивает лишь верхний слой 1-4 м, замерзая снова зимой. Лед заполняет трещины и поры в почве. Это области, примыкающие к Северному Ледовитому океану, и носят название криолитозона. Мерзлая зона образовалась почти 2 млн. лет назад. В настоящее время происходит ее



адация: вытаивание льдов в грунте, сопровождающееся просадкой поверхности. Подтаивание может быть связано с потеплением климата или деятельностью человека (рытье каналов, вырубка леса и т.д.) Подтаявшая текучая вода способствует быстрому образованию рытвин, ложбин, оврагов. Вода воздействует на поверхность механически - отрывая и унося частицы грунта. Подтаивание сопровождается образованием небольших водоемов и озер. Вода начинает передавать свое тепло промерзшим породам и происходит вытаивание подземного льда. Легко разрушаются скованные мерзлотой берега.

5.2.5. Геологическая деятельность океанов и морей Водные пространства океанов и морей занимают около 71% Земли и называются Мировым океаном или океаносферой. Вся толщина Мирового океана находится в непрерывном движении. Здесь выделяются волновые, приливно-отливные движения, поверхностные и глубинные морские течения. С такими движениями связана разрушительная деятельность земной суши.

На дне океанов и морей происходят разнообразные и сложные процессы. Разница в температуре морских вод порождает в океанах постоянные придонные и поверхностные течения. Они размывают рыхлые отложения на дне и уносят их на далекие расстояния. В местах, где скорость течения замедляется, образуются подводные возвышенности и впадины.¹ Размеры их могут быть огромными. Так, срединный хребет Тихого океана протяженностью до 9000 км, шириной 650-1300 км. Наивысшая точка 539 м.

На континентальных склонах возникают оползни. Они сползают с берегов целыми блоками и движутся по Дну, иногда не сползают, а разжижаются и остаются взвешенными в воде, превращаясь в своеобразные подводные лавины. Скорость движения таких ла-



вин иногда достигает 120 км/час. Частицы мутьевых потоков оседают и образуют подводные возвышенности - подводные конуса выносов.

Дно океанов изобилует вулканическими горами. Вулканические извержения под водой на небольшой глубине многократно усиливаются из-за того, что вода, соприкасаясь с магмой, испаряется и выбрасывается в виде мощных паровых струй. Выбрасываются также пепел и вулканические бомбы, изменяется дно морей и океанов.

5.2.6. Метеориты

На черном ночном небе вдруг появляются и гаснут голубые росчерки - "падающие звезды". Это метеоры. Они летят в атмосфере со скоростью 12 км/сек. и выше. Это твердые частицы из космоса. Крупные метеоры, пронсящие с грохотом сквозь атмосферу, называются болидами. При взаимодействии с атмосферой метеоры на высоте 70-125 км от Земли ярко светятся и сгорают. Если же они не успевают полностью разрушиться и сгореть, то их остатки падают на Землю. Эти остатки носят название метеориты.

Результатом столкновения космических тел с Землей являются кратеры. Космические тела могут иметь разную массу и величину. В атмосфере они, если не сгорают, то распадаются. Масса тел метеоритов может быть от долей грамма до многих миллиардов тонн, размеры от долей миллиметров до нескольких километров.

Кратеры также могут быть различной величины. Самый большой метеоритный кратер на Земле - Чик-сулуб (Мексика) - возник около 65 млн. лет назад, его диаметр более 180 км.

При столкновении с Землей метеорита возникает ударная волна, которая сжимает и дробит горные породы. Высвобожденная энергия нагревает и плавит



породы. Если скорость метеорита превышает 3 км/сек., то горные породы плавятся и даже частично испаряются, а воронки - кратеры образуются больших размеров. Так, в 1990 г. в Башкирии (Россия) упал метеорит на засеянном пшеничном поле, где образовалась воронка диаметром 10 м и глубиной 4,5-5 м, окруженная валом высотой 0,6-1 м. В кратере собрано много обломков космического железа весом от долей грамма до 6,6 кг. Предположительно размер метеорита до удара был 1 м в поперечнике. Всем известный Тунгусский метеорит упал в 1908 г. в Восточной Сибири, опустошив ударной волной около 2000 км². Метеоритных осколков найти удалось мало. Предполагают, что это был взрыв в атмосфере остатков ядра кометы.

Крупных "звездных ран" на Земле немного, около 170, мелких сотни и тысячи. Исследования, связанные с изучением метеоритов, имеют большое значение. Во-первых, столкновения космических тел с Землей - это разной степени катастрофы. Во-вторых, в истории и развитии нашей планеты они сыграли немаловажную роль. В раннем архее Земля и Луна подвергались мощной метеоритной бомбардировке. Поверхность Земли представляла собой очень твердую и хрупкую оболочку. Поэтому Земля была весьма уязвима, при столкновении с кометами и астероидами над планетой поднимались тучи и облака раскаленных газов и расплавленного вещества. Вместе с тем в результате химических реакций высвобождался свободный кислород.

В-третьих, как предполагают ученые, гигантские взрывы вызывали землетрясения, ударную волну и тепловое излучение, которое сжигало все вокруг. Дым от пожаров, пыль и пар, выброшенные из кратеров, затмевали Солнце, что в свою очередь вызывало резкое похолодание. Такое сочетание неблагоприятных условий должно было вызвать гибель растений и животных. Именно с такой катастрофой, по-видимому,



связана массовая гибель динозавров, ящеров и других животных. Столкновение с астероидом оказывало катастрофическое воздействие на жизнь на Земле. Предполагается, что подобные события на Земле происходили неоднократно.

6. ЛИТОСФЕРА

6.1. *Строение литосферы*

Литосфера - внешняя каменная оболочка Земли, включает земную кору и часть верхней мантии. Толщина литосферы достигает 150-300 км под материками и до 90 км под океаном. Она представляет собой кислородно-кремниевый панцирь и состоит из огромных массивов - плит (щитов).

В 60-е годы ученые пришли к выводу, что литосфера является не монолитным панцирем, а представляет мозаику из малых и нескольких больших плит. Большие плиты - это крупные блоки земной коры, несколько тысяч километров в поперечнике. Плита состоит из материковой и сопряженной с ней океанской коры. В настоящее время выделено шесть главных плит: Евразийская, Американская, Африканская, Индо-Австралийская, Тихоокеанская. Границы соседних плит - это желоба. На них располагаются вулканы и наиболее часто происходят землетрясения. Мировой океан отличается от континентов по строению земной коры. Она под ним тонкая, в четыре раза тоньше, чем земная кора континента. Кора океанов состоит из трех слоев: зернистого осадка, осадочных пород, базальта и магматических пород. Континентальная земная кора имеет дополнительный слой -гранитный.

Континентальные плиты подвижные. Они очень медленно движутся - сближаются и расходятся. В то же время они сильно давят на мантию, на которой лежат. Кроме того, каждая из плит давит друг на дру-



га В итоге горные породы постоянно находятся под сильным напряжением и давлением. Причем давление тем больше, чем более глубокие слои. С опусканием в глубь Земли растет не только давление, но и температура.

Каменная оболочка плавает на астеностене. Литосфера поднимается, опускается и скользит в горизонтальном направлении относительно нижней мантии и ядра Земли. Земная кора участвует во всех этих движениях как составная часть литосферы.

Плиты имеют округлую и выпуклую форму. Они возникли там, где платформа очень длительное время медленно поднималась. Плиты сложены очень древними, сильно измененными (метаморфическими) породами, образовавшимися несколько миллиардов лет на больших глубинах при высоких температурах и давлении. В некоторых местах высокая температура вызывала плавление пород и образовались гранитные массивы. На плитах имеются месторождения полезных ископаемых. Под верхним слоем земной коры, состоящим из гранитов, находится базальтовый слой.

В эпохи оледенений ледник, двигаясь по щитам -плитам, сдирая с них огромные массы горных пород, переносил их на большие расстояния. Поэтому в пределах плит толщина пород неравномерна. Там, где земная кора прогибалась в течение длительного времени под действием ледника, накопился очень мощный слой пород.

Литосферные плиты различаются размером, толщиной, составом и по возрасту. Геологоразведочные скважины позволяют изучить верхнюю оболочку Земли и ответить на некоторые вопросы строения литосферы: каков возраст и состав пород, как устроены плиты и другие. Верхняя часть литосферы, где распространена жизнь и располагаются полезные месторождения, необходимые для жизни условия, входит в состав биосферы. Литосфера, входящая в биосферу, состоит из недр и почвы. Почвенную обо-



лочку Земли называют педосферой, она выполняет роль земной геомембраны, через которую осуществляется постоянный обмен между геосферами планеты - атмосферой, гидросферой, литосферой и живыми организмами биосферы. Педосфера покрывает сплошной оболочкой всю сушу шара, исключая ледники Арктики, Антарктиды и высокогорных пиков, а также дно мелководных водоемов и морские побережья. Недра - часть земной коры, в которой возможна добыча полезных ископаемых. С геологической точки зрения недра Земли простираются от ее поверхности до центра и включают земную кору, мантию и ядро.

6.2. Горные породы

Горные породы - геологические тела, слагающие земную кору. По происхождению их подразделяют на магматические горные породы, метаморфические горные породы, осадочные горные породы и метасо-магматические горные породы.

Магматические горные породы образуются при застывании и кристаллизации магмы. Магма - высокотемпературный расплав, имеет силикатный и алю-мосиликатный состав, внедряется в слои Земли или изливается на ее поверхность. Очень важен состав магмы. Из малотекучей магмы, содержащей много окиси кремния, при остывании образуются кислые породы - различные граниты. Очень подвижная, быстро застывающая магма, с малым количеством кремнезема дает начало основным породам типа базальта. Из магмы промежуточного состава получают "средние" породы.

Гранит - крупнозернистая горная порода, состоящая из кварца, полевого шпата и слюды. Граниты окрашены в разные цвета: серые, белые, желтоватые, красные, зеленоватые и т.д. Окраска связана с цветом полевых шпатов. Используется как облицовочный материал. 88



Базальты составляют основную массу изверженных горных пород. Ими сложено дно современных океанов, они занимают большие площади суши. Базальты обычно пористые за счет газовых пузырьков, которые выделяются из магмы, содержат много вулканического стекла. В пустотах могут содержаться агаты. Базальты темного цвета. Используются как облицовочный, строительный, электроизоляционный и кислотоустойчивый материал.

Имеется, кроме вышеперечисленных, много других типов магматических горных пород, таких как риолиты, андезиты, кимберлиты, лабрадориты и другие. Они составляют каменное царство, возникающее из глубинных огненных расплавов, имеют фантастически красивое строение и окраску. Так, габбро - крупнозернистая порода, состоящая из двух минералов, которые прорастают друг в друга. Плаггиоклаз - светлый минерал, а пироксен - темно-зеленый. Перидотит, богатый оливином базальт, содержит много других минералов, придающих ему красивые пятнистые узоры с преобладанием зеленого цвета. Используется перидотит как поделочный материал, из которого изготавливают декоративные изделия. С перидотитом связаны крупнейшие месторождения платины, меди, никеля, хрома. К этой группе горных пород относятся также кимберлиты, с которыми связаны главные месторождения алмазов и ювелирных гранатов.

Метаморфические горные породы образовались в результате метаморфизма (изменения) осадочных магматических пород. Большинство горных пород меняло условия: то погружалось в глубину Земли, то поднималось вверх. Одновременно менялись температура, давление и состав горных пород. Так, известняки превращались в разноцветные красивые мраморы. Образовались красивые нежно-зеленые нефриты, сиреневые чароиты, разнообразные по рисункам и цветовой гамме яшмы.



К метаморфическим породам относят гнейсы, кварциты, сланцы, скарны и другие. Гнейсы - самые древние из известных на земле горных пород. Они состоят из кварца и полевого шпата, слюды и других минералов, которые придают им полосчатость: чередование светлых и темных полос. Сланцы образуются из осадочных пород и даже из обыкновенной глины. Они содержат большое количество цветных минералов и имеют листоватую или вытянутую форму, легко расщепляются на тонкие пластинки. Иногда в них вкраплены граниты, ставролиты, мусковит.

Кварцит содержит кварц в виде зерен неправильной формы, образуется в глубинах Земли из песчаников или песка. Имеются железистые кварциты, они являются ценными железными рудами. Скарны - породы, образующиеся из магнетических и карбонатных пород. С ними связаны месторождения железа, меди, цинка, вольфрама.

Метасоматические горные породы образуются в результате метасоматизма. Метасоматизм - процесс замещения одних минералов другими с изменением химического состава горных пород, при этом происходит миграция химических элементов. Например, при метаморфозе известняков образуются мраморы, а при метасоматизме - скарны. Происходящие процессы очень сложны, разнообразны и недостаточно изучены. Известно, что источником для подобных превращений служит магма, газы и щелочные или кислотные растворы.

Осадочные горные породы возникают в результате разрушения, оседания и накопления на поверхности земной коры предметов живой и неживой природы. Продукты разрушения могут быть различны по своим размерам, от крупных глыб до мельчайших пылинок, могут состоять из минеральных и органических частиц, неорганических и органических горных пород. При разрушении образуется рыхлая порода, называемая осадком, т.к. оседает на земную поверхность-90



ность При уплотнении рыхлый осадок образует осадочную горную породу. Изучением осадочных пород занимается наука литология ("литое" - камень).

Состав осадочных пород зависит от исходного состава материнской породы, при разрушении которой они образуются, зависит также от климатических условий. Частицы разрушенной материнской породы уносятся ветром или водой или скатываются к подножию горы в виде обломков, минералов и других остатков. Размеры их могут быть самыми разными: от крупных метровых глыб до мелкого щебня и даже пылевидных частиц. Самые мелкие обломочные частицы образуют глинистые частицы. Осадочные породы, образованные при разрушении материнской породы, носят название обломочных или терригенных.

В группу обломочных пород относят песчаник, образующийся из песка, минералов и других пород, сцементированных глиной, известью, илом или солями. Песчаники не долговечны. По мере накопления верхних более молодых слоев нижние подвергаются изменению и превращаются в метаморфические. Если же в результате таких-то тектонических движений земной коры метаморфические породы или известняк окажутся на поверхности, они снова подвергаются разрушению.

Песчаники имеют разный химический состав. Если песчаник сцементирован гипсом, он разрушается быстро под действием воды и ветра и снова превращается в песок. Очень прочный песчаник, сложенный из кварца и сцементированный кремниевыми соединениями. Этот песчаник используется как строительный материал.

К обломочным породам относят глины. Они могут быть различны по химическому составу, происхождению, плотности или прочности. Разные химические элементы, входящие в состав глин, придают им различную окраску. Так, углерод окрашивает глину в темно-серые и черные цвета, оксиды железа - от ро-



зоватых до красных оттенков, закись железа придает зеленоватый цвет. Очень ценится глина (каолин). В его составе присутствуют только атомы кремния и алюминия. Используется для производства фарфора. Состоят глины из обломочного (терригенного) и вулканического материала. В них часто встречается примесь морских органических остатков.

Когда осадочные породы образуются из перенасыщенных химических растворов, они составляют группу Хемогенных осадочных пород. К ним относят хорошо известную нам соль, которую еще называют поваренной солью (NaCl) или каменной. Воды морей несут не только твердые частицы, но и растворенные химические соединения. При пересыхании или обмелении участков морей, озер различные соли выпадают в осадок. Последовательность выпадения солей зависит от их растворимости: сначала выпадают труднорастворимые, затем легкорастворимые - карбонаты, сульфиты и хлориды. При определенных условиях могут образовываться и другие соли - бора, хлора (KCl), сульфат кальция (гипс) и другие.

Среди осадочных горных пород широко представлены органогенные породы, которые образуются из отмерших организмов, в основном растений и животных. Растительные остатки и трупы животных, распадаясь на химические соединения, дают материал для органогенных (биогенных) осадочных пород. К таковым относят мел, рифовые известняки, кремнистые породы. Мел состоит из мельчайших кристалликов кальцита, образовался в меловом периоде развития Земли, около 70-100 млн. лет назад. За десятки миллионов лет в некоторых древних морях накопились слои мела мощностью в десятки, а иногда сотни метров. Крупные меловые холмы в Поволжье (Россия), Северной Франции, Южной Англии.

Рифовые известняки создавались в течение длительного периода сотни миллионов лет назад. Главными образователями рифов были мшанки и водо-92



росли, кораллы. Живут кораллы в глубинах морей (до 45 м). При поднятии уровня моря кораллы гибнут и превращаются в известковый осадок. Образователями кремнистых пород являются такие кремнистые организмы, как диатомовые водоросли, радиолярии, некоторые виды губок и др., за сотни миллионов лет своего существования они сумели создать мощные слои органогенных пород.

Еще одну группу осадочных пород составляют ка-устобиолиты, горючие породы - торфы, угли, горючие сланцы, образовавшиеся в далекие геологические времена, миллионы лет назад, из остатков гигантских растений. К этой группе относятся нефть и янтарь.

Осадочные горючие породы составляют около 10% массы коры и покрывают 75% поверхности Земли. С осадочными породами связано свыше трех четвертей полезных ископаемых: уголь, нефть, горючие газы, соли, руды (железа, марганца, алюминия), россыпи (золота, платины, серебра, алмазов), фосфориты и стройматериалы.

6.3. Минералы

Минерал - однородный, чаще кристаллический продукт природных процессов, имеющий определенные физические свойства и химический состав. Изучает минералы наука минералогия. Эта наука имеет много точек соприкосновения с фундаментальными науками - химией, физикой, биологией, математикой. В настоящее время известно около 4 тыс. видов минералов и ежегодно открываются новые.

Минералы рождались в недостижимых глубинах Земли миллионы лет назад, происходят эти процессы и в настоящее время при вулканических извержениях. Когда магма поднимается вверх и начинает медленно остывать, при этом образуются минералы. Если магма затвердевает быстро, кристаллы не успевают формироваться, то образуется вулканическое темное, непрозрачное вещество типа стекла. Попадая на по-



верхность, многие минералы изменяются, при этом образуют новые минералы. Солнце, воздух и вода изменяют минералы. Вода и кислород окисляют горные породы, вызывают их выветривание, образуются различные соли.

Важными признаками минералов являются:

- природное происхождение;
- однородность по составу;
- кристаллическая структура.

Не относятся к минералам янтарь и агат или черный янтарь - разновидность каменного угля, т.к. они не имеют кристаллической структуры.

Диагностическими признаками для классификации минералов служат: форма, плотность, твердость, механические, оптические, магнитные, электрические свойства. Химический состав и физические свойства в пределах одного вида должны быть однородны.

Внешний вид минерала - это его форма, разнообразные ограненные кристаллы. Наиболее распространены кристаллы: октаэдр - восьмигранник, тетраэдр - четырехгранник, гексаэдр - шестигранник. Часто кристаллы сростаются и образуются двойники или древовидные сростки, состоящие из множества кристаллов. Минералы могут быть волокнистые и округлые.

Цвета и оттенки минералов составляют богатейшее собрание красок. Иногда цвет может меняться в зависимости от освещения - многокрасочность. Окраска определяется химическим составом, структурой, механическими признаками.

Блеск; блестит любой гладкий предмет, но по разному. Блеск минерала определяется тем, сколько света он отражает и сколько поглощает. Различают металлический, алмазный, стеклянный и др. блеск. Самый сильный - металлический. Слюда воспринимается как перламутровый блеск, или шелковистый.

Очень важный показатель минерала - твердость. Для ее определения пользуются эталонами - шкала-



ми, выраженными цифрами: 1 - тальк, графит; твердость очень мягкого карандаша, 2 - гипс... 9 - корунд, Ю - алмаз. Например, очень легко узнать подлинность камешка ювелирного изделия - его имитация на стекле не оставит царапин.

Имеется много других специфических свойств и особенностей. Например, магнитность. Иногда минералы имеют характерный солоноватый вкус, запах (чесночный запах мышьяковых минералов). Карбонаты, если на них капнуть кислоту, вскипают - выделяются пузырьки углекислого газа. Радиоактивность минералов можно определить специальными приборами. Все вышеуказанные свойства помогают их дифференцировать.

Существует несколько классов минералов, которые выделяются на основании их химического состава. Обычно различаются следующие классы минералов: самородные элементы, сульфиды, галогениды, оксиды, силикаты, карбонаты, сульфаты, фосфаты, нитраты.

Самородные элементы могут быть представлены металлами и неметаллами. Класс содержит около 80 минералов. Металлы: золото, серебро, медь, платина, железо и др. Неметаллы: алмаз, графит, сера и др.

Сульфиды - соединения химических элементов с серой, чаще всего металла с серой. По составу многокомпонентны, т.к. в них входят примеси, включения других минералов. Для класса характерны металлический блеск, высокая плотность и электропроводность.

Галогениды - класс минералов солеобразных соединений. Производные кислоты фтора, хлора, брома, йода. Всего около 50 видов этих соединений.

Оксиды или окислы - природные химические соединения элементов, в основном металлов, с кислородом или гидроксильной группой. Около 200 минералов этого класса. Оксиды составляют около 17% масса земной коры.



Силикаты - породообразующие минералы, составляющие 80% (по массе) земной коры. Класс включает около 500 минералов. Силикаты - это соли кремниевых и алюмокремниевых кислот.

Карбонаты - соли угольной кислоты. Известно около 80 минеральных видов. По массе земной коры составляют около 1,7%. В основном минералы представлены карбонатами кальция, магния, железа.

Сульфаты - соли серной кислоты. Могут быть безводные и водные минералы этой кислоты. Составляют около 0,1% земной коры (по массе). В основном соли средние.

Фосфаты - соли фосфорной кислоты. Около 180 минеральных видов. Выделяют группы безводных, простых и сложных. Соли ортофосфорной и мета-фосфорной кислот входят в состав фосфорных удобрений, минеральных подкормок.

Нитраты - природные соли азотной кислоты. Главный минерал селитра. В основном биогенного происхождения. Хорошо растворимы в воде. Используются как удобрения. Образуют солеобразные массы - чилийская селитра (Чили).

6.4. Полезные ископаемые

Полезные ископаемые - это минеральные образования земной коры. Образуются они только во внешней оболочке Земли, имеющей толщину всего 10-15 км. Эта оболочка называется рудосферой. В ней происходит постоянный круговорот веществ. Месторождения образуются на любом этапе круговорота веществ. Вначале на больших глубинах при высоких температурах и давлении образуется расплав -магма, затем она устремляется вверх и застывает. По мере остывания из расплавов выделяются минералы, которые образуют руды никеля, меди, хрома, титана и других ископаемых. Такие месторождения залегают на глубине 3-15 км. Горячие расплавы могут проникать по трещинам и там кристаллизоваться в разн-96



образные минералы. Месторождения золота, платины, железа, свинца, цинка и залегают в виде жил в трещинах и пустотах.

Скопления руды в земной коре могут быть жильные, линзообразные, столбообразные, штокообразные, пластообразные и другие. Среди рудных месторождений выделяют руды черных, цветных, редких и радиоактивных месторождений, а также рассеянных элементов.

Черные металлы (железо, марганец, хром, титан и ванадий) - таково промышленное название железа и его сплавов. В настоящее время из недр Земли ежегодно извлекают почти 1 млрд. т железной руды.

В группу легких металлов входят алюминий, магний и бериллий. Источником алюминия являются бокситы. Более 80% мировых запасов бокситов образовалось в тропическом поясе в течение последних 2539 млн. лет.

В группу цветных металлов включают: медь, цинк, свинец, сурьму, никель. Их объединяет общая связь с глубинными базальтовыми магмами. Производство меди уже около ста лет служит показателем мирового промышленного развития. Медь обладает высокой электропроводностью, благодаря чему является идеальным материалом для изготовления проводов. Медь входит в состав защитных средств от болезней и вредителей растений. Свинец был знаком народам уже за 6 тыс. лет до нашей эры. Из него изготавливали бронзу - сплав с медью. Свинец обладает способностью поглощать рентгеновское и радиоактивное излучение, обладает кислотоустойчивостью и ковкостью, и в настоящее время имеет широкое применение.

Редкие металлы используются в относительно небольших количествах. Их насчитывается более 50. Наиболее часто применяемые: молибден, вольфрам, кобальт, олово, ртуть и висмут.



Группа благородных металлов встречается в природе в самородном виде. К группе относятся платина и родственные ей металлы - палладий, осмий, рутений, иридий, золото и серебро.

Драгоценные камни - минералы с особыми свойствами, используемые для ювелирных изделий. Бывают бесцветные или красной окраски, большинство их отличается блеском, прозрачностью и высокой твердостью. Условно делятся на: I класс - алмаз, рубин, сапфир, изумруд, хризоберилл (александрит), жемчуг; II класс - топаз, берилл, циркон, аметист, шпинель и др.; III класс - агат, сердолик, бирюза, горный хрусталь и др. Имеется группа красивоокрашенных непрозрачных минералов или горных пород полудрагоценных - агат, яшма, родонит, малахит, лазурит, нефрит, жадеит, чароит, янтарь и др. Цветные драгоценные и полудрагоценные камни редко встречаются в природе. Большинство из них не образует собственных месторождений, их добывают попутно при разработке других видов полезных ископаемых.

Драгоценные камни издавна вызывали восторг, удивление и даже суеверный страх. Им приписывали магические свойства. "Вот рубин, он врачует сердце, мозг и память человека Это слова царя Ивана Грозного (1553), сказанные английскому послу в Москве. Еще в глубокой древности врачеватели применяли в качестве лекарств некоторые минералы. В папирусе "О приготовлении лекарств для всех частей тела", он был написан за 1400 лет до нашей эры, упомянуто более десятка минералов.

Сведения о магических, лечебных свойствах драгоценных камней дают нам египетские папирусы и клинописные тексты, Библия и индийские трактаты, труды греческих и римских ученых. "При созерцании драгоценных камней глаза наслаждаются" - Плиний Старший, "Они воспринимаются чувствами как прекрасное" - Бируни.



у всех народов древности почитались камни-амулеты. Зеленый малахит благородный для глаз и душевного равновесия; аквамарин брали с собой мореплаватели. Красивый камень сердолик был любимым талисманом А.С.Пушкина. В 1825 г. он написал такие строки:
Храни меня, мой талисман, Храни меня во дни горенья, Во дни раскаянья, волненья... Много прекрасных книг, поэтических произведений создано о драгоценных камнях, и нет ни одной области искусства, в которой сверкающий самоцвет не занимал бы своего почетного места.

6.5. Горючие породы

Горючие породы - полезные ископаемые, относящиеся к группе каустобиолитов осадочных горных пород, органического происхождения. Подразделяются на группы: угольного ряда (торф, ископаемый уголь, горючие сланцы) и нефтяного (нефть).

Торф - горючее ископаемое, образовано скоплением остатков растений, подвергающихся неполному разложению в условиях болот. Содержит 50-60% углерода. Мировые запасы торфа занимают площадь почти 180 млн. га. На некоторых месторождениях толщина пластов торфа достигает 20-25 м. Основные торфяники сосредоточены в Европе, Азии и Северной Америке. Общие запасы торфа в мире достигают 0,5 трлн. т.

В болотах постоянно наблюдаются недостаток кислорода и высокая влажность. Эти условия предохраняют растительные остатки от полного разложения, и они накапливаются из года в год, затем постоянно превращаются в однородную черную или коричневую массу - торф. Содержание воды в нем 85-95%. В торфе имеются ценнейшие органические и неорганические вещества, что обуславливает его широкое применение.



В настоящее время от 70 до 80% торфа используется в сельском хозяйстве в качестве удобрения, стимулятора роста растений, кормовых добавок для животных. Торф - источник многих ценных продуктов: воска, органических красителей, парафина, спиртов, газа и других. Поэтому торф находит широкое применение не только в сельском хозяйстве, но и в химии, медицине, энергетике.

Уголь - твердое горючее полезное ископаемое, продукт преобразования высших и низших растений. Научные исследования состава углей показали, что они образовались из отмерших остатков растений, накапливавшихся в торфяных болотах. Угли проходят через несколько стадий созревания. Отсюда разнообразие его видов.

В истории Земли известны подъемы суши и опускания, наступления и отступления океана. Торфяник оказывался под толстым слоем воды, его заносило песком и глиной. Затем водоем обмелевал и появлялся новый слой торфяника. Так повторялось многократно, и торфяники образовались пластами. Торф уплотнялся, терял воздух и кислород, претерпевал химические преобразования. Первоначально он превращался в бурый уголь. Под действием высоких температур и давления на протяжении миллионов лет органическое вещество претерпевало все новые преобразования. Так бурый уголь со временем превращался в камень, черного цвета. Таким образом выстраивается последовательный и непрерывный ряд горючих ископаемых: торф - рыхлый бурый уголь -каменный уголь - антрацит - графит.

Запасы ископаемого угля огромны. По приблизительным оценкам его 15-30 трлн. т., т.е. в 10 раз больше, чем нефти и газа вместе взятых. Основные угольные богатства сосредоточены в Северном полушарии - в Европе и Северной Америке.

Основные потребители угля - энергетика и промышленность. Из углей готовят адсорбенты для по-



глошения вредных примесей в воде, воздухе, различных растворах. На основе ископаемого угля создан гемосорбент для очистки крови. Бурые угли содержат гуминовые кислоты и используются как гуминовые удобрения, повышающие урожайность сельскохозяйственных культур.

Горючие сланцы. Сланцы - горные породы, обладающие способностью раскалываться на тонкие пластины. Различают сланцы метаморфические, из которых получают смолу, близкую по свойствам к нефти. Мировые запасы сланцев в настоящее время составляют триллионы тонн.

Сланцы обычно светло-коричневого или серого цвета, на 15-40% состоят из органического вещества. Если сланец содержит более 40% органики, то такой горючий сланец называют сапропелевым углем. Образовались сланцы в озерах, мелководных заливах, отделенных от моря песком. Остатки организмов перерабатываются личинками насекомых, моллюсками и микроорганизмами. Образуется перегнивший ил - сапропель. В более глубоких слоях ил образуется без доступа кислорода в результате деятельности анаэробных микроорганизмов. Возникает кероген. На еще больших глубинах, при повышенных температурах и давлении, кероген разлагается и возможно образование месторождений нефти и газа.

Запасы сланцев огромны - десятки триллионов тонн. Около 3/4 ресурсов сосредоточено в недрах Америки. Сланцы, кроме использования их как топлива, применяются в строительстве: при производстве цемента, блоков, панелей. Они содержат ряд редких элементов - уран, ванадий, молибден и др. Из сланцев получают синтетическую нефть.

Нефть и газ. Нефть - важнейшее полезное ископаемое, распространенное в осадочной земной оболочке. Занимает особое место среди других полезных ископаемых. Непременным спутником нефти является природный горючий газ, который вместе с нефтью



составляет основу топливно-энергетического баланса мира, используется во многих отраслях промышленности.

Происхождение нефти является одной из загадок природы. Существует две гипотезы. Первая состоит в том, что нефть образовалась органическим путем, т.е. из остатков растений и животных, живших много миллионов лет назад. Вторая - нефть имеет неорганическое происхождение. Возраст горных пород, содержащих нефть и газ, довольно значительный. Около 13% содержится в палеозойских отложениях, около 63% - в мезозойских и около 24% - в кайнозойских. По мнению современных сторонников органической гипотезы, образование нефти происходит следующим образом. Растительные и животные остатки попадают на дно морей, где накапливаются и уплотняются, формируется осадочная порода. Органические остатки перерабатываются микроорганизмами и образуются большое количество газов (метана, углекислого газа), вода и немного углеводов. Все эти продукты скапливаются в толщах осадочных пород, причем, только в определенных пластах осадочных пород, имеющих поры и трещины. В осадочных породах нефть залегает пластами, нефтеносные пласты отделены друг от друга мощными, непроницаемыми для жидкостей и газов толщами глины или солей.

Нефть состоит в основном из жидких углеводородов: углерода содержится 79-88% и водорода 1114%. В небольших количествах (до 5%) в нефти имеется сера, кислород и азот, присутствует много металлов - никель, железо, алюминий, медь, магний, барий и другие, но концентрация их очень незначительна - до 0,03%.

Горючие газы состоят в основном из метана (8599%), входят в них также этан, пропан, бутан и пен-тан. В незначительных количествах присутствуют углекислый газ и водяные пары. В горючих газах со-



держится в очень малых концентрациях гелий, аргон, водород. Кислород входит в состав углекислого газа.

В природе нефть и газ распределены неравномерно. В мире более 27 тысяч нефтяных месторождений, но не все месторождения рентабельны. Большие запасы нефти сосредоточены в Азии: на Ближнем и Среднем Востоке, в Западной Сибири и Казахстане. Крупнейшие месторождения в Северной и Южной Америке, в Северной Африке и Северном море, у берегов Европы. Первое место в мире по запасам нефти занимает Саудовская Аравия, на втором месте Кувейт - небольшое государство буквально плавает на нефти. Изобилует нефть в Объединенных Арабских Эмиратах.

Нефть широко используется в хозяйственной деятельности. Путем перегонки из нее получают бензин, керосин, реактивное топливо, мазут. Нефть - это синтетические волокна и многие другие ценные продукты.

6.6. Невозобновляемые ресурсы недр Земли

Природные полезные ископаемые, которые использует человек, имеют возраст несколько миллиардов лет, некоторые из них появились позднее - десятки и сотни миллионов лет. Они возникали постоянно, в течение всей жизни планеты. Такие же природные вещества, как песок, глина, торф продолжают накапливаться и в настоящее время из обломочных осадочных пород.

Сосредоточены полезные ископаемые во внешней оболочке земли. Эта оболочка литосферы получила название рудосфера.

Природные ресурсы представлены разными по консистенции полезными ископаемыми:

- | | |
|-----------|--|
| твердые - | руды металлов, драгоценные и полуделочные камни, стройматериалы; |
| жидкие - | нефть, ртуть, питьевые и целебные воды; |



газообразные - природный горючий газ, инертные газы.

Залегают природные полезные ископаемые на глубине 3-15 км от земной поверхности. Добыча их связана с образованием пустот или искусственных холмов, нарушающих экологическую обстановку на планете. Кроме того происходит истощение природных ресурсов.

20 век - век цивилизации, а основой цивилизации служат металлы и их сплавы. В будущем потребление металлов значительно увеличится. Так, мировое производство стали с 690 млн. т. в 1980 г. возрастает до 1,38 млрд. т. в 2000 г.

В 20 веке добыча нефти возросла примерно в 133 раза, угля - в 3,3 раза, газа - в 632 раза, древесины - в 8 раз.

Почти все виды полезных ископаемых, которые образуются в геологически длинные сроки, относятся к группе невозполнимых (не возобновляемых) природных ресурсов. Поскольку полезные ископаемые ограничены и невозполнимы, они должны использоваться экономно и более полно. Но, в среднем во всех странах мира остается в Земле или выбрасывается в отвалы 15-20% руд черных и цветных металлов. Потери каменного угля составляют 40%, нефти - 56%.

Подсчитано, что за 100 с лишним последних лет существования нефтяной промышленности добыто около 20 млрд. т. нефти, в недрах осталось примерно 60-70 млрд. т.

Ученые определяют следующие сроки обеспеченности человечества невозобновляемыми ресурсами (1980 г.). Металлами: алюминия хватит на 570 лет, железа - на 250, цинка - на 23 года, меди - на 29 лет, свинца - на 19 лет, олова - на 35. Некоторые исследователи считают, что до 2500 г. человечество израсходует запасы всех металлов. Угля и нефти человечеству должно хватить примерно на 150 лет. 104



Для сохранения и предотвращения истощения природных ресурсов необходимо установить гармонию общества с окружающей средой, рационально и комплексно использовать полезные ископаемые, охранять эти месторождения и окружающую среду. Проблемы, связанные с рациональным использованием природных ресурсов и их охраной, носят глобальный характер. В связи с этим необходимы поиски новых заменяемых источников сырья, топлива и энергии. В этом направлении большое значение приобретают использование солнечной энергии и сооружение биогазовых установок.

Солнечная энергия может быть использована при устройстве гелиоустановок. Чтобы использовать энергию Солнца, нужно солнечное излучение сгущать и концентрировать. В предгорьях Тянь-Шаня под Ташкентом был построен гигантский рефлектор -комплекс "Солнце". В комплексе десятки гелиостатов-зеркал. Диаметр каждого зеркала 50 м². Они следуют за перемещением Солнца. Отраженные лучи падают на концентратор, он их фокусирует на гелио-приемнике. В фокусе температура достигает нескольких тысяч градусов. В этой уникальной огненной печи плавятся металлы, причем, необыкновенной чистоты. Такую плавку комплекс "Солнце" выдал в 1987 г. Построение такой гигантской высокоэффективной установки возможно при продолжительном солнцестоянии, солнечных дней в Узбекистане до 300 в году.

Во многих странах строятся гелиоустановки, с помощью которых нагревают воду для бытовых нужд. В некоторых странах, испытывающих недостаток в энергоресурсах, предприняты попытки и уже построены солнечные электростанции, пока что очень небольшие и маломощные. Но не стоит забывать, что с точки зрения экологии солнечная энергия идеальна, поскольку не нарушает равновесия в природе.

Древнейшими на нашей планете считаются мета-нообразующие бактерии. Они питаются водородом и



углекислым газом, не нуждаются в кислороде. Живут в илистых отложениях морей и океанов, в болотах и горячих источниках. Их главная особенность - они образуют биогаз, состоящий из метана (до 70%), окиси углерода и др. Выработка биогаза экономична и выгодна. Из тонны органических отходов получают около 500 м³ биогаза. Процесс протекает непрерывно при повышенных температурах. В Китае действуют 7 млн. больших и малых биогазовых установок, около миллиона в Индии. Имеются такие установки в Германии, Румынии и России. Работают они на навозе, городском мусоре или сточных водах. Причем, из отходов или сточных вод удастся извлечь более 80% биогаза, а остальное используется в виде обеззараженного удобрения, более ценного, чем обычный навоз. Производство экологически чистое.

6.7. Почвы Земли и процессы почвообразования

Почва - поверхностный слой литосферы, покрывающий сплошной оболочкой всю сушу земного шара. Как уже указывалось, этот слой называется педо-сферой. Это своеобразная "кожа" Земли, через которую осуществляется постоянный обмен энергий и веществом между геосферами планеты - атмосферой, гидросферой, литосферой (недрами) и живыми организмами биосферы. "Кожа" или геомембрана пропускает одни вещества или энергию и отражает или задерживает другие.

Функции почвы:

1. Обеспечение жизни на Земле. Растения из почвы, а через них животные и человек, получают элементы минерального питания и воду.

2. Поддержание постоянного взаимодействия большого и малого круговоротов веществ на земной поверхности.

3. Почва регулирует химический состав атмосферы и гидросферы. Она пронизана порами, что обуславливает дыхание почвы. Почва обменивается с ат-



мосферным воздухом кислородом, метаном, аммиаком, водородом, поглощает кислород и выделяет углекислый газ.

4. Почва регулирует биосферные процессы, в частности плотность живых организмов. Почва может быть благоприятной (плодородие) и неблагоприятной для жизни. Может быть слишком плотной, кислой или щелочной, сухой или очень влажной.

5. Накопление гумуса (органические вещества) -почвенного плодородия.

Почвообразование. Почва - продукт длительного исторического развития. Как развивалась почва хорошо видно на каменных склонах гор в искусственных карьерах. Процесс почвообразования начинается с заселения живыми организмами поверхности горных пород. Первыми на бесплодной породе поселяются микробы, превращая ее в мелкозем и обогащая азотом. Постепенно поселяются и другие организмы (грибы, лишайники, мхи и, наконец, трава).

После отмирания живых организмов образуется органическое вещество - гумус.

В природе процесс почвообразования длится тысячелетия. Древние почвы, существовавшие в прошлые геологические периоды, были не такими, как в настоящее время. Но общая схема почвообразовательного процесса сохранилась.

Структурная организация. Почва состоит из генетических горизонтов, сменяющих друг друга. Эта вертикальная колонка - почвенный профиль. Глубина почвенного профиля колеблется от нескольких см (горные или пустынные почвы) до 1-2 м и более (равнинные и тропические почвы).

1. **Почва обладает структурой** в разных горизонтах и **состоит из твердых частиц**, имеющих различные размеры: камни крупные - 3 см и выше, гравий - 1-3 см, песок - менее 1 мм, пыль - мельче 0,05 мм, ил - мельче 0,001 мм. Размер твердых частиц



обуславливает разные почвы: песчаные, супесчаные, суглинистые, глинистые.

2. Жидкая фаза (почвенный раствор). Вода в почве находится в следующих состояниях: парообразном (в почвенном воздухе), конституционном (молекулы воды, входящие в минеральные и органические вещества), кристаллизационном (связанная с минералами вода, например, в глине $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), физически связанном (слой воды, адсорбированный на поверхности твердых частиц). Это вода, которая не передвигается в почве.

Свободная вода - это жидкость, передвигающаяся по профилю вниз или вверх. Важнейшая часть почвы, ее потребляют растения и увядают, когда ее не хватает. Она поступает в почву при выпадении осадков (дождь и снег), из грунтовых вод, при поливах. Почвенная вода - это водный раствор каких-то веществ, разбавленный или концентрированный, в зависимости от влажности почвы.

Почвенный раствор постоянно обменивается ионами с твердыми частицами почвы и возникает равновесие, нарушение которого приводит к неблагоприятным последствиям для растений.

3. Газообразная часть почвы. Воздух содержится в почвенных порах. Его содержание колеблется в зависимости от влажности, плотности почвы и т.д. В рыхлой до 20% кислорода, в слежавшейся около 2%, углекислого газа - 1,5% в рыхлой и до 10% в затопляемой. Многие семена культурных растений лучше всего прорастают при содержании кислорода около 20%, если его запас снижается до 10%, прорастание тормозится. При высоком содержании CO_2 в почве может возникнуть обстановка близкая к анабиозу, т.к. этот газ хорошо растворим в воде.

Большое количество CO_2 ежесуточно выделяется из почвы, а вместо него из атмосферы поступает воздух. Этот процесс называется "дыхание" почвы.



4. Живая (органическая) часть почвы. Органическая часть почвы - гумус. От гумуса зависит плодородие. Самыми плодородными почвами считаются черноземы, гумусовый горизонт которых около 100 см и содержание гумуса 10-12%.

Органическая часть образуется при разложении растительных остатков и трупов или остатков животных различными видами бактерий и грибов. Минерализация идет до простых соединений (CO_2 , NH_3 , H_2S , H_2O), которые уходят в атмосферу и гидросферу, часть остается в почве и синтезируется в новые соединения. Кроме газов при разложении органических остатков образуются органические кислоты, некоторые углеводы и аминокислоты.

Гумус - это темно окрашенные гумусовые кислоты, сложная смесь высокомолекулярных азотосодержащих органических соединений.

Без гумуса почва мертва, становится бесплодной. Это одна из главных проблем современного земледелия.

Типы, цвет и профиль почвы

Почвы с разных мест очень сильно различаются между собой. Это видно по строению их профиля.

Профиль - почвенный разрез глубиной до 1,5-2м. Это вертикальная колонка слоев, сменяющих друг друга сверху вниз.

В профиле верхний темный горизонт (А) накопления гумуса, затем идет переходный горизонт (В) изменения материнской породы, более светлый. Следующий горизонт (С) - материнская порода.

Почвенный профиль имеет различные цвета: от черного до палевого, от серого до красного или желтого, от черного до голубого. Черный - это гумус, сульфиды металлов. Белый - известь, кремнезем (кварц), глинозем, красный и желтый - оксиды железа.



Подразделение почв на генетические типы таково: подзолистые, серые, лесные, черноземные, сероземные и др.

Различные типы почв формируются под влиянием климата, характера материнской горной породы, растительного покрова и почвенных организмов. Наибольшее влияние оказывают климатические условия. Типы почв соответствуют определенным типами растительного покрова. Причем характер почв оказывает глубокое влияние на строение растений и их физические процессы.

7. ГИДРОСФЕРА

7.1. Гидросфера - совокупность всех вод Земли

Гидросфера - водная оболочка Земли, совокупность всех вод земного шара: океанов, морей, рек, озер, водохранилищ, болот, подземных вод, ледников, снежного покрова. Вода обладает рядом необычных свойств, она может одновременно встречаться в трех состояниях: твердом, жидком и газообразном. Кроме того, широко известны ее превращения: испарение, кипение, конденсация, замерзание, таяние. Вследствие высокой подвижности она проникает в различные природные образования. Находится в виде паров и облаков в земной атмосфере, формирует океаны и моря, существует в замороженном состоянии в высокогорных районах континентов, в виде ледяных покровов. Атмосферные осадки, попадая в почву и осадочные породы, образуют подземные воды.

Вода занимает исключительное место в биосфере, т.к. без нее невозможна жизнь. В любом живом организме, в каждой клеточке животного и растения протекают жизненноважные процессы в присутствии воды.



Одно из важных свойств воды - ее высокая теплоемкость. Нагреваясь под воздействием солнечных лучей, она поглощает очень много тепла, а остывая в ночное время, отдает тепло атмосфере. Таким образом вода водохранилищ и пары атмосферы аккумулируют тепло на земной поверхности. Если бы атмосфера не содержала водяных паров, космический холод поразил бы Землю и наступил холод.

Вода способна растворять в себе многие вещества, поэтому все природные воды содержат то или иное количество солей, и эти воды можно рассматривать как естественные растворы разной степени концентрации. Даже чистые атмосферные воды содержат 10-50 мг/л растворенных веществ.

Роль воды на планете многогранна, ее называют "кровеносной системой" Земли. Основатель русской геологической научной школы академик А.П.Карпинский писал: "Вода - это самое драгоценное полезное ископаемое. Вода - это не просто минеральное сырье, это не только средство для развития сельского хозяйства, вода - это действенный проводник культуры, это та живая кровь, которая создает жизнь там, где ее не было".

воду человек ценил во все времена и эпохи. "Вода дороже золота", - утверждали путники, всю жизнь кочевавшие в песках. Они знали, что никакие богатства не спасут путника в пустыне, если иссякнут запасы воды.

Трудно переоценить значение воды. Жизнь зародилась в водной среде. Наконец, все живые организмы состоят не менее чем на 3/4 из воды.

Существует много гипотез как возникла вода на планете. Согласно наиболее распространенной, вода выделялась из расплавов, в которых она растворена в глубоких недрах Земли, а оттуда сложными путями пробивалась на поверхность, образуя поверхностные



воды Мирового океана. Испаряясь, вода попадала в атмосферу, а затем в круговорот влаги. Предполагается, что первичный Мировой океан покрывал всю поверхность планеты, затем под влиянием процессов тектогенеза происходило поднятие суши из глубин океана. После возникновения круговорота воды постепенно сформировалась подземная часть оболочки Земли в верхних слоях литосферы.

Таким образом, первичная вода принадлежит к химически связанной воде в химических веществах. Под влиянием высокой температуры связанная вода постепенно превращалась в свободную. Вода, впервые поступающая в наружные слои литосферы из ее глубин, получила название ювенильной.

Гидросфера находится в тесной взаимосвязи с литосферой (подземные воды), атмосферой (парообразная влага) и живым веществом биосферы, в которое она входит в качестве обязательного компонента. Это взаимодействие хорошо прослеживается на схеме круговорота воды. Все природные воды тесно взаимосвязаны между собой и представляют единую систему.

Гидросферу изучает группа наук - океанология, гидрология, гляциология, гидрогеология.

7.2. Ресурсы и потребление вод

Гидросфера занимает почти 3/4 поверхности Земли и лишь 1/4 остается на долю суши. Основная часть воды заключена в Мировом океане. Мировой океан - это непрерывная водная оболочка Земли, окружающая все материки и острова. Мировой океан занимает площадь 361,3 млн. км², что составляет 71% земной поверхности, причём, в Северном полушарии - 61%, а в Южном - 31% поверхности. Объем водной массы в Мировом океане равен 1338,5 млн. км³.



**Распределение природных вод на Земле
(по Плотникову).**

Воды	Площадь рас простран
Океаны	361 300 000
Ледники и снега	16 227 500
Подземные (гравитаци капиллярные)	134 800 000
Подземные льды (в зонной мерзлоты)	21 000 000
Почвенная влага	82 000 000
Озера	2 058 700
Болота	2 682 000
Русла рек	148 800 000
Биологическая вода	510 000 000
Вода в атмосфере	510 000 000

Мировой океан делится материками на четыре части: Тихий, Атлантический, Индийский и Северный Ледовитый океаны, их объем составляет 96,5% общих запасов воды на Земле, остальные запасы приходятся на озера, реки и прочие воды. Самое бессточное озеро - Каспийское море. Общее число озер установить трудно. На земном шаре насчитывается 145 больших озер.

Значительные запасы воды содержатся на заболоченных территориях. Наибольшими в мире ресурсами речных вод обладают Бразилия, Канада, США, Китай, Индия, Россия. Самая многоводная река в мире - р. Амазонка. Мировые запасы пресных вод сосредоточены в областях полярных и горных ледников, которые покрывают около 10% всей суши. В Средней Азии имеется около 2500 ледников общей площадью 16538 км². Эти ледники оказывают решающее влияние на формирование и сток горных рек за счет таяния снега и льда.



Таковы мировые водные ресурсы. А каковы расходы?

Огромно расходование воды в промышленности и энергетике. Так, например, для изготовления 1 т сахара необходимо 100 м^3 , 1 т бумаги - 250 м^3 , 1 т алюминия - 1000 м^3 , 1 т меди - 5000 м^3 . Это лишь приблизительное значение реальных расходов воды в промышленном производстве, т.к. они зависят от технологического процесса и от природных особенностей места расположения завода.

Орошаемые земли потребляют воды такое количество, которое трудно подсчитать даже приблизительно. На земном шаре на орошение расходуется примерно 2500 км^3 воды в год, что значительно больше суммарного потребления воды всеми остальными отраслями мирового хозяйства. Причем, бесполезные потери забранной воды из рек и водохранилищ огромны. Они составляют около 30% от общего объема водозабора. На орошаемых землях на выращивание 1 т пшеницы расходуется 1,5-2 тыс. м^3 воды, 1 т хлопчатника - от 3 до 4 тыс. м^3 , а для получения 1 т риса затрачивается более 5 тыс. м^3 . На орошаемых землях, которые составляют всего 1/6 часть мировой площади пашни и насаждений, человечество получает около половины сельскохозяйственной продукции.

Расточительство воды наблюдается в повседневном быту (не закрытые водопроводные краны), в городском хозяйстве (неисправные колодцы на улицах, полив городских улиц после дождя) и т.д. Это далеко не полный перечень расходования пресной воды.

Серьезную опасность представляет загрязнение природных вод промышленными и бытовыми стоками. Вот интересный пример: 1 л нефти, попавшей в воду, делает непригодным для питьевого и технического использования, и даже для орошения, 1 млн. литров воды.



Проблема питьевой воды носит глобальный характер. Уже сейчас около 1/3 населения планеты испытывает недостаток в чистой воде.

Международной статистикой ЮНЕСКО установлено среднее количество потребления пресной воды (для промышленных и сельскохозяйственных целей) на душу населения (в л/с) в разных странах (Войтович, 1990):

Страны с весьма развитой промышленностью и орошением (типа США)	1500-2000
Страны с менее развитой промышленностью и средним уровнем орошения (типа Франции и Германии)	600
Развитые страны Африки и Ближнего Востока	100-200
Страны в безводных зонах с примитивной цивилизацией	20-50

В среднем для всего населения земного шара потребление пресной воды составляет на одного жителя от 300 до 400 м³ в год. Потребление пресных вод производится из поверхностных вод рек и озер; подземных вод; морских и соленых вод после их опреснения.

В Средней Азии (Узбекистане, Киргизии, Таджикистане) пресные воды образуются при таянии ледников. В предгорных равнинах часто выходят очень крупные родники, которые получили свое название у местных жителей - Карасу. Они дают начало рекам, и их сток (расход воды) равен 10-20м/с.

7.3. *Строение гидросферы*

Академик В.И.Вернадский - основоположник учения о геосферах планеты - рассматривал гидросферу с позиции единства всех природных вод. Все природные воды, где бы они ни находились, теснейшим образом связаны между собой и представляют единое



целое. Среди природных богатств особое место принадлежит океану.

Мировой океан. Океан часто называют "мир безмолвия". Под поверхностью его воды оставался и частично остается неведомый мир, о жизни которого мало что известно, особенно глубинных впадин. Наибольшая глубина Мирового океана находится в Марианском желобе в западной части Тихого океана и достигает 11022 м. Средняя же глубина всех океанов составляет 3700 м.

Изучение океанов и морей производится на океанографических станциях с борта корабля. На различных глубинах измеряют температуру, соленость, оптические свойства и другие показатели. За время исследования океанов выполнено около 200 тысяч комплексных измерений. Большую помощь в исследованиях океанов и морей оказывают космические съемки с орбитальных станций.

За последние несколько десятилетий благодаря новейшим методам исследования сделано много открытий, однако, океанское дно изучено слабо. По геологическим особенностям в океане выделяют: переходные зоны от материка к океану, ложе океана, срединно-океанские хребты.

Обычно материки окружены материковой отмелью, которую называют континентальным шельфом. Отмель представляет собой выровненную часть подводной окраины материка. Глубина ее обычно 100-200 м, но в отдельных случаях достигает 1500-2000 м. Переход от материка к океану может быть представлен в виде островных дуг. Островные дуги - горные сооружения, выступающие над поверхностью океанов или морей. Наиболее развиты островные дуги на западной окраине Тихого океана, им свойственны интенсивный вулканизм и большая сейсмичность.

В период последнего оледенения (антропогенный период) огромное количество воды превратилось в 116



лед на суше, океан "обмелел". Его уровень 16-18 тысяч лет назад был на 120 метров ниже современного, но с тех пор поднимается в среднем на 7-8 см в столетие, отвоевывая у континентов новые районы.

Внешний край материковой отмели переходит в континентальный склон. Его ширина не велика, около 15-30 км, но глубина резко понижается до 2000-3000 м. У подножия начинается океанское ложе, главная часть океана. В общей сложности океанское ложе занимает 75% океана, сложено оно из базальтов и слоя осадочных пород. Толщина осадков достигает 100 м, а в глубоких впадинах и того более. Осадки образуются из почвы, глины и песка, которые выносятся в моря и океаны реки, сдуваются с континентов ветры, а также из вулканического пепла и космической пыли. Немаловажную роль играют скелеты и раковины морских организмов. Наиболее древние отложения из осадков дна имеют юрский возраст. Рельеф океанского ложа сложный. Горные хребты, отдельно стоящие горы, цепочки подводных холмов делят его на плоские и холмистые участки. Особенно много плосковершинных гор в Тихом океане. Предположительно в Мировом океане не менее 4000 гор. Вблизи материкового склона нередко располагаются цепочки островов и глубоководные узкие желоба.

Средняя часть океанов занята почти непрерывной, переходящей из океана в океан, системой подводных хребтов, называемых срединно-океаническими. Склоны их пологие, но рассечены продольными и поперечными долинами. Над хребтом вздымаются отдельные горные вершины, иногда они поднимаются над уровнем моря в виде островов. Общая длина срединно-океанических хребтов свыше 60000 км, ширина до 1000 км, высота 3000-4000 м.

Моря могут быть внутренние, окраинные и межостровные. В принципе этого подразделения лежит степень обособленности и особенности гидрологического режима. Море может быть обособлено су-



шей или возвышениями подводного рельефа - это часть Мирового океана, чем больше замкнуто море сушей, тем в большей степени оно отличается от океана. К морям относят, например, Саргассово море. Это море без берегов в центральной части Атлантического океана. Границы его неопределенные из-за сезонных изменений течений. Глубина до 7110 м. К морям относят также и некоторые крупные озера - Аральское море, Мертвое море, на основании их гидрологического режима. Аральское и Каспийское моря полностью отделены от Мирового океана сушей, но вода в них соленая. Это бессточные озера-моря.

Озера - это природные водоемы в углублениях суши, не имеющие одностороннего уклона. Углубления или котловины озер могут иметь различное происхождение: тектоническое, ледниковое, речное (старицы), приморское (лагуны и лиманы), вулканическое (в кратерах потухших вулканов), завально-запрудное, искусственное (водохранилища, пруды) и другое. По водному балансу озера делятся на сточные и бессточные, а по химическому составу на пресные и минеральные.

Как уже указывалось, на Земле насчитывается 145 больших озер, площадь водной поверхности каждого из которых превышает 100 км². Самое большое озеро - море Каспийское, площадь которого 371000 км². К крупнейшим относят озера: Верхнее (США, Канада) - площадь 82680 км², Виктория (Кения, Танзания, Уганда) - площадь 68800 км², Маракайбо (Венесуэла) - площадь 13300 км².

В конце 1986 г. было открыто подземное озеро Драхенхаухлок в Намибии площадью около 2 га и глубиной 60 м. Добраться до него можно только через лабиринт колодцев и коридоров. Учитывая наличие подземных озер и трудность их обнаружения, понятно, что многие из них пока не известны, и определить точное число озер затруднительно.



К озерам относят водохранилища и пруды - искусственные озера. В настоящее время на планете в эксплуатации находятся более 10 тысяч водохранилищ с общей емкостью около 5000 км^3 воды. Наиболее крупные водохранилища: в Европе - Куйбышевское на р. Волга емкостью 58 км^3 ; в Азии - Братское на р. Ангара - 169 км^3 ; в Африке - Оден-Фолс на р. Нил - 205 км^3 (вместе с озером Виктория); в Северной Америке - Даниель-Джонсон на р. Маникуган - 142 км^3 ; В Южной Америке - Эль Мантеко (Венесуэла) на р. Карони - 111 км^3 .

Наука, изучающая форму, размеры и другие параметры озер и водохранилищ, называется лимнология (озероведение).

Реки - это водные потоки, текущие в естественных руслах. Река с притоками образует речную систему. Суммарный годовой сток рек в Мировой океан составляет 38800 км^3 . Изучает реки наука гидрология.

Подпитка рек водой осуществляется за счет поверхностного и подземного стока. На их характер и развитие оказывает влияние климат, рельеф, геологическое строение. Все реки разделяются на две группы: горные, характеризующиеся быстрым течением в узких долинах, и равнинные, текущие медленно, образуя часто широкие долины.

Крупнейшими реками мира являются: р. Нил - 6670 км (Африка), р. Амазонка - 6437 км (Южная Америка), р. Миссисипи с Миссури - 6420 км (Северная Америка), р. Янцзы - 5800 км (Азия), р. Обь с Иртышом - 5410 км (Россия).

На некоторых реках образуются пороги и водопады. Пороги возникают обычно в местах выхода трудноразмываемых пород. В таких местах повышается скорость течения и понижается уровень воды. Водопад - падение воды в реке с уступа, пересекающего речное русло. Иногда вода падает по нескольким уступам, образуя каскады.



Крупнейшие водопады мира: Анхель - высота падения воды 1054 м (Южная Америка), Тугела - 933 м (Африка), Йосемитский - 727 м (Северная Америка), Виктория - 120 (Африка) и другие.

Объем и уровень воды в реках изменяется в течение года, т.е. формируется годовой цикл рек. Он подразделяется на фазы: половодье, межень (низкий уровень воды), паводки, ледостав (неподвижный ледяной покров), ледоход.

На планете встречаются подземные реки - большие и малые. Интересную гипотезу высказал индийский геоморфолог Б.Гоуз, он предполагает, что в земных недрах течет еще одна большая подземная река Ганг. Воды этой реки вытекают из района Гималаев. Затем река разделяется. Одна течет под Западной Бенгалией, другая - под Бангладеш.

Подземные воды. К таковым относятся воды, находящиеся в толщах горных пород верхней части земной коры. Они могут находиться в жидком, твердом и парообразном состоянии. В горных породах широко распространена еще и пленочно-капиллярная подземная вода - физически связанная подземная вода. В горных породах есть еще и химически связанная вода, которая входит в кристаллическую решетку минералов (например, формула гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). В земной коре в толще многолетнемерзлых горных пород подземные воды находятся в твердом состоянии - вода льда.

Природные подземные воды верхних слоев литосферы изучает наука гидрогеология, ее разделы включают в себя общие теоретические вопросы и практическое использование. Разделы следующие: общая и планетарная гидрогеология, гидрогеодинамика (динамика подземных вод), гидрогесхимия, гидрогеотермия, палеогидрогеология и другие. Подземные воды тесно взаимосвязаны с другими геосферами и различными видами хозяйственной деятельности (рис. 7.1.).



Рис. 7.1. взаимосвязи подземных вод с другими компонентами природы и различными видами хозяйственной деятельности.

7.4. Химический состав природных вод

Известно, что 2/3 поверхности планеты покрыты водой. И если бы ее можно было равномерно распределить по всей поверхности, то вода окутала бы землю 4-километровым водным покровом. Но человечество постоянно испытывает недостаток пресной воды, на ее долю приходится 2% всех запасов и, соответственно, 98% соленой воды.

Соленость воды - главный признак вод Мирового океана. Количество растворенных солей оценивается примерно в $49,2 \cdot 10^{15}$ т. Если всю морскую соль в сухом виде распределить по всей поверхности суши, то последняя окажется покрытой слоем соли толщиной около 150 м. Накопление такого огромного количества солей происходило в течение продолжительного времени и тесно связано с историей Земли.



В морской воде содержится 11 химических соединений в виде солей. Соленость в среднем составляет 35 г/л.

Большую часть растворенных солей составляет NaCl (хлористый натрий) - 78%. В настоящее время из морской воды добывают до 60 млн. т. поваренной соли ежегодно. Около 11% в воде содержится хлористого магния. Во многих странах из морской воды получают металл магний. В морской воде содержатся соли брома, причем 99% всего брома на Земле находится именно в морской воде.

Во всех водах океанов растворены газы: кислород и углекислый газ. Количество их в водах изменяется в широких пределах в зависимости от температуры, жизнедеятельности организмов и других факторов. Так, автотрофные растения усваивают углекислый газ в процессе фотосинтеза. Кроме того, в морской воде имеются аммиак, метан, соединения серы и другие.

Запасы растворенных в морской воде химических веществ неисчислимы. Теоретически в нее должны входить все химические элементы. Реки и ручьи, подземные воды и ветер механически разрушают и растворяют горные породы и содержащиеся в них руды, которые скапливаются в озерах, морях и океанах.

Непосредственно у побережья происходит отложение бокситов, затем следуют руды железа и у подножия берегового склона - руды марганца. Из скелетов отмирающих организмов накапливаются большие массы известняков. В морских организмах много фосфора, после отмирания, разложения и растворения возникли пластовые месторождения фосфоритов.

В Мировом океане накоплены кобальт, медь, никель и другие важные элементы.

Химический состав подземных вод сложный и зависит от их типа, взаимодействия с горными породами, происхождения, места нахождения и других факторов. Насыщение подземных вод химическими ве-122



ществами называется минерализацией. Степень ее выражается в г/л. Минерализованные воды характеризуются повышенным содержанием биологически активных веществ, оказывающих физиолого-терапевтическое воздействие на организм человека, и используются в лечебных целях. Их принято делить на холодные (до 20°C), теплые или субтермальные (20-37°C), термальные (37-42°C), горячие или гипер-термальные (42°C). По составу и лечебному действию различают несколько групп минеральных вод: углекислые, сульфидные и радоновые.

Классификация подземных вод по минерализации следующая:

- пресные воды - они могут быть как наиболее пресные, очень пресные, так и нормально пресные и пресноватые;
- солоноватые воды - слабо и сильно солоноватые;
- соленые воды - слабо и сильносоленые;
- рассолы - воды слабоконцентрированные, крепкие, очень крепкие, сверхкрепкие.

Концентрация солей этих вод следующая: пресные воды содержат до 1 г/л солей: солоноватые - от 1 до 10 г/л; соленые - от 10 до 50 г/л; рассолы - свыше 50 г/л. Соли кальция и магния придают жесткость и соленость воде, в основном это соли серной и соляной кислот, щелочность воде придают соли угольной кислоты.

Мировой океан в недалеком будущем поможет решить энергетическую проблему на планете. Уже сейчас сотни нефтяных вышек уходят все дальше в море. В Каспийском море вышки ушли уже более чем на 100 км от берега. Воды океана обладают еще одним богатством - они содержат атомное горючее: тяжелые и сверхтяжелые воды (дейтерий и тритий).



7.5. *Круговорот воды*

Гидросфера оказывает огромное влияние на верхние слои литосферы - является главным фактором физического и химического выветривания. Велико воздействие оледенений на земную поверхность, которых было несколько за всю историю Земли. После оледенения на планете изменялись климат, растительность, животный мир.

Существует также тесная связь гидросферы и атмосферы. При испарении воды пары, находясь в воздухе, задерживают в атмосфере тепло Земли. Поэтому чем больше испаряет гидросфера планеты, тем мягче ее климат.

В течение года с поверхности морей и океанов испаряется в воздух около 355 тысяч км³ воды. Около 90% этой воды затем снова выпадает в виде осадков над поверхностью океана, а остальная падает на сушу в виде дождя и снега. Эти 10% реками выносятся в океан или под землю, или консервируются в ледниках.

Вода на Земле находится в постоянном круговороте. Схема круговорота воды следующая (рис. 7.2.).

1. Под действием солнечных лучей вода испаряется с поверхности океана и суши. Движущей силой круговорота является солнечная энергия и сила тяжести.

2. Часть воды сразу возвращается с осадками в океан и на сушу. Попадая на почву, вода впитывается в нее, пополняя запасы почвенной влаги и подземных вод, частично стекает по поверхности в реки и водоемы. Почвенная влага попадает в растения, которые испаряют воду в атмосферу.

3. Вода, испаряясь с поверхности Мирового океана, снова оказывается в атмосфере. Круговорот замыкается.

4. Круговорот не полностью замкнут: часть воды, попадая в верхние слои атмосферы, разлагается под

действием солнечных лучей и уходит в космос. Но это незначительные потери.

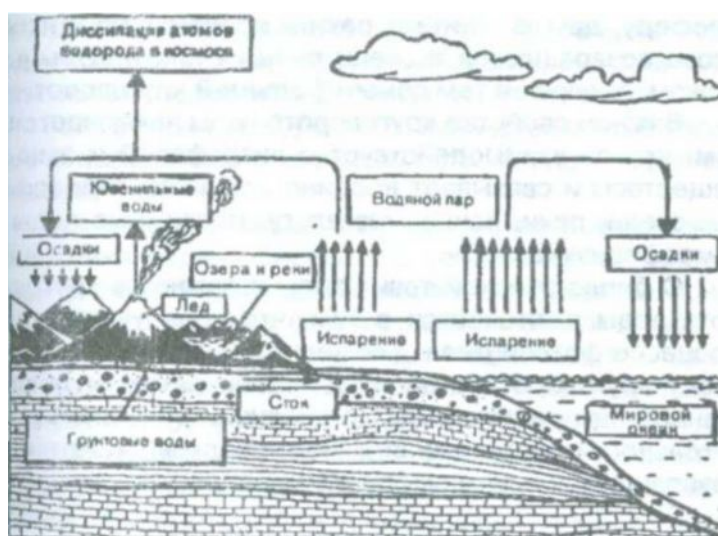


Рис. 7.2. Круговорот воды в биосфере.

5. Потери воды в круговороте восполняются за счет поступления воды из глубинных слоев Земли при вулканических извержениях. За счет этого объем гидросферы постоянно увеличивается. По подсчетам, 4 млрд. лет назад ее объем был в 7 тыс. раз меньше современного.

Круговорот воды в природе состоит из нескольких звеньев, связанных воедино и переходящих из одного в другое. Таких звеньев восемь: атмосферное, океаническое, подземное, речное, почвенное, озерное, биологическое и хозяйственное.

Круговорот воды - один из грандиозных процессов на поверхности земного шара. В биосфере вода непрерывно движется, совершая малый и большой круговороты. Испарение воды с поверхности океана, конденсация водяного пара в атмосфере и выпадение осадков на поверхность океана образует **малый** кру-



говорот. Когда водяной пар переносится воздушными течениями на сушу, круговорот становится сложнее. При этом часть осадков испаряется и поступает в атмосферу, другая - питает реки и водоемы, но в итоге вновь возвращается в океан речным или подземным стоком, завершая тем самым большой круговорот.

Важное свойство круговорота воды заключается в том, что он взаимодействует с литосферой и живым веществом и связывает воедино все части гидросферы: океан, реки, почвенную влагу, подземные воды и атмосферную влагу.

С биологической точки зрения важность круговорота воды заключается в том, что вода участвует в процессе фотосинтеза. Кроме того, к биологическому звену круговорота относится транспирация и поглощение воды растениями. При наличии сплошной растительности поступившая в виде осадков влага вновь возвращается в атмосферу в виде пара.

7.6. Движения воды

Вся толща вод находится в постоянном движении, которое вызывают различные силы - космические, атмосферные, подводные землетрясения (моретрясения). Движение океанических вод, или циркуляция, или динамика, проявляется в разных формах: океанические течения, приливы и отливы, штормовые и приливные волны, цунами.

Океанические и морские течения - это своеобразные реки в океане. Причинами течения могут быть: ветер, перемещающий поверхностные воды; нагревание и охлаждение поверхности воды, осадки и испарения; различные плотности воды.

Течения в океане подразделяют на следующие: зональные, идущие на запад и восток, и меридиональные - с севера на юг; экваториальные, направляющиеся по экватору; муссонные, изменяющие направление в зависимости от направления муссонных ветров (летом ветер дует с моря на сушу, зимой - с 126



суши на море). Кроме того, течения могут быть узкими (струйные) и широкими (плавные), холодными и теплыми. Может быть вертикальное движение вод (апвеляинг), в результате которого глубинные воды поднимаются к поверхности. Вихревые движения аналогичны атмосферным циклонам и антициклонам.

Гольфстрим и Куроисио - меридиональные течения, антарктические круговые. Это наиболее крупные течения.

Приливы и отливы - периодические повышения и понижения воды у берегов. В течение суток уровень воды у берегов дважды повышается и дважды понижается. Это связано с притяжением Земли Луной. В открытом океане уровень воды поднимается в среднем на несколько десятков сантиметров и остается незаметным (для людей плывущих на корабле). Но у берегов подъем уровня воды значителен и заметен. Здесь разность между уровнями воды при приливе и отливе достигает 4-5 м в среднем. Самый большой прилив, около 18 м, наблюдается в одной из бухт у берегов Канады. В Охотском море отлив около 13 м.

Во внутренних морях приливы и отливы почти не заметны. Так, в Средиземном море они достигают 1-2 м, а в Черном - 10 см.

Цунами - подводные землетрясения. Вулканические извержения или подводные оползни сопровождаются сильным толчком и передаются водой на поверхность волнами. Несутся эти волны по поверхности со скоростью несколько сотен километров в час. Высота их возрастает у берегов. В результате на побережье обрушиваются гигантские водяные валы высотой до 10-15 м, а иногда 30-50 м.

Наиболее часто цунами обрушиваются на побережья Тихого океана, что связано с высокой вулканической деятельностью этого района. Самый спокойный - Северный ледовитый океан. За последнее тысячелетие тихоокеанское побережье подвергалось Ударам цунами около 1000 раз.



Ущерб, причиняемый цунами, во много раз превышает вызываемый самими землетрясениями. Так, на острове Кракатау во время извержения вулкана Кракатау в Индийском океане в 1883 г. волны достигали 35 м, погибло около 40 тыс. человек. Извержение Кракатау часто называют самым сильным в истории человечества. Было несколько сильных вулканических взрывов с интервалами в несколько часов. Волны распространились по всему Индийскому океану и докатились до Европы, обогнув мыс Горн, пройдя расстояние в 20 тыс. км.

Волны. Ветер, дующий над океаном, за счет сил трения и давления возмущает водную поверхность, в результате чего образуются ветровые волны различной формы (приливные и штормовые) и различных размеров, от едва заметной ряби до устрашающих (до 20 м) во время ураганов. Однако наиболее часто встречаются ветровые волны высотой 1-2 м. При движении волн интенсивно перемешиваются нижележащие слои воды в полосе между сушей и морем.

При набегании волн на берег водные массы задерживаются и затухают - это прибой. Прибойные волны способны разрушать нависающие скалы, дробить и перемалывать глыбы, отколовшиеся от скал. Прибой приносит на берег готовый материал в виде песка, гравия, раковин умерших обитателей моря.

Мощные удары волн обрушиваются на берег с интервалом в несколько секунд.

Штормовые волны сопровождаются сильным волнением на море и ураганным ветром. Волны достигают 10 м в высоту, встречая на своем пути преграды, разрушают их. Во время сильных штормов мощность удара волн составляет десятки тонн на 1 м². Они разбивают крутые берега, подмывают их и в скалах образуют ниши, которые делают берег неустойчивым. Штормы обычно сопровождаются ливнями. Вода, проникая в горные породы, достигает глинистых слоев, размягчает их, образуются оползни.



К движениям океанов относят также апвеллинг. Апвеллинг - это подъем волн из глубины к поверхности. Он может быть вызван устойчиво дующими ветрами, в результате которых происходят процессы вертикального движения вод. Поднимающиеся из глубины воды содержат большое количество питательных веществ, поэтому в этих зонах высокая биологическая активность животного мира океанов.

Морские течения и ветры выносят на океанические просторы айсберги - гигантские ледяные глыбы. А в Арктике эти горы льда возвышаются над уровнем воды в среднем на 70 м, достигая иногда высоты 190м, а длина их доходит до многих километров. Над водой возвышается только 1/6-1/7 часть этого гиганта, остальное скрыто под водой. Айсберги, путешествуя по океанам, постепенно растворяются и поставляют в океан миллиарды кубических метров чистой пресной воды.

7.7. Жизнь Мирового океана

В той или иной форме жизнь в Мировом океане существует на всех глубинах. Морские организмы очень разнообразны по размерам, форме и образу жизни. Среди растений встречаются одноклеточные представители, невидимые невооруженным глазом, и морские водоросли длиной в десятки метров. То же самое наблюдается и среди животных. Все разнообразие органической жизни в океане можно разделить на три основные экологические группы: планктон, нектон и бентос. У морских организмов существуют две главные области обитания: морское дно (бентическая зона) и толща воды над ним. Мелководная часть океана, которая располагается до глубины 200 м, называется неритической зоной.

Планктон представляет большую группу мелких микроскопических организмов, находящихся в водной толще и неспособных перемещаться против морских течений. Планктон как бы парит в воде. Среди планк-



тонных организмов выделяют фитопланктон и зоопланктон. В фитопланктоне преобладают две группы водорослей - диатомовые и перидиниевые. Они располагаются в приповерхностных слоях воды, т.к. для их существования необходимы солнечный свет и солнечная энергия. Зоопланктон представлен разнообразием видов - рачки, черви, медузы и другие животные. Многие виды зоопланктона могут самостоятельно перемещаться на небольшие расстояния, но в основном переносятся морскими течениями. Планктон состоит также из автотрофных и гетеротрофных микроорганизмов.

Все представители планктона составляют большую часть населения океана. Важной их особенностью является исключительно высокие темпы воспроизводства, особенно фитопланктона, и создание последним органического вещества и кислорода. Планктон непосредственно или через промежуточные звенья пищевых цепей служит пищей для многих животных.

Нектон образует группа активно плавающих в воде организмов. Представители нектона - различные рыбы, китообразные, тюлени, морские черепахи, морские змеи, кальмары, осьминоги и другие. Они активно плавают и перемещаются на большие расстояния.

Бентос состоит из организмов, обитающих на морском дне. Они могут быть прикрепленными к субстрату, сидячими (кораллы, водоросли, губки, мшанки, асцидии), роющими (кольчатые черви, моллюски), ползающими (ракообразные, иглокожие) или свободно плавающими у самого дна (брюхоногие, некоторые моллюски, скаты, некоторые рыбы).

Весь Мировой океан представляет собой единую экологическую систему (рис. 7.3.). Солнечную энергию используют организмы фитопланктона в поверхностных слоях, которые служат пищей растительного зоопланктона. Последний, в свою очередь, является

пищей для рыб, населяющих поверхностные слои водной толщи. Следующую зону составляют хищные рыбы, питающиеся другими рыбами. Глубоководная фауна состоит из животных, питающихся илом, рыб-хищников и других животных. На всех уровнях экосистемы океана обитают бактерии в роли организмов-деструкторов. Но основная масса их располагается на дне, куда поступают остатки погибших организмов. Биогенные остатки (органический детрит) заключают в себе огромный запас пищи для некоторых животных глубоководной зоны и бактерий.

Среда океана характеризуется специфическими свойствами, благоприятными для развития жизни. В нем растворены химические элементы, необходимые для построения тела животных и растений. Океан был первой средой обитания животных организмов, и эволюция основных типов и классов живых организмов протекала в водной среде. В океане вода находится в постоянном движении (морские течения), происходит подъем вод с глубин к поверхности и опускание поверхностных вод в глубину. Эти движения связывают воедино воды Мирового океана и определяют единство природной среды.

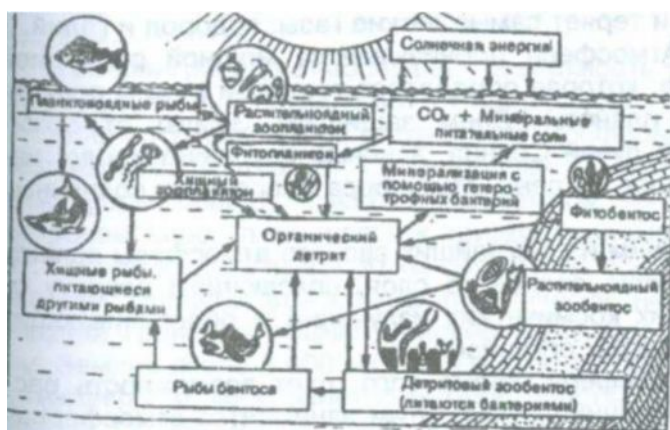


Рис. 7.3. Экологическая система океана



В настоящее время в океане насчитывается более 160 000 видов животных и около 10 000 видов растений. Среди животных около 16 000 видов рыб, 80 000 видов моллюсков, более 20 000 видов ракообразных, около 15 000 видов простейших, около 9 000 видов кишечнополостных и других. Из позвоночных животных, кроме рыб, обитают черепахи, змеи и млекопитающие (китообразные, ластоногие), всего более 100 видов. Среди растений в Мировом океане преобладают водоросли. Зеленых водорослей насчитывается более 5 000 видов, диатомовых - около 2 000 видов. С океаном связана жизнь около 240 видов водоплавающих птиц (пингвины, альбатросы, чайки и др.).

8. АТМОСФЕРА ЗЕМЛИ

8.1. Газовая оболочка планеты

Атмосфера - наиболее легкая воздушная оболочка нашей планеты, граничащая с космическим пространством. Через атмосферу осуществляются контакты между Землей и Космосом. Она защищает Землю от космической пыли и метеоритного материала и теряет самые легкие газы: водород и гелий.

Атмосфера пронизывается мощной радиацией Солнца, которая определяет тепловой режим поверхности планеты. Днем защищает Землю от обжигающих лучей Солнца, а ночью сохраняет тепло, накопленное за день. Атмосфера рассеивает солнечные лучи.

Одним из важнейших свойств атмосферы является наличие озонового слоя, спасающего планету от жестоких космических излучений и обеспечивающих жизнь живых организмов.

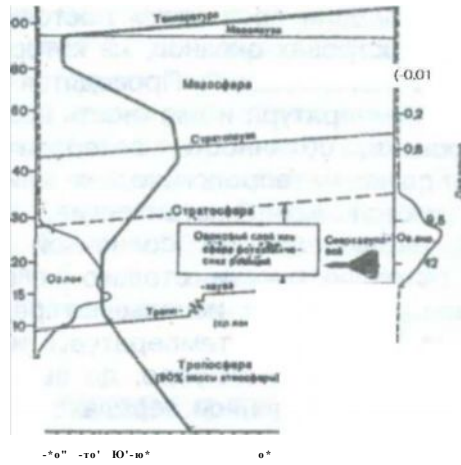
Атмосфера, кроме того, дает возможность распространению звуков. Этим занимается атмосферная акустика.



Сведения о строении и процессах, происходящих в атмосфере, получают с помощью различных методов. Прежде всего, из метеорологических наблюдений. Эти наблюдения проводятся постоянно на всех континентах и островах океанов, на которых имеется свыше 10 000 метеостанций. Проводятся следующие наблюдения: температура и влажность воздуха, атмосферные осадки, облачность, ветер, атмосферное давление. Кроме метеорологических климатических станций имеются актинометрические, на которых проводятся наблюдения за солнечной радиацией, таких пунктов около тысячи, столько же аэрологических станций. Последние используют радиозонды -приборы для измерения температуры и влажности воздуха в свободной атмосфере, до высот около 40 км и более, и одновременной передаче результатов с помощью радиосигналов на Землю. В настоящее время исследования атмосферных процессов планетарного масштаба осуществляются с помощью искусственных спутников Земли, специально оборудованных и выведенных на определенные орбиты -спутниковая метеорология. Кроме того, на многих станциях проводятся наблюдения за атмосферным озоном, химическим составом воздуха и электричеством.

Нижняя граница атмосферы - поверхность суши и гидросферы. При отдалении от поверхности Земли постепенно уменьшается плотность атмосферы и она незаметно сходит на нет. Около половины массы всей атмосферы сосредоточено в приземном пятикилометровом слое, уменьшаясь к тридцатикилометровому. Масса воздуха выше 30 км составляет 1 %. Резкой верхней границы атмосферы практически нет. Под верхней границей обычно условно понимают высоту над Землей около 3 000 км, т.е. высоту, где плотность атмосферы и межпланетного пространства уравнивается. Общая масса атмосферы равна $5,16 \cdot 10^{15}$ тонн.

«001



Р И С . 8.1. Схема строения атмосферы Земли.

Атмосферу условно делят на ряд слоев (рис.8.1.). Наиболее распространено деление по характеру изменения температуры в зависимости от высоты. По этому принципу выделяют тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу и экзосферу. Между этими подразделениями существуют переходные слои, которые названы соответственно тропопаузой, страто-паузой и мезопаузой.

8.2. Характеристика слоев атмосферы

Тропосфера - нижняя часть атмосферы, прилегающая к земной поверхности. Верхняя граница тропосферы проходит по тропопаузе, высота которой изменяется в зависимости от широты местности, времени года и даже суток. Высота тропосферы простирается в среднем от 9 до 17 км. Основная причина изменений высоты - колебания температуры.



В тропосфере находится 4/5 (около 80%) всей массы атмосферы и практически весь водяной пар. Тропосфера - "фабрика" погоды. В ней происходят интенсивные горизонтальные и вертикальные перемещения масс, обуславливающих погоду. Здесь образуются облака, дождь, снег, град, ветер.

Температура в пределах тропосферы сильно изменяется. В среднем она уменьшается с высотой примерно на 0,6°C на каждые 100 м. Уменьшение температуры с высотой связано с тем, что тропосфера прогревается преимущественно за счет тепла, излучаемого земной поверхностью. У верхней границы тропосферы температура снижается до минус 56°C.

Границы тропосферы изменяются при движении от полюсов к экватору. Высота тропосферы в полярных областях 8-10 км, 10-12 км в умеренных широтах и 16-18 км в тропических.

Переходный слой между тропосферой и стратосферой называется тропопаузой. Между тропосферой и стратосферой происходит постоянный обмен воздушными массами.

Стратосфера - воздушная оболочка, располагающаяся над тропосферой. Второй слой атмосферы характеризуется относительно постоянной температурой в нижней части (примерно до высоты 25 км) и постепенным возрастанием ее в верхней части. В этом слое, в отличие от тропосферы, наблюдаются исключительная сухость воздуха и падение давления. У верхней границы стратосферы температура достигает от 0 до минус 10°C, а в некоторых зонах - до минус 40°C и ниже.

Стратосфера простирается до высоты 50-55 км над земной поверхностью. Здесь стоит ясная погода, но часто дуют сильные ветры. В стратосфере существуют характерные для нее сезонные и климатические различия: есть свое "лето" и своя "зима".

Важнейшей составной частью стратосферы, как и всей атмосферы, является озоновый слой. Он распо-



лагается в нижней части стратосферы и содержит повышенное содержание озона (O_3). Максимальное количество озона сосредоточено примерно на границе тропосферы и стратосферы, причем, концентрация его на высоте 15-26 км более чем в 100 раз превышает концентрацию у поверхности Земли. Под влиянием магнитного поля Земли озоновый слой над полюсами находится на меньшей высоте, чем над экватором. У полюсов озоновый слой располагается примерно на высоте 8-30 км, а у экватора - 15-35 км.

Значение озонового слоя велико. Главное заключается в том, что он почти полностью поглощает ультрафиолетовые лучи, губительные для всего живого. Благодаря озону атмосферы до поверхности Земли доходят лишь сотые доли процента ультрафиолетовых лучей. Вот почему часто озоновый слой называют озоновым экраном, защищающим жизнь на Земле. Но, в настоящее время наблюдается разрушение озонового слоя в результате загрязнения окружающей среды, что приводит к образованию озоновых дыр.

В стратосферу посылают радиозонды и ракеты, с помощью которых исследуются верхние слои приземной атмосферы (около 50 км). Изучают атмосферное давление, магнитное поле Земли, регистрируют космические излучения, фотографируют спектры солнечного и земного излучений, определяют состав воздуха. С целью получения метеорологических данных для прогноза погоды, изучения характера облачного покрова и других показателей, в атмосфере постоянно работают искусственные спутники Земли.

Мезосфера. Стратосферу от мезосферы отделяет переходный слой, называемый стратопаузой. Мезосфера располагается выше стратосферы, и ее нижняя граница проходит по стратопаузе, а верхняя по мезопаузе - слою, обладающему минимальной для атмосферы температурой, около минус $90^{\circ}C$. Температурный диапазон, характерный для мезосферы, 136



колеблется от 0°C с постепенным переходом до минус 90°C.

Мезопауза - слой атмосферы на высотах от 50 до 80-85 км от земной поверхности.

Сложные химические реакции в верхних слоях атмосферы - выше 50 км - делают ее электроводной и создают слои, отражающие радиоволны. Это позволяет проводить дальнюю радиосвязь вокруг Земли.

Термосфера начинается от поверхностного слоя мезопаузы и лежит выше мезосферы, примерно от 75-80 до 600-800 км над поверхностью Земли. Сфера характеризуется быстрым возрастанием температуры, которая в верхней части этого слоя достигает 1000°C предположительно. Непосредственно измерить температуру в атмосфере можно лишь до высоты 60-70 км. Выше в связи с чрезвычайной разреженностью газа этого сделать нельзя. Такую рассчитанную температуру называют кинетической.

В пределах термосферы температура и плотность воздуха очень сильно зависят от времени года и суток. Они значительно больше днем, чем ночью. Температура и плотность воздуха термосферы высокие в годы повышения солнечной активности. В термосфере облучение солнечными электронами ионов часто приводит к свечениям. Самое эффективное из них - полярное сияние. Из-за воздействия ультрафиолетовых и космических лучей частицы воздуха в термосфере и выше ее сильно ионизированы, поэтому выделяют слой ионосферы.

Под **ионосферой** понимают часть атмосферы, ее верхние слои, начиная от 50-80 км, характеризующиеся содержанием атомарных ионов и свободных электронов. Верхняя граница ионосферы - внешняя часть магнитосферы Земли. Причина повышенной ионизации воздуха в ионосфере заключается в том, что происходит разложение молекул атмосферных газов под действием ультрафиолетовой и рентгеновской солнечной радиации и космических излучений.



Экзосфера располагается на высоте 800-1000 км над поверхностью Земли. Это внешний слой атмосферы. Сфера характеризуется высокой температурой, свыше 1000°С, а частицы газов рассеиваются в околоземном космическом пространстве и навсегда покидают планету. Приборы, установленные на спутниках Земли, отметили, что на высоте примерно 800 км встречается много атомов кислорода и азота, а следы атмосферы могут быть рассеяны даже на высоте 10 тыс. км.

Деление воздушной оболочки на слои (тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера, ионосфера и экзосфера) чисто условное. Так, мезосферу и термосферу вместе часто называют ионосферой. Не выделяют отдельно стратосферу и мезосферу, а объединяют обе части в стратосферу.

Тем не менее, структура атмосферы Земли типична и может быть применена для всех планет Солнечной системы, обладающих атмосферой. Однако, только в земной атмосфере присутствует озоновый слой, создающий условия для уникального температурного режима и жизни на планете.

8.3. Химический состав воздуха

Газовый состав нижней части атмосферы, в особенности тропосферы, почти постоянен. Меняется лишь содержание водяного пара и взвешенных частиц органического и минерального происхождения.

Водяной пар - важная часть атмосферы. Его концентрация в среднем составляет около 0,16% от объема атмосферы, колебания составляют от 3% до сотых долей процента (Антарктида). В результате конденсации водяного пара образуются облака - скопления водяных капель и ледяных кристаллов.

Важной составной частью газового состава атмосферы является озон.

Озон (O_3) содержится в виде тонкого слоя в стратосфере. Стратосфера нагревается за счет поглоще-



ния озоном ультрафиолетовой солнечной радиации. Озон образуется из кислорода под воздействием ультрафиолетовых лучей, которые он поглощает. Причем в вышележащих слоях для образования озона не хватает кислорода, а в нижележащих - ультрафиолетовой радиации.

Общее содержание озона в столбе атмосферы, находящегося в разряженном состоянии, соответствует 2-4 мм слоя.

Содержание озона измеряется в "единицах Доб-сона", равных 0,01 мм чистого озона. Его колебания в атмосфере от 150 до 450 этих единиц.

Озоновый слой выполняет роль фильтра: пропускает к поверхности Земли длинноволновые ультрафиолетовые лучи и задерживает вредные коротковолновые ультрафиолетовые лучи. Под воздействием длинноволновых УФ, кстати, в организме человека образуется витамин Д. Короткие лучи - губительны для всего живого.

Озоновый слой должен быть сплошным и непрерывным! В 80-е годы нашего столетия специалистами были обнаружены "черные дыры" в озоновом слое, что грозит в ближайшем будущем изменить жизнь на планете.

Черные дыры. Увидеть их мы могли бы, если бы наши глаза были чувствительны к ультрафиолетовым лучам. Озоновый слой показался бы нам темным, а дыры в нем прозрачными. Приборы позволяют ученым разглядеть эти дыры, изучить причины их появления.

Черные дыры были обнаружены в 1985 г. над Антарктидой. Озона было на 40% меньше, чем обычно. В начале 1995 г. дыра была обнаружена над огромным регионом России, особенно над Центральной Сибирью и Якутией. Содержание озона на 25% ниже нормы. В некоторые дни "недостача" составляла 40%.

"Дыра" представляет собой неправильный круг с Центром. В Сибири этот центр оказался, примерно, в



районе Красноярска. Дыра радиусом около 1 500 км. Она медленно пульсировала, изменяла свои очертания.

В чем причина уменьшения концентрации озона? Кое-кто полагает, что в воздухе появилось слишком много хлора и оксидов азота. Хлор появляется из фреонов. Ими заполнялись баллончики-распылители лаков, духов, растворителей и т.д. Оксиды азота выделяют заводы, почвенные бактерии, автомобили.

Некоторые ученые считают, что воздух над Южным полюсом выхолаживает ледяные массы, в результате образуются особые облака, содержащие кристаллы азотной кислоты и других соединений. Эти облака вовлекают озон в химические реакции.

Ученые рекомендуют запретить распыление фреонов, любыми способами предупредить выброс оксидов азота в атмосферу. Часть ученых надеется получить искусственный озон. Такие реакции наблюдаются на высоте 10-12 км, когда оксиды азота вступают в реакцию с длинноволновым ультрафиолетом, воздух озонируется, как перед грозой. Но этот озон расположится ближе к поверхности Земли, ближе к человеку и может вызвать затруднения в дыхании человека.

За последние 15 лет содержание озона над Кыргызстаном уменьшилось почти на 10%. Уменьшение это происходит со скоростью 0,64% в год. Это быстрее, чем над Европой (0,24%), Северной Америкой (0,37%) и даже над Восточной Азией.

У поверхности Земли в воздухе, кроме водяных паров и озона, в значительном количестве содержатся азот (78%) и кислород (21%). Все прочие газы присутствуют в количестве от 2% (аргон) до 0,00001% (окись углерода).

В воздухе имеются следующие газы: углекислый газ, неон, гелий, метан, криптон, водород, закись азота, ксенон, двуокись серы, окись углерода и двуокись азота.



Составляющие атмосферу Земли газы обычно еремешаны между собой. Допустим, если их разде-ить на отдельные газовые компоненты, конечно словно, то получатся интересные данные. Толщина днородного слоя азота будет составлять 6 200 м, кислорода - 1 700 м, аргона - 74 м, углекислого газа -2,4 м, гелия - 40 мм, озона - 3,4 мм.

Выше 90 км в результате фотохимических реакций меняется химический состав атмосферы - она обогащается легкими газами. Выше 600 км преобладает гелий, а выше 1 600 км - водород.

8.4. Атмосфера и эволюция живых организмов

Без атмосферы невозможно существование многих живых организмов. Исследователи считают, что первоначальная Земля также не имела атмосферы, которая позже была выделена литосферой в процессе эволюции планеты.

Развитие атмосферы тесно связано с геологическими процессами и деятельностью живых организмов. Часть газов (азот, углекислота, водяной пар) возникла в ходе вулканической деятельности, но кислород появился позднее, как результат деятельности фотосинтезирующих организмов.

Атмосфера в свою очередь оказывала большое влияние на эволюцию литосферы. Атмосферные осадки и ветры способствовали выветриванию и переносу горных пород на большие расстояния.

Атмосфера влияла также на эволюцию гидросферы. Водный баланс водоемов зависел от осадков и испарения. Это было единое целое - атмосфера и гидросфера.

Атмосферные факторы оказывали существенное влияние на эволюцию живых организмов. Так, сложные организмы могли возникнуть после накопления в атмосфере достаточного количества кислорода. Деятельность автотрофных растений тесно связана с содержанием в атмосфере углекислого газа. Поэтому



изменение содержания газов в атмосфере оказывало определенное влияние на растительный покров.

Жизнь всех живых организмов зависит от режима тепла и влаги, которые колеблются при изменениях климата.

Следовательно, жизнь на Земле подчинена следующим факторам: наличие кислорода, углекислого газа, тепла и света.

Самая нижняя часть атмосферы (тропосфера) входит в биосферу. Выше тропосферы располагается озоновый слой, который ограничивает распространение жизни, т.к. концентрация ультрафиолетовых лучей превосходит допустимую для жизни организмов. Поэтому пределом распространения жизни в атмосфере является тропосфера. Однако, даже в этом слое недостает условий для жизни многих организмов. Тропосфера лишь место временного нахождения способных летать организмов или подхваченных воздушными потоками с поверхности Земли. У атмосферы нет своих постоянных обитателей. Поэтому жизнь в атмосфере не может существовать без непосредственной связи с литосферой и гидросферой. В этом заключается своеобразие проявления жизни в тропосфере. Тем не менее в воздухе постоянно обитают микробы, споры микроорганизмов, пыльца и т.д., и чем ближе к земной поверхности, тем их больше.

В атмосферный воздух микроорганизмы попадают из почвы, с растений, от животных и людей. В воздухе они содержатся вместе с частицами пыли, в мельчайших капельках влаги, находятся во взвешенном состоянии. Содержание микроорганизмов и спор колеблется в широких пределах: от нескольких клеток до нескольких тысяч в 1 м^3 . Численность и видовой состав их определяется рядом факторов - географической зоной, высотой, характером местности, сезоном года, метеорологическими условиями.

Верхние слои атмосферы бедны живыми организмами. Вынос их в стратосферу возможен только 142



при вулканических извержениях, далеких космических полетах ракет, атомных взрывах и т.п.

Наука, изучающая живые организмы, пассивно переносимые по воздуху, - их состав, поведение, движение, выживаемость - называется аэробиологией. В последние десятилетия, в связи с космическими полетами, большой интерес и практическую значимость приобрела космическая аэробиология. Она предусматривает изучение условий жизни земных организмов в космических условиях, а также разработку методов, препятствующих занесению земных микроорганизмов на другие планеты и оттуда на Землю. Космическая биология предусматривает и изучение влияния космических факторов на состояние здоровья и работоспособность человека, животных при космических полетах и выходе в открытый космос, поведение и репродуктивность растений, а также возможности существования внеземных форм жизни.

8.5. Метеорологические элементы и явления атмосферы

Состояние атмосферы и атмосферные процессы характеризуют температура, давление, влажность воздуха, ветер, облачность и осадки, туманы, грозы и другие показатели. Многие из метеорологических явлений могут вызывать стихийные бедствия. Такие, как тайфуны и ураганы, смерчи, торнадо, засухи, грозы, туманы, обладающие могущественной разрушительной силой.

Атмосфера тесно связана с океаном, почвами, солнечной энергией, что определяет на планете температуру, влажность, давление и ветры. Солнечная энергия расходуется на испарение воды, таяние снега и льда, нагрев поверхности. Поток солнечной энергии меняется в течение года, что в свою очередь меняет и определяет разницу температуры, давления и ветра. По режиму тепла и влаги, циркуляции воздуха



и океанических течений определены климатические пояса. Выделяют три зоны: экваториальную и две зоны умеренных широт, где относительно низкое давление воздуха. Зоны повышенного давления - две тропические и две полярные. Температура и осадки распределены таким образом: жаркий пояс с обилием осадков - экваториальный, затем равномерное понижение к полюсам.

Неравномерное распределение атмосферного давления, от высокого к низкому, вызывает движение воздуха относительно земной поверхности - это ветер. Скорость ветра зависит от перепада давления и выражается в метрах в секунду (м/с). Ветер по силе различен - от сильного, распространяющегося на сотни километров с большой скоростью и разрушительностью, до легкого с ограниченным распространением. Последние носят название местных и классифицируются по скорости, повторяемости, направлениям. К таким ветрам относятся: бризы, бора, фен, суховей, сирокко, горно-долинные, ледниковые и другие.

Бризы - легкие ветры с суточной периодичностью по берегам морей и крупных озер. Дневной бриз дует с моря на теплое побережье, ночной - с охлажденного побережья на море. Распространяется бриз на расстояние 10-50 км по обе стороны береговой линии и на высоту нескольких сотен метров.

Бора - сильный, холодный ветер, до 40-60 м/с. Направлен вниз по склонам в районах, где невысокие горные хребты граничат с теплым морем. Обычно преобладает зимой.

Фен - сухой и теплый (часто сильный) ветер, дующий с гор в долины, при повышенном давлении и нагреве воздуха.

Суховей - ветер с высокой температурой и низкой относительной влажностью воздуха в степях и полупустынях. Во время суховея усиливается транспирация, что при недостатке в почве влаги приводит к увяданию и гибели растений.



Сирокко - местный теплый, сильный, сухой южный или юго-восточный ветер в Средиземноморье, приносящий из пустынь Северной Африки и Аравийского полуострова большое количество пыли и песка.

Хамсин - сухой и жаркий южный ветер на северо-востоке Африки, несущий песок и пыль, дует весной в течение около 50 суток, отчего и получил свое название.

Горно-долинные ветры - местные ветры в горных районах, возникают при нагреве или охлаждении горных хребтов и межгорных впадин. Днем дуют вверх по склонам долин, ночью в обратном направлении. Природа горно-долинных ветров та же, что и бризов.

Циклоны, тайфуны, ураганы, штормы - опасные природные явления, вызывающие бедствия.

Циклон (кружащийся, вращающийся) - это атмосферное возмущение с пониженным давлением в центре и вихревым движением воздуха. Поперечник циклона от нескольких сотен километров до 2-3 тысяч. У земной поверхности ветер движется во внутрь циклона.

Различают циклоны внетропические и тропические. Тропический циклон - мощный атмосферный вихрь с пониженным атмосферным давлением в середине. От внетропических циклонов он отличается меньшими размерами (100-1000 км в поперечнике). Тропические циклоны зарождаются над океанами в низких широтах обеих полушарий. Причем, в Северном полушарии ветры дуют против часовой стрелки, а в Южном - по часовой. Кроме того, тропические циклоны от внетропических отличаются происхождением и структурой.

Тропические циклоны делятся на ураганы и штормы. Ураган - сильный ветер, достигающий скорости 35 м/с. Шторм - ветер со скоростью 20-24 м/с.



наблюдается при прохождении циклона, сопровождается сильным волнением на море.

На восточном побережье Азии и островах Тихого океана циклон носит название тайфун. Это большой ветер штормовой и ураганной силы. Наиболее часты тайфуны с июля по октябрь.

В циклоне наблюдается интенсивный подъем воздуха. В начальной стадии развития он охватывает лишь приземную часть тропосферы. В стадии наибольшего развития циклон может распространиться на всю высоту тропосферы и, в некоторых случаях, проникать в нижнюю часть стратосферы. В циклоне изменяются не только атмосферное давление и температура, но и влажность воздуха, образуются мощные грозовые кучево - дождевые облака. Осадки способны вызвать большие наводнения. Кроме того, в грозовом облаке могут возникнуть смерчи, тромбы, торнадо.

Смерчи, тромбы, торнадо. Смерчь - атмосферный вихрь, возникающий в грозовом облаке и распространяющийся вниз, часто до самой земной поверхности, в виде темного облачного рукава или хобота диаметром в десятки и сотни метров. В верхней части имеет воронкообразное расширение, сливающееся с облаком. Высота смерча может достигать 800-1500 м. Воздух в нем вращается по спирали, втягивая пыль или воду, скорость вращения несколько десятков м/с. В связи с тем, что внутри вихря происходит конденсация водяного пара, а в облаке содержится пыль и вода, смерчь становится видимым. Смерчь сопровождается грозой, дождем, градом. Почти всегда производит большие разрушения на поверхности Земли, всасывая в себя все предметы, встречающиеся на пути, и переносят их на значительные расстояния.



Смерчи, проносящиеся над сушей, называются тромбами. В Северной Америке их называют торнадо. По статистике ежегодно от торнадо гибнет в среднем 400 человек. Тромбы наиболее часто наблюдаются в жаркую погоду.

Грозы могут быть временами чрезвычайно опасными, особенно если они сопровождаются резким и внезапным усилением ветра (шквал). Грозы связаны с развитием кучево-дождевых облаков и скоплением в них больших электрических зарядов, поэтому они сопровождаются молниями и раскатами грома - атмосферное электричество.

Шквальный ветер способен вызывать разрушения: срывать крыши с домов, выворачивать с корнем деревья и т.д. Наиболее сильные грозы со шквалами бывают в теплое время года при наплыве холодных фронтов.

Очень важные для природы явления - облачность и осадки (грозы, дождь, снег, град, морось и др.). Атмосферные явления могут быть причиной засухи и заморозков, туманов, все они способны причинять те или иные бедствия человеку, животным и растениям.

Облака - скопления взвешенных в атмосфере водяных капель и ледяных кристаллов, образующихся главным образом в тропосфере. Выше 6 км располагаются следующие облака: перистые; перисто-слоистые, часто с кругами и дисками, состоящими из кристаллов льда, взвешенными в воздухе и отражающими свет - гало; а также перисто-кучевые. Все облака состоят из кристаллов льда. В среднем ярусе (2-6 км) - высоко-слоистые, высоко-кучевые, кучево-дождевые. Эти облака состоят из малейших капель и кристаллов льда. В нижнем ярусе (ниже 2 км) облака состоят преимущественно из капель. Они обычно слоисто-дождевые, слоистые, слоисто-кучевые, кучевые.



В стратосфере наблюдаются также перламутровые, а в мезосфере - серебристые облака. Перламутровые облака - тонкие, просвечивающиеся, изредка возникают на высотах 20-30 км. Видны на темном небе после захода и перед восходом солнца. Серебристые облака - очень тонкий слой облаков на высотах 70-90 км, на фоне ночного неба наблюдается слабое серебристо-синее свечение.

Все атмосферные явления способствуют общей циркуляции атмосферы, которая влияет на погоду и климат Земли, на литосферу, гидросферу и биосферу в целом.

Один из крупнейших биологов Ф.Грегори писал: "После изучения атмосферы будет переход к исследованию космического пространства. Время летит быстро, очень скоро Луна будет у нашего порога, а Марс и Венера - в наших руках".

9. БИОСФЕРА

Под биосферой принято понимать сложную оболочку Земли, населенную организмами. Она включает в себя полностью гидросферу, верхнюю часть литосферы и нижнюю часть атмосферы.

Первые представления о биосфере обычно связывают с именем французского натуралиста Ж.Б.Ламарка, который предложил термин "биология". Термин "биосфера" ввел Э.Зюсс (1875). Широкое и глубокое представление о биосфере принадлежит В.И.Вернадскому. В 1926 г. в книге "Биосфера" были опубликованы основы этого учения - биосфера должна рассматриваться в биогеохимическом направлении. В.И.Вернадский рассматривал биосферу как область жизни, как взаимодействие живого и неживого вещества. Он показал, что будущее биосферы - это ноосфера, т.е. сфера разума.



т 1. Границы биосферы

Биосфера охватывает часть атмосферы от поверхности Земли до озонового экрана (20-25 км), часть литосферы и всю гидросферу. Нижняя граница опускается вглубь в среднем на 2-3 км на суше и на



1-2 км ниже дна океана (рис 9.1.).

Границы биосферы определяются тремя физико-химическими факторами:

1. Достаточным количеством кислорода и углекислого газа;
2. Наличием влаги;
3. Благоприятным тепловым режимом.

В глубь Земли живые организмы проникают на небольшие расстояния. Ограничивает жизнь в литосфере температура горных пород и подземных вод. С глубиной температура постепенно увеличивается и на уровне 1,515 км уже превышает 100°C. Самая большая

Рис. 9.1. Схема положения био- глубина на которой в сфeры среди других сфер Земли. породах земной коры были обнаружены бактерии, составляет 4 км. В значительном количестве обнаружены бактерии в нефтяных месторождениях на глубине 2-2,5 км.

В океанах жизнь распространена до более значительных глубин и встречается даже на дне океаниче-



ских впадин в 10-11 км от поверхности. В нижних границах температура жизни около 0°C.

Верхняя граница жизни в атмосфере связана с ультрафиолетовой радиацией, которая нарастает с высотой. На высоте около 25 км большую часть ультрафиолетовых лучей поглощает озоновый экран. Все живое, т.е. бактерии, выше этого' слоя погибает. Атмосфера, а точнее тропосфера, богата многообразными живыми организмами. Здесь обнаружены бактерии, споры бактерий и грибов. Споры проникали на высоту 22 км.

В настоящее время создана международная биологическая программа, в соответствии с которой изучаются флора и фауна в их естественном состоянии, продуктивность живых организмов в разных географических областях. Для этой цели создаются заповедники и стационары, на которых проводятся систематические наблюдения за биомассой различных растений и животных, поведением животных и т.д.

В последние годы для наблюдений за биосферой применяют искусственные спутники Земли. Спутники дают информацию о гидрологическом режиме суши, состоянии растительного покрова, миграции животных и других явлениях в биосфере. Спутники дают также информацию о метеорологическом режиме атмосферы (облачность, радиация, температура, влажность воздуха и др.).

Кроме изучения состояния биосферы проводятся исследования по изменению биосферы в прошлом. Для этого используют материалы палеогеографии, геологии, палеонтологии, геохимии. Все эти данные позволили изучить закономерности преобразований солнечной энергии, определить влагооборот на Земле, оценить процессы создания и разрушения органического вещества.

В последние годы применяется метод моделирования различных процессов в биосфере. Имеются



модели климата, модели фотосинтеза, модели биологических процессов и другие.

9.2. Структура биосферы

В.И.Вернадский рассматривал биосферу как область жизни, включающую организмы и среду их обитания. Он выделил 7 разных типов веществ: живое вещество; биогенное вещество - горючие ископаемые, известняки и другие вещества, создаваемые и перерабатываемые живыми организмами; косное вещество - образуется без участия живых организмов; биокосное - создается одновременно живыми организмами и процессами неорганической природы (например, почва); радиоактивное вещество; рассеянные атомы; космическое вещество - метеориты, космическая пыль.

Наибольшее значение в биосфере имеет живое вещество (биомасса). Оно распределено в биосфере крайне неравномерно. Максимум его приходится на приповерхностные участки суши и гидросферы. Особенно велика биомасса тропических лесов, где развиваются в большом количестве зеленые растения, и за их счет живут гетеротрофные организмы. Продуктивность биомассы следующая (по углероду):

Суша	4340 г на м ³
Болото	78,5 г на м ³
Озеро	20,7 г на м ³
Океан	1,5 г на м ³

Видно, что наивысшая биомасса на суше, и она падает по мере перехода от наземных условий к океаническим. В основном количество живого вещества приходится на биомассу леса: 1 509 млрд. т., т.е. 85% всей биомассы суши.

Мировой океан также является средой обитания большого количества растений, животных и микроорганизмов. В зависимости от места обитания и способа передвижения все морские организмы делят на три группы: планктон, нектон, бентос. В океане свыше



90% биомассы приходится на долю животных. Мельчайшие растения, обитающие в световой части морей и океанов, поедаются морскими животными, поэтому биомасса резко сдвигается в сторону преобладания животных.

Масса живого вещества поверхности континентов в 800 раз превышает биомассу Мирового океана. На суше растения резко преобладают по своей массе над животными. Однако процесс гибели тропических лесов и других зон в последние годы происходит очень интенсивно. Подсчитано, что площадь уменьшения лесов достигла 1,7% в год в Центральной и Южной Африке и 0,9% в год в Америке.

В биосфере постоянно происходит взаимодействие живых организмов с внешней средой путем обмена веществ, т.е. путем питания, дыхания и выделения продуктов обмена.

По способу питания все организмы подразделяются на **автотрофные** и **гетеротрофные**. К авто-трофным относятся растения, некоторые микроорганизмы; их питание осуществляется непосредственно неорганическими веществами внешней среды. Гетеротрофные организмы питаются органическими веществами - это животные и большая часть микроорганизмов. Однако четкой границы между автотрофами и гетеротрофами не прослеживается, имеются организмы, которые сочетают автотрофный и гетеротрофный способы питания. Они относятся к **миксо-трофам**.

Большинство организмов в биосфере относятся к **аэробным**, живущим в присутствии свободного кислорода. Меньшая часть, куда входят микроорганизмы, - к **анаэробным**, обитающим вне кислородной среды.

Весь мир живых существ подразделяют на две большие группы: **прокариоты** и **эукариоты**. Низкоорганизованными живыми существами являются те, у которых отсутствует истинное ядро, - прокариоты (доядерные). У всех остальных одноклеточных и мно-



гоклеточных организмов имеется настоящее ядро, окруженное мембраной и резко отграниченное от цитоплазмы - эукариоты.

Таким образом, весь органический живой мир биосферы в морфологическом и видовом отношении чрезвычайно многообразен.

9.3. *Круговороты веществ в биосфере*

Химический элементарный состав живых организмов характеризуется преобладанием немногих элементов. Водород, углерод, кислород, азот, фосфор, сера являются главными элементами земных существ, поэтому они названы биофильными. Атомы их представлены углеводами, липидами, белками и углеводными кислотами.

Растения, животные и микроорганизмы тесно взаимосвязаны с окружающей средой. В них постоянно образуется живое вещество, протекают обмен веществ и аккумуляция энергии. Но наряду с этим в живых организмах повсеместно протекают и противоположные процессы - разрушение сложных органических соединений и их превращение в более простые: углекислый газ, воду, аммиак, различные соли. Процессы синтеза и распада живого вещества составляют круговорот веществ в природе. Так, в биосфере постоянно осуществляется круговорот воды, с которым связаны все геосферы.

Изучение круговоротов веществ и энергии имеет большое практическое значение, т.к. благодаря биологическим круговоротам в них возможно многократное участие одних и тех же химических элементов. Круговорот углерода. Углерод в биосфере представлен различными соединениями, но наиболее часто подвижной формой является CO_2 . Источником углекислого газа биосферы служит вулканическая деятельность, сжигание топлива, дыхание живых организмов. Массовое сжигание органического топлива, связанное с ростом промышленности и транспорта,

проводит к постепенному возрастанию содержания CO_2 в атмосфере. В результате за последнее столетие содержание углекислого газа возросло примерно на 13%.

Связывание CO_2 в биосфере Земли протекает двумя путями. Во-первых, он поглощается в процессе фотосинтеза с образованием органического вещества. Во-вторых, создается карбонатная система в водоемах, где CO_2 переходит в карбонаты (CaCO_3) и возникают мощные толщи известняков. Мировой океан благодаря колоссальной площади и большой растворяющей способности воды поглощает около половины того углекислого газа, который накапливается в атмосфере в результате сжигания топлива и дыхания.

Атмосфера и океан тесно связаны между собой интенсивным обменом углекислого газа. (Рис. 9.2.)

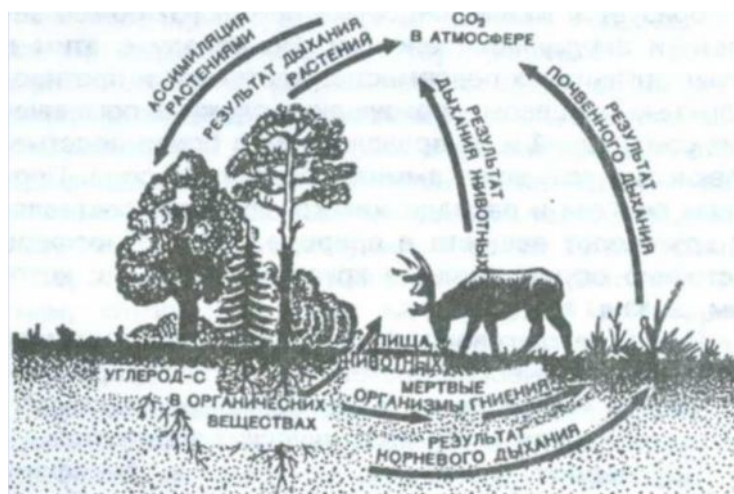


Рис. 9.2. Круговорот углерода.

В круговороте углерода различают два процесса: фиксация CO_2 в процессе фотосинтеза и хемосинтеза и минерализация органических веществ с выделени-



ем CO_2 . Первый процесс осуществляют высшие растения, водоросли и цианобактерии в присутствии солнечной энергии. Ежегодно в результате фотосинтеза на Земле усваивается 200 млрд.т. CO_2 . Наряду с фотосинтезирующими растениями и микроорганизмами, усваивают CO_2 различные микробы за счет энергии, полученной при окислении неорганических соединений (аммиака, водорода, соединений серы, закисного железа и др.), в результате хемосинтеза. Примерные подсчеты показывают, что годовая продукция органического вещества достигает примерно $33 \cdot 10^{11}$ т. Основную массу этого вещества составляют соединения растительного происхождения.

В процессе жизнедеятельности организмов биосферы органические соединения непрерывно возникают, видоизменяются и разлагаются. Эта динамическая система является основой круговорота углерода. Разложение органического вещества протекает двумя путями: фитогенным и зоогенным. Фитогенный распад органического вещества осуществляется при участии грибов, микробов, актиномицетов и других микроорганизмов, а зоогенный - при участии беспозвоночных животных (простейших, червей, моллюсков), различных насекомых и млекопитающих. Основной тип распада - фитогенный. Все представители фито-генного распада, обитающие в основном в почве, разлагают органические вещества в кислородной и бескислородной среде, при этом выделяют углекислый газ, создавая так называемое "почвенное дыхание".

Степень распада органических веществ зависит от многих факторов: влажности, температуры, состава органических остатков, физических свойств почвы и других. В ряде случаев не происходит полного разложения и минерализации органического вещества, и в почвах накапливается гумус (перегной). Однако под действием микроорганизмов и грибов гумус может в

некоторых случаях разлагаться до углекислоты и минеральных соединений.

Деятельность человека вносит существенные изменения в окружающую жизнь на планете. Изменяются типы растительности, биоценозы, ландшафты, улучшается или ухудшается плодородие почв, вносятся удобрения и пестициды. Все это оказывает большое влияние на биологический круговорот углерода на Земле.

Круговорот кислорода в биосфере очень сложный, т.к. он вступает во множество реакций и входит в состав многих химических соединений минерального и органического мира (рис. 9.3.). Свободный кислород является продуктом фотосинтеза - это один из этапов круговорота кислорода. Второй этап - поглощение кислорода в процессе дыхания живых организмов.

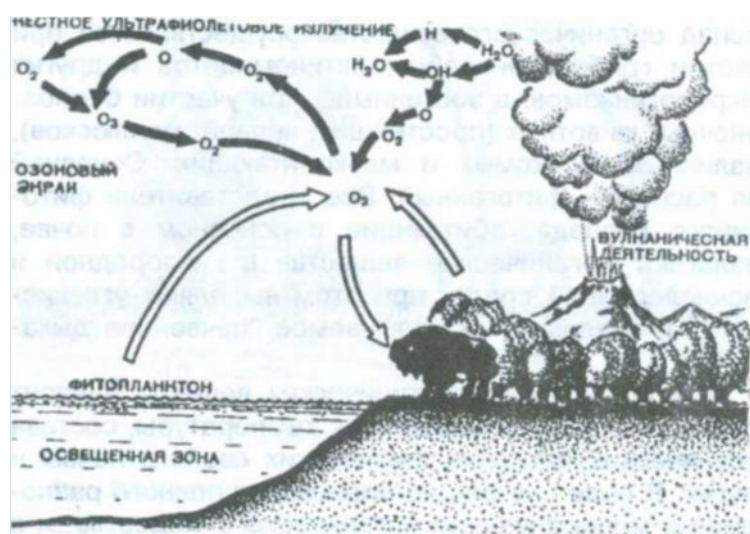


Рис. 9.3. Круговорот кислорода.

Кислород обеспечивает дыхание животных, растений и микроорганизмов в атмосфере, почве,



воде, участвует в химических реакциях окисления, происходящих в горных породах, почвах, илах, водоносных горизонтах. Кислород входит в состав очень многих широко распространенных на Земле неорганических и органических соединений. В живом веществе кислород составляет около 70% в расчете на сырую массу.

Образование озонового экрана, окисление окиси углерода, появляющегося в результате вулканической деятельности, связано с участием молекулярного кислорода.

В настоящее время наибольшее влияние на круговорот кислорода в биосфере оказывает деятельность человека. Человечество ежегодно потребляет свыше $1 \cdot 10^{10}$ т молекулярного кислорода. Огромное количество кислорода расходует транспорт - автомобили, самолеты, теплоходы.

Расширение площадей зеленой растительности, повышение фотосинтетической деятельности - основные условия сохранения постоянного газового состава атмосферы.

Круговорот азота. Азот входит в состав большинства биологически важных органических веществ всех живых организмов: белков, нуклеиновых кислот, липопротеидов, ферментов, хлорофилла и т.д. В атмосфере на долю газообразного свободного азота приходится 79%, но он химически малоактивен и не может использоваться растениями и животным миром. Растения используют азот из почвы в фиксированной форме, в виде нитратных и аммонийных солей.

Молекулярный атмосферный азот связывается двумя путями: в результате небиологической и биологической фиксации азота (рис. 9.4.).

Небиологическая фиксация осуществляется в процессах ионизации атмосферы космическими лучами и при сильных электрических разрядах во время гроз.

Образовавшийся аммонийный и нитратный азот с атмосферными осадками попадает в почву и водоемы.

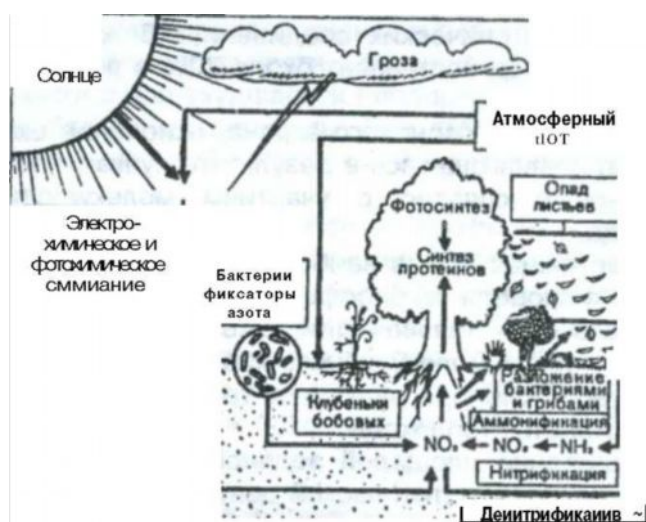


Рис.9.4.Круговорот азота в биосфере.

Процессы небиологической фиксации азота по своим масштабам значительно уступают процессам биологической фиксации, которую осуществляют микроорганизмы, почвы и микроорганизмы, живущие в симбиозе с растениями. К фиксации молекулярного азота способны свободноживущие в почве аэробные бактерии из рода Азотобактер и некоторые анаэробные представители маслянокислых бактерий из рода Клостридиум. Отмирая, и те, и другие микроорганизмы обогащают почву органическим азотом. Имеются и другие виды почвенных азотфиксаторов.

Весьма активно связывают атмосферный азот бактерии, живущие в симбиозе с растениями. К таковым в первую очередь относятся клубеньковые бактерии (род Ризобиум), живущие в клубеньках бобовых растений. Количество видов бобовых растений дости-



гает 13 000, причем большинство из них способно к симбиозу с клубеньковыми бактериями. Помимо бобовых симбиотические отношения с азотфиксирующими микроорганизмами обнаружены и у других систематических групп растений.

Вторым этапом круговорота азота стало усвоение соединений азота из почвы растениями на построение всех азотсодержащих органических соединений своего тела. Растения, в конечном итоге, снабжают азотистыми веществами животный мир. Таким образом создается органическое вещество, имеющее сложные азотсодержащие соединения, которые после отмирания растений и животных используются микроорганизмами.

Микроорганизмы все органические вещества почвы или водоемов подвергают минерализации и распаду, в результате чего образуются аминокислоты, мочевина. Образование аммиака - третий этап круговорота азота.

Дальнейшие процессы круговорота азота связаны с активной деятельностью микроорганизмов, участвующих в процессах нитрификации и денитрификации. Нитрифицирующие микроорганизмы аммиак окисляют до нитритов, а нитриты до нитратов, из которых строят органические вещества своего тела. Причем, нитрифицирующие микроорганизмы за счет энергии, выделяемой при окислении аммиака, восстанавливают углекислый газ (хемосинтез) с образованием органических углеводов. Нитраты, образовавшиеся в процессах нитрификации, вновь поступают в биологический круговорот.

В биосфере существуют микроорганизмы, способные восстанавливать нитриты и нитраты до молекулярного азота. Такие микроорганизмы называются денитрифицирующими, а процесс носит название денитрификация. При недостатке кислорода в почве или в водах эти микроорганизмы используют кисло-



род нитратов и нитратов для окисления органических веществ, освобождая молекулярный азот.

Таковы все звенья круговорота азота в биосфере.

Круговорот серы. Основное значение серы для живых организмов заключено в том, что она входит в состав серосодержащих аминокислот, белков и других соединений, в частности витаминов и ферментов.

В природе постоянно протекают процессы преобразования серы в результате ее круговорота. В почве сера находится в форме сульфатов и органических соединений, содержащихся в земной коре, в осадочных породах, в вулканических извержениях. В природе этот элемент образует свыше 420 минералов. Высоких концентраций сера достигает в некоторых морских организмах.

Сера усваивается растениями в окисленной форме, в виде сернокислых солей, из которых синтезируются сложные серосодержащие соединения. Животные потребляют серу только в восстановленной форме, включенную в состав органических соединений растений. После отмирания растительных и животных организмов сера возвращается в почву, где претерпевает ряд изменений в результате деятельности микроорганизмов, в частности гнилостных бактерий, расщепляющих белки с выделением сероводорода. Сернокислые соли и органические вещества в анаэробных условиях за счет активной деятельности сульфатредуцирующих бактерий также превращаются в сероводород.

Сульфатредуцирующие бактерии распространены в подземных водах, илах, застойных морских водах. Поэтому сероводород накапливается в залитой водой почве, озерах, лиманах. Так, например, вода Черного моря, на глубине ниже 200 м от поверхности, содержит значительные количества сероводорода, и жизнь в этой зоне прекращается, т. к. он вреден для всего живого. Сульфатредуцирующие микробы играют важную роль в образовании лечебной серной грязи многих



озер и лиманов. Эти бактерии, выделяя сероводород, образуют черную массу сернистого железа.

В природе постоянно происходит окисление сероводорода (H_2S) в результате жизнедеятельности особых групп серобактерий (бесцветных, зеленых и пурпурных) и тионовых бактерий. Бесцветные серобактерии - хемосинтетики. Они используют энергию, получаемую при окислении сероводорода до элементарной серы и при дальнейшем ее окислении до сульфатов. Окрашенные серобактерии (зеленые и пурпурные) являются фотосинтезирующими. Они используют сероводород в качестве донора водорода для восстановления углекислоты, и при этом выделяется элементарная сера. Причем у пурпурных и бесцветных серобактерий сера накапливается внутри клеток, а у зеленых выделяется из клеток.

Тионовые бактерии окисляют за счет свободного кислорода элементарную серу и ее различные восстановленные соединения до сульфатов, возвращая ее снова в основное русло биологического круговоро-

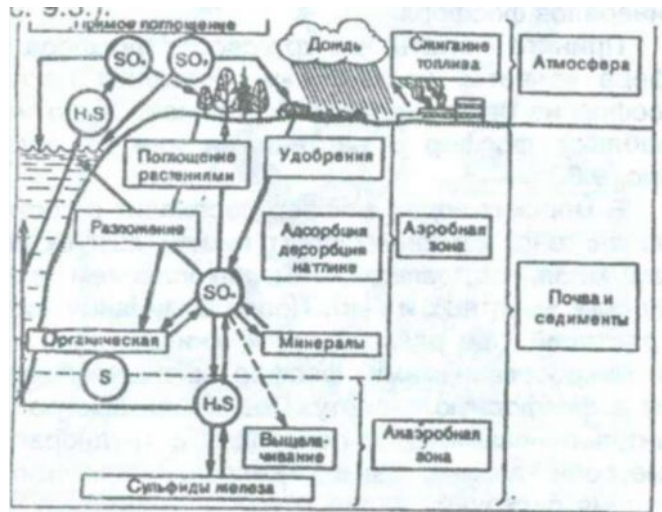


Рис. 9.5. Круговорот серы в биосфере.



Хозяйственная деятельность человека оказывает большое влияние на круговорот серы в биосфере, человечество извлекает из литосферы значительное количество сульфатов, которые широко используются в промышленности и сельском хозяйстве, добывается много и элементарной серы.

Круговорот фосфора. Фосфор не входит в состав белка, но без него невозможен белковый синтез, Он входит в состав АДФ, АТФ, ДНК, РНК и других важных соединений. В естественных биоценозах довольно часто испытывается недостаток фосфора, т.к. в щелочной и окисленной среде он обычно находится в практически нерастворимых соединениях.

Большая часть фосфора накопилась в прошлые геологические эпохи и содержится в горных породах литосферы. Часть постепенно переходит в почву, часть вымывается в гидросферу, а часть добывается из недр для получения фосфорных удобрений. В горных породах фосфор сосредоточен главным образом в апатитах. В настоящее время известно свыше 190 минералов фосфора.

Принято считать, что круговорот фосфора в биосфере является незамкнутым. Растения поглощают фосфор из почвы корневой системой. Животные потребляют фосфор с растениями или их остатками (рис. 9.6.).

В морских водах фосфор переходит в состав фитопланктона, который служит пищей другим организмам моря, с последующим накоплением в тканях морских животных и рыб. После отмирания животных и растений, при разложении их гнилостными и другими микроорганизмами, фосфор органически переходит в фосфорную кислоту. Последняя быстро связывается основаниями и переходит в труднорастворимые соли кальция, магния, железа, непригодные для питания растений. Далее труднорастворимые соли, в результате жизнедеятельности многих микробов, в частности нитрифицирующих и серобактерий, пере-162



ходят в легко растворимые, пригодные для питания растений.

В биосфере очень широко распространены превращения других химических элементов. Так, постоянно происходят окисления закисных солей железа, растворимых в воде, в окисные соединения, не-

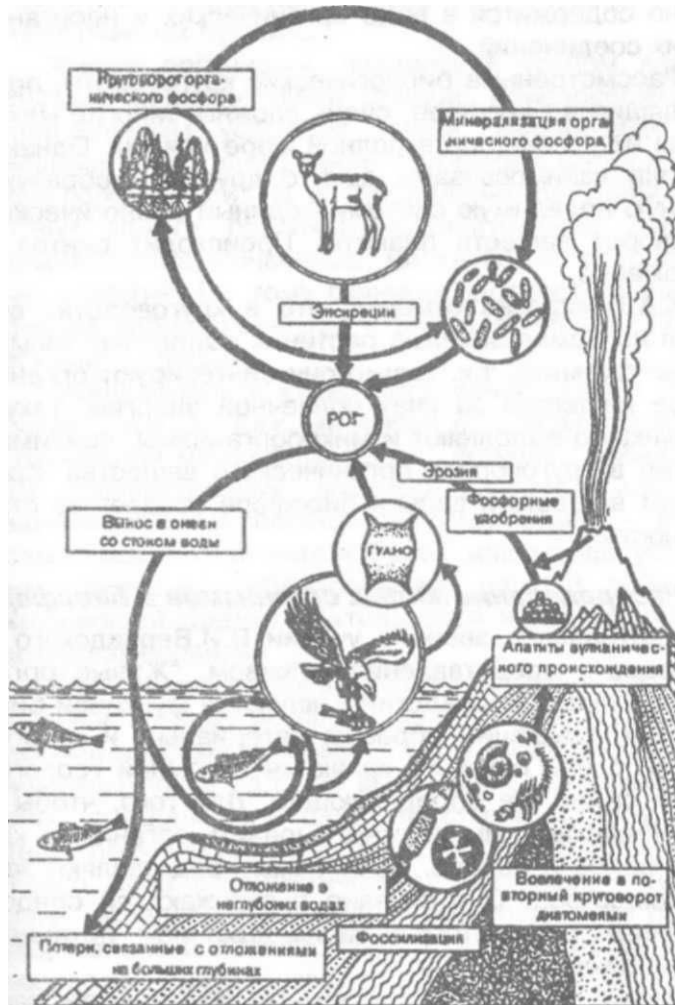


Рис. 9.6. Круговорот фосфора в биосфере.



растворимые в воде. Этот процесс осуществляется особой группой бактерий, называемых железобактериями.

Железо в небольших количествах потребно для всех живых существ, входит в состав многих ферментов, необходимо для образования хлорофилла. В почве оно содержится в виде органических и неорганических соединений.

Рассмотренные биологические круговороты, происходящие в биосфере, очень сложны. Многие механизмы их до сих пор в полной мере неясны. Однако, все они взаимосвязаны друг с другом и образуют сложную неделимую систему - единый биологический круговорот веществ планеты. Происходит синтез и разложение.

К.А.Тимирязев отмечал, что в круговоротах веществ на Земле зеленые растения выполняют космическую функцию, т.к. только они синтезируют органическое вещество за счет солнечной энергии. Такую же функцию выполняют и микроорганизмы, принимая участие в круговороте органического вещества. Круговорот веществ и воды в биосфере создает ее стабильность.

9.4. Распределение живых организмов в биосфере

Центральное звено в учении В.И.Вернадского о биосфере - представление, о живом. "Живые организмы, - писал Вернадский - являются функцией биосферы и теснейшим образом материально и энергетически с ней связаны, являются огромной геологической силой, ее определяющей. Для того, чтобы в этом убедиться, мы должны выразить организмы как нечто целое и единое. Организмы представляют живое вещество... Оно связано с окружающей средой биогенным током атомов: своим дыханием, питанием и размножением."

Живые организмы на земной поверхности распределены крайне неравномерно. Биомасса организмов-164



мов на материках в 800 раз превышает биомассу Мирового океана. В океане подавляющая часть организмов приходится на долю животных, а на суше наоборот, около 99% биомассы составляют зеленые растения. На материках растения занимают пространство в виде прерывистого слоя. Растительность практически отсутствует в областях оледенений и в крайне засушливых районах пустынь.

Живые организмы, находясь в тесном взаимодействии с окружающей средой, приспособились к определенным условиям жизни: выработали свой внешний облик, внутреннее строение и физиологические особенности. На распределение растений и животных влияют различные экологические факторы: климатические, почвенные, биотические, антропогенные и другие. Поэтому границы распространения отдельных видов совпадают с определенными климатическими границами.

Важную роль в жизни организмов играют биотические факторы. Каждый живой организм существует в окружении множества других, вступая с ними в самые разнообразные взаимоотношения. Создаются взаимосвязанные сообщества организмов - биоценозы. Биоценоз является более или менее устойчивым природным образованием, но под действием окружающей среды, деятельности человека подвергается изменениям.

Как уже отмечалось, распространение живых организмов на земном шаре тесно связано с географическими поясами и зонами. Так, в умеренном географическом поясе на суше выделяют следующие зоны: тайгу, смешанные и широколиственные леса, лесостепи, полупустыни и пустыни. Такая приуроченность живого мира к климатическим факторам, к теплу и влаге, определяет типы растительности и ее продукцию, обилие и разнообразие представителей животных, особенности и плодородие почв, создает своеобразную стабильность биосферы.



Растительный мир. Растения составляют одно из царств органического мира, важнейшей особенностью которого является способность к автотрофно-му питанию, фотосинтезу. Характеризуется также наличием плотных клеточных оболочек, своеобразными циклами развития, способами закладки органов, прикрепленным образом жизни.

Происхождение растений связано с первыми этапами развития жизни на Земле. В архее (около 3 млрд. лет назад) появились организмы цианей, похожие на сине-зеленые водоросли. Настоящие водоросли появились в протерозое, а в раннем палеозое известны уже зеленые и красные водоросли. Микроскопические наземные растения, вероятно, возникли на грани протерозоя и палеозоя. В девоне растения были весьма разнообразны, появились голосеменные, а в конце карбона пышно развились древовидные папоротники. В меловую эпоху появились цветковые (покрытосеменные), ставшие господствующими в настоящее время. Каждый вид или группа видов когда-то пережили все этапы возникновения, расцвета и вымирания. Многие все же сохранились до наших дней.

Всего видов растений в настоящее время около 375 000, в том числе: водорослей - 25 000, лишайников - 18 000, мохообразных - 20 000, плауновых - 800, хвощевых - 30, папоротников - 6000, голосеменных - 600 и покрытосеменных - 250 000.

Наземная растительность представлена самыми разнообразными жизненными формами: травы, кустарники, деревья, лианы, подушковидные, эпифиты, стланики и т.д.

Многие представители растительного мира имеют огромное значение для человека и используются с глубокой древности (рис. 9.7.). Растения дают пищу, одежду, топливо, строительные материалы и т.п. Однако, особая роль растений состоит в том, что *

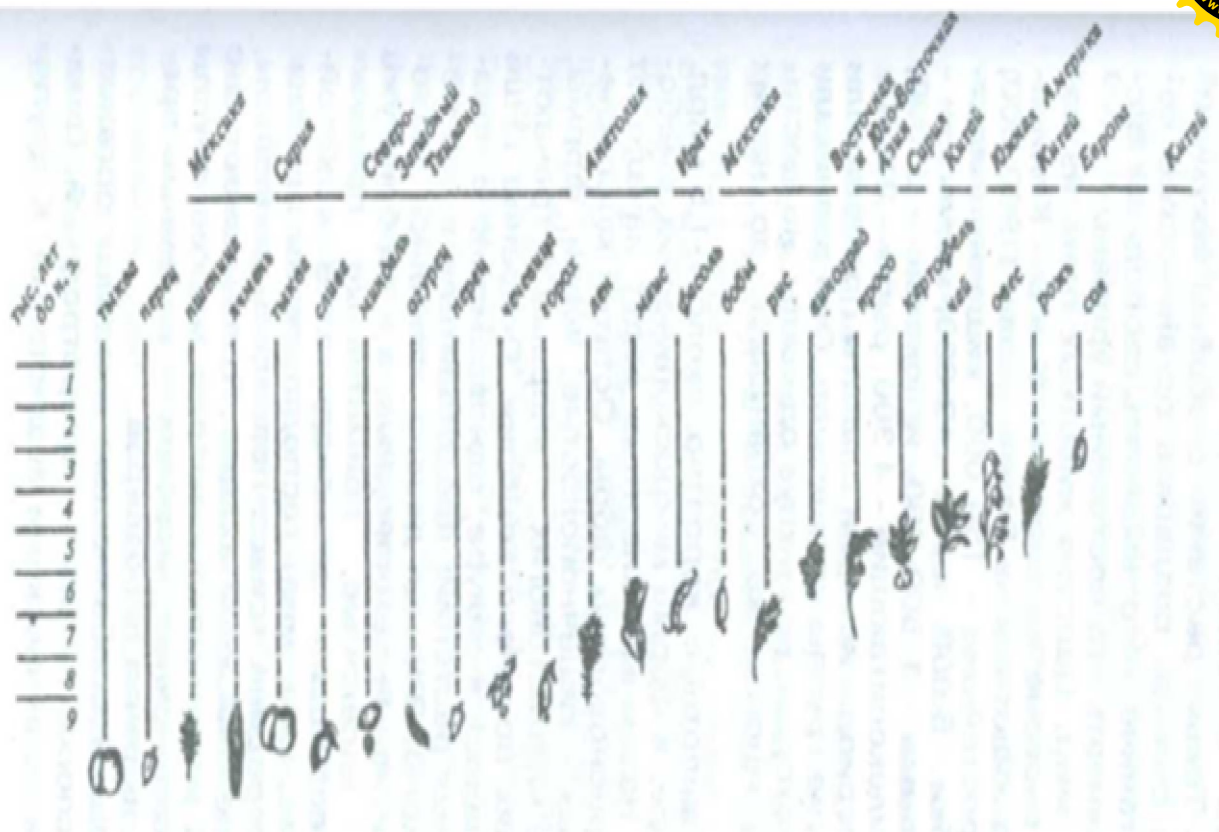


Рис. 9.7. Хозяйства Китая на вооружении в период войны



без них было бы невозможно существование животных и человека. Только растения способны аккумулировать энергию солнца, создавать органическое вещество из неорганического, выделять свободный кислород и поддерживать его постоянный уровень.

Животный мир. Царство животных одно из самых крупных в системе органического мира. Количество всех видов животных на Земле около 1 900 000, в том числе: простейшие - 150 000, кишечнополостные - 9 000, губки - 5 000, черви - 19 000, моллюски - 105 000, насекомые - 1 500 000, иглокожие - 5 000, птицы - 9 000, млекопитающие - 4 300, рыбы - 21000.

В разные периоды истории планеты преобладали то одни, то другие группы организмов. Они возникали и исчезали, некоторые, возникнув однажды, не достигали расцвета, многие же сохранились до наших дней.

Появились животные, вероятно, около 1-1,5 млрд. лет назад в море, в форме микроскопических амeboидных клеток. Наземные животные ведут начало от морских или пресноводных форм. Остатки многоклеточных животных - кишечнополостные, черви, формы, напоминающие членистоногих, - впервые встречаются в отложениях позднего кембрия. Освоение суши животными началось в силуре, одновременно с появлением наземных растений, представители этого периода - скорпионы. В конце девона появились позвоночные - примитивные земноводные, а в карбоне уже доминировали насекомые, примитивные пресмыкающиеся, преобладали земноводные. В мезозойскую эру (триас, юра, мел) господствовали пресмыкающиеся, в середине триаса появились динозавры, а в самом конце - млекопитающие. Птицы известны с конца юры. В конце мела вымерли многие группы морских беспозвоночных, морских и наземных пресмыкающихся, включая динозавров.

Отличительной особенностью животных организмов является способ питания - гетеротрофный. Питаются готовыми органическими веществами. К другим



важным особенностям животных относят активный метаболизм, ограниченный рост тела, а также развитие функциональных систем органов: мышечной, пищеварительной, дыхательной, кровеносной, нервной, выделительной, половой. Клетки не имеют твердой клеточной оболочки.

Простейшие не имеют мышечной и нервной систем, а губки, мшанки, кораллы ведут неподвижный образ жизни.

Животный мир Земли изучен далеко не полностью, описываются новые виды насекомых, морских животных.

Животные, как и растения, имеют большое значение для человека. Это сельскохозяйственные домашние и промысловые животные, которые служили человеку с глубокой древности (рис. 9.8.). Среди них имеются отдельные группы, ведущие паразитический образ жизни, вызывающие заболевания человека, различных животных и растений.

Низшие организмы. К таковым относятся низшие эукариоты и прокариоты (грибы и микроорганизмы). Грибы - одноклеточные организмы или многоклеточные, разнообразные по строению, форме и размерам. Гетеротрофы и аэробы - особая группа низших организмов, насчитывающая свыше 100 тыс. видов. Большинство грибов недолговечны, но есть формы, у которых плодовые тела или мицелий многолетние.

Происхождение грибов полифилетично: разные классы происходят от различных предков.

Значение грибов велико. Одна из наиболее крупных экологических групп - почвенные грибы, участвуют в минерализации органического вещества и образовании гумуса. Многие грибы вступают в симбиоз с корнями высших растений. Имеются паразитические грибы, вызывающие болезни растений, животных и человека.

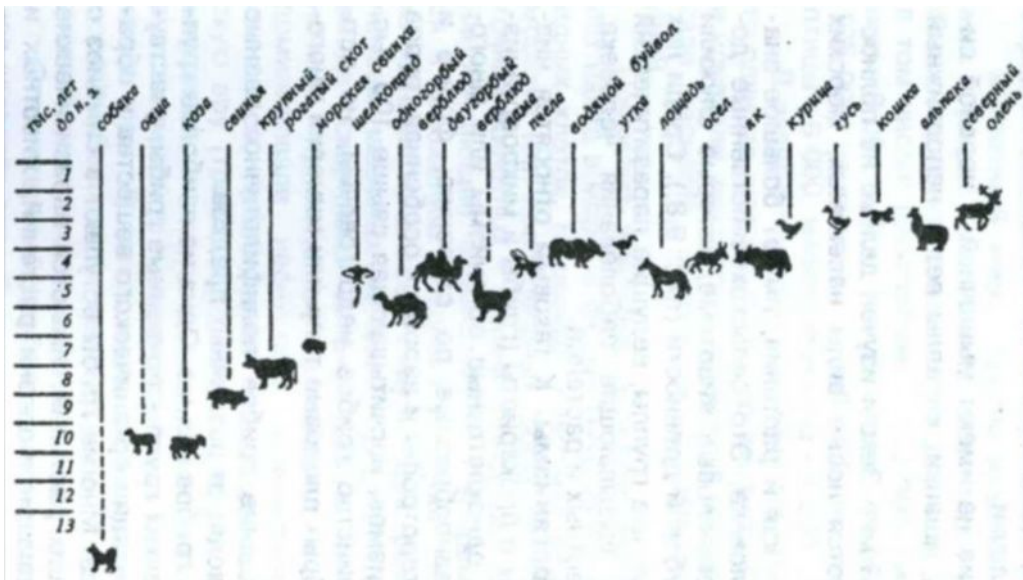


Рис. 98. Хронология одомашнивания



Микроорганизмы или микробы - собирательное название бактерий, цианобактерий, риккетсий, мико-плазм. Это многочисленная, представительная группа, широко распространенная в литосфере и атмосфере. Микроорганизмы обеспечивают минерализацию органических соединений, возвращают в почву и воду ряд биогенных элементов. Могут играть существенную роль в разрушении горных пород, почвообразовательных процессах, в формировании месторождений полезных ископаемых (сульфиды, серы). Важное значение имеют микроорганизмы, фиксирующие молекулярный азот, о чем говорилось ранее. Некоторые микробы патогенны для человека, животных и растений. Это далеко не полный перечень их роли и распространения в биосфере.

Остатки прокариотных организмов обнаружены в осадочных породах возраста 3,5 млрд.лет. Группа бактерий функционировала на протяжении всей геологической истории Земли. Примерно 2 млрд. лет назад они сформировали биосферу, сходную с современной, с появлением цианобактерий в атмосфере начал накапливаться кислород, что обеспечило эволюцию живых организмов.

Антропогенез - происхождение человека и становление его как вида. Появление человека на Земле представляло собой одно из самых значительных событий в длительной истории биосферы. Эволюция биосферы, эволюция геологических процессов связаны полностью с возникновением и деятельностью человека.

Согласно распространенной точке зрения, эво-юционная линия человека отделилась от общего с обезьянами ствола не ранее 10 и не позднее 6 млн. лет назад. Первые достоверные представители рода "человек" появились около 2 млн. лет, а современный человек не позднее 40 000 лет назад. Как свидетельствуют палеонтологические находки человек зародился в джунглях Центральной Африки. Затем он распро-



странился по областям Европы, Азии, Австралии и в дальнейшем достиг Северной и Южной Америки. Первоначальное расселение человека было стихийным, а существование - диким и полудиким. Расселение по поверхности суши связано с использованием огня. Овладев огнем, человек стал относительно независимым от климата и заселил все континенты, за исключением холодных полюсов. Первобытная деятельность человека на земной поверхности названа антропосферой.

В ходе развития человечества и производительных сил антропосфера неизбежно должна была перейти в сферу сознательной деятельности - ноосферу. Человек овладел различными формами движения: механической, тепловой, химической, и, наконец, атомно-ядерной.

Ноосфера - это состояние биосферы, при котором разумная деятельность человека становится главным, определяющим фактором ее развития. Ноосфера - сфера разума. Понятие введено Э.Леруа и Т.Тейяром де Шарденом в 1927 году. Однако полное толкование ноосферы, как новой формы биосферы, было развито В.И.Вернадским в 30-40-х гг. Он понимал ноосферу, как форму, возникающую при взаимодействии биосферы и общества, как новое эволюционное состояние биосферы.

Учение о биосфере и полном ее переходе в ноосферу тесно связано с уровнем развития культуры и духовности человека, с проблемой сохранности бесчисленного наследия многих поколений всего человечества в виде произведений архитектуры, скульптуры, живописи, художественной литературы и фольклора. Это моральная сторона настоящего и будущего поколений.

Процессу перехода к ноосфере должны способствовать объединенные усилия человечества для решения общих, глобальных проблем в области науки и производства, охраны природы. Большое и актуаль-



ное значение приобретает овладение биологической формой движения - создание новых видов и форм с помощью методов и средств биотехнологии и генной инженерии. Возникает важная энергетическая проблема, необходимость сохранения богатств литосферы и других сфер. Имеется много проблем, решение которых требует развития естественных наук - физики, химии, биологии, и, особенно, наук о Земле.

Выход человека в космическое пространство расширяет границы ноосферы за пределы биосферы.

9.5. Саморегуляция биосферы

Биосфера возникла одновременно с появлением жизни на Земле и дальнейшим сохранением живых организмов на протяжении миллиардов лет, что было возможно только при малой изменчивости условий окружающей среды. Устойчивость этих условий обеспечивается в результате действия связей между живыми организмами и всеми элементами метеорологического режима (температуры, влажности, давления и т.д.). В основе регуляции этих связей лежит обратная связь. Она определяет устойчивость климата на Земле. Обратная связь действует также во всех живых организмах на разных уровнях организации жизни.

Обратная связь может быть положительной, отрицательной и сохраняющей. Если обратная связь усиливает какие-либо функции или явления, то такая связь называется положительной, она обычно приводит к неустойчивой работе той или иной системы. Если же обратная связь ослабляет функционирование систем, то такая связь называется отрицательной и стабилизирует функционирование этих систем, делает их работу устойчивой.

Большое значение для длительного существования биосферы имеет состав атмосферы. Увеличение в воздухе кислорода в результате фотосинтеза компенсируется расходом его на окисление минеральных веществ. В результате этого создается отрицательная



обратная связь, регулирующая количество свободного кислорода. Количество свободного углекислого газа также регулируется отрицательной обратной связью. Углекислый газ поступает из земной коры и других источников, а расходуется при фотосинтезе и хемосинтезе.

В атмосфере обратная связь наблюдается также при излучениях от земной поверхности и повышении температуры воздуха. Обратная связь - это уходящие в космос длинноволновые излучения Земли. При повышении теплового излучения возрастает температура, что увеличивает уходящее излучение. В результате уменьшается повышение температуры.

Существуют обратные связи в гидросфере. Так, для стабильности замкнутых водоемов большое значение имеет наклонная форма берегов. При увеличении притока воды в водоем повышается его уровень и площадь водоема возрастает, но это увеличивает расход воды на испарение с его поверхности, что в свою очередь ограничивает дальнейший рост уровня водоема. У замкнутых водоемов с вертикальными берегами отрицательная связь отсутствует. При этом происходят большие колебания уровня водоема, вплоть до полного его исчезновения в определенные моменты времени.

Это примеры саморегулирования в неживой природе. Саморегулирование существует и в живой природе, среди животных и растений, а также между живой и неживой природой.

Вот некоторые примеры. Волки не дают размножаться зайцам, а зайцы не дают вымереть от голода волкам. Если случится, что зайцев разведется в лесу слишком много, то на следующий год благодаря обильному питанию родится больше волчат, чем обычно. И "лишних" зайцев станет меньше. Если же нет корма волкам, то они будут вынуждены переселиться в другой район или погибнут от голода. А зайцы снова заселят территорию. Это цикличная саморе-174



гуляция. Волки и зайцы всю жизнь "занимаются" тем, что регулируют численность друг друга: не слишком много, не слишком мало. Зайцы и волки - хищник и жертва: зайцы положительная связь, волки - отрицательная. Обратная связь следит за теми и другими.

Второй пример. Выросла береза на поляне и сразу же на опавших листьях из спор вырастают грибы - подберезовики. Береза подготовила среду обитания для грибов. Грибы начали разлагать органическое вещество и накапливать питательные вещества. Корни растений стали легче всасывать и усваивать эти питательные вещества. Замкнулась обратная связь. Оба партнера получили взаимную пользу. Это положительная связь.

Сохраняющая или конкурентная обратная связь - это когда два партнера борются за место обитания. Один из партнеров побеждает, давит на конкурента и отбирает питание, свет или другие факторы. Пример. В европейских лесах поселили енотовидную собаку, постоянно обитающую на Дальнем Востоке. Там, где собака закрепилась, исчезла лиса, а где удержалась лиса - собака редкость. Питание у обоих видов одинаковое - мыши, птички. На двоих еды не хватает, поэтому остается кто-то один. Это конкуренция.

Саморегуляция поддерживает на определенном и относительно постоянном уровне те или иные биологические функции в живых организмах. Эти функции очень разнообразны, но регуляция их основана по принципу обратной связи. Саморегуляция может быть на разных уровнях: молекулярном, клеточном, надклеточном, организменном, видовом и т.д.

На молекулярном уровне - это регуляция разных реакций в клетках, в частности ферментативных. Концентрация конечного продукта поддерживается автоматически и влияет на активность фермента. Концентрация конечного продукта и активность фермента взаимосвязаны.



Саморегуляция на клеточном уровне - самосборка клеточных органелл из биологических макромолекул, поддержание мембранного потенциала на под-клеточном уровне. Саморегуляция на подклеточном уровне - самоорганизация разнородных клеток в том или ином органе, упорядочение клеток и их взаимодействие в организме в целом.

В биологии хорошо изучена саморегуляция на организменном уровне. Это нервные, гуморальные и гормональные механизмы саморегуляции, посредством которых у млекопитающих устанавливаются и поддерживаются температура, осмотическое и кровяное давление и другие показатели. Саморегуляция у млекопитающих способствует приспособляемости их к окружающей среде, что достигается системой физиологических регуляторных механизмов на клеточном и других уровнях. У растений для поддержания регуляторных процессов на клеточном и организменном уровнях служат плазмолемма и тонопласт. Они регулируют приток в клетки воды и питательных веществ и выделение из клеток балластных веществ. На тканевом уровне участвуют плазмодесмы, регулирующие межклеточные потоки различных химических веществ.

10. ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ В ОПАСНОСТИ

В настоящее время человеку подвластно почти все - он вторгается в тайны планеты и приспособляет окружающий мир для своих нужд; он передвигает горы, останавливает реки, осушает болота и моря. Почти 10% суши занимают города, дороги, заводы, рудники. При строительстве крупных сооружений роются котлованы глубиной до 100 м. Более 13% природных ландшафтов распахано и занято садами и плантациями, а около 25% используется как сенокосы и пастбища.



Когда добывают руды и уголь открытым способом, образуются огромные ямы глубиной до 1000 м. При добыче серебра, золота требуются глубокие шахты - до 2000-4000 м. Нефть, газ и вода откачиваются с глубин 8-10 тысяч метров.

Человек извлекает из недр Земли необходимое сырье. При этом ежегодно перемещаются огромные массы пустых горных пород, примерно около 100 млрд.тонн. Чаще всего их складировуют рядом с разработками, засоряя и уничтожая природу окрестностей.

10.1. Опасность для литосферы

За последние годы человек активнее стал внедряться в жизнь земной коры, добывая огромное количество полезных ископаемых и перемещая их по поверхности Земли. Чрезмерная добыча полезных ископаемых стала вызывать проседание земной поверхности. Так, над некоторыми угольными бассейнами депрессия поверхности охватывает сотни километров (Рурский, Донецкий, Подмосковский бассейны).

Откачка подземных вод также приводит к значительному проседанию почвы в этих районах. По этой причине территория города Мехико за период с 1880 по 1956 гг. опустилась примерно на 5,6 м. Отмечены случаи прогибания участков земной коры под крупными водохранилищами и городами. В горных районах крупные водохранилища могут приводить к увеличению естественной сейсмичности. Например, под одним из крупнейших водохранилищ Кариба в Африке скорость прогибания почвы во время заполнения и в первые последующие годы составила 10-12 мм/год. В Таджикистане по мере заполнения Нурекского водохранилища на реке Вахш отмечалось увеличение сейсмичности и возрастание количества землетрясений.

Непосильную тяжесть на литосферу оказывают города и дороги. Масса всех городов на Земле исчисляется в десятки тысяч миллионов тонн. Здания давят своей тяжестью на Землю и оседают или даже



проваливаются, особенно если под сооружениями легкие почвы или слабые горные породы. В Самарканде (Узбекистан) наклонились некоторые минареты Улугбека, первой четверти 15 века. Юго-Восточная башня - минарет высотой 33 м и массой 1 тысяча тонн отклонилась вверху от вертикали почти на 2 м. Знаменитая Пизанская башня (Италия) высотой 60 м из-за неравномерного погружения отклонилась от вертикали почти на 5 м. В ее основании залегают недостаточно прочные пески, подстилаемые глиной.

Под городами земная кора проседает не только из-за тяжести сооружений, но и от сотрясений, вибрации, которые вызывает различный транспорт. Транспортная сеть увеличивается по мере увеличения числа городов и разрастания их площадей.

В XX в. резко возросла численность и доля городского населения на земном шаре. Так, если в начале века в городах проживало немногим более 10% населения мира, а в 1950 г. 28%, то к началу 2000 г. предполагается увеличение до 50%.

По данным ООН за 1988 г., население планеты составило 5,1 млрд. человек, а прогноз на 2025 год - 8,5 млрд., причем около 3 млрд. будут жить в Китае и Индии, в США - около 300 млн. Население Европы составит лишь 6,4% населения планеты, тогда как в 1950 г. этот процент был равен 17.

Найдет ли планета достаточные ресурсы, чтобы выдержать удвоение числа жителей?

В результате деятельности человека примерно с середины XX в. планета потеряла примерно 1/5 верхнего плодородного слоя на обрабатываемых почвах. Современные потери земель возросли в 30 раз по сравнению со среднеисторическими. Это связано не только с наступлением городов и других населенных пунктов на земли, в том числе и пахотные, но и в связи с ветровой эрозией. Ветровая эрозия - результат пыльных и песчаных бурь, при которых поднимается в атмосферу почва в огромных количествах. Сильные 178



бури бушевали в 60 гг. на Украине и Северном Кавказе. Весной 1960 г. был снесен слой чернозема (7-10 см) на огромной площади. Выдугая почва откладывалась в других местах, образуя холмы и дюны, погребая посева и дороги.

Имеются и другие факторы потерь плодородного почвенного горизонта.

Разрушение почв водой называется водной эрозией. Различают два вида водной эрозии: размыв и смыв. Размыв - это образование оврагов, начинающихся с маленькой промоины и постепенно превращающихся в глубокий овраг. Глубина некоторых оврагов достигает сотен метров. Смыв, или плоскостная эрозия, развивается медленно и постепенно. Это смыв частиц с поверхности почвы потоками при снеготаянии или после обильных дождей. Почвенные частицы, смываясь водой, выносятся в ручьи, реки, а затем попадают в водоемы. Ливневые дожди также сносят огромные массы почвы.

Особенно тяжелая ситуация для литосферы складывается, когда происходит опустынивание возделываемых земель с крайне засушливым континентальным климатом. В 80-х гг. бедствия, приносимые засухой и опустыниванием, приобрели в Африке колоссальные масштабы. Опустынивание затронуло 34 африканские страны и 150 млн. населения. Только в 1985 г. в Африке погибло около 1 млн. человек и 10 млн. жителей стали экологическими беженцами.

Опустынивание наблюдается и в других странах, в том числе и в Средней Азии. Опустынивание и опустошение могут возникнуть в любых климатических условиях, как результат разрушения природной системы, неумеренной хозяйственной деятельности.

Огромную опасность для литосферы представляют ядерные взрывы, при которых освобождается тепловая энергия и возникает разрушительная взрывная волна, опасные для всего живого на Земле. В результате этих взрывов в воздухе оказывается ог-



ромное количество радиоактивных частиц. Последствия радиоактивного заражения почвы, воды, воздуха и всей природной среды очень трудно преодолеть. Некоторые частицы опасны всего несколько дней, а многие - несколько сотен и более лет.

10.2. Опасность для гидросферы

Вода является важным элементом живого органического мира. Жизнь зародилась в водной среде. Для многих видов животных, растений и микроорганизмов вода продолжает оставаться средой обитания. Отмечена связь между заболеваемостью и характером водоснабжения.

Ресурсы пресных вод на Земле формируются в процессе круговорота воды, который опресняет воды и способствует непрерывному водоснабжению. Вода необходима для питья и удовлетворения культурно-бытовых потребностей человека. Общее ее потребление из года в год возрастает во всех районах мира. Так, например, с нынешнего века потребление пресных вод возросло более чем в 6 раз, а в ближайшие годы возрастет еще больше.

На изменение водного баланса планеты влияют распашка целинных земель и их сельскохозяйственное освоение, агротехнические и мелиоративные мероприятия, обводнение засушливых территорий, создание водохранилищ, загрязнение вод промышленными и бытовыми стоками. Имеется и много других источников потребления пресных вод. Все это создает в некоторых районах планеты сложную проблему водного голода.

Антропогенное преобразование вод уже достигло глобальных масштабов.

Человек осуществляет преобразование вод гидросферы путем строительства гидротехнических сооружений, в частности водохранилищ. Современные водохранилища решают комплексные задачи: энерге-



тики, промышленного и бытового водоснабжения, судоходства, орошения земель, рыболовства, создания зон отдыха и другие. Однако водохранилища и каналы оказывают многие серьезные отрицательные воздействия на биосферу: изменяют режим грунтовых вод, влияют на почвы и растительные сообщества. Кроме того, акватории этих вод занимают большие участки плодородных земель.

За последние десятилетия все большую часть круговорота воды стали составлять стоки, загрязненные в процессе промышленной, сельскохозяйственной и бытовой деятельности человека. Одним из опаснейших источников загрязнения как пресных, так и океанских вод являются нефтепродукты, удобрения и ядохимикаты, которые попадают со стоками (с талой и дождевой водой). В результате чего происходит массовая гибель животного и растительного мира, снижается способность водоемов к самоочищению. В связи с этим важное место в предохранении гидроресурсов от загрязнения принадлежит очистным сооружениям.

Большое место в водном балансе Евразии занимают озера. Вековые запасы озерных вод сосредоточены в крупных озерах - Байкал, Иссык-Куль, Ладожское, Ильмень, Севан и другие. Уникальным озером-морем в Средней Азии является Арал. Проблема Арала - опустынивание и аридизация - вызывает большую тревогу. Чрезмерно неэкономное и нерациональное потребление воды (преимущественно на орошение) истощило ресурсы пресных вод в бассейнах рек Сырдарья и Амударья.

Приаралье можно назвать зоной экологического бедствия. На землях, охваченных экологической бедой, проживает около 3 млн. человек. Уровень Аральского моря понизился на 14 м, площадь акватории сократилась на 40%, объем воды - на 65%.



Высохшее дно Арала стало крупным очагом со-ленакопления и рождения соле-пылевых бурь. Площадь обнажившегося дна около 3 млн. га. И эти безжизненные, покрытые соленым песком пространства расширяются.

Мировой океан определяет и формирует климат планеты, служит источником атмосферных осадков. Более половины кислорода поступает в атмосферу из океана, он поглощает избыток углекислоты в атмосфере. Освоение ресурсов океана, развитие судоходства повсеместно сопровождается быстрым загрязнением океанских вод, что чревато для человечества крайне серьезными последствиями.

Нефтяные катастрофы. Каждая капля нефти покрывает непроницаемой пленкой 20 м² морской поверхности и в два раза сокращает водообмен между океаном и воздухом, губит микроорганизмы, рыбу, морских птиц. В пленке накапливаются ионы тяжелых металлов, пестициды и другие вредные вещества. Кроме нефти в Мировой океан попадают ядовитые вещества и удобрения. Загрязнители воды могут вредить отдельным видам живых организмов или вызвать вымирание целых групп.

10.3. Воздействие человека на атмосферу

Со второй половины 19 века, в связи с интенсивным развитием промышленности и сельского хозяйства, ростом городов и поселков, начал изменяться пылевой и газовый обмен атмосферы. С конца прошлого века по настоящее время в атмосфере возросло пыли почти в 20 раз. Этому способствовала распашка обширных территорий, выдувание почв, степные пожары. При сжигании топлива в воздух попадает большое количество зольных веществ.

Миллионы тонн пыли образуются при производстве цемента. Распыляется в воздух асфальт и бетон дорог, резина покрышек автомобилей. Химиза-



ция сельского хозяйства сопровождается попаданием в атмосферу химических веществ.

Большая часть загрязняющих веществ концентрируется в трехкилометровом приземном слое воздуха. Эти концентрации особенно велики над городами. Многочисленные топки, промышленные предприятия, транспорт выбрасывают в воздух массу пылевидных веществ.

Загрязнителями воздуха могут быть вулканические извержения. Вулканы извергают огромные массы различных ядовитых газов. Выбрасывается двуокись серы (SO_2), которая в атмосфере очень быстро превращается в серную кислоту. Еще один опасный газ - хлор. Вулканы выбрасывают его главным образом в соединении с водородом. При мощных извержениях хлористый водород (HCl) выносится в стратосферу, где он может способствовать разрушению озонового слоя.

При сжигании нефти, угля и дров выделяется двуокись углерода (CO_2). Предполагается, что за последние 150 лет увеличение углекислого газа изменило климат нашей планеты. На протяжении последних лет наблюдается тенденция к повышению температуры. Ежегодно от сжигания угля в атмосферу выделяется 5,6 млрд. т углекислого газа. Этот газ и другие загрязнители пропускают солнечное тепло к Земле и удерживают его здесь - создается так называемый тепличный (парниковый) эффект.

Источником загрязнения атмосферы являются автомобили. В выхлопах двигателей содержится окись углерода, окиси азота, углеводороды, альдегиды, сажа и другие. Всего в выхлопных газах обнаружено около 200 компонентов. Выхлопные газы автотранспорта и другие промышленные газообразные продукты, загрязняющие воздух, приводят к возникновению дымных туманов - смогов. Смоги бывают



нескольких видов (влажный, сухой, ледяной), отличающихся между собою некоторыми свойствами.

При сжигании любого ископаемого топлива в составе выделяющихся газов всегда обнаруживается сернистый газ, который, растворяясь в атмосферных осадках, дает серную кислоту. Образуется также и азотная кислота. Это так называемые кислотные дожди. Они оказывают отрицательное влияние на растительность и почвы, ускоряют коррозию металлических конструкций, разрушают памятники архитектуры.

В последние годы остро встает проблема "озоновых дыр". Активную роль в процессах образования и разрушения озона играют окиси азота, тяжелых металлов (меди, железа, марганца), хлор, фтор, бром. Попадание в верхние слои атмосферы даже относительно небольших количеств такого рода веществ может устойчиво и долгосрочно влиять на установившийся баланс, связанный с образованием и разрушением озона, и привести к трагическим последствиям.

И еще одна проблема остро стоит перед человечеством - атомные взрывы. Так, при взрыве водородной бомбы выбрасывается 10-100 млн.т. мельчайшей радиоактивной пыли. Радиоактивное облако на высоте 8-15 км обходит несколько раз земной шар. Уходящие в атмосферу частицы затем в течение 10 лет оседают на поверхность Земли.

Атмосфера громадна, и предполагалось, что пыль, все дымы и газы, выделяемые промышленностью, электростанциями, транспортом быстро рассеиваются, как бы растворяясь в воздухе. Однако, при этом не учитывались их концентрация в городах и циркуляция воздуха сверху вниз. Атмосфера не имеет границ, и загрязнения переносится из одной страны в другую.



10.4. Воздействие человека на растительный и животный мир

Растения и животные играют исключительную роль в миграции химических элементов, которая лежит в основе существующих в природе взаимосвязей. Значительна роль растений и животных в жизни человека. Многие из них служат важным источником питания и технического сырья. Хозяйственная деятельность человека сильно повлияла на растительный и животный мир планеты. Многие виды под угрозой исчезновения или полностью погибли. Около 25-30 тыс. видов растений, или 8-10% общего числа их на Земле, стали редкими и исчезающими. На планете вымерло 94 вида птиц и 63 вида млекопитающих.

На многих территориях наблюдается нашествие вредных растений и животных. Имеется много примеров быстрого размножения растений и животных, занесенных в другие страны случайно или с целью акклиматизации. Они захватили громадные пространства в ущерб местной природе.

В конце 18 века один из поселенцев Австралии привез из Мексики кактус опунцию. Опунция быстро распространилась по всей Австралии, и к концу 19 века кактус заселил луга и пашни, и никакие технические и химические мероприятия не помогли от него избавиться. Уничтожить заросли удалось биологическим путем - размножением бабочки кактусовой огневки, гусеницы которой пожирали внутренние ткани растения.

Многим известно водное растение элодея канадская. В 1836 г. ее заметили в одном из прудов Ирландии, куда она была занесена случайно, видимо на корабле. Элодея быстро размножилась вегетативным путем и через 18 лет заполнила все пруды, реки и каналы Англии. Вскоре была обнаружена в водах всей Европы.



Для растений и животных не существует границ между странами при современном транспорте. Самые невероятные способы проникновения сорных растений из других стран - и на обуви, и на одежде путешественников, и даже в чучелах животных. Одних животных пытаются акклиматизировать человек, другие сами пробираются в новые для них страны.

Привоз 24 кроликов в Австралию в 1859 г. привел к народному бедствию. От пары кроликов в два года может быть потомство до 100 тысяч особей. Кролики уничтожали луга и посева. Кролики завладели 3/4 всей Австралии. Овцеводство стало сокращаться. Никакие средства не могли сократить количество кроликов. Только путем заражения их вирусной болезнью - миксоматозом - удалось спасти Австралию от кроликов, которые владели ею 50 лет. Для этого заражали вирусом комаров и выпускали их. При ветре комары разлетаются на 150 км.

Зараженные вирусом комары спасли Австралию, но причинили вред Франции, где кролиководство приносило большой доход. Сократилось количество кроликов в Нидерландах и Англии. Миксоматозом стали заболеть зайцы, лисы, хищные птицы и др.

В европейских лесах с давних времен существует бабочка непарного шелкопряда. Ее завезли в США для опытов. Через 20 лет непарный шелкопряд так размножился, что листья деревьев оказались объединены. За 40 лет вредители заняли территорию в 11 тысяч кв. миль. Для уничтожения шелкопряда из Европы были доставлены его естественные враги.

Такое же нашествие на США произвела мадагас-карская улитка. Массы улиток надвигались на поля и плантации, ползали по дорогам, деревьям, домам, объедая штукатурку (известь нужна для раковины).

Нашествие иноземцев, нарушающее установившееся равновесие в природе, происходит и под водой.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Взаимоотношения Человека и Природы носят сложный характер. Человечество, как часть природы, может существовать только в постоянном взаимодействии с ней, получая все необходимое для жизни. Но современные масштабы и способы использования ресурсов таковы, что начинают нарушаться естественные равновесия, и биосфере грозит потеря своего основного свойства - свойства самовозобновления. Деятельность человека достигла глобальных масштабов, воздействуя на биосферу, изменяя круговорот веществ, водный баланс планеты, оказывая сильное влияние на почвы, растительность и животный мир. Антропогенная деятельность создала новые токсические источники загрязнения биосферы, что в конечном счете может создать угрозу существования самого человека.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Представленные работы имеют целью связать теоретический материал с конкретными заданиями, самостоятельно выполняемыми студентами, изучающими науки о Земле.

1. ВЛИЯНИЕ СВЕТА НА ОБРАЗОВАНИЕ УГЛЕВОДОВ

Краткое содержание работы. Зеленым растениям свет нужен для образования хлорофилла, он регулирует работу устьичного аппарата, влияет на газообмен и транспирацию, активизирует ряд ферментов, стимулирует биосинтез белков и нуклеиновых кислот. Свет влияет на деление и растяжение клеток, ростовые процессы, оказывает формообразующее воздействие. Но самое большое значение имеет свет в воздушном питании растений, в использовании ими



солнечной энергии в процессе фотосинтеза и образовании углеводов. Фотосинтез - превращение зелеными растениями и фотосинтезирующими микроорганизмами лучистой энергии Солнца в энергию химическую.

Ход работы. Взять зеленое растение: пеларгонию зональную, примулу, гортензию, любое растение - летом. Обильно полить его и поставить в темное, теплое место. При выдерживании в темноте листья постепенно теряют крахмал, который будет тратиться в процессе дыхания, роста и отчасти отводиться в запас в другие органы растения. Растение выдерживается в темноте до полного обескрахмаливания листьев. Через два-три дня нужно сделать пробу на содержание в листьях крахмала. Для этого отрезают маленький кусочек, кладут в пробирку, заливают водой и кипятят. После кипячения воду слить, налить в пробирку спирт и кипятить до тех пор, пока весь хлорофилл не будет извлечен и кусочек листа не станет белым (кипятят в спирту на водяной бане).

После этого спирт слить, лист опустить в горячую воду и обработать раствором КJ.

Опыт ставят с отрезанными листьями. Листья покрывают с нижней и верхней стороны непрозрачным экраном, для чего может служить темная плотная бумага, с вырезанными на ней различными фигурами. Фигуры верхнего и нижнего экранов должны совпадать. Для прикрепления экрана к листу можно употреблять проволочные скрепы. Отрезанный и покрытый экраном лист ставят в стакан с водой (черешок предварительно подрезают под водой, чтобы лучше шло всасывание) и покрывают стеклянным колпаком. Для создания более благоприятных условий, в смысле повышения содержания углекислого газа и влажности, под колпак ставят маленькую чашечку с кусочками мрамора или содой, которые обливают 10%-ным HCl или слабой H₂SO₄, и плоскую чашку с водой.



После этого листья (или растения) выставляют на яркий солнечный или электрический свет. В зависимости от силы источника света опыт будет длиться до 40 мин. и более.

После освещения листья подвергают той же обработке, как и при испытании листа на отсутствие крахмала (обесцвечивание листа производят в колбочке). Когда лист будет обесцвечен, его вынимают из колбочки пинцетом, кладут на белую тарелку, осторожно расправляют и обливают раствором йода в йодистом калие.

Результаты опыта. Те участки листа, которые были освещены, окрасятся от йода в синий цвет, а затененные - в желтый, что означает отсутствие крахмала.

2. ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР НА РАСТЕНИЯ

Краткое содержание работы. Гибель растений от перегрева в основном связана со свертыванием протоплазмы, наступающим большей частью при температурах выше 50°C. Однако многие растения прекращают рост и ассимиляцию еще раньше, что обусловлено нарушением деятельности ферментов, снижением дыхательного коэффициента, резким усилением физиологически обесцвеченного дыхания, усилением гидролитических процессов, отравлением протоплазмы вредными продуктами распада, например аммиаком. Только споры и некоторые мало специализированные растения и приспособленные формы без вреда переносят более высокие температуры.

Стойкость растений к перегреву обуславливается особыми свойствами протоплазмы и способностью обезвреживать накапливающийся в тканях аммиак; ее можно повысить внесением микроэлемента цинка.



Система морфологических и физиологических приспособлений, обуславливающая отражательную способность листьев, усиление транспирации, складывание, опускание и скручивание листьев, расположение их в плоскости падающего света и т.д., позволяет избежать перегрева.

Ход работы. Жаростойкость можно определить по методу Ф.Ф.Мацкова, для чего листья опускают в воду при температуре 40°C. Через 30 мин, отбирают пробу, помещая ее в холодную воду. Температуру воды повышают на 5°C и через 10 мин. отбирают очередную пробу, охлаждая ее в воде; так температуру обработки листьев доводят до 80°C. Пробы из холодной воды переносят в 0,2-н НСІ и через 20 мин. учитывают результаты. Затем их заносят в таблицу.

Растения	Максимальная переносимая температура в °С					
	40°	45 ^и	50°	60 ^{оЛ}	70 ⁵	80 ^{оЛ}
Герань	-	+				

Результаты опыта. Отмершие участки листьев и мертвые листья буреют. Знаком минус обозначают отсутствие побурения, плюсом - отмирание.

3. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОЧВЕННОЙ БИОТОЙ

Краткое содержание работы. Почва является средой обитания для макро- и микроорганизмов. Все живые обитатели почв получили название почвенная биота. Биота - это понятие сборное для всех организмов почвы.

Почвенную биоту составляют следующие таксономические группы: высшие растения, почвенные водоросли, почвенные животные, почвенные грибы, лишайники, прокариоты, вирусы и фаги.



Основные группы почвенных организмов: Флора :

Макро	Микро
Корни растений	Водоросли
	Грибы Бактерии Актиномицеты
	Ультрамикроскопические формы Фауна:
Макро	Микро
Грызуны	Простейшие
Насекомоядные	Нематоды
Членистоногие	Коловратки
Черви	Клещи
Моллюски	Ногохвостки

Корневые системы растений пополняют запасы почвенного гумуса и служат источником жизни для микроорганизмов, выделяют в почву углекислый газ и некоторые органические соединения. Глубина залегания корней до 60-70 см - максимум в пахотном горизонте.

Микрофлора разнообразна и многочисленна. Общая биомасса микрофлоры составляет 3-5 и до 10-15 т/га. Она находится в почве в состоянии непрерывного роста, размножения и отмирания, поэтому колоссального размаха достигают биохимические процессы, ею производимые. За счет деятельности микроорганизмов в почве протекают процессы распада растительных и животных остатков, синтез и разложение гумуса, усвоение атмосферного азота и углекислоты. Образуются в почве сложные органические метаболиты: ферменты, витамины, ауксины, антибиотики, токсины, аминокислоты.

Макрофауна почвы состоит из грызунов (мыши, полевки, суслики, слепцы, тушканчики, песчанки, сурки, пищухи) и насекомоядных (кроты, землеройки, ежи). К макрофауне относятся также и беспозвоноч-



ные, которые могут быть постоянными или временными обитателями почв: мокрицы, многоножки, насекомые (жуки, мухи и их личинки, муравьи, термиты), черви и моллюски. Роль крупных животных сводится к механическому воздействию на почву (разрыхление, перемешивание). Беспозвоночные измельчают и перерабатывают растительные остатки, аэрируют и дренируют почвы. Некоторые из них являются паразитами и вызывают заболевания и гибель растений.

Микрофауна представлена амебами, жгутиконосцами, инфузориями и др. В почвах их встречается около 300 видов. В 1 га пахотного слоя их биомасса составляет около 300 кг. Простейшие в почвах играют активную роль, питаясь микроорганизмами, поддерживают их в активном состоянии, способствуют минерализации органических веществ.

Ход работы. Для наблюдения за микрофлорой и микрофауной пользуются прямым методом изучения. Он основан на непосредственном наблюдении под микроскопом.

На предметное стекло положить маленькую крупинку почвы и капнуть на нее воды.

Под микроскопом при малом увеличении (8^{\times}) понаблюдать за вегетативными формами грибов, водорослей. Просмотреть и описать особенности строения и движения простейших.

При большом увеличении (40^{\times}) ознакомиться с формами и движением микробов.

Результаты опыта. Зарисовать отдельных представителей микрофлоры, микрофауны и микроорганизмов.

4. *БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА РАСТЕНИЙ, ВРЕДНЫЕ ДЛЯ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ*

Краткое содержание работы. Некоторые растительные материалы для борьбы с вредными насекомыми применяли еще в крестьянских хозяйствах Рос-



сии (пиретрум - растертые молотые цветы далматской, персидской и кавказской ромашек; табачная пыль - отход табачного производства и др.). В настоящее время из этих растений приготавливают экстракты, настои, ядовитые порошки, которые с успехом используют в защите растений от вредителей. Известен химический состав содержащихся в этих растениях алкалоидов и токсинов. Для изучения фитонцидных свойств растений ставят несколько простейших опытов, доступных для выполнения в аудитории в течение двухчасового занятия. Необходимо подготовить растительный материал (листья, стебли, плоды) и подействовать их газообразной фракцией на различных насекомых (мухи, тли, клещи, гусеницы, личинки). Наблюдая за действием фитонцидов, отмечают изменения в поведении насекомых. Растения, показавшие более активные фитонцидные свойства, выделяют для дополнительного исследования (изучают не только газообразные, но и жидкие фракции с привлечением новых энтомологических объектов).

Ход работы. Листья, стебли и плоды растений измельчают на терке или растирают пестиком в фарфоровой ступке. Полученную кашу в количестве 5-6 г сразу же помещают на дно пробирки, которую прикрывают ватной пробкой. Затем в пробирку запускают комнатных или плодовых мух, вновь закрывают пробирку и ведут наблюдение за состоянием насекомых.

Результаты заносят в таблицу.

Л е т у ч и е ф и т о н ц и д ы	Действие фитонцидов на поведение насекомых								
	10 мин.		20 мин.		30 мин.		50 мин.		Примечание
	1	2	1	2	1	2	1	2	
Хвоя ели	-	-	-	+	+				

Примечание: 1 - замедление движения;

2 - гибель.



Результаты опыта. В процессе наблюдения отмечают быстроту и направление движения насекомых, процент смертности, продолжительность времени до наступления того или иного состояния насекомого.

5. *ИЗУЧЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ А ТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА*

Краткое содержание работы. Микроорганизмы в огромных количествах попадают в воздух вместе с поднимающейся пылью и вместе с ней вновь оседают на поверхность почвы. Пребывание их в воздухе кратковременно, т.к. в нем не содержится питательных веществ. Воздух облучается солнечными лучами, обладает высокой сухостью. Вследствие этого микрофлора воздуха сравнительно немногочисленна и довольно случайна.

Микрофлора воздуха подвергается значительным изменениям в зависимости от климатических условий, географического расположения населенных пунктов, сезонности, а также от времени года и других факторов.

Ход работы.

1. В чашки Петри разливают из пробирок расплавленный на водяной бане мясопептонный агар. При разливе крышку чашки Петри открывают не полностью, а так, чтобы под нее вошло горлышко пробирки. Верхнюю часть пробирки при разливе обжигают над пламенем спиртовки.

Разлив производится на строго горизонтальной поверхности, чтобы агар распределился равномерно по дну чашки. С этой же целью сразу, после того как агар выльют в чашку и закроют ее крышкой, чашку двигают по столу вращательными движениями до застывания агара.

2. В избранном для анализа микрофлоры воздуха помещении чашки ставят на горизонтальную поверхность и открывают крышки на 10-30 минут, в зависимости от загрязнения воздуха.



Исследователь должен находиться вдали от чашек. Затем чашки закрывают, помечают восковым карандашом и помещают в термостат с температурой 25°C. Через 48 часов на поверхности наблюдают развитие колоний микроорганизмов.

3. Производят подсчет выросших на агаре колоний бактерий и грибов. Для подсчета при большом количестве колоний чашку Петри с нижней стороны делят восковым карандашом на секторе. В каждом из них подсчитывают колонии отдельно, а затем суммируют их общее количество. Результаты рассчитывают по формуле и заносят в таблицу. Формула предложена В.Л.Омелянским, согласно которой на площадь чашки 100 см² в течение 5 минут оседает столько микроорганизмов, сколько их находится в 10 л воздуха. Тогда в 1 м³ воздуха количество микроорганизмов будет равно:

$$x = \frac{L-100-5-100}{Bt}$$

x - количество микроорганизмов в 1 куб.м. воздуха А -

количество колоний, выросших на чашке

100 - число для пересчета площади чашки на 100 кв.см.

100 - число для пересчета 10 литров воздуха на 1 куб.м.

B - площадь чашки в кв.см.

t - время, в течение которого чашка была открыта, в минутах

Условия исследования	Время экспозиции	Число колоний на 1 кв.м. поверхности агаровой пластинки	
		Бактерии	Грибы
Комнатные условия			
Солнечный свет			
Ультрафиолетовое облучение			
Атмосферный воздух			



ЛИТЕРАТУРА:

- Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. - М.: МГУ, 1983.
- Бакулин П.И., Кононович Э.В., Мороз В.И. Курс общей астрономии. - М.: Наука, 1970.
- Баландин Р.К., Бондарев Л.Г. Природа и цивилизация. - М.: Мысль, 1988.
- Бедный М.С. Демографические процессы и прогнозы здоровья населения. - М.: Статистика, 1972.
- Биологические ресурсы океана. - М., 1986.
- Биологический энциклопедический словарь. - М.: Советская энциклопедия, 1989.
- Богоров В.Г. Планктон Мирового океана. - М.: Наука, 1974.
- Будыко М.И. Глобальная экология. - М.: Мысль, 1977. , Вавилов А.М. Экологические последствия гонки вооружений. - М.: Международные отношения, 1988.
- Вальтер Г. Растительность земного шара. - М.: Прогресс, 1975.
- Верзилин Н.Н., Верзилин Н.Н., Верзилин Н.М. Биосфера, ее настоящее, прошлое и будущее. - М.: Просвещение, 1976.
- Вернадский В.И. Биосфера (избр. труды по биохимии). - М.: Мысль, 1967.
- Войткевич Г.В. Геологическая хронология Земли. - М.: Наука, 1983.
- Войткевич Г.В. Возникновение и развитие жизни на Земле. - М.: Наука, 1988.
- Воронов А.Г., Дроздов Н.Н., Мяло Е.Г. Биогеография мира. - М.: Высшая школа, 1985.
- Гиляров М.С, Криволуцкий Д.А. Жизнь в почве. -М.: Молодая гвардия, 1985.
- Голубев И.Р., Новиков Ю.В. Окружающая среда и ее охрана. - М.: Просвещение, 1985.
- Горшков С.П. Земельные ресурсы мира. Антропогенные воздействия. - М.: Знание, 1987.
- Грегори Ф. Микробиология атмосферы. - М.: Мир, 1964.



- Детри Ж. Атмосфера должна быть чистой. Загрязнители атмосферы и борьба с ними. - М.: Прогресс, 1973. Догто Л. Планета Земля в опасности. - М.: ИЛ, 1988. Дубровский Е.В. Мир вокруг нас. - М.: Политиздат, 1983.
- Дювинью П., Танг М. Биосфера и место в ней человека. -М., Прогресс, 1973.
- Зедлаг У. Животный мир Земли. - М.: ИЛ, 1975. Ивлев А.М. Биогеохимия. - М.: Наука, 1986. Казначеев В.П. Учение о биосфере. - М.: Знание, 1985.
- Камшилов М.М. Биотический круговорот. - М.: Наука, 1970.
- Камшилов М.М. Эволюция биосферы. - М.: Наука, 1979.
- Короновский Н.В., Якушева А.Ф. Основы геологии. -М.: Высшая школа, 1991.
- Космическая биология и медицина. Под ред. О.Г.Газенко. - М.:1987.
- Куприн А.М. Лик Земли. - М.: Недра,1991.
- Кучер Т.В. Экологическое образование учащихся в обучении географии. - М.: Просвещение, 1990.
- Лобова Е.В., Хабаров А.В. Почвы. - М.: Мысли, 1983.
- Лори А. Живой океан. - Л.: Гидрометеиздат, 1976.
- Михеев А.В., Пашканг К.В., Родзевич Н.Н., Соловьева М.П. Охрана природы. Факультативный курс. - М.: Просвещение, 1990.
- Моисеев Н.Н. Человек и ноосфера. - М.: Молодая гвардия, 1990.
- Никонов А.А. Человек воздействует на земную кору. - М.: Знание, 1980.
- Новиков Ю.В. Природа и человек. - М.: Просвещение, 1991.
- Новрузов З.Н. Природа не прощает ошибок. -М.: Мысль, 1988.
- Перес Ж.М. Жизнь в океане. - Л.: Гидрометеиздат, 1969.
- Перельман А.И. Биокосные системы Земли. - М.: Наука, 1977.
- Перельман А.И. Земная кора и биосфера. - М.: Знание, 1985.



- Плотников Н.И. Подземные воды - наше богатство. - М.: Недра, 1990.
- Радкевич Е.А. Наш дом - Земля. - М.: Молодая гвардия, 1988.
- Рамал Ф. Основы прикладной экологии. Воздействие человека на биосферу. - Л.: ИЛ, 1981.
- Рауп Д., Стенли С. Основы палеонтологии. - М.: ИЛ, 1974.
- Розанов Б.Г. Живой покров Земли. - М.: Педагогика, 1989.
- Рубенчик Л.И. Поиск микроорганизмов в космосе. -Киев: Наукова думка, 1983.
- Сергеев Б.Ф. Жизнь океанских глубин. - М.: Молодая гвардия, 1990
- Соколов А.А. Вода: проблемы на рубеже XXI века. -Л.: Гидрометеиздат, 1986.
- Степанов Д.Л., Месежников М.С. Общая стратиграфия. - Л.: 1979.
- Сытнник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В. Биосфера. Экология. Охрана природы. - Киев: Наукова думка, 1987.
- Трусов Ю.П. Понятие о ноосфере. Природа и общество. - М.: Наука, 1968.
- Тюрюканов А.Н. Биосфера и человечество. - М.: Знание, 1973.
- Фокин А.Д. Почва, биосфера и жизнь на Земле. - М.: Наука, 1986.
- Фукарек Ф., Мюллер Г., Шустер Р. Растительный мир Земли. - М.: Мир, 1982, т. 1-2.
- Хефлинг Г. Тревога в 2000 году. - М.: Мысль, 1990.
- Чернова Н.М., Былова А.М. Экология. - М.: Просвещение, 1988.
- Черняховский А.Л. А мы живем... - М.: Советская Россия, 1989.
- Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь. -М.,1976.
- Школенко Ю.А. Эта хрупкая планета. - М.: Мысль, 1988.
- Юдасин Л.С. Энергетика: проблемы и надежды. -М.: Просвещение, 1990.



Приложение 1

НАУКИ О БИОЛОГИИ И ЗЕМЛЕ

Астробиология - раздел биологии, изучающий биологические аспекты проблемы существования жизни на различных космических телах во Вселенной.

Астрономия - наука дистанционная. Большинство космических объектов она изучает на расстоянии путем анализа излучаемого ими света (астрофизика). Расстояния - по скорости световых лет.

Астрофизика - раздел астрономии, изучающий многообразие физических явлений во Вселенной. Выделяют физику Солнца, планет, туманностей, звезд, космологию, межзвездную среду.

Аэробиология - раздел биологии, изучающий живые организмы, пассивно переносимые по воздуху, их состав, поведение, движение, выживаемость.

Аэрология - раздел метеорологии, изучающий физические процессы и явления в свободной атмосфере (выше приземного слоя) и методы их исследования.

Аэрономия изучает верхние слои атмосферы, где происходит диссоциация атмосферных газов и их ионизация. Методы исследования - ракетное и спутниковое зондирование атмосферы, наблюдения за распространением радиоволн.

Биогеография - наука о закономерностях распространения и распределения по земному шару сообщества живых организмов (растений, животных, грибов и микроорганизмов). Относится к числу наук о биосфере, в ее состав входят зоогеография и ботаническая география.

Биогеохимия - наука, изучающая круговороты химических элементов в биосфере Земли при участии живых организмов.

Биогеоценология - дисциплина, изучающая биогеоценозы и их совокупность. Изучает структуру и функционирование различных биоценозов, их биологическую продуктивность.

Иногда рассматривают Б. как раздел экологии.



Биометеорология изучает влияние физических и химических процессов, происходящих в атмосфере, воздействие климата и погоды на человека, животных и растения.

Биомеханика - раздел биофизики. Изучает механические свойства живых тканей, органов организма в целом, а также происходящие в них механические явления (при движениях, дыхании, кровообращении и т.д.).

Биостратиграфия - (stratus - настил, слой) раздел стратиграфии, изучающий распределение ископаемых остатков организмов в остаточных отложениях с целью установления относительного возраста и соотношения разновозрастных слоев на различных территориях.

Гелиобиология - раздел биофизики, изучающий влияние изменений активности Солнца на земные организмы.

Геокриология (мерзлотоведение) - наука, изучающая строение, состав, свойства, происхождение, распространение и историю развития мерзлых толщ в земной коре, а также процессы, связанные с промерзанием и оттаиванием мерзлых горных пород.

Геология - комплекс наук о составе, строении и истории строения земной коры и Земли.

Геомагнетизм - раздел геофизики, в котором изучается распределение в пространстве и изменения во времени магнитного поля Земли, а также связанные с ними геофизические процессы в Земле и верхней атмосфере.

Геомеханика - наука, изучающая физико-химические свойства горных пород, их состояние и разрушения, происходящие под влиянием природных и технологических факторов.

Геоморфология - наука о рельефе суши, дна океанов и морей. Изучает внешний облик, происхождение, возраст рельефа, историю развития.

Подразделяется на общую, рассматривающую наиболее широкие вопросы формирования рельефа; частную, изучающую рельеф по определенному показателю; региональную, занимающуюся рельефом отдельных уча-



стков. Палеогеоморфология изучает рельеф прошлых эпох.

Геотермия - раздел геофизики, изучающий тепловое состояние и тепловую историю Земли. Географические исследования используются при решении проблем тектоники, разведке полезных ископаемых, для промышленных и бытовых целей.

Геохимия - наука, изучающая химический состав Земли, расположение в ней химических элементов, закономерность распространения их в геосферах, законы поведения, миграции элементов.

Геофизика - комплекс наук, исследующих внутреннее строение Земли, ее физические свойства и процессы, происходящие в ее оболочках. В геофизике выделяют физику твердой Земли, физику моря и физику атмосферы.

Геофизическими исследованиями пользуются в прогнозе погоды, при освоении сырьевых ресурсов.

Гидрогеология - наука о подземных водах, изучает их состав, свойства, происхождение, закономерности распространения и движения, а также взаимодействие с горными породами.

Гидрология изучает природные воды (реки, озера, водохранилища, болота и др.), явления и процессы, протекающие в них, круговорот воды в природе, управление режимом водных объектов, влияние деятельности человека на гидросферу и ее рациональное использование.

Гляциология - наука о формах льда на земной поверхности (ледники, снежный покров), подземных льдах, их строении, составе, физических свойствах, происхождении и развитии, геологической и геоморфологической деятельности, географическом распространении.

Климатология - наука, изучающая вопросы клима-тообразования, описания и классификации климатов земного шара в прошлом и настоящем, антропогенные влияния на климат.

Космическая биология - комплекс биологических наук, изучающих жизнедеятельность земных организмов в условиях космического пространства и при полетах на космических летательных аппаратах, а также биологиче-



ские системы жизнеобеспечения на космических кораблях и станциях.

Она имеет много направлений: гравитационная биология, космическая микробиология, космическая физиология, космическая радиобиология, космическая генетика, космическая биотехнология.

Космогония - раздел астрономии, изучающий происхождение и развитие небесных тел и их систем.

Лимнология или озероведение - наука, изучающая континентальные водоемы - озера, водохранилища. Исследует формы, размеры, происхождение озерных котловин, донные отложения, свойства воды, гидрологический режим, растительный и животный мир.

Литология - наука, изучающая осадочные горные породы (греч. "литое" - камень).

Метеорология - наука о земной атмосфере и происходящих в ней процессах. Изучает состав и строение атмосферы, тепловой режим в атмосфере и на земной поверхности, влагооборот и превращения воды в атмосфере, движения воздушных масс, электрические, оптические и акустические явления в атмосфере.

Минералогия - наука, изучающая минералы, природные химические соединения или отдельные химические элементы, слагающие горные породы.

Океанология включает в себя ряд наук о физических, химических, геологических и биологических процессах в Мировом океане. Изучает физику и химию океана, природные условия, режим, биологические и геохимические условия.

Палеогеография - наука о физико-географических условиях геологического прошлого Земли.

Она включает: палеоэкологию, палеобиогеографию, палеоклиматологию и другие вопросы, связанные с прошлым Земли.

Палеонтология - наука о вымерших растениях и животных (сохранившихся в виде ископаемых остатков, отпечатков, следов их жизнедеятельности), о смене их во времени. Наука биологическая, но возникла в теснейшей связи с геологией. Основателем считают Ж.Кювье.



Петрология - наука о горных породах, их химическом составе, структуре и текстуре, условиях залегания, закономерностях распространения, происхождении и изменениях в земной коре и на поверхности Земли.

Связана с минералогией, геохимией, вулканологией, тектоникой, стратиграфией.

Петрофизика - раздел петрологии, изучает связь физических свойств горных пород с их составом, структурой и историей формирования.

Петрохимия - раздел петрологии, изучающий распределение химических элементов в горных породах и породообразующих минералах.

Планетология - комплекс наук, изучающих планеты Солнечной системы и их спутники. Изучает физические свойства, химический состав, строение поверхности и особенности состава ядра, внутренних и внешних оболочек планет и спутников.

Селенология (от греч. selene - луна) - раздел планетологии, изучающий строение и химико-минералогический состав луны.

Селенография - раздел астрономии, посвященный описанию поверхности луны. Синонимы: селенология, селенодезия.

Приложение 2

ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

Астеносфера - слой пониженной твердости, прочности в верхней мантии Земли, подстилающий литосферу. Верхняя граница на глубине около 100 км под материками и около 50 км под дном океана; нижняя - на глубине 250-350 км.

Астрономическая единица - единица для выражения больших расстояний в Солнечной системе, принятая в астрономии. Равна среднему расстоянию Земли от Солнца - 149,6 млн.км.

Биоцикл - крупное подразделение биосферы. Различают 3 биоцикла: суша, морские (океанические) водоемы и пресные воды.



Биоциклы подразделяют на биохоры - аналогично понятию "ландшафтная зона".

Галактика (от греч. alaktikos - млечный) - система Млечного Пути, звездная система (спиральная галактика), к которой принадлежит Солнце. Содержит около 100 млрд. звезд, межзвездное вещество (газ и пыль), космические лучи, магнитные поля, излучение (фотоны).

Гелиотропизм - движение органов растений под влиянием солнечного света. Например, корзинок подсолнечника.

Гелиофиты - светолюбивые растения солнечных местообитаний. В тени появляются признаки увядания. Сосна, береза, дуб, многолетние злаки.

Гео (греч. Земля) - часть сложных слов, означающая: относящийся к Земле, к ее изучению (например, геология).

Геоид - отклонение от поверхности эллипсоида (от греч. гео и elidos - вид); фигура Земли. Воображаемая поверхность, которую нельзя выразить математически.

Геосистемы - концентрические оболочки, из которых состоит Земля. В направлении от периферии к центру планеты выделяются: магнитосфера, атмосфера, гидросфера, литосфера, мантия и ядро.

Области распространения жизни на Земле (нижняя часть атмосферы, гидросфера, верхняя часть литосферы) выделяются в особую оболочку - биосферу.

Магнитосфера Земли и планет, область околопланетного пространства, свойства определяются магнитным полем Земли и его -взаимодействием с потоками заряженных космических частиц (с солнечным ветром).

Морена - отложения, накопленные ледниками при их движении и обнажении ложа. Химический состав разнообразен. Морены образуют холмистоморенный рельеф поверхности.

Недра Земли - в узком смысле слова это верхняя часть земной коры, в которой возможна добыча полезных ископаемых. В геологическом - это земная кора, мантия Земли и ее ядро.

Световой год - это расстояние, которое луч света проходит за год. Скорость света равна 300000 км/сек



или 18 млн.км/минуту, или примерно 10 миллионам миллионов километров ($1 \cdot 10^9$) в год. Это расстояние равно световому году.

Трудно постичь такие расстояния. Расстояния в Космосе измеряются этой единицей.

От Солнца до Земли свет идет примерно 8,5 минуты.

Стратисфера - осадочная оболочка Земли - верхняя часть земной коры, состоящая из осадочных горных пород. Максимальная мощность оболочки 20-25 км.

Стратовулкан - слоистый вулкан, конус которого сложен чередующимися потоками затвердевшей лавы и ее обломками (глыбы, бомбы, лапилли), сцементированными и превратившимися в туф (Ключевая Сопка, Фудзияма - Япония).

Температура - физическая величина. За единицу абсолютной температуры принят Кельвин (К), $1^\circ\text{C} = 1\text{К}$

Фаренгейта шкала, $1^\circ\text{F} = 5/9^\circ\text{C}$. Точка таяния льда = $+ 32^\circ\text{F}$.

Цельсия шкала, точка таяния льда 0°C , точка кипения 100°C .

Трансгрессия моря - наступление моря на сушу в результате опускания суши и поднятия океана (например, после таяния ледников).

Известна на протяжении всей геологической истории (кембрий, девон, карбон, мел).

В настоящее время местами происходит регрессия моря: отступление моря от берегов в результате поднятия суши, опускания дна моря или уменьшения уровня воды.



ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ПОЗНАНИЕ ОКРУЖАЮЩЕГО МИРА ЧЕЛОВЕКОМ	5
1.1. Выдающиеся древние исследователи Земли	6
1.2. Выдающиеся астрономы.....	7
1.3. Выдающиеся геологи.....	9
1.4. Выдающиеся биологи	11
2. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ИСТОРИИ И РАЗВИТИЯ ЗЕМЛИ.....	12
3. ЗЕМЛЯ - ПЛАНЕТА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ.....	16
3.1. Планеты Солнечной системы.....	16
3.2. Солнце - центр Солнечной системы.....	20
3.3. Значение Солнца для жизни на Земле.....	25
3.4. Отношение растений к свету и теплу.....	26
3.5. Фотосинтез - космическая роль в образовании органического вещества	29
4. ОБРАЗОВАНИЕ ЗЕМЛИ И ЭТАПЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ.....	30
4.1. Основные данные о Земле.....	30
4.2. Луна - природный спутник Земли.....	33
4.3. Характеристика этапов развития Земли.....	35
4.3.1. Архейский период.....	36
4.3.2. Протерозойский период.....	39
4.3.3. Палеозойская эра	43
4.3.4. Мезозойская эра.....	54
4.3.5. Кайнозойская эра (кайнозой).....	59
5. ПРОЦЕССЫ, ИЗМЕНЯЮЩИЕ ЗЕМЛЮ	64
5.1. Эндогенные силы, изменяющие облик Земли	65
5.1.1. Землетрясения	~66
5.1.2. Вулканические извержения	68
5.1.3. Магматизм.....	70
5.1.4. Образование гор.....	73
5.2. Экзогенные силы, изменяющие облик Земли	74
5.2.1. Выветривание	74
5.2.2. Деятельность ветра.....	76
5.2.3. Геологическая деятельность текучих вод	78
5.2.4. Деятельность ледников, снега, мерзлости	80
5.2.5. Геологическая деятельность океанов и морей	83
5.2.6. Метеориты.....	84
6. ЛИТОСФЕРА.....	86
6.1. Строение литосферы	86
6.2. Горные породы	88
6.3. Минералы	93



6.5. Полезные ископаемые	96
6.6. Горючие породы	99
6.7. Невозобновляемые ресурсы недр Земли	103
6.8. Почвы Земли и процессы почвообразования	106
7. ГИДРОСФЕРА	110
7.1. Гидросфера - совокупность всех вод Земли	110
7.2. Ресурсы и потребление вод	112
7.3. Строение гидросферы	115
7.4. Химический состав природных вод	121
7.5. Круговорот воды	124
7.6. Движения воды	126
7.7. Жизнь Мирового океана	129
8. АТМОСФЕРА ЗЕМЛИ	132
8.1. Газовая оболочка планеты	132
8.2. Характеристика слоев атмосферы	134
8.3. Химический состав воздуха	138
8.4. Атмосфера и эволюция живых организмов	141
8.5. Метеорологические элементы и явления атмосферы	143
9. БИОСФЕРА	148
9.1. Границы биосферы	149
9.2. Структура биосферы	151
9.3. Круговороты веществ в биосфере	153
9.4. Распределение живых организмов в биосфере	164
9.5. Саморегуляция биосферы	173
10. ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ В ОПАСНОСТИ	176
10.1. Опасность для литосферы	177
10.2. Опасность для гидросферы	180
10.3. Воздействие человека на атмосферу	182
10.4. Воздействие человека на растительный и животный мир	185
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	187
РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ	187
1. Влияние света на образование углеводов	187
2. Влияние повышенных температур на растения	189
3. Наблюдения за почвенной биотой	190
4. Биологически активные вещества растений, вредные для живых организмов	192
5. Изучение микроорганизмов атмосферного воздуха	194
ЛИТЕРАТУРА:	196
НАУКИ О БИОЛОГИИ И ЗЕМЛЕ	199
ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ	203



В.А. Печеное, О.А. Мазур

**ОКРУЖАЮЩИЙ МИР
ГЛАЗАМИ БИОЛОГА**

Технический редактор Корректор М.В. Чумакова
Л.А. Кирличенко

Рецензенты:

академик Национальной АН, доктор
сельскохозяйственных наук,

профессор

А.М. Мамытов

ведущий научный

сотрудник биолого-почвенного

института НАН, кандидат

биологических наук

Э.Турдукулов

Подписано в печать 15.03.98. Формат 84x108 1/16.

Бумага газетная. Усл. печ. листов 13.0. Уч. изд. л. 13.0.

Заказ №21. Тираж 700 экз.

Набор, верстка, печать ОсОО КИФ "Полиглот"-720040, г. Бишкек,
ул. Абдумомунова, 193.