



MINISTERUL
EDUCAȚIEI, CULTURII
ȘI CERCETĂRII

Нина Волонтир • Илие Боян • Александру Лунгу

География

Учебник для 10 класса

10

LITERA

*Acest manual este proprietatea Ministerului Educației, Culturii și Cercetării.
Manualul școlar a fost realizat în conformitate cu prevederile Curriculumului la disciplină,
aprobat prin Ordinul Ministerului Educației, Culturii și Cercetării nr. 906 din 17.07.2019.
Aprobat prin ordinul Ministerului Educației, Culturii și Cercetării
nr. 849 din 24.08.2020, ca urmare a evaluării calității metodico-științifice.*

Apărut din sursele financiare ale Instituției Publice Fondul Special pentru Manuale.

.....
(Название учебного заведения)

ДАННЫЙ УЧЕБНИК ИСПОЛЬЗОВАЛСЯ:

Год использования	Фамилия, имя учащегося	Учебный год	Состояние учебника	
			при получении	при возврате

- Класный руководитель должен проследить за правильным заполнением формуляра.
- Учащиеся не должны делать пометки в учебнике.
- Состояние учебника при получении и возврате оценивается как: **новый, хороший, удовлетворительный, неудовлетворительный.**

Evaluatori:

Elena BEREGOI, grad didactic superior, LT „M. Kogălniceanu”, mun. Chișinău
Elena SOCHIRĂ, conf. univ., dr, Universitatea de Stat din Tiraspol (cu sediul la Chișinău)
Ana NUCA, grad didactic superior, LT „V. Alecsandri”, Ungheni
Svetlana AXÎNTI, grad didactic superior, LT „Prometeu-Prim”, mun. Chișinău
Angela VÎȘCOVSCI, grad didactic superior, LT „Evrika”, Rezina

Autori:

Nina VOLONTIR
Ilie BOIAN

Alexandru LUNGU

Editor: Anatol Vidrașcu și fiii

Redactor: Natalia Dașevskaya

Corector: Valentina Tîfin

Copertă: Vladimir Zmeev, Vlad Panfilov

Tehnoredactare și prepress: Ana Vârtosu

Traducere din limba română:

Larisa ȘVEȚ

Copyright © 2020 Litera
Toate drepturile rezervate



str. B.P. Hasdeu nr. 2, mun. Chișinău,
Republica Moldova, MD-2005
tel./fax: +(37322) 294110; 292932
e-mail: litera@litera.md

Ne puteți vizita pe
www.litera.md

Imagine pe copertă: shutterstock.com

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții
Волонтир, Нина.

География: Учебник для 10 класса / Нина Волонтир, Илие Боян, Александру Лунгу; traducere din limba română: Larisa Șveț; evaluatori: Elena Beregoi [et al.]; Ministerul Educației, Culturii și Cercetării. – [Кишинэу]: Litera, 2020 (Tipogr. „Rotografica”). – 192 p.: des., fot. color, tab.

Proprietate a Min. Educației, Culturii și Cercet.
al Rep. Moldova. – 6 000 ex.

ISBN 978-9975-74-944-2

911(075.3)

B 682



Земля – это небесное тело в космическом пространстве. Она сформировалась в пределах Солнечной системы и вместе с ней является частью галактики Млечный Путь. В Солнечной системе Земля занимает благоприятное положение: благодаря термическому режиму она находится в зоне, где возможна жизнь. Появлению на Земле жизни способствовали: оптимальное расстояние от Солнца (около 150 млн км), значительные запасы воды и другие характерные особенности. Всё происходящее на поверхности планеты зависит от поступающей на неё солнечной энергии. Таким образом, и настоящее и будущее Земли связаны с активностью Солнца.

СОДЕРЖАНИЕ:

1. Вселенная и Солнечная система
2. Солнце и его влияние на Землю
3. Характеристики и физические свойства Земли
4. Вращение Земли вокруг своей оси и обращение вокруг Солнца
5. Картографическое изображение земной поверхности
6. Вычисление времени на Земле с использованием градусной сети / карты часовых поясов (практическая работа)

1 Вселенная и Солнечная система

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Галактика – гигантская звёздная система, скопление миллиардов звёзд.

Сверхгалактика – скопление огромного количества (свыше 100 миллиардов) галактик.

Чёрная дыра – космический объект с очень большой силой притяжения, который не испускает такие виды излучения, как свет, рентгеновские лучи и т.д., поэтому чёрную дыру невозможно увидеть ни в каком диапазоне электромагнитных волн. Чёрная дыра – последний этап эволюции звезды большой массы.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Обозначьте в виде диаграмм состав строения Вселенной, категории космических тел и их классификацию.



▲ Рис. 1.1

а) Млечный Путь, вид сверху

б) Млечный Путь, видимый на небосклоне в виде яркого пояса

Вселенная – это весь окружающий мир, безграничный во времени и пространстве, бесконечно разнообразный по формам существования материи в процессе постоянной эволюции.

Состав и возраст Вселенной

Материя во Вселенной представлена двумя формами:

- организованной, в виде космических тел;
- неорганизованной, в виде космической пыли и межзвёздных газов.

Вселенная состоит из множества космических образований: галактик, газопылевых туманностей, чёрных дыр, других космических тел.

Космические тела подразделяются на две категории:

- *горячие тела* с очень высокими температурами, излучающие в окружающее пространство свет и тепло; к этой категории относятся звёзды, в которых сконцентрировано 98% массы Вселенной;
- *холодные тела*, которые не излучают собственный свет, но отражают полученный от звёзд; это планеты (и их спутники), астероиды, метеороиды, кометы, пылевые облака и космическая пыль.

Современные методы исследования Вселенной дают возможность изучить часть пространства в радиусе около 10–12 миллиардов световых лет. В этом диапазоне находятся многочисленные звёздные скопления, называемые галактиками, которых насчитывается свыше 100 миллиардов. Иногда они группируются, образуя грандиозные вращающиеся системы – сверхгалактики (таковых известно более 20).

Наша Галактика – **Млечный Путь** – одна из спиралевидных галактик Вселенной. Она представляет собой гигантский звёздный остров, куда входит и Солнечная система. Большинство звёзд в Галактике, число которых превышает 200 млрд, концентрируется в виде широкого выпуклого диска или светящейся полосы, проходящей по небосводу (рис.1.1). Солнце находится на расстоянии 27 000 световых лет от центра Галактики и обращается вокруг него со скоростью 220 км/с, совершая полный оборот в течение 200 млн. лет.

Туманности представляют собой участки неорганизованной материи, состоящей из газов и космической пыли. Называются они так, поскольку выглядят как светлые пятна, выделяющиеся на фоне неба своим излучением или поглощением излучения.

Чёрные дыры – небесные тела, интенсивно притягивающие к себе материю окружающей среды в силу собственного мощного сжатия и сверхгравитации. Считаются конечной стадией эволюции звёзд большой массы, исчерпавших ресурсы термоядерной энергии.

Звёзды – гигантские газовые (плазменные) небесные тела шарообразной или близкой к ней формы, обладающие чрезвычайно высокими температурами и собственным светом. Различаются между собой массой, плотностью, светимостью и химическим составом.

По степени светимости различают *звёзды-гиганты* и *звёзды-карлики*.

Температура звёзд колеблется от нескольких тысяч градусов на поверхности до 10 млрд °С в центре. Основную энергию звёзды черпают из термоядерных реакций. В атмосфере звёзд преобладают водород (70%) и гелий (25%), остальное приходится на кислород, азот и другие химические элементы.

По температурному режиму выделяют *холодные* (3 500–6 000° С) и *горячие* (25 000–35 000° С) звёзды. Самые горячие – белые и голубые, самые холодные – красные (рис. 1.2).

Основываясь на измерениях фонового излучения, астрономы выдвинули гипотезу, что Вселенная образовалась около 14 миллиардов лет назад в результате крупномасштабного катаклизма, названного *Большим взрывом* (это одна из основных гипотез образования Вселенной).

Солнечная система

Солнечная система – это единая структура, состоящая из звезды – Солнца, вокруг которой вращаются многочисленные небесные тела (планеты, спутники, кольцевые образования, астероиды, кометы, межзвёздная пыль и т. д.). Вся система движется вокруг галактического центра со скоростью около 300 км/с. Притяжение Солнца определяет движение тел вокруг него и удержание их на своих орбитах. Солнечная система образовалась в результате уплотнения материи в определённом секторе нашей Галактики около 4,5 млрд лет назад. Солнце сконцентрировало наибольшую часть этой материи путём её сильного сжатия, вследствие чего достигло стадии звезды. Остальные сгустки материи меньших объёмов образовали прочие тела системы (планеты, спутники, кометы и др.).

В настоящее время в состав Солнечной системы входят восемь крупных планет. 24 августа 2006 года по решению Международного астрономического союза, изменившего определение термина *планета*, Плутон получил статус карликовой планеты, а Нептун вновь стал последней планетой Солнечной системы. В отличие от звёзд, не меняющих своего местоположения на небосводе, планеты перемещаются на фоне созвездий, поэтому их ещё называют «блуждающими светилами» (от греческого слова *planetes* – «блуждающие»).

Планеты – небесные тела, являющиеся частью звёздной системы, орбиты которой они описывают. Не обладая собственным светом, они отражают часть света, который получают от звезды.

Все планеты обращаются вокруг Солнца в одном направлении, против часовой стрелки по своим эллиптическим орбитам (**рис. 1.3**).

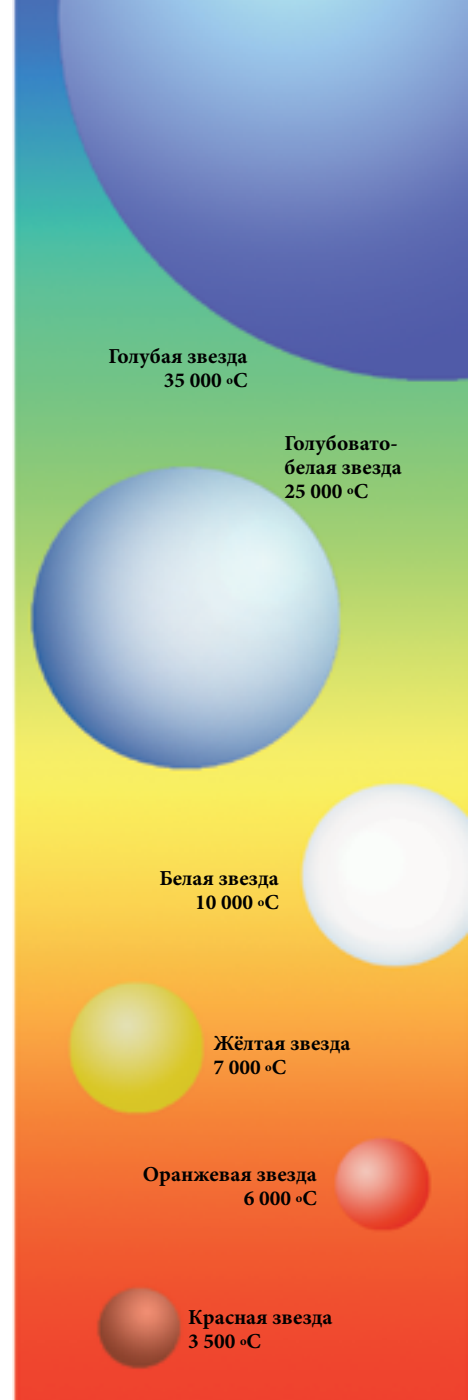
Планеты Солнечной системы подразделяются на две группы:

- *планеты земного типа* (внутренние) – Меркурий, Венера, Земля, Марс;
- *планеты-гиганты* (внешние) – Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун.

Планеты земной группы отличаются малыми размерами и высокой плотностью. Они состоят из более тяжёлых химических элементов и соединений, медленно вращаются вокруг своей оси. У них мало спутников (или таковые отсутствуют вовсе) и относительно невысокая скорость вращения вокруг собственной оси.

Планеты-гиганты расположены на удалённых от Солнца орбитах, они обладают большими размерами (за исключением Плутона) и малой плотностью. В их составе преобладают более лёгкие химические элементы и соединения. Они быстро вращаются вокруг своей оси. У планет-гигантов есть один или несколько естественных спутников. Внутренние планеты отделены от внешних *поясом астероидов*.

Помимо планет, в Солнечную систему входят и другие небесные тела, такие как *естественные спутники, астероиды, кометы и метеороиды*.



▲ **Рис. 1.2**
Температура
и спектральный
цвет звёзд

◀ **Рис. 1.3**
Движение планет
вокруг Солнца



▲ Рис. 1.4
Космические тела
а) комета;
б) метеороид

Естественные спутники – это космические тела, которые вращаются по круговым орбитам вокруг планет. Главный естественный спутник Земли – Луна. Она совершает медленное вращательное движение, равное обращению, поэтому постоянно открывает одно и то же полушарие для Земли (с Земли мы видим только одну сторону Луны). Затмения Луны и Солнца происходят в тот момент, когда три тела, соответственно Солнце, Земля и Луна, находятся на одной оси.

Астероиды – это холодные твёрдые космические тела (большие скалистые куски камня и металла), меньших размеров по сравнению с планетами и их спутниками. Самый большой астероид – Церера – имеет диаметр 770 км. Астероиды обращаются вокруг Солнца по орбитам между Марсом и Юпитером. Некоторые астероиды упали на Землю и образовали ударные кратеры диаметром в десятки километров.

Кометы – это небесные тела, состоящие преимущественно из твёрдых тел и газов. Они описывают очень вытянутые орбиты вокруг Солнца. По мере приближения к Солнцу становятся яркими, увеличиваются в размерах, приобретают форму «хвостатых звёзд» и их можно увидеть на небе невооружённым глазом (рис. 1.4). Примером периодической кометы, которая возвращается каждые 77 лет, является комета Галлея. Другие кометы (аперiodические) имеют чрезвычайно длинные орбиты, которые выходят за пределы Солнечной системы. Известно более 2 200 комет.

Метеороиды и метеориты. Метеороиды – космические тела меньшего размера, чем астероиды, некоторые совсем крошечные. В межпланетном пространстве движется их огромное количество, некоторые притягиваются более крупными телами (планетами, спутниками). Это твёрдые тела, состоящие из металлов или горных пород. Из-за земного притяжения на Землю падает множество метеороидов. Вошедшие в атмосферу получают название метеоров. Долетевшие до поверхности называются метеоритами. При входе в атмосферу мелкие перегреваются и сгорают, более крупные или их остатки достигают поверхности Земли, где при ударе образуют метеоритные кратеры (в Аризоне, США, есть кратер диаметром 1 207 м и глубиной 174 м). В просторечии метеориты называются «падающими звёздами» (рис. 1.4).

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- вселенная
- чёрная дыра
- звезда
- туманность
- галактика
- метеорит

2. Проверьте знания:

- Каковы основные характеристики Вселенной?
- Чем различаются звёзды? Аргументируйте.
- Из чего состоит межзвёздное вещество?
- Каковы различия между двумя группами планет?
- Чем отличаются естественные спутники, астероиды, кометы и метеороиды?
- Каковы географические последствия положения Земли в Солнечной системе?

3. Выполните задания:

- Назовите планеты Солнечной системы в порядке удалённости от Солнца.
- Кратко опишите основные особенности планеты Солнечной системы (на выбор).
- Дайте краткую характеристику галактики **Млечный Путь** в соответствии с алгоритмом: *положение, состав, название, форма, вращательное движение, положение Солнечной системы внутри нашей галактики.*

- Опираясь на документы, составьте краткую историю исследований Луны, естественного спутника Земли.
- Используя информацию, данную ниже, подсчитайте, во сколько раз меньше экваториальный диаметр каждой планеты Солнечной системы в сравнении с экваториальным диаметром Солнца.

Экваториальный диаметр Солнца и планет, км

Солнце – 1 392 000	Юпитер – 141 700
Меркурий – 4 860	Сатурн – 120 670
Венера – 12 105	Уран – 49 130
Земля – 12 756	Нептун – 50 450
Марс – 6 800	

4. Развивайте креативное мышление:

- Почему кометы не падают на поверхность Земли?
- Представьте себе позитивный сценарий приближения к Земле большого метеороида. *Ученые, астрономы...*

2 Солнце и его влияние на Землю

Размеры, состав и строение

Солнце – центр нашей планетной системы, звезда средних размеров, на долю которой приходится примерно 99,86% массы всей Солнечной системы. Масса Солнца в 333 000 раз превышает массу Земли. Радиус Солнца составляет 696 350 км.

Солнце полностью состоит из газов, поэтому его плотность ($1,4 \text{ г/см}^3$) составляет четвертую часть средней плотности Земли. 99% массы Солнца приходится на долю всего двух газов: водорода (77%) и гелия (22%). В остаток (1%) входят 63 других элемента, встречающихся и на Земле.

Солнце вращается с различной скоростью: на экваторе она достигает 25 земных суток, на полюсах – 35. Обладает мощным магнитным полем. Сила притяжения превосходит земную гравитацию в 28 раз.

Солнце состоит из центральной части – *внутренней, а также солнечной атмосферы (рис. 1.5).*

Внутренняя, наиболее массивная часть Солнца состоит из ядра, радиационной и конвективной зон.

Энергия, выделяемая внутри Солнца, возникает в результате термоядерных реакций, которые превращают водород в гелий. В результате этих реакций 564 миллиона тонн водорода за секунду превращаются в 560 миллионов тонн гелия, а избыточные 4 миллиона тонн выбрасываются в космическое пространство. Внутренняя часть характеризуется чрезмерно высокими температурами (около 15 миллионов $^{\circ}\text{C}$) и чрезвычайно высоким давлением (1 011 атмосфер), вследствие чего внутренняя материя Солнца вынуждена находиться в состоянии плазмы.

Солнечная атмосфера состоит из следующих слоев: *фотосфера, хромосфера и солнечная корона.*

Фотосфера (основа солнечной атмосферы) – внешний яркий слой Солнца. Её толщина невелика – приблизительно 500 км, а температура – около $6\,000^{\circ}\text{C}$. Благодаря периодическому охлаждению до $4\,500^{\circ}\text{C}$ в фотосфере возникают затемнённые участки – так называемые «солнечные пятна». Эти пятна сохраняются от одной до нескольких недель и появляются в большом количестве с периодичностью в 11 лет. Максимум пятен совпадает с максимумом *солнечной активности*. Это приводит к возникновению на земной поверхности магнитных бурь, которые провоцируют сбой в работе телекоммуникаций, проблемы со здоровьем людей, отклонения в поведении животных.

Хромосфера – оболочка, окружающая фотосферу. Её толщина – около 10 000 км, а температура растёт по направлению к внешней оболочке и достигает $20\,000^{\circ}\text{C}$. В хромосфере происходят извержения, порождающие так называемые *солнечные протуберанцы (рис. 1.6)* с периодичностью в 11 лет, что совпадает с периодом появления пятен в фотосфере.

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Солнечная активность – совокупность процессов и явлений на поверхности в атмосфере Солнца: солнечные пятна, протуберанцы, зернистость, факелы, солнечные извержения и др.

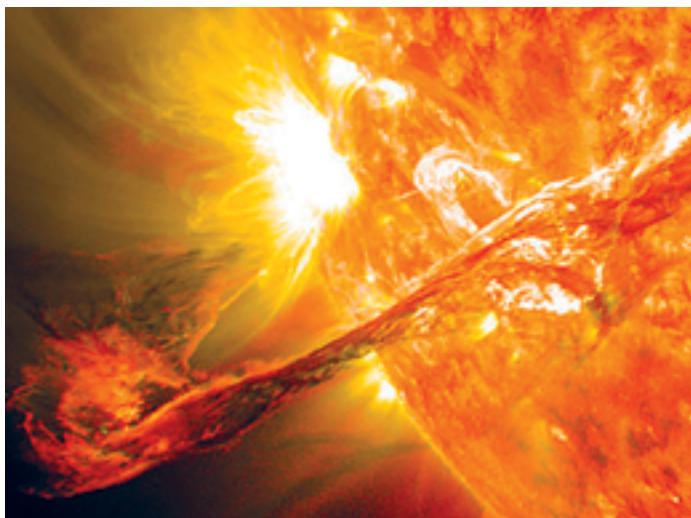
Солнечные пятна – тёмные образования, появляющиеся на солнечном диске (в фотосфере), диаметром от 1 000 до 3 000 км.

Протуберанцы – плазменные облака различной формы (круги, завитки и т.п.), хорошо видимые во время солнечных затмений в зоне хромосферы.

Солнечный ветер – поток ионизированных частиц (в основном гелиево-водородной плазмы), истекающий из солнечной короны со скоростью 300–1 200 км/с в космическое пространство и достигающий орбиты Земли.



▲ Рис. 1.5
Строение Солнца



▲ Рис. 1.6
Солнечные
протуберанцы



▲ Рис. 1.7
Солнечная корона

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Из чего состоит солнечная атмосфера и какие основные явления обеспечивают её функционирование?
2. Определите взаимозависимость между солнечной активностью и явлениями, происходящими на поверхности Земли.

Солнечная корона – внешняя часть солнечной атмосферы, видимая с Земли во время полного солнечного затмения. Она состоит из сильно разреженных ионизированных газов, имеющих температуру $1\,000\,000^\circ\text{C}$. Из солнечной короны исходят потоки этих газов, называемые «солнечными ветрами», которые достигают орбиты Земли (рис. 1.7).

Влияние Солнца на Землю

Солнце – источник всего сущего на Земле. Тепло и солнечный свет являются базовыми элементами земной среды. Вот почему для каждого человека так важны не только теоретические знания о Вселенной,

но и практические аспекты информации об окружающей среде, в которой мы живём. Только вдумайтесь, из колоссальной суммарной энергии Солнца, составляющей $4 \cdot 10^{23}$ кВт, Земля получает лишь одну двухмиллиардную часть, которой, однако, вполне достаточно для обеспечения основных энергетических ресурсов Земли.

Солнечный ветер оказывает давление на магнитное поле Земли, вызывая образование *полярных сияний*, *магнитных бурь* и т.д. Он также определяет форму верхних слоев атмосферы (в виде «груши»), а также ориентацию хвостов комет в направлении, противоположном Солнцу.

Совокупность явлений на Солнце (солнечные пятна, выбросы в хромосфере, протуберанцы, солнечный ветер, радиоэлектрическое, рентгеновское и ультрафиолетовое излучения), а также иных эффектов, свойственных солнечной атмосфере, называют *солнечной активностью*. Они оказывают особое влияние на Землю, поэтому входят в понятие солнечно-земных связей.

На Земле 11-летние циклы солнечной активности провоцируют концентрацию озона в атмосфере, которая происходит за два года до солнечного максимума. Известно, что этот газ регулирует нагревание нижних слоев атмосферы и задерживает часть жёсткого ультрафиолетового излучения, опасного для всего живого на планете.

Из-за изменения плотности атмосферных слоёв вследствие колебаний температуры некоторые регионы земного шара страдают от засух. Эти различия в плотности и, следовательно, в давлении приводят к изменениям сил, растягивающих земную кору, которые затем высвобождаются в виде землетрясений и извержений вулканов.

Многие процессы и явления, происходящие на земной поверхности, определяются взаимодействием Солнца, Земли, Луны и других космических тел, среди которых следует упомянуть: *фазы Луны*; *лунные и солнечные затмения*; *приливы и отливы*, возникающие под воздействием сил притяжения Солнца и Луны; *выветривание горных пород* вследствие расширения и сжатия минералов из-за нагревания днём и охлаждения ночью; *суточные и сезонные ритмы биологических процессов*; *обращение вокруг светила и вращение Земли вокруг своей оси*.

Фазы Луны являются частью цикла в 29,5 дней (синодический месяц) – времени, за которое спутник планеты совершает полный оборот вокруг Земли (рис. 1.8).

Лунные затмения происходят в полнолуние, когда положение Солнце-Земля-Луна соответствует одной линии. Однако лунные затмения не происходят каждые 29,5 дней из-за наклона плоскости лунной орбиты к эклиптике (линии, по которой наше главное светило движется по небу в течение года).

Солнечные затмения – это лунная тень, упавшая на земную поверхность, когда диаметры Солнца и Луны визуально совпадают, и происходит это в новолуние.

Приливы и отливы – это периодические изменения уровня воды в морях и океанах в зависимости от взаимного притяжения между Землей, Солнцем и Луной. Приливные волны могут достигать около 20 м. Наибольшим притяжением обладает Луна, потому что находится гораздо ближе к нашей планете (384 000 км), нежели светило (около 150 миллионов км). В результате сила притяжения Солнца составляет всего лишь 5/11 силы притяжения Луны.

Явление приливов и отливов проявляется не только на воде, но и на суше, подверженной деформации (земной прилив). Земная кора поднимается и опускается примерно на 23 см в тёплой зоне, на 10–15 см в средних широтах и незначительно в полярных областях. Малая амплитуда такого движения определяется жёсткостью твёрдого вещества Земли.

Вращение Земли, которое определяется взаимодействием между Солнцем и Землёй, также вносит свой вклад в сложность приливного явления. *Суточное вращение* Земли с запада на восток вызывает повышение уровня океана на местном меридиане с востока на запад.



▲ Рис. 1.8
Фазы Луны

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- **Приливная энергия** – это вид электротока, получаемого за счёт движения морской воды вследствие приливных течений, являющихся единственным источником возобновляемой энергии, получаемой с помощью Луны. Такие государства, как Ирландия, Южная Корея, Китай, используют приливную и волновую энергию, а с 2017 года их мощности в этом направлении увеличились вдвое. Преимущество приливной энергии в том, что она возобновляема на многие годы вперед. Сотни компаний в настоящее время разрабатывают различные устройства для получения приливной энергии, инвестиции в эту область составляют миллиарды долларов.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

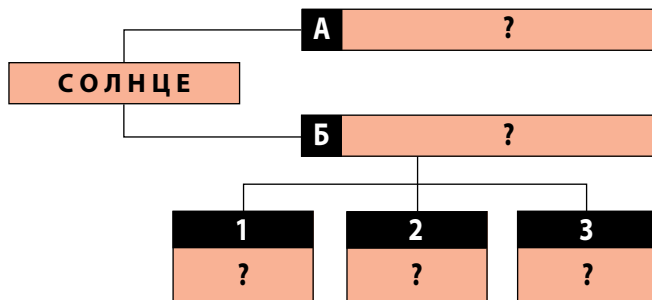
- фотосфера
- солнечная активность
- хромосфера
- протуберанцы
- солнечная корона
- солнечный ветер

2. Проверьте знания:

- Каковы основные характеристики Солнца?
- Как объяснить более высокую температуру внутри Солнца?
- Из чего состоит внутренняя часть Солнца и какие процессы там происходят?

3. Выполните задания:

- Назовите строение солнечной атмосферы и основные явления, обеспечивающие их функциональность.
- Рассчитайте силу притяжения Солнца на Земле, зная, что масса Солнца 2×10^{27} т, масса Земли 6×10^{21} т, а расстояние между ними – $1,5 \times 10^{12}$ км.
- Проанализируйте явления, определяемые взаимодействием космических тел в системе Солнце – Земля – Луна.
- Заполните схему «Строение Солнца»:

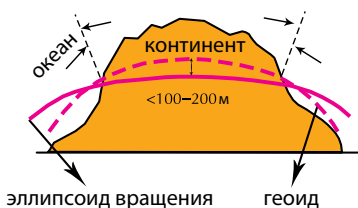


3 Характеристики и физические свойства Земли

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Эллипсоид вращения – форма Земли, представленная сферой, сплюсненной на полюсах и выпуклой на экваторе (сфероид вращения).

Геоид – теоретическая фигура Земли, имеющая поверхность, которая совпадает с уровнем Мирового океана и мысленно продолжается на материках и островах. Поверхность геоида всюду перпендикулярна направлению силы тяжести (отвесной линии).



Соотношение геоид–эллипсоид



Соотношение терроид–эллипсоид

▲ Рис. 1.9
Соотношения между
эллипсоидом и геоидом

Земля, как и другие космические тела, характеризуется определёнными физическими свойствами. Наиболее значительными являются: форма и размеры; масса и плотность; гравитация; магнетизм и внутреннее тепло планеты.

Форма Земли

На протяжении веков высказывались различные мнения о форме Земли в соответствии с уровнем знаний и философскими воззрениями авторов этих мнений.

Земля – сфера. Эта концепция, возникшая в древности, сохранялась до XVIII века. В её основе лежит серия наблюдений:

- Луна, Солнце и другие планеты имеют сферическую форму, поэтому Земля не может иметь другую;
- корабль по мере удаления от берега становится меньше, но он постепенно исчезает от корпуса к вершине мачты, что объясняется его движением по сферической поверхности;
- во время лунных затмений тень Земли – круглая, такая форма может быть достигнута только путём проекции сферического тела;
- штурманы наблюдают Полярную звезду (указатель Северного полюса) на экваторе, на уровне горизонта. По мере того, как она восходит всё выше и выше, наблюдается на небосводе на всё большей высоте (на полюсах она находится в зените), то подобное обстоятельство возможно лишь при шарообразной форме Земли.

Земля – эллипсоид. Представление о том, что наша планета не является сферой, было пересмотрено со второй половины XVII века, когда появились первые открытия в пользу версии, что форма Земли – это не шар, а сфероид, сплюснутый на полюсах и выпуклый на экваторе (сфероид вращения). Эта форма может быть связана с вращательным движением, которое заставляет центробежную силу достигать максимального значения на экваторе и равно нулю на полюсах, а сила тяжести постепенно увеличивается от экватора к полюсам. Вместо сферы вращения стали говорить об *эллипсоиде вращения*.

Земля – геоид. В 1873 году учёные констатировали, что форму Земли нельзя определить ни геометрически, ни математически, потому что планета не является телом с равномерной поверхностью. Поэтому было принято взять за основу физическое определение его формы. Полученные данные подтвердили, что Земля имеет форму геоида (или терроида), что означает выпуклую поверхность, совпадающую с поверхностью Мирового океана в спокойном состоянии, продолженную под континентами. Эта форма приблизительно соответствует фигуре эллипсоида вращения, имеющего равномерную поверхность. Отклонение в крайних случаях превышает ± 100 м, а объёмы их практически одинаковы (рис. 1.9).

На эллипсоиде экваториальный радиус на 21,4 км длиннее полярного. Именно эта разница вызывает так называемую сплюснутость Земли у

полюсов. Данные, полученные с помощью искусственных спутников, позволили установить, что Северный полюс несколько приподнят (на 30 м) по сравнению с Южным полюсом, то есть полярный радиус длиннее, чем южный.

Из-за сферичности Земли, когда мы смотрим вокруг, наблюдаемая поверхность ограничена кругом, где небесный свод, как кажется, соединяется с земной поверхностью. Эта линия называется *линией горизонта*, а видимое пространство – *видимым горизонтом*. Чем выше наблюдатель, тем шире горизонт. *Географический горизонт* зависит от рельефа.

Географическое значение формы Земли

В целом *сферическая форма* Земли определяет изменение угла падения солнечных лучей. Они падают на земную поверхность перпендикулярно только в экваториальной зоне, а к полюсам угол падения постепенно уменьшается. Это обуславливает неравномерное нагревание земной поверхности от экватора к полюсам, что определяет широтную географическую зональность.

Шарообразная форма Земли влияет на циркуляцию атмосферы, океанических течений, приливов и т.д.

Сжатие Земли на полюсах приводит к следующим последствиям: дуга меридиана в 1° имеет разные размеры на разных широтах; расстояние от поверхности до центра Земли для разных точек – различное (у полюсов – наименьшее, у экватора – наибольшее); значение силы тяжести увеличивается от экватора к полюсам.

Физические свойства Земли

Масса и плотность

Земля является планетой средних размеров, *масса* которой составляет 6×10^{21} т, *объём* – 1 083 млрд км³.

Размеры и масса обуславливают определённую зависимость между силой притяжения и центробежными силами планеты. Величина притяжения Земли в каждой точке на её поверхности зависит от земного радиуса и от её массы. Существование географической оболочки также обусловлено соотношением размеров и массы Земли. Средняя плотность нашей планеты составляет 5,5 г/см³, в литосфере она несколько снижена (2–4 г/см³), а в центре высока (17 г/см³). Любопытно, что плотность горных кристаллических пород в два раза меньше, чем средняя плотность Земли.

Земное притяжение/Гравитация Земли

Так как Земля представляет собой физическое тело, она обладает гравитационной силой, в результате чего притягивает к себе другие тела. Эта сила направлена к центру планеты, вдоль её радиуса. Ввиду того, что Земля вращается вокруг своей оси, каждое тело подвержено определённой центробежной силе, действующей перпендикулярно полярной оси. В результате слияния этих двух сил появляется третья, называемая *силой земного притяжения*. Итак, сила тяжести – это результат взаимодействия двух сил: гравитационной и центробежной, которые действуют в гравитационном поле.

Важно не путать вес с массой. Масса тела остаётся одинаковой везде, где оно движется, в то время как вес объекта изменяется в зависимости от высоты местоположения или от экватора к полюсам.

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Гравитация Земли – сила тяготения, оказывающая воздействие на тела, находящиеся на поверхности Земли, в поле её притяжения.

Геотермическая ступень – интервал глубины земной коры в метрах, в котором температура повышается на 1°С. Её размер составляет 33 метра.

Геотермический градиент – величина, на которую повышается температура горных пород с увеличением глубины залегания на каждые 100 м (около 3°С на 100 м).

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Впервые физики установили величину массы нашей планеты с помощью нейтрино – крошечных субатомных частиц, которые могут проходить сквозь всю планету. Исследователи также использовали частицы для изучения недр Земли, что важно для определения изменений плотности планеты от коры к ядру.
- Обычно учёные могут определить массу и плотность Земли путём количественной оценки гравитационного притяжения планеты и изучения сейсмических волн, проходящих через земной шар. Изучение нейтрино позволило провести совершенно независимое тестирование свойств планеты. Измеряя количество нейтрино, идущих под разными углами, команда исследователей определила плотность для разных частей Земли и её общую массу.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Притяжение Луны в 6 раз слабее, чем у Земли. Например, если вы весите 60 кг на Земле, на Луне ваш вес составит всего 10 кг.
- В условиях невесомости невозможно плавать.
- Космонавты вырастают до 5 см в открытом космосе из-за отсутствия сжатия позвонков в условиях нулевой гравитации.
- Гравитация – основная сила, которая действует на склоновые процессы, на течение воды в руслах рек, на круговорот воды в природе, на движение ледников, моделирование рельефа.

По вертикали сила тяжести уменьшается от поверхности Земли вверх до высоты 500–1 000 км, затем в открытом космосе стремится к нулю. На глубине сила тяжести увеличивается до 2 900 км, после чего постепенно уменьшается до нуля – в центре Земли.

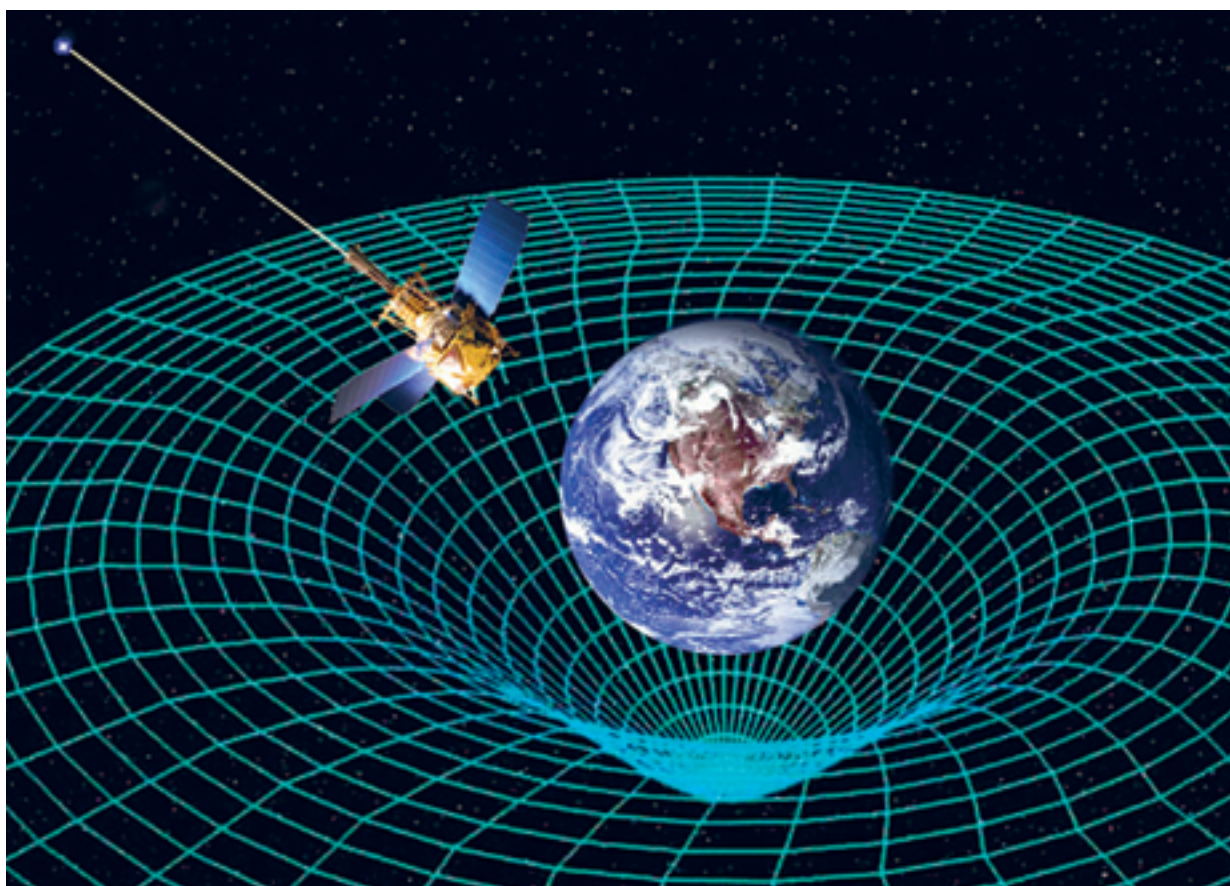
Раличают гравитацию *нормальную*, определяемую формой Земли (сплюснутая на полюсах и выпуклая на экваторе), и *аномальную*, обусловленную плотностью субстрата – базальта, минералов и т. д.

Региональные аномалии встречаются как на материках, так и в акваториях океана. Их образуют определенные массы горных пород (плато Декан, Индия) или крупные залежи железа (Минас-Жерайс, Бразилия и др.). Локальные аномалии чаще встречаются на материках и ощущаются на некоторых рудных месторождениях (например, в Румынии, в Палазу Маре, Добруджа).

Особенно важно наличие гравитационной силы для оболочек Земли, обуславливающее само их существование. Гравитация вместе с солнечной энергией определяет динамику атмосферы, круговорот воды в природе и, косвенно, запуск физико-географических процессов. Она придаёт вес объектам и обуславливает появление давления в атмосфере, гидросфере, в земной коре и внутри Земли.

Гравитация также воздействует на биологические явления. На развитие растений влияет положительный геотропизм, то есть рост корней в направлении притяжения Земли, и отрицательный – на стебли, которые растут в направлении, противоположном этому притяжению.

Рис. 1.10
Магнитное поле Земли



Внутреннее тепло Земли

Солнечная радиация влияет на температурный режим только верхних частей земной коры. Годовые температурные колебания затрагивают очень тонкий слой её поверхности (толщиной примерно 20 м в средних широтах). Под этим слоем с колеблющейся температурой расположен *изотермический слой*, в котором температура равна среднегодовой температуре воздуха в данном регионе.

Под изотермическим слоем, по мере продвижения в глубину земной коры, отмечается непрерывный рост температуры. В среднем она возрастает примерно на 1°C каждые 33 метра. Этот интервал глубины земной коры в метрах, на котором температура повышается на 1°C , называется *геотермической ступенью*. Величина возрастания температуры на каждые 100 м глубины называется *геотермическим градиентом*. Величина геотермической ступени значительно варьирует от одного региона к другому в зависимости от термического притока из глубин Земли. В верхних частях мантии температура превышает $1\,000\text{--}1\,500^{\circ}\text{C}$, а в ядре планеты она достигает $5\,000^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, наряду с солнечной радиацией и силой гравитации, внутреннее тепло Земли является одним из энергетических источников, влияющих на процессы и явления в географической оболочке.

Что касается происхождения внутреннего тепла Земли, считается, что это остаток былого тепла планеты в начальной стадии её эволюции, когда она находилась в раскалённом состоянии. Существуют также и другие мнения, суть которых заключается в том, что это тепло было аккумулировано в результате расщепления радиоактивных веществ в ходе эволюции Земли.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Большинство людей думают о геотермальных источниках как о гейзерах и вулканах, и немногие знают, что они сами могут использовать тепловую энергию Земли для обогрева собственных домов. Геотермальная система отопления состоит из теплового насоса и сети труб, установленных в недрах (горизонтально или вертикально) или на дне водоёмов и улавливающих энергию.
- Первые экологические геотермальные системы отопления были введены в действие в начале 1970-х годов, в разгар энергетического кризиса. Сегодня они широко используются в США, Канаде и странах Западной Европы.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- эллипсоид вращения
- геоид
- изотермический слой
- геотермическая ступень
- геотермический градиент

2. Проверьте знания:

- В чем разница между эллипсоидом вращения и геоидом?
- Какова реальная форма Земли?
- Какое географическое значение имеют форма и размеры Земли?
- Каковы масса и плотность Земли?
- Насколько важна гравитация для природы и человеческого общества?
- Каковы последствия земного притяжения?
- На что влияет внутреннее тепло Земли?

3. Выполните задания

- Используя данные таблицы, вычислите длину экватора и параллели 45° . Вычислите длину дуги 1° по меридианам и параллелям.

Широта	Длина дуги 1° меридиана	Длина дуги 1° экватора и параллелей
0°	110,569 км	111,322 км
45°	111,132 км	78,850 км
90°	111,700 км	0,000 км

Определите температуру внутри земной коры на глубине 1 200 м, если известно, что температура в изотермическом слое составляет 9°C .

Если бы Земля была плоской, какие значения имели бы углы, образованные солнечными лучами на её поверхности? Как распределяется температура на земном шаре?

4. Развивайте креативное мышление:

- В каких регионах земного шара геотермальная величина резко отклоняется от нормы?
- Проанализируйте рис. 1.9 и объясните, почему северный полярный радиус больше южного (на 30 м), то есть Северный полюс выше Южного полюса.
- По какой причине на Земле колеблются значения силы притяжения?

4 Вращение Земли вокруг своей оси и обращение вокруг Солнца

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Сила Кориолиса – физическая сила, возникающая в результате осевого вращения Земли (имеет большое значение для перемещения воздушных и водных масс).

Афелий – точка орбиты Земли, наиболее удалённая от Солнца.

Перигелий – ближайшая к Солнцу точка орбиты Земли.

Наша планета совершает множество движений, среди которых наиболее важными являются *вращение вокруг своей оси* и *обращение вокруг Солнца*.

Вращение вокруг своей оси

Земля совершает полный оборот вокруг своей оси за 23 часа 56 минут 4 секунды. Движение направлено с запада на восток, в результате чего создаётся впечатление, что перемещение космических тел (Солнца, Луны, звёзд) происходит с востока на запад. Воображаемая линия, вокруг которой вращается Земля, называется земной осью. Линейная скорость точек на земном шаре различна (на экваторе – 465 м/с, на полюсах – 0, на широте Кишинёва – 315 м/с).

Движение Земли вокруг своей оси может быть подтверждено следующими доказательствами и последствиями:

Опыт Фуко. Наиболее убедительным доказательством вращения Земли вокруг своей оси является опыт с качающимся маятником, выполненный французским учёным Ж. Фуко. В самом высоком здании Парижа – Пантеоне – в 1851 г. был подвешен маятник. Во время его раскачивания было замечено, что линия, которая проходит по центру плоскости качания, отклоняется вправо от своего исходного направления (**рис. 1.11**). В действительности же не маятник отклоняется (он сохраняет свою плоскость качания), а поверхность Земли со зданием на нём изменяет своё положение относительно плоскости раскачивания маятника.

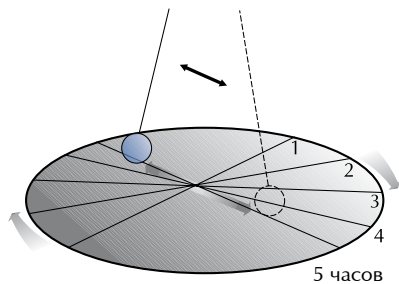
В Северном полушарии линия раскачивания маятника отклоняется вправо, а в Южном – влево. Это доказывает, что Земля вращается с запада на восток.

Отклонение тел в свободном падении. Если бросить какой-либо предмет с высокой башни, он упадёт не перпендикулярно, а будет отклоняться к востоку (**рис. 1.12**). Это явление объясняется тем, что вершина башни находится дальше от центра Земли, чем её основание, и, следовательно, за время вращения Земли описывает окружность с большим диаметром. Горизонтальная скорость падающего тела на вершине башни больше, чем у основания, вследствие чего оно достигает поверхности Земли несколько восточнее от перпендикулярной линии.

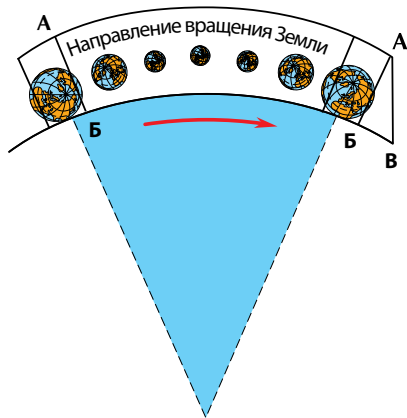
Вращение Земли вокруг своей оси имеет ряд последствий, среди которых:

Отклонение горизонтально движущихся тел. Известно, что каждое движущееся тело под влиянием вращения Земли вокруг своей оси отклоняется от первоначального направления: в Северном полушарии вправо, а в Южном – влево. Эта сила, определяющая отклонение, называется *силой Кориолиса*. Французский учёный Г. Кориолис первым объяснил данное явление в 1835 году тем, что всякое тело в движении стремится сохранить направление и первоначальную скорость движения. Во время вращения Земли линейная скорость варьирует в зависимости от широты. Перемещаясь от экватора к более высоким широтам, тело, обладающее дополнительной скоростью, опередит точку, к которой двигалось, и наоборот. Так, к примеру, двигаясь от экватора к Северному полюсу, тело, обладая дополнительной скоростью, перегонит точку, к которой первоначально направлялось, отклонившись вправо.

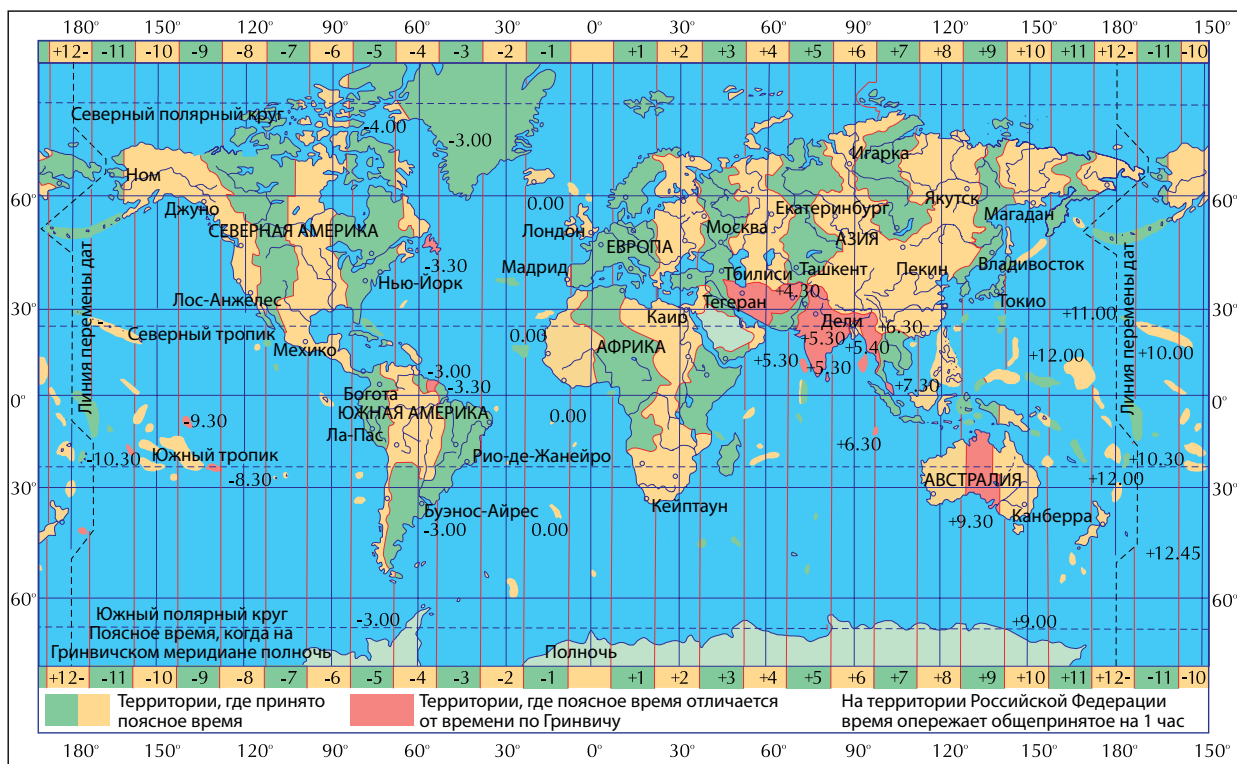
Сила Кориолиса влияет на направление воздушных масс, морских течений, крупных судоходных рек.



▲ Рис. 1.11
Опыт с маятником Фуко



▲ Рис. 1.12
Отклонение тел в свободном падении (тело из точки А падает не в точку Б, а в точку В)



Сжатие Земли. Вращение Земли вокруг своей оси приводит к появлению центробежной скорости, которая варьирует в зависимости от географической широты, являясь максимальной на экваторе и равной нулю на полюсах. Именно эта сила определяет сжатие Земли на полюсах и превращает её в эллипсоид вращения.

Приливы и отливы определяются центробежными силами и действием сил притяжения уровня воды в океанах и морях.

Смена дня и ночи. Наиболее убедительным доказательством суточного вращения Земли является тот факт, что на освещённой Солнцем стороне Земли – день, а на неосвещённой – ночь. В результате вращения Земли каждая точка на поверхности, обращённая к Солнцу в данное время, вернётся на ту же позицию через 24 часа, описав окружность (360°). Это и есть продолжительность *среднесолнечных суток*.

Различие во времени на Земле. С вращением Земли вокруг своей оси в первую очередь связана основная единица измерения времени – сутки. Они могут быть *сидерическими* и *синодическими*. Сидерическими (звёздными) сутками называется промежуток времени между двумя последовательными кульминациями звезды через меридиан точки наблюдения. За звёздные сутки Земля совершает полный оборот вокруг своей оси, они равны 23 ч 56 мин 4 с и используются при астрономических наблюдениях.

Синодические (солнечные) – промежуток времени между двумя последовательными прохождением центра Солнца через меридиан точки наблюдения. Этот период равен 24 часам. Исходя из среднесолнечных суток, была определена единица измерения времени – один час, или 1/24 часть среднесолнечных суток. Во всех пунктах, расположенных на одном меридиане, отмечается одинаковое время – т.н. *местное*, редко используемое в повседневной жизни. Для удобства был принят *поясной счёт* времени. Вся поверхность земного шара разделили на 24 часовых пояса по 15° каждый (рис. 1.13). За поясное

▲ Рис. 1.13
Карта часовых поясов

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- На Земле есть места, где можно перешагнуть из сегодня в завтра. Речь идёт об условной **линии перемены дат** (рис. 1.14), проходящей по 180 меридиану. По обе её стороны часы и минуты совпадают, но разница - в целый день. Те, кто пересекают эту линию с востока на запад, добавляют день, а пересекаящие с запада на восток - убавляют.



Рис. 1.14
Линия перемены дат

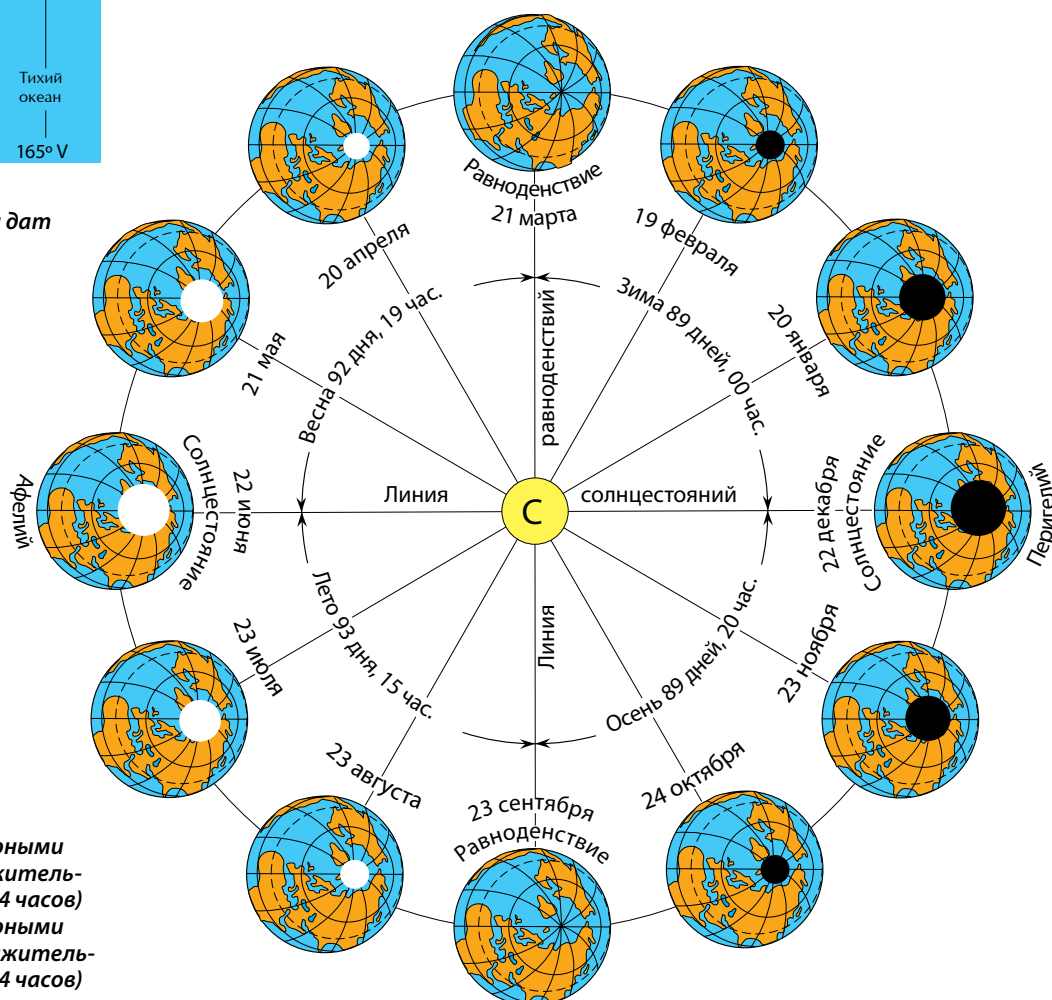
время принято местное время среднего меридиана каждого пояса. Нулевой (двадцать четвёртый) пояс – тот, по центру которого проходит нулевой (гринвичский) меридиан. Именно его время принято считать *всемирным*.

Обращение Земли вокруг Солнца

Земля, как и другие планеты, обращается вокруг Солнца. Этот путь Земли называется орбитой. Длина орбиты 934 млн км. Двигаясь со скоростью 30 км/с, Земля покрывает это расстояние за 365 суток 6 часов 9 минут 9 секунд. В связи с тем, что орбита Земли – эллипс, расстояние от Земли до Солнца изменяется в течение года от 147 млн км – в *перигелии* (в январе) до 152 млн км – в *афелии* (в июле).

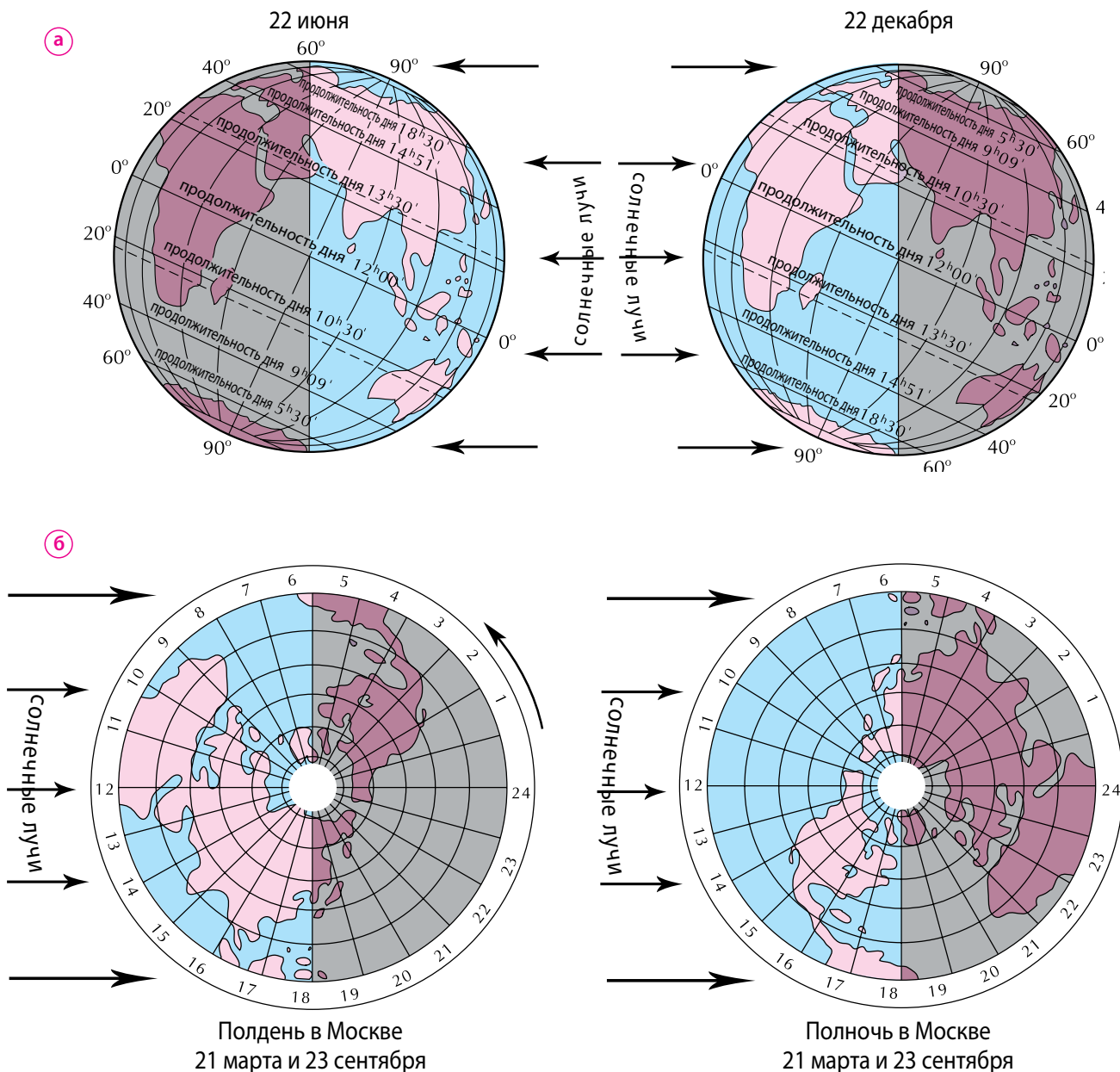
Ось вращения Земли наклонена к плоскости орбиты под углом $66^{\circ} 30'$ и перемещается в пространстве параллельно самой себе в течение года. Это приводит к важнейшим географическим следствиям – смене времён года и неравенству дня и ночи. Наклон земной оси к плоскости орбиты и сохранение её ориентировки в пространстве обуславливают разный угол падения солнечных лучей и соответственно различия в поступлении тепла на земную поверхность, а также неодинаковую продолжительность дня и ночи на всех широтах, кроме экватора.

Проанализировав обращение Земли вокруг Солнца в течение года, можно выявить четыре характерных момента (рис. 1.15).



22 июня – в день летнего солнцестояния – ось Земли северным концом обращена к Солнцу, солнечные лучи в полдень отвесно падают на параллель $23^{\circ}30'$ северной широты – т.н. Северный тропик (тропик Рака). Все параллели севернее экватора до $66^{\circ}30'$ с.ш. большую часть суток освещены, на этих широтах день длиннее ночи. Севернее $66^{\circ}30'$ с.ш. в день летнего солнцестояния территория полностью освещена Солнцем – там полярный день. Параллель $66^{\circ}30'$ с.ш. является границей, с которой начинается полярный день – это Северный полярный круг. В этот же день на всех параллелях южнее экватора до $66^{\circ}30'$ ю.ш. день короче ночи. Южнее $66^{\circ}30'$ ю.ш. территория не освещена совсем – там полярная ночь. Параллель $66^{\circ}30'$ ю.ш. – Южный полярный круг. 22 июня – начало астрономического лета в северном полушарии и астрономической зимы – в южном полушарии (рис.1.16 а).

▼ Рис. 1.16
Положение Земли относительно Солнца и продолжительность дня на различных широтах:
а) во время солнцестояний
б) во время равноденствий



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Мы не чувствуем вращения Земли, хотя скорость вращения на экваторе Земли около 1 675 км/ч, или 465 м/с, из-за того, что это движение практически равномерное и непрерывное.
- Мы не можем воспринимать движение Земли вокруг своей оси в виде ветра, потому что атмосфера Земли движется вместе с нами с той же скоростью.
- Если бы Земля резко изменила скорость вращения, то мы бы определенно почувствовали её движение, и это было бы не очень приятно. Это было бы похоже на внезапное торможение, в результате которого атмосфера Земли продолжила бы движение дальше со скоростью 465 м/с, но всё было бы стёрто с поверхности планеты.

22 декабря земная ось южным концом обращена к Солнцу. В этот день – день зимнего солнцестояния – солнечные лучи в полдень отвесно падают на $23^{\circ}30'$ ю.ш. – т.н. Южный тропик (тропик Козерога). На всех параллелях южнее экватора до $66^{\circ}30'$ ю.ш. день длиннее ночи. Начиная с Южного полярного круга устанавливается полярный день. В этот день на всех параллелях севернее экватора до $66^{\circ}30'$ с.ш. день короче ночи. За Северным полярным кругом – полярная ночь. 22 декабря – начало астрономического лета в южном полушарии, астрономической зимы – в северном полушарии (рис.1.16 а).

21 марта, в день весеннего равноденствия, и 23 сентября, в день осеннего равноденствия, оба полушария освещены одинаково, день всюду на Земле равен ночи. Солнечные лучи в полдень, в зените над экватором полушария, получают одинаковое количество тепла. На Земле 21 марта и 23 сентября – начало астрономической весны и осени в соответствующих полушариях (рис.1.16 б).

Благодаря обращению Земли вокруг Солнца и наклону земной орбиты количество тепла, получаемое земной поверхностью, уменьшается от экватора к полюсам. В результате сформировались пять тепловых поясов (рис. 1.17).

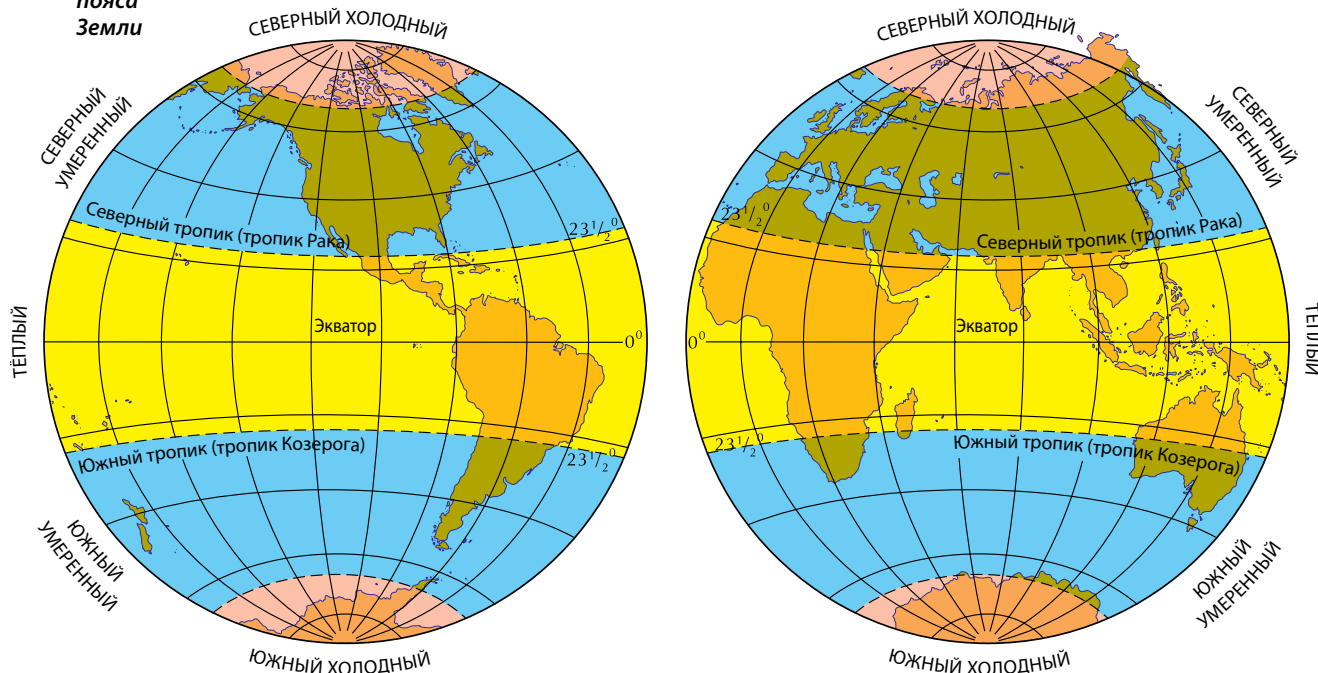
Жаркий пояс (тропический) лежит между тропиками. В его пределах Солнце два раза в году бывает в зените, на тропиках – по одному разу в год, а именно, в дни солнцестояний (и этим они отличаются от всех остальных параллелей). На экваторе день всегда равен ночи. Здесь постоянно тепло.

Умеренные пояса (северный и южный) располагаются между тропиками и полярными кругами. Солнце в них никогда не бывает в зените. В течение суток обязательно происходит смена дня и ночи, причём продолжительность их зависит от широты и времени года. Времена года здесь отчётливо выражены.

Холодные пояса (северный и южный) тянутся к северу от Северного и к югу от Южного полярных кругов. На этих широтах солнечные лучи падают под малым углом и слабо нагревают земную поверхность.

Календарь. Это система деления времени на годы, месяцы и дни, основанная на периодических астрономических явлениях (орбитальное движение Земли, Луны, вращение Земли вокруг своей оси). Крупной единицей

▼ Рис. 1.17
Тепловые
пояса
Земли



измерения времени считается год, равный 365 суткам 5 часам 48 минутам 46 секундам (тропический год). На его основе составлен солнечный календарь.

Наш календарь восходит к солнечному древнеримскому календарю, введенному в 46 г. до н.э., во времена правления Юлия Цезаря, отсюда и название юлианский (календарь старого стиля). Средняя продолжительность года в соответствии с этим календарём составляет 365 дней. Через каждые 4 года к 365 дням прибавляется ещё один. Такой год называется високосным; он без остатка делится на 4.

Поскольку средняя продолжительность юлианского календаря больше тропического на 11 минут 14 секунд, момент весеннего равноденствия расходитсЯ с календарными датами каждые 400 лет на 3 суток. По этой причине в XVI веке весна начиналась 11 марта вместо 21 марта, как должно быть. В 1582 году по указу правившего тогда папы римского Григория XIII день весеннего равноденствия перенесли на 21 марта, опустив в календаре 10 дней. Таким образом, был произведён переход на новый стиль – григорианский календарь, который сегодня принят в большинстве стран.

В XX веке разница между старым и новым стилем достигла 13 суток.

В настоящее время разрабатывается единый всемирный календарь, который сможет устранить недостатки предыдущих.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- В Румынии григорианский календарь был принят в 1919 году.
- В Греции этот календарь был принят в 1924 году, Россия перешла на новый стиль 24 января 1918 года, т.е. за 31 января последовало 14 февраля 1918 года.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- осевое движение
- орбитальное движение
- сила Кориолиса
- перигелий
- афелий

2. Проверьте знания:

- Каковы доказательства и последствия вращения Земли вокруг своей оси?
- Каковы географические последствия силы Кориолиса?
- Как установлено время на земном шаре?
- Что означает обращение Земли вокруг Солнца? Как оно происходит? Объясните следствия этого явления.
- Что такое линия перемены дат и где она расположена?
- Что такое дни равноденствия и солнцестояния?

3. Выполните задания:

- Рассчитайте скорость вращения точки за 24 часа на экваторе (его длина около 40 000 км), точки на параллели 60° (длина около 30 000 км) и на полюсах.
- Перенесите приведённую далее таблицу в тетрадь и установите соответствие между движениями Земли и их следствиями, отметив правильные ответы:

Вращение вокруг своей оси	Последствия движения Земли	Обращение вокруг Солнца
	Смена времён года	
	Чередование дня и ночи	
	Различия во времени на Земле	
	Неравномерная продолжительность дня и ночи	
	Различие между дневными и ночными температурами	
	Отклонение горизонтально движущихся тел от первоначального направления	

- Изобразите в виде диаграмм положение Земли относительно Солнца в дни солнцестояний и равноденствий.
- Определите на карте часовых поясов, сколько их находится на территории государств: Канада, Российская Федерация, США. Как этот аспект влияет на экономическую деятельность указанных государств?

4. Развивайте креативное мышление:

- Какое явление будет иметь место, если вращение вокруг своей оси будет происходить в течение 50 дней и обращение Земли вокруг Солнца также составит 50 дней?
- Сколько градусов долготы имели бы часовые пояса, если бы продолжительность суток равнялась 36 часам, 12 часам или 18 часам?
- В какие дни года Солнце восходит и заходит на экваторе точно в направлении восток-запад?

5 Картографическое изображение земной поверхности

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Топография – научная дисциплина, занимающаяся измерениями на местности: расстояний, высот, углов, площадей – для создания топографических карт.

Картография – наука о географических картах, методах их создания и использования.



▲ Рис. 1.18
Географический глобус

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Первый географический глобус был создан в эпоху Возрождения, в 1492 г. Мартином Бехаймом в качестве синтеза знаний, накопленных мореплавателями и путешественниками со времён Птолемея.

Способы картографического изображения

Одной из сложнейших проблем географии, связанных с формой Земли, является измерение и изображение земной поверхности.

Ещё с древних времён у людей было желание, с одной стороны, выполнить изображение земной поверхности как можно более правильно, а с другой – зафиксировать точное расположение объектов относительно друг друга и установить различные связи между ними, главным образом, пространственного порядка. Большое внимание этой проблеме было уделено в эпоху Великих географических открытий, особенно в последние два столетия.

Прежде всего исследователи стремились установить:

- способы представления географических связей земного шара;
- системы измерения, которые могли бы быть использованы с этой целью.

Так были получены два способа изображения земной поверхности – глобус (в виде сферы) и карта (в виде плоской поверхности).

Географический глобус – модель Земли. Географический глобус – наиболее точное уменьшенное изображение Земли как единого целого, единственный способ реально передать форму и размеры планеты, а также самые важные элементы её поверхности, хоть и в уменьшенном масштабе (рис 1.18).

Как картографический, иллюстративный материал географический глобус обладает рядом преимуществ по сравнению с географическими картами:

- длины всех меридианов на глобусе равны;
- расстояния между параллелями по всей длине меридианов равны;
- меридианы и параллели взаимно перпендикулярны в каждой точке и образуют между собой прямые углы;
- масштаб глобуса действителен во всех направлениях;
- все углы на глобусе соответствуют реальным углам;
- очертания изображаемых объектов на глобусе соответствуют очертаниям тех же объектов в действительности;
- способствует ориентированию (определению местоположения) на земном шаре.

В настоящее время производятся два вида географических глобусов – *общие* и *тематические*.

Для определения расстояний на глобусе используются разнообразные средства, в том числе, *курвиметр* для измерения извилистых линий и *градуированная географическая линейка* с нанесёнными на неё сантиметрами и миллиметрами.

План и карта. Основными средствами изображения земной поверхности являются план и карта.

С их помощью земная поверхность может быть изображена на плоскости в масштабе посредством условных знаков.

План – уменьшенное изображение на плоскости отдельных участков земной поверхности.

Географическая карта – уменьшенное и обобщённое изображение земной поверхности на плоскости с помощью условных знаков, на математической основе, передающее размещение и взаимосвязь природных и социально-экономических объектов и явлений.

Отличия плана от карты:

1. Обычно на планах изображены небольшие участки – сады, пришкольные участки, территории опытных хозяйств, скверы и т.п., поэтому планы составлены с использованием крупных масштабов. На географических картах изображены большие по размерам территории с использованием более мелких масштабов.
2. При построении планов кривизна земной поверхности из-за ничтожно малой величины не учитывается. Допускается, что изображаемые участки плоские. При составлении карт учитывают сферический характер поверхности Земли.
3. В отличие от планов на географических картах всегда присутствует градусная сетка. На планах направлением на север считается направление вверх, на юг – вниз, на запад – влево, на восток – вправо. На картах направление север-юг определяют меридианы, запад-восток – параллели.
4. Планы являются подробным изображением участков, где объекты почти полностью сохраняют очертания и реальную форму, но в уменьшенном виде. На географических картах же большинство объектов изображены в обобщённом виде, без сохранения их очертаний и размеров в масштабе.

Элементы плана и карты. И план, и карта содержат две группы элементов: *математические* и *географические*.

Математические элементы карты служат для передачи геометрической основы, на которую переводятся географические объекты и явления. К ним относятся:

Масштаб – степень уменьшения длины линии на плане, карте или глобусе по сравнению с действительным расстоянием на местности. Масштабы бывают *численные*, *именованные* и *линейные (графические)* (рис. 1.19).

Численный масштаб выражается дробью, где в числителе – единица, а в знаменателе – число, показывающее, во сколько раз расстояние на карте меньше истинного расстояния на местности, т.е. степень уменьшения. Например, 1:25 000, 1:50 000, 1:500 000, или $\frac{1}{25\,000}$, $\frac{1}{50\,000}$, $\frac{1}{500\,000}$ и т.п. Чем меньше знаменатель, тем изображение на карте крупнее, и наоборот.

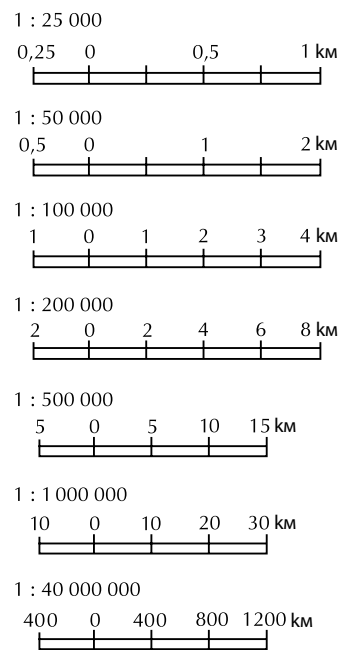
Именованный масштаб словесно указывает, какое расстояние на местности соответствует 1 см на карте, плане, глобусе.

Линейный масштаб служит для непосредственного определения расстояний по картам и планам. Он представляет собой прямую, разделённую на равные отрезки, обозначенные цифрами, которые показывают их реальное значение. Отрезок, отложенный несколько раз, называется основанием масштаба. Слева от нуля 1 см шкалы разбит на меньшие деления, например, миллиметры, для получения более точных результатов. Измеряют расстояние по карте линейкой или циркулем, переносят это расстояние на масштабную линейку и без дополнительных расчётов получают искомое расстояние.

Градусная сеть – система меридианов и параллелей на географических картах и глобусах, которая служит для отсчёта географических координат точек земной поверхности – широты и долготы (рис. 1.20).

Географическая широта – угол между плоскостью экватора и отвесной линией в данной точке, т.е., угловое расстояние точки от экватора. Изменяется от 0 (экватор) до 90° (полюса). Различают северную и южную широты.

Географическая долгота – двугранный угол, образованный плоскостью начального меридиана, проходящего через данную точку, т.е., угловое расстояние точки от начального меридиана. *Географическая долгота* отсчитывается от Гринвича к востоку (восточная) и к западу (западная), её



▲ Рис. 1.19

Числовые и графические масштабы

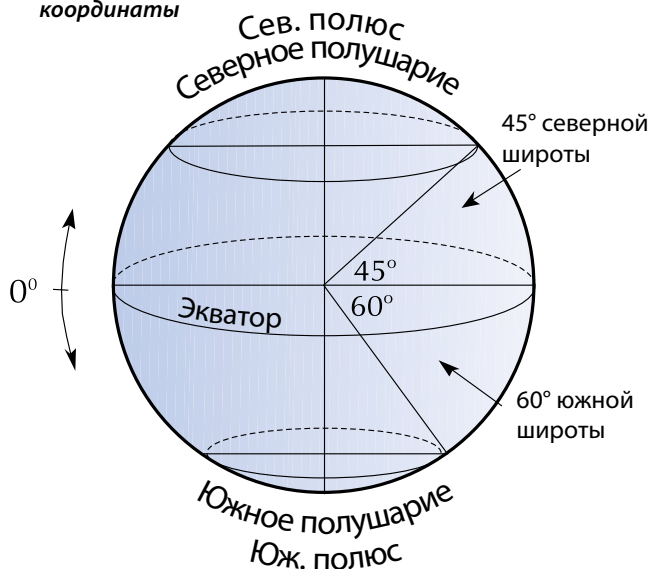
ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Объясните и аргументируйте следующие особенности географических карт.

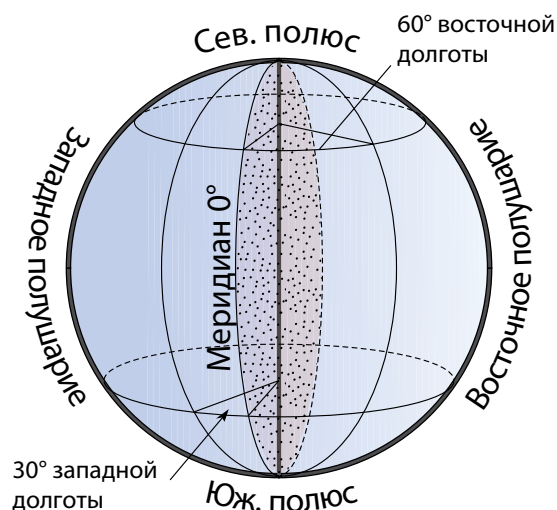
- Карты создаются в масштабе.
- Карты избирательны.
- Карты выделяют некоторые из представленных элементов.
- Карты символичны.
- Карты являются обобщённым изображением.

величина изменяется от 0 до 180°. Градусная сеть позволяет определить местоположение любой точки на земной поверхности с помощью географических координат – широты и долготы.

Рис. 1.20
Географические
координаты



Широта



Долгота

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Топографический план – условное, точное графическое изображение небольшого участка Земли, уменьшенное в масштабе.

Карта – условное, точное, обобщённое и уменьшенное графическое изображение земной поверхности на бумаге, которое показывает взаимосвязь между природными и социальными явлениями в данный момент времени.

Геодезия – наука, которая занимается изучением формы и размеров Земли.

Географическая сеть – совокупность линий, образованная меридианами и параллелями на глобусе и карте.

Географические элементы. Карта и план условно изображают географические явления и элементы поверхности Земли. Пути сообщения, леса, реки, осадки, атмосферное давление и др. обозначаются специальными условными знаками, например, цветом, штриховкой, горизонталями, различными символами, цифрами, буквами и т.п. Они являются «алфавитом» карты и способствуют её чтению.

Все объекты определённой местности (кроме рельефа), для которых устанавливаются условные знаки, можно разделить на две группы:

- **объекты, которые не могут быть изображены в масштабе** (заводы, мосты, мельницы и др.), показаны на картах внесмасштабными знаками, т.е. несколько крупнее масштаба.
- **контурные объекты** (леса, поля, сады, огороды, озёра и др.) – во внутреннюю часть контура помещаются условные знаки или штриховка, используется цвет.

Объяснение всех условных знаков даётся в легенде карты. Легенда карты – ключ к пониманию и чтению карты.

Типология карт. Географические карты классифицируются по многочисленным критериям: масштабу, содержанию, назначению.

По масштабу географические карты делятся на *крупномасштабные* – с масштабом от 1:10 000 до 1:200 000 (топографические карты), *среднемасштабные* от 1:200 000 до 1:1 000 000 и *мелкомасштабные* – от 1:1 000 000.

По содержанию карты бывают *общегеографические*, а также *специальные* и *тематические*.

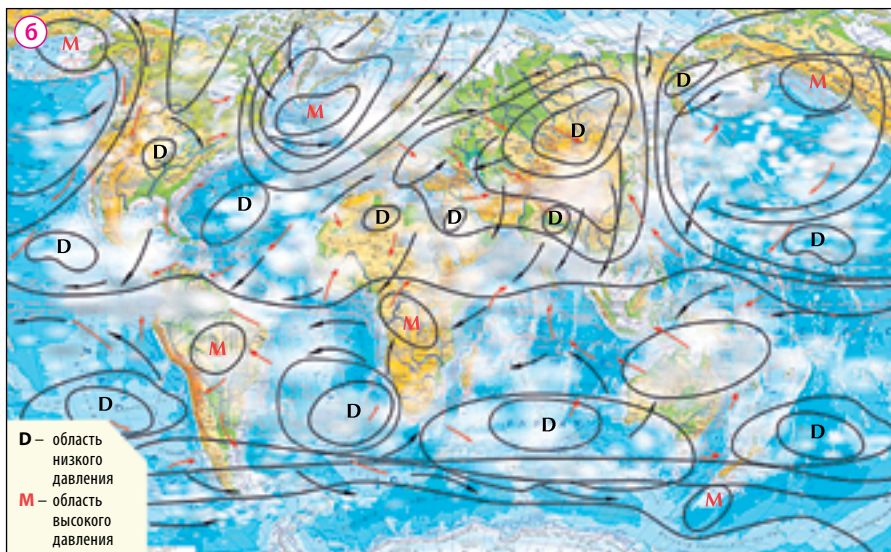
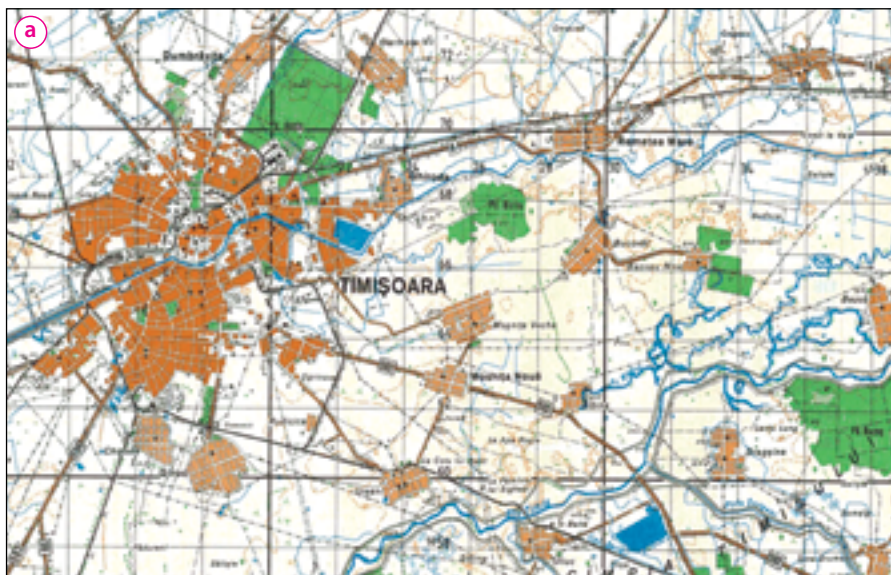
Общегеографические карты охватывают комплекс географических элементов, природных, социально-экономических, без выделения каких-либо объектов. К ним относятся топографические карты, отражающие все детали на земной поверхности.

Подробные топографические карты выполнены в крупном масштабе (1:25 000 – 1: 200 000). Они позволяют отображать большое количество элементов с небольшими искажениями (рис. 1.21 а).

Общие топографические карты выполняются в средних масштабах (1: 200 000 – 1: 1 000 000). Топографические карты могут использоваться как базовые материалы для построения мелкомасштабных карт (от 1: 1 000 000) и специальных карт.

Специальные и тематические карты изображают один из элементов земной поверхности либо их группу. Это могут быть специальные физико-географические карты (например, геологические, геоморфологические, климатические, гидрологические, биогеографические, почвенные), а также специальные социально-экономические (карты населения, населённых пунктов, промышленности, сельского хозяйства и др.).

По назначению карты делятся на учебные, военные, навигационные – морские и авиационные, туристические и др. (рис.1.21 б)



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Атлас представляет собой собрание карт, графиков, вкладок, рисунков на определённую тему, систематизированных по разным критериям для получения единого целого. Атласы бывают нескольких типов: географические, геологические, исторические, ботанические, зоологические, фольклорные и др.
- Первый атлас в мире был составлен в 1570 году фламандцем Ортелием. Эта работа содержала 53 вкладки с 70-ю картами.
- Из-за разнообразия опубликованных географических атласов они классифицируются по нескольким критериям: по содержанию, по охвату территории, по назначению, по использованию, по объёму (размеру).
- Национальные атласы образуют отдельную категорию, которая относится к территории государства. Это сложные атласы с богатой тематикой и включением большого количества карт. Первый национальный атлас, Атлас Финляндии, был опубликован в 1899 году под эгидой Финского географического общества.

▲ Рис. 1.21 Карты: а) топографическая карта; б) учебная карта (синоптическая).

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Известный румынский географ Джордже Вилсан (1930), высоко оценивавший значение карты, кратко высказался: «Карта – это большое облегчение для ума..., легко запечатлеваемая и сразу демонстрирующая во всей своей сложности интересующее явление; карта означает большую экономию для обучения. Она избавляет от многих трудностей и позволяет нам использовать наши сэкономленные силы для дальнейшего продвижения истины».

Роль и значение карт

География возникла в древности из-за необходимости самостоятельного определения местоположения предметов на земной поверхности. По словам известного румынского географа Симеона Мехединцэ (1931), «первой страницей географии была карта». В современном мире карта остаётся инструментом познания и углубления знаний об интересующей нас территории.

Практическое значение карт. Люди используют различные карты как надёжный источник информации и ориентиров в пространстве, а также для различных видов деятельности, таких как: разведка и использование природных ресурсов; строительство и перепланировка городов, сёл и дорог; обеспечение воздушного и морского судоходства; развитие туризма и др.

Научное значение. Любая научно-исследовательская деятельность в области естествознания, истории и многих других наук не обходится без карт. Они являются не только источником информации, но и способом обработки, обобщения и передачи результатов исследований.

Обучающая роль карт. География – школьный предмет, для которого карта – основной источник обучения, практически незаменимый. Представление географической информации без карты означает упущение того, что имеет важное значение в географии: пространственное размещение объектов и установление связей с другими элементами географической среды. И другие учебные предметы (в первую очередь, история) используют карту для более точного понимания некоторых явлений и их положения в пространстве.

Таким образом, независимо от целей предназначения, карта представляет собой всеобъемлющий источник информации.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- масштаб
- линейный масштаб
- численный масштаб
- именованный масштаб

2. Проверьте знания:

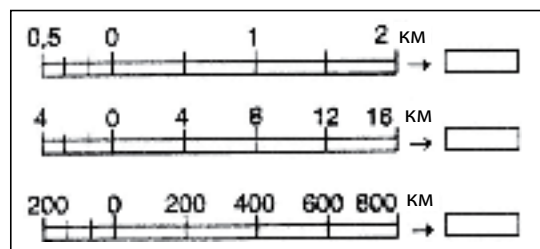
- Что такое картография?
- В чём преимущества глобуса при изображении Земли?
- Каковы математические элементы карты?
- Каковы географические элементы карты?
- Каковы роль и значение карт?

3. Выполните задания:

- Проанализируйте карты школьных атласов и отследите:
 - какие элементы на поверхности Земли представлены;
 - какие географические объекты расположены на меридиане и параллели вашей местности;
 - типы карт.
- Используя карту, рассчитайте расстояние между вашим населённым пунктом и некоторыми крупными городами мира (Бухарест, Лондон, Париж).
- Определите расстояние между крайними точками Австралии как по долготе, так и по широте, сделав соответствующие измерения на глобусе, на политической карте мира и на карте полушарий. Введите вычисленные данные в таблицу:

Название карты	Масштаб	Крайние точки по долготе		Крайние точки по широте	
		СМ	КМ	СМ	КМ
Глобус					
Политическая карта мира					
Карта полушарий					

- Проанализировав полученные результаты, объясните:
 - почему данные измерений не идентичны?
 - какая из используемых карт имеет большие искажения и в каком направлении?
- Рассчитайте численный масштаб на основе следующих графических масштабов:



4. Развивайте креативное мышление:

- Почему фактическая длина в километрах в градусах по долготе меняется от места к месту, а в градусах по широте остаётся почти постоянной?

6 Вычисление времени на Земле с использованием градусной сети/карты часовых поясов (практическая работа)

Материалы, необходимые для проведения практической работы:

Атлас, карта часовых поясов, физическая карта Республики Молдова

Содержание практической работы – решение задач.

ПОМНИТЕ!

1. Чтобы решить задачи, помните о разнице времени на Земле. Отметьте и примените механизм преобразования единиц времени в угловые единицы, как показано ниже:
 $24 \text{ ч (часы)} - 360^\circ \text{ (угол)}$; $1 \text{ ч (час)} - 15^\circ \text{ (угол)}$; $60 \text{ мин} - 1^\circ \text{ (угол)}$; $4 \text{ мин} - 1^\circ \text{ (угол)}$.
2. Местное время может быть выражено относительно всемирного времени или относительно часового пояса (официальное время). Только учтите, что официальное время – это время центрального меридиана пояса. Для Республики Молдова официальным временем является время меридиана 30° восточной долготы. В пределах часового пояса местное время точек в восточной половине часового пояса опережает официальное время, а время точек в западной половине отстаёт.

А. РАСЧЁТ ВРЕМЕНИ НА ГЛОБУСЕ

Пример решения задачи:

Задача: Вычислите официальное время в Нью-Йорке, если на Гринвичском меридиане – 12:00.

РЕШЕНИЕ (последовательность шагов расчёта):

1. **ПОМНИТЕ!** 1° долготы = 4 минутам
2. По карте определяем долготу города Нью-Йорк, 74° западной долготы. Это разница в долготе между Нью-Йоркским и Гринвичским меридианами (74°)
3. Преобразуем разницу долгот (74°) в разницу во времени:
 $4 \text{ мин} \times 74^\circ = 296 \text{ минут}$.
 $296 \text{ мин} : 60 \text{ мин} = 4 \text{ ч и } 56 \text{ мин}$.
4. Т.к. Нью-Йорк находится к западу от 0 меридиана, нью-йоркское время будет отставать от времени Гринвичского меридиана. Так, от времени Гринвичского меридиана (12 ч) вычтём разницу во времени со вторым меридианом (4 ч 56 мин).
 $12 \text{ ч} - 4 \text{ ч } 56 \text{ мин} = 7 \text{ ч } 04 \text{ мин}$.

ОТВЕТ:

В Нью-Йорке 7:04 утра.

ЗАДАЧА 1

Определите местное время на меридиане:

- а) 30° западной долготы, если на нулевом меридиане время 17:00.
- б) 21° восточной долготы, если на нулевом меридиане 15:00.

ЗАДАЧА 2

Определите местное время в Лондоне, если:

- а) на меридиане 48° западной долготы – 16:30 мин.
- б) на меридиане 32° восточной долготы 23:50 мин.

ЗАДАЧА 3

В Лондоне местное время – 12.00. Определите местное время в городах: Кишинёв, Вашингтон, Париж, Берлин, Рио-де-Жанейро, Сан-Франциско (используйте географический атлас мира).

Б. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ДОЛГОТЫ ТОЧЕК/НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ НА ГЛОБУСЕ ОТНОСИТЕЛЬНО ГРИНВИЧСКОГО МЕРИДИАНА

Чтобы рассчитать долготу точки на земном шаре по разнице во времени между двумя точками / населёнными пунктами, **ПОМНИТЕ**: если время точки опережает время Гринвичского меридиана, то точка находится восточнее; если время точки отстаёт от времени данного меридиана, точка находится западнее.

Пример решения задачи:

Задача: вычислите долготу нахождения корабля в океане, если на Гринвичском меридиане 16 ч 20 минут, а на меридиане нахождения корабля в океане – 12:00.

РЕШЕНИЕ (последовательность шагов расчёта):

1. Определяем разницу во времени между 2 точками / меридианами:
 $16 \text{ ч } 20 \text{ мин} - 12 \text{ ч} = 04 \text{ ч } 20 \text{ мин}.$
2. Преобразуем единицы времени в угловые единицы (два варианта расчёта – А и Б):

А: $04 \text{ ч} = 60^\circ$ долготы;

$20 \text{ мин} = 5^\circ$ долготы;

$60^\circ + 5^\circ = 65^\circ$ (долготы)

ОТВЕТ:

Поскольку время на Гринвичском меридиане опережает время меридиана, на котором находится корабль, его местоположение – западнее Гринвичского меридиана. Таким образом, корабль находится в океане на меридиане 65° западной долготы.

Б: Преобразуем разницу во времени (04 ч 20 мин) в минуты:

$04 \text{ ч} \times 60 \text{ мин} = 240 \text{ мин};$

$240 \text{ мин} + 20 \text{ мин} = 260 \text{ мин}.$

Преобразуем единицу времени

260 мин в угловые единицы:

$260 \text{ мин} : 4 \text{ мин} = 65^\circ$

ОТВЕТ:

Поскольку время на Гринвичском меридиане опережает время меридиана, на котором находится корабль, его местоположение – западнее Гринвичского меридиана. Таким образом, корабль находится в океане на меридиане 65° западной долготы.

ЗАДАЧА 1

В Лондоне местное время 4:30 мин.

Определите географическую долготу

точек, где в этот момент местное время:

8 ч 20 мин; 3 ч 10 мин; 17 ч 30 мин.

С. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ, ДАТЫ И ДНЯ (В ДЛИТЕЛЬНЫХ ПУТЕШЕСТВИЯХ)

ЗАДАЧА 1

20 января в 21:00 самолёт вылетел из Кишинёва в Пекин. Через 12 часов самолёт приземлился в Пекине. Определите время и дату, когда самолёт приземлился в Пекине.

ЗАДАЧА 2

Самолёт вылетел из Берлина 17 мая в 18:00 в Нью-Йорк. Через 9 часов самолёт приземлился в Нью-Йорке. Определите время и дату приземления самолёта в Нью-Йорке.

ЗАПОМНИТЕ!

При пересечении *линии перемены дат* с востока на запад – один день добавляется, а при пересечении с запада на восток – вычитается один день, т.е. один и тот же день учитывается дважды.

ЗАДАЧА 3

Участники экспедиции Магеллана, прибывшие в Испанию после кругосветного путешествия, обнаружили, что сделали ошибку при записи календарных данных, потому что прибыли в Испанию не 6 сентября 1522 года, как рассчитывали. Почему это случилось? Когда на самом деле закончилось путешествие экспедиции Магеллана?

ЗАДАЧА 4

Судно вышло из порта Йокогамы в понедельник 6 июня 2017 г. и прибыло через 12 дней в Сан-Франциско. Когда и в какой день недели корабль прибыл в Сан-Франциско?*

* Задача повышенной сложности



Литосфера (от греч. *lithos* – камень и *sphaira* – шар) – верхняя твёрдая каменная оболочка Земли. Она является отражением геологической истории нашей планеты. Происхождение, строение, состав, внутренняя и внешняя динамика литосферы, её архитектура от вершин высоких гор до глубин океанических впадин являются некоторыми из основных вопросов, рассматриваемых в этой главе.

СОДЕРЖАНИЕ:

1. Внутреннее строение Земли
2. Химический, минералогический и петрографический состав земной коры, практическое значение
3. Динамика земной коры
Эндогенные процессы
Современные тектонические движения
4. Вулканизм. Землетрясения
5. Литосферные плиты и их динамика
6. Рельеф: общая характеристика, классификация рельефа
7. Крупные формы рельефа материков и океанических бассейнов
8. Экзогенные процессы и созданные ими типы рельефа
9. Стихийные процессы и явления в литосфере
10. Роль земной коры в природе и для человеческого общества

1 Внутреннее строение Земли

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Астеносфера – слой пониженной твёрдости, прочности и вязкости верхней мантии Земли, характеризующийся высокими температурами. Здесь образуется магма.

Сиаль – внешняя оболочка Земли толщиной около 100–120 км, состоящая большей частью из соединений алюминия и кремния. Эта оболочка соответствует литосфере.

Сима – внутренняя оболочка Земли, расположенная под сиалью, в составе которой преобладают кремний (Si), алюминий (Al) и магний (Mg).

Нифе – внутренняя оболочка, занимающая центральную часть Земли. Состоит в основном из никеля (Ni) и железа (Fe).

Земной шар по-прежнему остаётся загадкой, поскольку внутреннее его строение недоступно для непосредственного изучения. Тем не менее, исследования показывают, что Земля состоит из концентрических слоёв, разнообразных как по агрегатному состоянию вещества, слагающего их, так и по составу и плотности. Это: *земная кора, мантия и ядро* (рис.2.1).

Внутреннее строение Земли

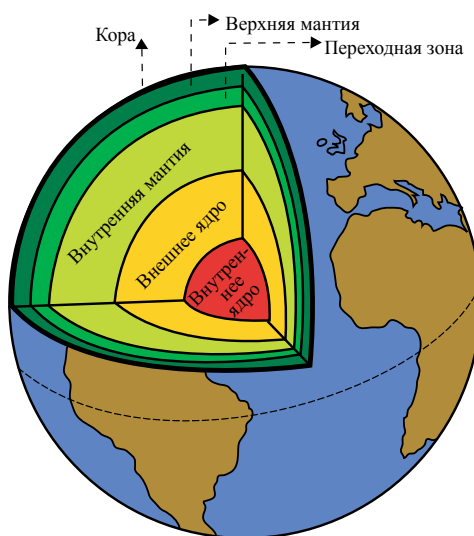
Для изучения внутреннего строения Земли используются методы прямого наблюдения и методы косвенных исследований (геофизические). Методы прямого наблюдения охватывают только поверхностный слой Земли, толщина которого не превышает 20 км, посредством изучения обнажений горных пород, материалов, полученных при бурении, из геологических разрезов, шахт и вулканических извержений. В настоящее время глубина шахт не превышает 4–6 км, сверхглубокие скважины достигают 12,5-километровую отметку (Кольский полуостров).

Важную роль в изучении внутреннего строения Земли играют геофизические методы исследования, особенно *сейсмический*, основанный на изучении характера распространения сейсмических волн.

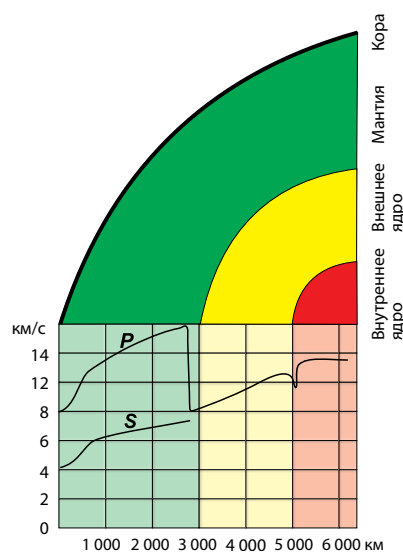
Сейсмические волны – это колебательные движения, скорость распространения которых изменяется в зависимости от плотности и упругости проницаемых ими горных пород, а также от их способности преломления и отражения от различных внутренних слоёв.

Для изучения внутреннего строения Земли используются два важнейших вида сейсмических волн (рис. 2.2):

- *продольные (P – первичные)*, распространяющиеся как в твёрдой, так и в жидкой среде;
- *поперечные (S – вторичные)*, распространяющиеся только в твёрдой среде.



▲ Рис. 2.1
Внутреннее строение Земли



▲ Рис. 2.2
Скорость распространения продольных (P) и поперечных (S) волн внутри Земли

Регистрация сейсмических волн дала возможность выявить изменения скорости их распространения, а также определить преломление и отражение их в различных внутренних зонах Земли.

В соответствии с сейсмической моделью во внутреннем строении Земли выделены следующие концентрические оболочки: **земная кора**, **мантия** (верхняя и нижняя) и **ядро** (внешнее и внутреннее) (рис.2.3). Такое разделение произошло одновременно с формированием планеты, в процессе гравитационного расслоения (дифференциации) вещества.

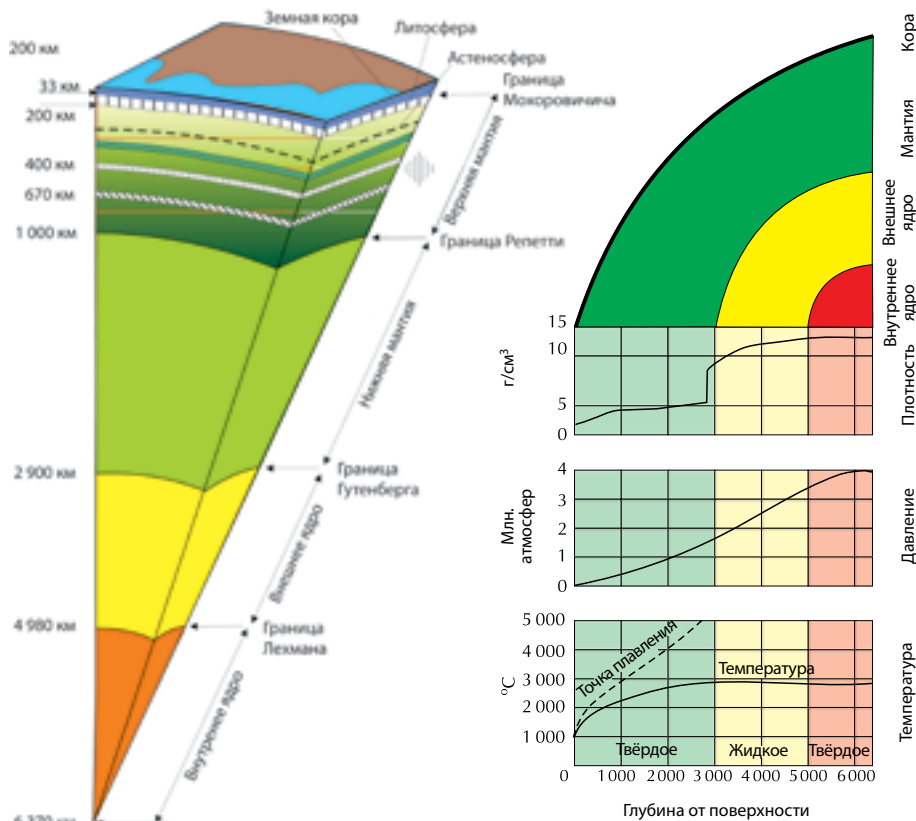
Земная кора – внешняя оболочка Земли толщиной 35–80 км под материками и 5–15 км под океанами. Плотность вещества в этой оболочке достигает 2,4–3,0 г/см³, а скорость распространения сейсмических волн варьирует от 1,0 до 7,2 км/с. Температура возрастает с глубиной в соответствии с геотермической шкалой. На долю земной коры приходится менее 1% общей массы Земли.

Мантия располагается под корой и простирается до глубины 2 900 км. Она составляет около 66% массы Земли и отличается неоднородностью. Выделяют верхнюю и нижнюю мантию. Верхняя мантия располагается в интервале глубин 35–40 и 400–950 км. Верхнюю часть составляют слои затвердевших горных пород. Эта твёрдая часть мантии вместе с земной корой формируют **литосферу** (рис. 2.5) толщиной 100–150 км. По химическому составу литосфера состоит преимущественно из кремния (Si) и алюминия (Al), поэтому её называют **сиаль**. Благодаря высокому процентному содержанию кремния (Si) и магния (Mg) верхняя мантия известна как оболочка **сима**.

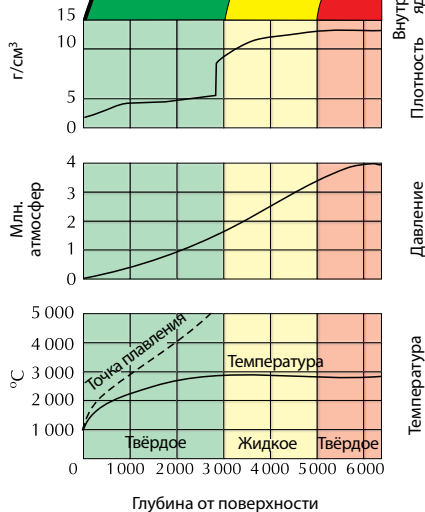
Глубже располагается слой вещества в вязком (полурасплавленном) состоянии, т.н. **астеносфера**, на которой «плавает» литосфера.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Проанализируйте рис. 2.2 и определите скорость распространения продольных (P) и поперечных (S) волн вдоль радиуса Земли на различных глубинах.
2. Проанализируйте рис. 2.4 и установите, как изменяется плотность, давление и температура на различных глубинах вдоль радиуса Земли.



▲ Рис. 2.3
Сейсмическая модель
внутреннего строения Земли



▲ Рис. 2.4
Изменения плотности, давления,
температуры вдоль радиуса Земли



▲ Рис. 2.5

Строение литосферы и её связь с астеносферой

Континентальная земная кора: 1 – базальтовый слой, 2 – гранитный слой, 3 – осадочный слой

Океаническая земная кора: 4 – базальтовый слой, 5 – осадочный слой

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Проанализируйте рис. 2.5 и объясните связь между литосферой, астеносферой и верхней мантией.

В верхней мантии скорость распространения Р-волн колеблется в пределах 7,5–11,4 км/с, а плотность вещества достигает 3,3–3,5 г/см³. Одновременно с глубиной возрастают температура и давление.

Нижняя мантия находится на глубине 950–2 900 км, толщина не превышает 2 000 км. Скорость распространения сейсмических волн в нижней мантии возрастает от 11,5 до 15,6 км/с, а плотность вещества – от 4,6 до 5,6 г/см³. Нижняя мантия называется **хрофесима**.

Внешнее ядро простирается от 2 900 до почти 5 000 км вглубь земного шара. Поперечные сейсмические волны здесь не распространяются, а скорость продольных волн падает с 15,6 км/с до 8,8 км/с. Предполагается, что вещество внешнего ядра обладает собственными физико-химическими свойствами, характерными для жидкостей, температура которых в верхней части достигает 3 000° С.

Внутреннее ядро занимает центральную часть Земли. Вещество находится в твёрдом агрегатном состоянии и обладает плотностью от 14,0 до 17,0 г/см³. Скорость распространения продольных сейсмических волн достигает 13,0 км/с, температура около 5 000° С. Внутренняя оболочка, занимающая центральную часть Земли, состоит в основном из никеля (Ni) и железа (Fe), отсюда и название – **нифе**. Его химический состав сопоставим с химическим составом железных метеоритов.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- астеносфера
- сима
- сиаль
- нифе

2. Проверьте знания:

- Проанализируйте характеристики внутренних оболочек Земли и выявите различия между ними.

3. Выполните задания

- Какая из оболочек (в соответствии с внутренним строением Земли), по вашему мнению, является самой древней?
- Аргументируйте: почему изменяется скорость распространения сейсмических волн с удалением от земной коры до ядра?

4. Заполните в тетради приведённую таблицу:

ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ

Название внутренних оболочек Земли	Глубина, км	Т, °С	Плотность, г/см ³	Скорость Р-волн, км/с	Скорость S-волн, км/с

2 Химический, минералогический и петрографический состав земной коры, практическое значение

Состав земной коры

Земная кора характеризуется *химическим, минералогическим и петрографическим* составом.

Химический состав. В составе земной коры встречаются все химические элементы из периодической таблицы Д.И. Менделеева.

Около 99% массы земной коры приходится на долю десяти химических элементов (O_2 , Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, H, Ti), менее 1% – на другие. Причем, некоторые химические элементы, как например, Be, Cr, Ni, St, W, Cu, U, Pl, Co, Zr, содержатся в земной коре в ничтожно малых количествах.

Химические элементы, сравнительно редко встречающиеся в земной коре, называются редкоземельными. Накапливаясь в крупных концентрациях, они образуют рудные месторождения. Некоторые из них играют важную роль в экономике. Так, например, месторождения молибдена имеют очень большое значение для производства стали.

Химические элементы в чистом виде в земной коре встречаются редко. К ним относятся: Au, Pt, Ag, Co, Cu, S. Золото, серебро, платина, благодаря особым их свойствам, являются драгоценными металлами.

Минералогический состав. Химические элементы, соединяясь между собой в результате природных физико-химических процессов, образуют *минералы*. Кислород в сочетании с кремнием образует кварц (SiO_2), железо в сочетании с кислородом – магнетит (Fe_3O_4), а алюминий с кислородом – минерал корунд (Al_2O_3). Таким образом, минералы представляют собой химические соединения, содержащие в своём составе несколько химических элементов. Хотя встречаются и минералы, состоящие из одного химического элемента: *золото, платина, алмаз, графит, сера*. Большая часть минералов представлена твёрдыми кристаллическими телами, реже встречаются жидкие или газообразные. Некоторые минералы являются аморфными, то есть, некристаллическими телами (графит).

Для минералов характерны определённые физические свойства (блеск, цвет, удельный вес, растворимость, магнитность, спайность, твёрдость, ковкость, хрупкость), зависящие от формы их кристаллической решётки и химического состава минерала. По химическому составу они подразделяются на классы минералов: самородные элементы (золото, платина, графит, сера);

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Тип земной коры – участок земной коры, обладающий однородными геологическими и геофизическими характеристиками.



Пирит – FeS



Графит – C



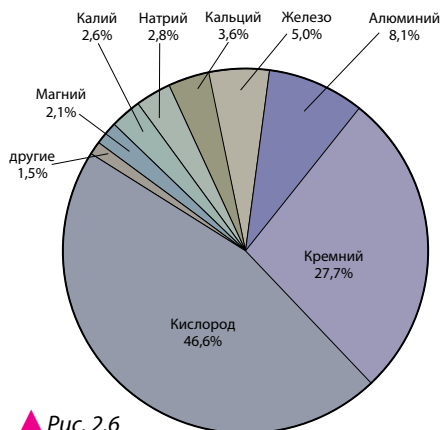
Кварц – SiO_2



Галенит – PbS

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Проанализируйте диаграмму (рис. 2.6) и установите, какие химические элементы являются наиболее распространёнными в земной коре.
2. Проанализируйте диаграмму (рис. 2.7) и установите, какова доля классов минералов в земной коре.



▲ Рис. 2.6
Химический состав земной коры



▲ Рис. 2.7
Минералогический состав земной коры

сульфиды (пирит – FeS , киноварь – HgS); галоидные соединения (каменная соль – NaCl), окислы (кварц – SiO_2 , магнетит – Fe_3O_4) и др.

Значение химических элементов и минералов подтверждается наличием в земной коре драгоценных металлов (золото, серебро, платина); руд чёрных металлов (магнетит, лимонит, сидерит); руд цветных и редких металлов: медная руда (халькопирит, малахит, азурит), алюминиевая руда (боксит), свинцовая руда (галенит), ртутная руда (киноварь), используемые в различных отраслях экономики. Неметаллические руды (каустобиолиты) также важны: торф, битуминозные сланцы, уголь, нефть, природный газ. Они используются как сырьё в различных отраслях экономики: сельском хозяйстве, химической промышленности, радиотехнике, оптике, медицине, пищевой индустрии, промышленности строительных материалов.

Петрографический состав. Основное вещество, слагающее земную кору, – горные породы – природные тела, состоящие из одного или нескольких минералов. Большинство горных пород неоднородны по составу, т.е. являются *полиминеральными* (например, гранит, базальт (рис. 2.8)). Горные породы, однородные по составу, т.е. состоящие из одного минерала, называются *мономинеральными* (мрамор, кварцит). Минералы, входящие в состав горных пород, определяют их характерные физические свойства: цвет, твёрдость, состав, текстуру. На формирование горных пород оказывают влияние как эндогенные, так и экзогенные процессы. По происхождению горные породы делят на три группы: *магматические, метаморфические и осадочные*.

Магматические горные породы формируются из магматических расплавов как внутри, так и на поверхности земной коры. В зависимости от места образования магматические горные породы делят на *интрузивные и эффузивные*.

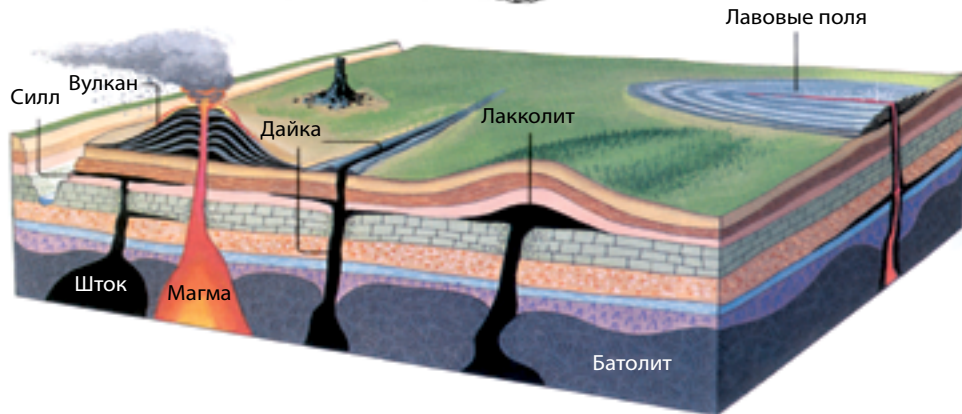
Интрузивные (глубинные) горные породы образуются на различных глубинах в земной коре вследствие остывания магмы, богатой летучими компонентами, в условиях высоких температур и давления, в связи с чем обладают зернистой и массивной структурой (гранит, габбро, сиенит и др.). Процесс внедрения магмы в земную кору называется *интрузией*. При застывании магмы на глубине в земной коре образуются магматические тела, часто очень крупных размеров: батолиты, лакколлиты, жилы, штоки, силлы, дайки и др. (рис. 2.9).

Магматические эффузивные (излившиеся) горные породы (обсидиан, пемза, базальт) образуются на поверхности земной коры из расплавленной лавы, излившейся на поверхность в результате извержения вулканов. Будучи образованными при низких температурах и давлении, обладают пористой, компактной структурой. Эффузивные горные породы сформировали на поверхности т.н. лавовые покровы и лавовые купола (рис. 2.9).

Рис. 2.8
Минералогический состав гранита и базальта



Рис. 2.9
Типы интрузивных и эффузивных магматических тел





Уголь

Песчаник

Гипс

Ракушечный известняк

Осадочные горные породы образуются на дне морских бассейнов, лагун, озёр, рек, болот, а могут формироваться и на поверхности суши в результате физического выветривания магматических, метаморфических и некоторых осадочных горных пород. Горные породы, образовавшиеся на дне морских водоёмов, называются *морскими*, а на суше – *континентальными*.

По происхождению осадочные горные породы классифицируют на три группы: *обломочные*, *химические* и *органогенные*.

Обломочные осадочные горные породы образуются в результате выветривания магматических, метаморфических, осадочных горных пород под влиянием атмосферных осадков, рек, морей, ледников, ветров (*щебень, гравий, песок, глина, песчаник и др.*) и дальнейшего их переотложения. Все типы обломочных горных пород широко распространены на территории Республики Молдова и используются в строительстве как абразивный материал, в стекольной промышленности, в производстве кирпича и т.д.

Химические, или *хемогенные* осадочные горные породы формируются в неглубоких водоёмах в результате выпадения солей из растворов (*гипс, каменная соль, оолитовый известняк, силвин, боксит, фосфорит и др.*). Они также могут формироваться в устьях источников, на стенках вулканических кратеров. Существуют мономинеральные горные породы.

Органогенные осадочные горные породы образуются из растительных и животных остатков. В эту группу входят органогенные *известняки, мел, мергель, торф, каменный уголь и др.*

Метаморфические горные породы. Горные породы магматического и осадочного происхождения изменяются под воздействием высоких температур, высокого давления в недрах Земли. Эти процессы трансформации называются *метаморфизмом* (рис. 2.10). Например, уголь превращается в графит, известняк – в мрамор, гранит – в гнейс (рис. 2.11), а песчаник – в кварцит (рис. 2.12). Метаморфические горные породы могут состоять из одного минерала (мрамор – кальцит, кварцит – кварц) или из нескольких (гнейс – кварц, слюда).

Метаморфические горные породы имеют большое *практическое значение*, поскольку они содержат залежи металлических и неметаллических руд. Например, в магматических породах Кольского полуострова есть большие залежи железа, меди, никеля; в магматических породах (*кимберлитах*) Восточной Сибири и Южной Африки – алмазов. Магматические породы используются как строительные материалы, для мостовых, памятников и т. д., а метаморфические в качестве абразивных и декоративных материалов. Некоторые метаморфические породы являются важными полезными ископаемыми, как например, мрамор, графит, кварцит.



Рис. 2.10
Образование метаморфических горных пород

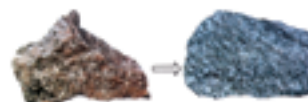


Рис. 2.11
Превращение гранита в гнейс

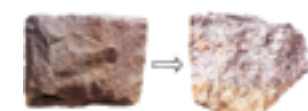


Рис. 2.12
Превращение песчаника в кварцит

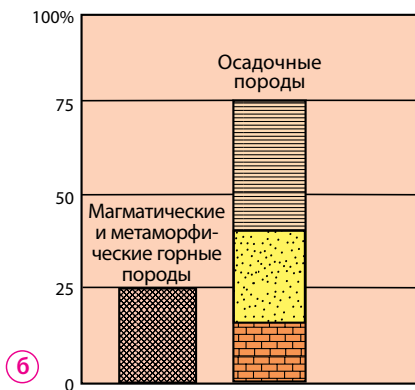
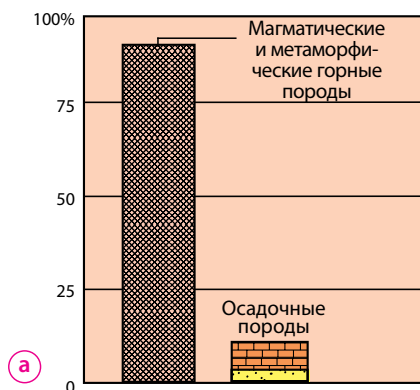


Рис. 2.13
Процентное содержание горных пород в земной коре:
а) в общей массе земной коры;
б) в верхних слоях коры

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Проанализируйте диаграммы, представленные на рис. 2.13, и объясните распределение горных пород в земной коре.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Проанализируйте рис. 2.14 и выявите сходства и различия в строении континентальной и океанической земной коры.
2. Определите на физической карте горы, упомянутые в тексте.

Рис. 2.14 ►
Строение континентальной и океанической земной коры



Антрацит



Золото



Обсидиан



Мрамор



Слюда

Типы и строение земной коры

Строение и состав земной коры неоднородны. Выделяют два основных её типа: *континентальная* и *океаническая*.

Континентальная земная кора. Средняя толщина континентальной коры достигает около 30–80 км, колеблется от 30–40 км в равнинных областях и до 70–80 км в горных регионах (Гималаи, Анды, Памир). В её строении выделяется несколько слоёв (рис. 2.14).

Осадочный слой характеризуется разной толщиной, он достигает самых больших значений в высокогорных регионах (например, 10 км в Гималаях) и материковых низменностях. Состоит этот слой из осадочных горных пород. (Приведите примеры осадочных горных пород).

Гранитный слой обладает толщиной около 16–20 км, реже достигает 25 км. Название «гранитный слой» является условным, в его состав входят не только граниты, но и другие магматические горные породы, богатые кремнием, а также метаморфические породы (мрамор, кварцит, гнейс).



Базальтовый слой имеет толщину от 10–15 до 25–30 км. Верхняя часть его сложена базальтами, нижняя – габбро и др.

Отдельные части континентальной коры различаются по своему строению, тектоническому режиму и морфологии рельефа, поэтому выделяются участки с разной структурой континентальной земной коры: **платформы** и **орогенные структуры** (рис. 2.15). Последние могут быть старыми эпиплатформенными (палеозойские и мезозойские) и молодыми (кайнозойские – геосинклинальных областей).

Платформы – относительно устойчивые участки земной коры с пониженной сейсмичностью и отсутствием вулканов (рис. 2.15 а).

Орогенные (горообразовательные) эпиплатформенные структуры представляют собой старые, складчато-глыбовые, пронизанные магматическими интрузиями структуры, характеризующиеся стабильным тектоническим режимом (например, цепь Уральских гор, горные цепи Западной Европы: Вогезы, Судеты, Шварцвальд и др.).

Молодые орогенные структуры (рис. 2.15 б) представляют собой очень активные тектонические зоны (например, Альпийско-Карпатский- Гималайский горный пояс, горный пояс Кордильеры-Анды, пояс островных дуг Восточной Азии).

Океаническая земная кора характерна для дна Мирового океана и отличается от коры континентального типа строением, толщиной и составом (рис. 2.14). Толщина океанической земной коры колеблется в пределах 5–12 км. В строении отсутствует гранитный слой. Она состоит из двух слоёв.

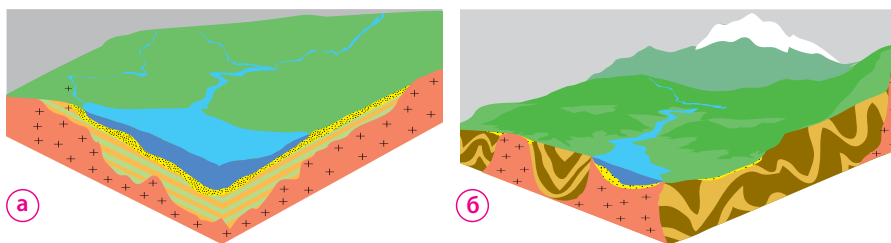


Рис. 2.15
Структурные элементы
континентальной
земной коры:
а) платформа;
б) орогенные структуры.

Осадочный слой тоньше, толщина колеблется от 200 до 1 000 м, средняя толщина не превышает 450 метров. Сформирован рыхлыми осадочными отложениями.

Базальтовый слой сложен интрузивными основными и ультраосновными магматическими горными породами. Достигает толщины 4–8 км.

Океаническая земная кора неоднородна. В ней выделяют следующие структурные элементы: *океанические желоба, срединно-океанические хребты, окраинные морские впадины, вулканические острова, океанические платформы* (рис. 2.16).

Океанические желоба представляют собой узкие, длинные и глубокие (5–11 км) впадины, расположенные на периферии материков либо вблизи островных дуг (Яванский, Филиппинский, Марианский и др. желоба). В них активно проявляются интенсивные вулканические и сейсмические процессы.

Срединно-океанические хребты представляют собой цепи подводных гор, характеризующиеся повышенной сейсмичностью и интенсивным вулканизмом.

Окраинные морские впадины располагаются между материками и островными дугами (например, Японское, Охотское моря) или между островными архипелагами (например, Филиппинское море).

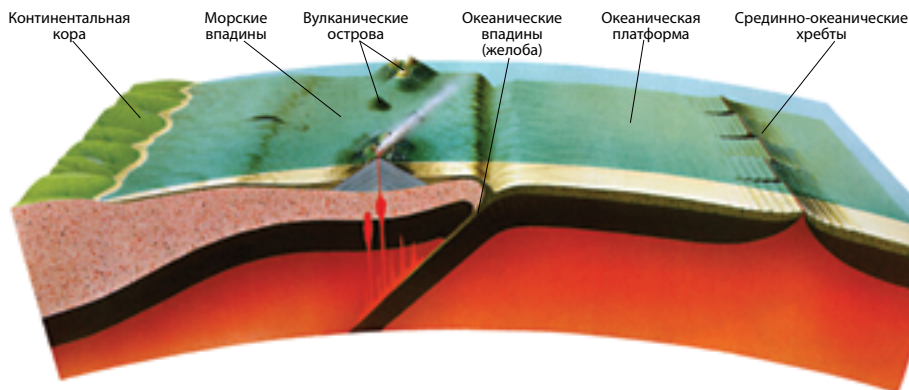


Рис. 2.16
Структурные элементы
океанической земной коры

Вулканические острова находятся на гребнях срединно-океанических хребтов (о. Исландия, Азорские острова, о. Вознесения) или посредине океанического бассейна (Гавайские острова). Характеризуются накоплением продуктов вулканической деятельности.

Океанические платформы занимают огромные площади океанической коры и представляют собой устойчивые тектонические структуры. Средняя толщина коры около 7 км. На океанических платформах могут возникать абиссальные (глубоководные) холмы, вулканические конусы, не достигающие водной поверхности.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Проанализируйте рис. 2.16 и охарактеризуйте структурные элементы океанической земной коры.
2. Определите на карте океанические желоба, океанические впадины и вулканические острова, упомянутые в тексте.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

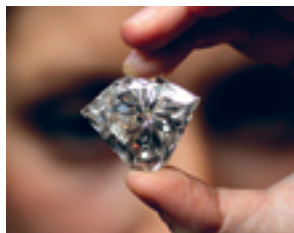
Заполните в тетради таблицу.

Типы земной коры

Толщина

Строение

Типы земной коры	Толщина	Строение



Алмаз – самый чистый углерод. Алмаз – самый дорогой в мире камень. Славу свою сохраняет со времён античности, будучи известен как *adamasitatic*– «несокрушимый». По природе это кристаллический углерод. Алмаз горит не хуже любого угля, потому что он самый чистый углерод. В результате горения не остается никакого пепла, происходит его превращение в диоксид углерода. Шлифовка алмаза осуществляется с помощью алмазной пыли – таким образом его трансформируют в бриллиант. Самый крупный известный алмаз Куллинан весом 621,2 г (3 106 карат). Был найден в 1905 году в британской колонии Трансвааль и назван в честь владельца рудника.

ВЫБЕРИТЕ СВОЙ ЗАЩИТНЫЙ КАМЕНЬ

Знак зодиака	Камень	Знак зодиака	Камень
♈ Овен	Сардоникс, аметист, камни красного цвета	♎ Весы	Берилл, алмаз, камни светлого цвета
♉ Телец	Сердолик, агат, белые и прозрачные камни	♏ Скорпион	Аметист, топаз, камни яркого цвета
♊ Близнецы	Топаз, берилл, гранат, блестящие камни	♐ Стрелец	Бирюза, изумруд, камни зелёного и красного цвета
♋ Рак	Халцедон, изумруд, селенит, камни прозрачного и молочного цвета	♑ Козерог	Агат, оникс, камни чёрного и дымчатого цвета
♌ Лев	Яшма, рубин, янтарь, хризолит, золотисто-жёлтые камни	♒ Водолей	Кварц, обсидиан, сапфир, чёрный жемчуг, камни светлых цветов
♍ Дева	Изумруд, яшма, разноцветные камни, кроме серых	♓ Рыбы	Сапфир, хризолит, красные кораллы, камни светлых тонов

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- платформа
- горная порода
- орогенные структуры
- батолит
- минерал
- лакколит

2. Проверьте знания:

- Какие минералы используются в пищевой промышленности, в производстве красителей, в радиотехнике и оптике, в лечебной медицине?
- Какие минералы применяются в ювелирных изделиях?
- В каких сферах деятельности используются горные породы?
- В чем различие между континентальной корой и океанической?
- Какие структурные элементы выделяются в океанической коре?

3. Выполните задания

- Назовите пять минералов и их разновидности, которые считаются драгоценными и полудрагоценными камнями.
- Определите, какие из магматических пород относятся к эффузивным, а какие являются

интрузивными: *гранит, габбро, сиенит, обсидиан, андезит, пемза, базальт*. Распределите их в две отдельные колонки. Укажите различия в способах их образования.

- Укажите, к каким группам относятся перечисленные осадочные породы: *песчаник, мел, мергель, гипс, гравий, фосфорит, бокситы, оолитовый известняк, уголь, каменная соль, глина, торф*.
- Установите, какие из перечисленных пород имеют метаморфическое происхождение: *песок, мрамор, уголь, графит, известняк, песчаник, кварцит*.
- Изучите обнажения в вашем населённом пункте и опишите строение земной коры.

4. Развивайте креативное мышление:

- Задумайтесь над вопросом: где бы вы хотели жить – в области платформы или орогенной цепи? Аргументируйте.
- Представьте себе сценарий внезапной или растянутой во времени тектонической активности: *ваш населённый пункт находится в пределах молодой орогенной цепи ...*

3 Динамика земной коры

Эндогенные процессы

Современные тектонические движения

Эндогенные процессы

Земная кора претерпевает разнообразные изменения под влиянием процессов, происходящих в недрах Земли. Эти процессы называются эндогенными. К ним относятся *тектонические движения*, *магматизм* (вулканизм) и *сейсмические процессы* (землетрясения). Источниками энергии, порождающими и определяющими их характер, являются внутреннее тепло Земли, земная гравитация и вращение планеты.

Тектонические движения

Тектонические движения разнообразны и оказывают влияние не только на поверхность земной коры, но и на внутренние геосферы Земли. Они определяют неоднородность структуры земной коры и приводят к деформациям (смятию в складки или разрывам) слоёв горных пород. Тектонические движения обуславливают основные особенности современного рельефа земной коры. По характеру проявления они классифицируются на следующие группы: **колебательные** и **орогенические** (складкообразовательные и разрывные).

Тектонические колебательные движения

Медленные движения, приводящие к поднятию или опусканию обширных участков земной коры, называются *эпейрогеническими* (создающими континенты). Колебательные движения не приводят к деформации слоёв горных пород. Результат колебательных движений может проявиться только в течение веков, поэтому их ещё называют *вековыми движениями*. Действия современных колебательных движений трудно наблюдать во внутренних районах материков. Они проявляются в литоральных зонах, где меняют конфигурацию береговой линии. В настоящее время интенсивные поднятия территорий происходят в Скандинавии, Исландии, Шотландии, на Северном Урале. В течение одного века территория Финляндии вследствие поднятия земной коры и отступления моря увеличилась на 700 км². Упсала, некогда столица Швеции и бывший балтийский порт, сегодня находится в 60 км от побережья. Скорость поднятия земной коры в районе Стокгольма составляет 24 см, побережья Ботнического залива – 1 м в столетие. Самые высокие морские террасы на территории Норвегии расположены на высоте 176 м. Сегодня поднимаются и центральные регионы Восточно-Европейской равнины, район Великих озёр на территории Канады, восточное побережье Африки. Остров Капри в Средиземном море с античных времён до настоящего времени поднялся на высоту 200 м. Вертикальные движения земной коры характерны и для территорий на севере и в центре Республики Молдова.

Отдельные части земной коры в настоящее время опускаются. Интенсивные прогибания земной коры регистрируются в Нидерландах и Бельгии (скорость опускания составляет около 25 мм в столетие). Сегодня 40% территории Нидерландов находится ниже 5–6 метров от уровня моря, и только гидротехнические сооружения (дамбы) длиной 1 600 км защищают территорию страны от его вторжения. Регистрируются опускания земной коры в восточных районах Италии, на побережье Индии, в Аргентине (Ла-Платская низменность), на побережье Западной Африки. Медленные нисходящие движения фиксируются и в южной части нашей страны.

В своей хозяйственной деятельности человек должен принимать во внимание современные колебательные движения земной коры и прогнозировать

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Тектонические движения – движения земной коры, которые приводят к смятию в складки, сбросу, поднятию, опусканию или горизонтальному перемещению её частей.

Колебательные движения – движения подъёма или медленного опускания частей земной коры, которые могут иметь изостатический (равновесный) характер или определяться подкоровыми магматическими течениями.

Орогенные движения – подвижные, радиальные движения земной коры, в результате которых формируется горный рельеф.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Из-за земного притяжения рельеф, горы на Земле не могут подниматься выше 15 000 метров.

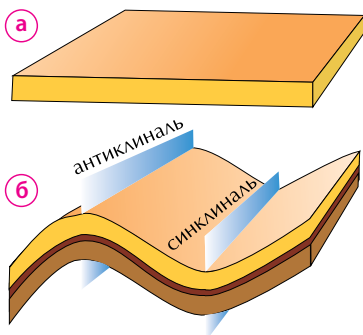
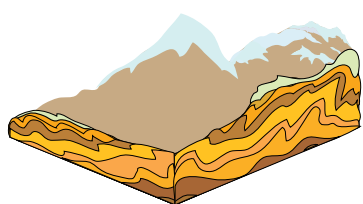
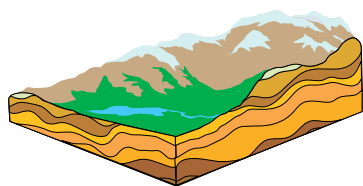


Рис. 2.17
Образование складок:
а) горизонтальный слой
б) складчатый слой



Антиклинорий



Синклиний

Рис. 2.18
Типы складок

возможные изменения в будущем. Особое значение имеет выбор места сооружения объектов долговременного пользования: морских портов, каналов, гидроэлектростанций, металлургических комбинатов и т.п. Строительство этих объектов без учёта колебательных движений земной коры может привести к тяжёлым последствиям – разрушению водопроводов, ирригационных систем, нефте- и газопроводов, линий электропередач.

Орогенетические (горообразовательные) тектонические движения

Эти движения характерны для определённых зон земной коры. Под их влиянием происходят изменения горизонтального залегания слоёв горных пород. По своему проявлению орогенетические тектонические движения подразделяются на две группы: **складкообразовательные** и **разрывные**. **Складкообразовательные движения** – это тектонические движения, вызывающие образование **складок** в земной коре (рис. 2.17). Простая складка пластов горных пород, выпуклых и с изгибом кверху, называется **антиклиналью**, а складка пластов горных пород, обращённая выпуклостью вниз – **синклиналью** (рис. 2.17 б).

Складки группируются и образуют ассоциации складок, которые охватывают огромные поверхности, называемые **антиклинориями** и **синклинориями** (рис. 2.18). Сочетание этих ассоциаций **складчатых** структур приводит к формированию сложных складчатых горных структур, называемых **мегаантиклинориями**. Подобную структуру представляют собой Кавказские горы.

Разрывные (радиальные) орогенетические движения действуют вертикально, в результате чего происходит разрыв и смещение блоков земной коры, принимающих вид крутого изгиба слоя горной породы по вертикали, **сброса** или **взброса** (рис. 2.19). Существуют простые формы разрывных дислокаций, а есть их ассоциации – целые группы разрывных нарушений. Среди них выделяют **горсты** и **грабены** (рис. 2.20). Горсты – приподнятые структуры, ограниченные системой сбросов и имеющие ступенчатое строение. Грабены – опущенные блоки земной коры, ступенчато ограниченные сбросами. Примеры этого типа дислокаций – Рейнский грабен, грабен озера Байкал, Великий Восточно-Африканский разлом (грабен), в котором располагаются озёра Ньяса, Танганьика, Эдуард, Альберт, Рудольф.

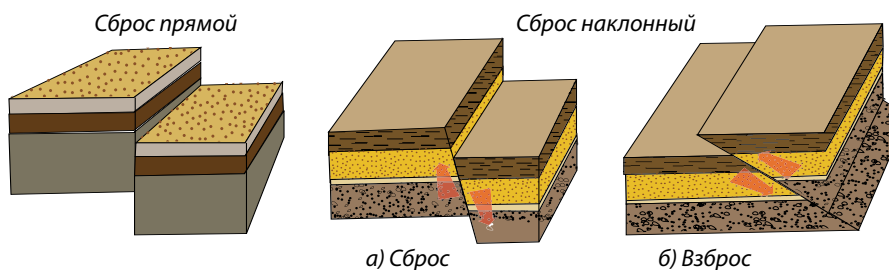


Рис. 2.19
Типы разрывных дислокаций

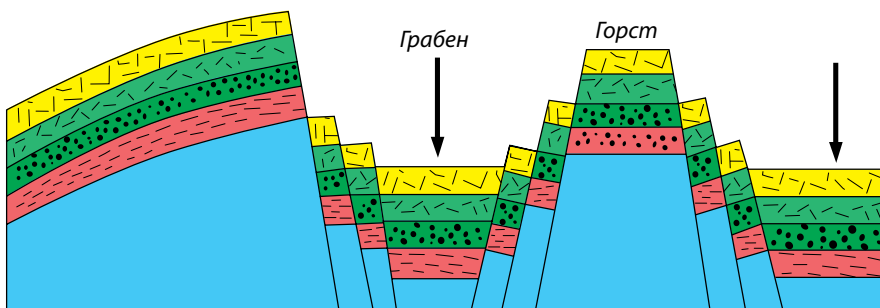


Рис. 2.20
Ассоциации разрывных дислокаций: горсты и грабены

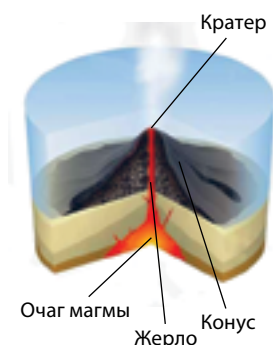
4 Вулканизм. Землетрясения

Вулканизм

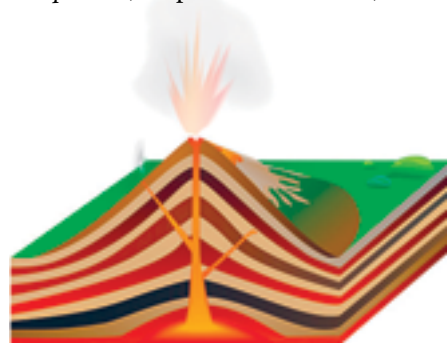
Процессы вулканизма являются неотъемлемой частью динамики планеты. Они способствуют круговороту из астеносферы в земную кору и на её поверхность *магмы*, которая превращается в *лаву*. Магма может остывать внутри коры, формируя *интрузивный магматизм*. Крупные интрузивные тела – это батолиты, лакколиты, которые определили морфологический облик земной коры: например, ряды батолитов в Андах, гранитные батолиты в Финляндии и др.

В случаях *эффузивного вулканизма* на поверхности земной коры при застывании лавы и накоплении вулканических материалов возникают своеобразные формы рельефа – *вулканы*. Вулкан состоит из *конуса*, *кратера*, *жерла* и *очага магмы* (**рис. 2.21**). Форма и структура конуса зависят от физических свойств и химического состава лавы и типа извержения вулкана. Взрывные вулканы с вязкой, густой, кислой лавой, в строении которых различают слои как застывшей лавы, так и пирокластического материала, образуют сложные конусы, иногда почти правильной формы. Это – т.н. *стратовулканы* (**рис. 2.22 а**), как например, Везувий, Ключевская Сопка, Фудзияма. При неоднократных извержениях со спокойным характером излияния жидкой лавы образуются конусы с пологими склонами (4–6°) – это *щитовые вулканы* (**рис. 2.22 б**), например, Мауна-Лоа, Килауэа на Гавайских островах.

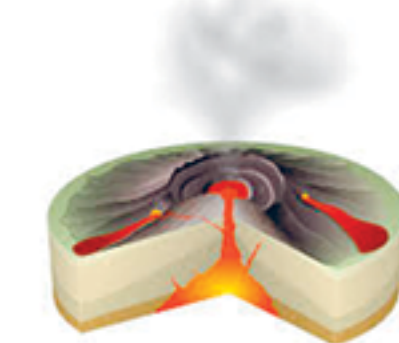
Некоторые вулканические извержения происходят по разломам и трещинам больших размеров. При трещинных излияниях образуются обширные лавовые (базальтовые) *плато*. Они встречаются в Бразилии, Исландии, на плоскогорье Декан. При подводных извержениях вулканов конусы могут быть приподняты над уровнем моря, что приводит к формированию *вулканических островов* (Азорские, Гавайские).



▲ Рис. 2.21
Строение вулкана



а



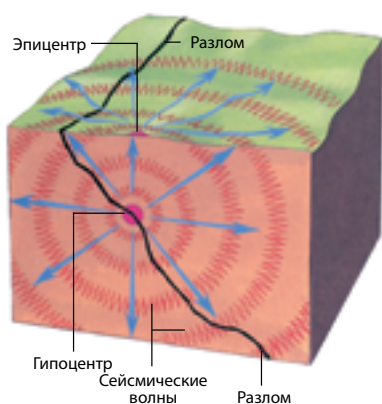
б

◀ Рис. 2.22
Типы вулканических конусов:
а) стратовулкан
б) щитовой вулкан



Землетрясения

Сейсмические процессы, или землетрясения, происходят в результате выделения внутренней энергии Земли. Эти кратковременные движения земной коры проявляются в виде сотрясений. Область внутри земной коры, где зарождается очаг землетрясений, называется *гипоцентром*, а место на земной поверхности, расположенное над этим очагом, – *эпицентром* (рис. 2.23). Расстояние между эпицентром и гипоцентром составляет величину глубины очага землетрясения. По глубине нахождения очага землетрясения подразделяются на *поверхностные* (глубина очага – 10 км); *нормальные* (10–60 км); *промежуточные* (60–300 км); *глубинные* (300–800 км). Сотрясения земной коры, зарождающиеся в гипоцентре, распространяются в ней в виде продольных и поперечных волн, которые регистрируются при помощи *сейсмографа* (рис. 2.24). С учётом причин, порождающих землетрясения, различают следующие их типы: *обвальные* (вызываемые обвалом потолков подземных полостей или пещер), *вулканические* и *тектонические*.



▲ Рис. 2.23
Гипоцентр и эпицентр
землетрясения

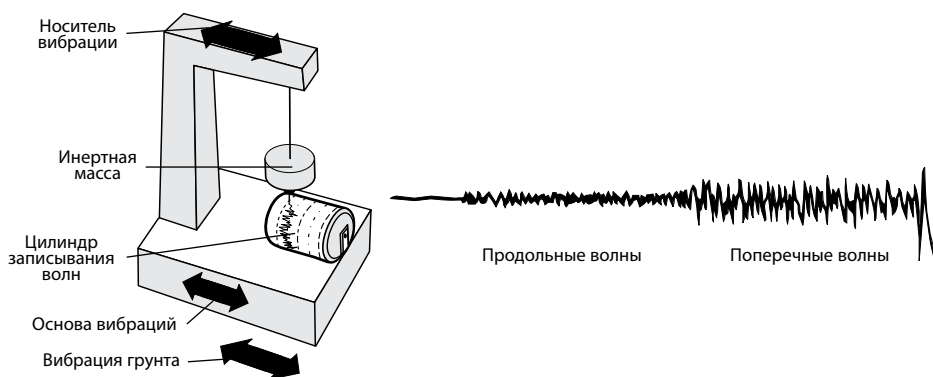


Рис. 2.24 ▶
Сейсмограф

Землетрясения вызывают изменения в магнитном и электрическом поле Земли. Такие катаклизмы разрушают здания, что приводит к большому количеству жертв, оказавшихся под обломками (рис. 2.25).

Землетрясения могут вызывать разрывы, трещины и разломы на земной поверхности. Например, разлом Сан-Андреас (на западе Северной Америки) протяжённостью более 1 000 км, шириной 6–8 км, с разницей высот между стенками от 1 до 3 м (рис. 2.26). Землетрясения могут порождать *оползни*, *обвалы*, *осыпи*; нарушать положение пластов горных пород, провоцируя выход на поверхность подземных вод; изменять направление течения некоторых рек, перегораживая их. Грозными являются землетрясения, происходящие в морской среде.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Землетрясения бывают не только на Земле, но и на Луне, на Марсе и других планетах и даже на звёздах.



▲ Рис. 2.25
Здание, пострадавшее в
результате землетрясения



Рис. 2.26 ▶
Разлом
Сан-Андреас

A large crowd of people is gathered on a sandy beach, watching a massive, dark blue wave crashing over a rocky point. The wave is curling over, creating a white, foamy crest. In the background, a city with buildings is visible on the left, and a large, jagged mountain peak rises in the distance under a clear blue sky. The scene is captured from a high angle, looking down the beach towards the ocean.

An aerial photograph showing a coastal town in Indonesia, likely Banda Aceh, after the 2004 tsunami. The town is almost completely submerged in a thick layer of brown mud and debris. Only the roofs of many buildings are visible above the water level. In the background, there are green, hilly mountains under a clear sky. The foreground shows more debris and some structures partially submerged.

6 Последствия цунами

Основные вулканические регионы

- Тихоокеанская (light blue)
- Альпийская (red)
- Атлантическая (light green)
- Восточно-Африканская (orange)

Вулканические и сейсмические зоны

0 2000 4000

Огненная Земля

Баллы	Шкала по Росси и Форелю, Меркалли и Зибергу	Шкала ускорения в мм/с	Шкала Гутенберга и Рихтера (в баллах)
1	Землетрясения, улавливаемые только чувствительными приборами.	I 2,5	1 Ощущается вибрация, подобная производимой автотранспортом.
2	Очень слабые землетрясения, ощущаемые отдельными людьми, находящимися в полном покое.	II 2,6–5	2
3	Слабые землетрясения, ощущаемые большинством людей, пребывающих в состоянии покоя.	III 6–10	3
4	Умеренные землетрясения, замечаемые всеми людьми, пребывающими в состоянии физической деятельности или в движении. Дребезжание оконных стёкол, колебания подвижных предметов, дверей, окон.	IV 11–25	
5	Довольно сильные землетрясения. Сотрясения, ощущаемые всеми. Движение более тяжёлых предметов: мебели, кроватей. Звон подвесных колокольчиков.	V 26–50	4
6	Сильные землетрясения. Чувствительные удары. Пробуждение всех спящих; колебание тяжёлых люстр; остановка часов с маятниками; раскачивание деревьев. Испуг людей.	VI 51–100	
7	Мощные землетрясения. Сильные удары, опрокидывание предметов, отпадение штукатурки со стен и потолков, осыпание черепицы с крыш. Остановка башенных часов. Общий ужас.	VII 101–250	5
8	Разрушительные землетрясения. Весьма сильные удары. Падение дымовых труб. Образование трещин в стенах. Возникает всеобщая паника.	VIII 251–500	6
9	Опустошительные землетрясения. Чрезвычайно сильные удары. Разрушение отдельных частей зданий или целых построек до основания.	IX 501–1 000	6,3
10	Уничтожающие землетрясения. Бедствие и общее разрушение. Нарушения в земной коре: образование трещин и сбросов. Обвалы и оползни в горах. Вода в водоёмах выходит из берегов.	X 1 001–2 500	7,6
11	Катастрофические землетрясения. Большинство зданий полностью разваливается; рушатся плотины; гнутся ж/д рельсы. В земной коре образуются трещины, разломы, провалы.	XI 2 501–5 000	8,6
12	Крупные катастрофические землетрясения. Ни одно сооружение, построенное человеком, не остаётся целым. Меняется направление течения рек. Разрушаются скалы.	XII свыше 5 000	10

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- эндогенные процессы
- эпицентр
- гипоцентр
- тектонические движения
- колебательные движения

2. Проверьте знания:

- Каковы источники энергии, определяющие характер эндогенных процессов? Составьте схему тектонических процессов, обуславливающих динамику земной коры.
- В чём отличия между складчатыми и разрывными тектоническими движениями?
- Каковы причины землетрясений на Земле?

3. Выполните задания

- Выберите 7 действующих вулканов и отметьте их на контурной карте.
- На физической карте мира определите области распространения вулканов и землетрясений.

4. Развивайте креативное мышление:

- Аргументируйте идею о совпадении явлений, происходящих в районах землетрясений, с явлениями в зонах вулканической активности.
- Представьте ситуацию: *в полночь в вашем населённом пункте происходит землетрясение. Каковы ваши действия? ...*

5 Литосферные плиты и их динамика

Литосфера расчленена глубокими разломами на отдельные блоки, имеющие **литосферными плитами**. По размерам, толщине, составу, структуре литосферные плиты отличаются друг от друга. Выделяют: **крупные плиты** (Тихоокеанская, Северо – Американская, Южно-Американская, Евразийская, Африканская, Индо-Австралийская, Антарктическая), залегающие в основании современных материков; **плиты средних размеров** (Филиппинская, Наска, Кокос, Карибская, Китайская, Индийская, Аравийская, Сомалийская); **микро-плиты** (Черноморская плита с Добружей, Мизийская плита, перемещающаяся в сторону Южных Карпат). Литосферные плиты включают в себя фрагменты как океанической земной коры, так и континентальной (за исключением Тихоокеанской плиты, состоящей из океанической земной коры) (рис. 2.29).

Дрейф литосферных плит. Литосферные плиты «плывут» по астеносфере в различных направлениях и с разной скоростью. Например, Евразийская плита удаляется от Северо-Американской на 2 см в год, Африканская плита движется на запад со скоростью 4–5 см/год. В **рифтовых зонах** литосферные плиты обновляются, наращивая свои поверхности примерно на 2 см в год за счёт магмы, вышедшей из астеносферы, которая затем расходует в **глубоководных желобах**.

Подкоровые (конвективные) течения. Главной силой, приводящей в движение литосферные плиты, являются **подкоровые**, или **конвективные течения**, зарождающиеся в астеносфере. Вначале эти течения, будучи восходящими, выносят из астеносферы большое количество расплавленного вещества в виде растворов и газов. В зонах, где земная кора тонкая, подкоровые течения расплавляют и разрывают её, образуя **рифтовые долины**. После этого восходящие ветви подкоровых течений меняют направление на горизонтальное, перемещаются под земную кору, пока не достигают зоны с более низкой температурой и низким давлением (на окраинах материков), где вещество охлаждается. В результате подкоровые течения становятся нисходящими и погружаются в мантию. Восходящие, горизонтальные и

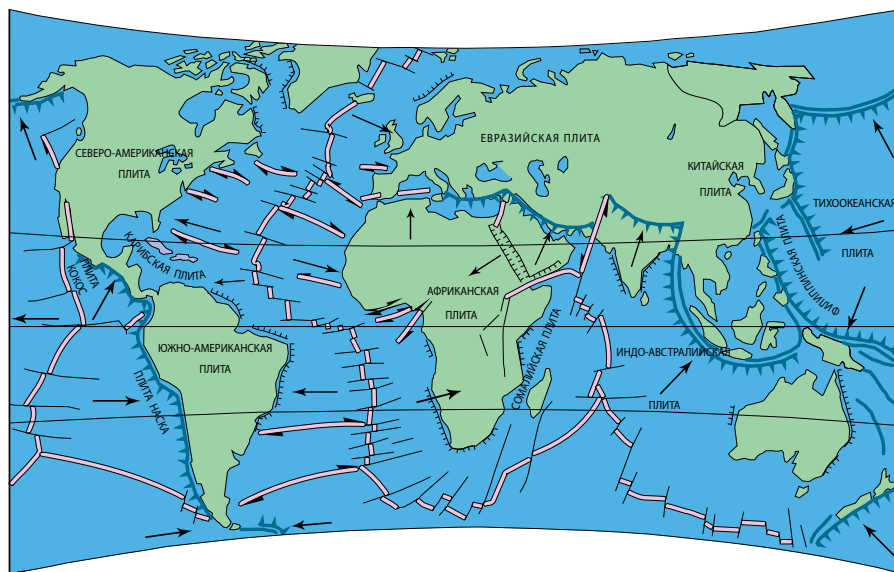
КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Подкоровые (конвективные) течения – перемещения вещества в подкоровых частях Земли, которые формируются в астеносфере и обуславливают дрейф литосферных плит и образование молодой океанической коры.

Литосферные плиты – это стабильные участки земной коры, части литосферы различной величины, перемещающиеся со скоростью до нескольких см/год относительно друг друга. Увеличение их размеров происходит вдоль рифтов, а сокращение – в зонах субдукции.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Единственное место на земном шаре, где можно изучать движение литосферных плит, – это Афарская котловина, расположенная на северо-востоке Африки.



- | | | | |
|--|------------------------------|--|---------------------------|
| | Океанические рифты | | Разрывные структуры |
| | Трансформные разломы | | Островные дуги |
| | Места столкновения двух плит | | Направление движения плит |

Рис. 2.29
Схема литосферных плит

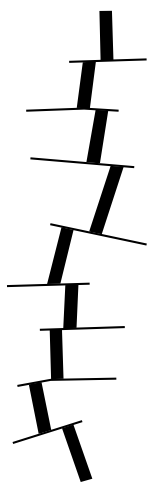
Рис. 2.30
Формирование подкоровых течений и конвективных круговоротов

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Субдукция – процесс погружения, подныривания одной плиты под другую. Как правило, ему подвержены океанические плиты (базальтовые). Зоны субдукции известны высокой сейсмической и вулканической активностью.

Зона Беньофа – плоскость одной из литосферных плит, расположенная под углом 45–55°, вдоль которой происходит субдукция (погружение). На этой плоскости находятся очаги землетрясений и вулканизма.

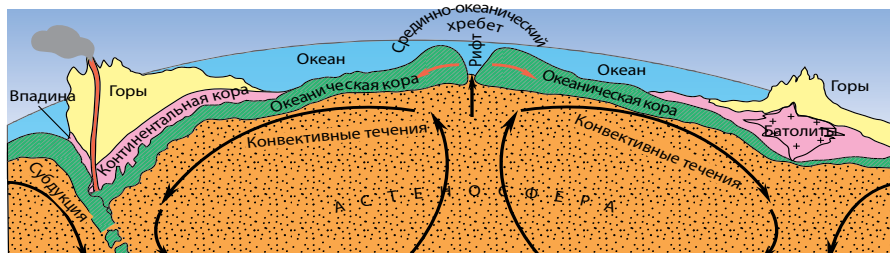
Рифт – крупная линейная впадина в земной коре, образующаяся в месте разрыва коры в результате её растяжения или продольного движения. Глубина достигает 1 000–3 000 м, протяжённость – от сотен до нескольких тысяч км. Рифты характерны для центральных частей срединно-океанических хребтов, хотя встречаются и континентальные рифты.



— Рифт
— Трансформный разлом

Рис. 2.31
Трансформные разломы

нисходящие ветви течений соединяются и, приобретая вид колец, формируют конвективные круговороты (рис. 2.30). Таким образом формируется замкнутый круговорот веществ в астеносфере.



Срединно-океанические хребты. Это крупнейшие структуры Мирового океана, отличающиеся высокой степенью тектонической активности. Они представляют собой вулканические цепи, состоящие из базальтовой лавы. Наиболее высокие их части, называемые *гребнями*, в некоторых местах появляются над поверхностью воды в виде островов. Эти структуры характеризуются активным вулканизмом и сильной сейсмичностью. Вдоль оси срединно-океанических хребтов располагаются узкие и глубокие *рифтовые долины*. На их дне выходит на поверхность в виде расплавленной массы вещество астеносферы (базальтовые лавы). Эти расплавы лавы откладываются по краям рифтовых долин, вызывая постоянное обновление земной коры и формирование новой океанической земной коры. В результате рифтовые долины резко отклоняются в разные стороны, обнажая боковые, т.н. *трансформные разломы* (рис. 2.31). Срединно-океанические хребты с рифтами называют хребтами *атлантического типа*. Со временем деятельность рифтовых долин прекращается вследствие заполнения их базальтовой лавой. Срединно-океанические хребты с отсутствующими рифтовыми долинами называются хребтами *тихоокеанского типа*.

Литосферные плиты, расположенные по сторонам рифта, под воздействием подкоровых течений и давления расплавленной базальтовой лавы из рифтов двигаются в горизонтальном направлении от оси рифта. Эти процессы, называемые *экспансией океанского дна*, протекают в Атлантическом океане. 200 миллионов лет назад этот океан имел форму расщелины, и Америка составляла единое целое с Европой и Африкой. В течение 160–200 миллионов лет литосферные плиты в Атлантическом океане преодолели расстояние 3 000–6 000 км (рис. 2.32).

Субдукция и столкновения (коллизия) литосферных плит. Подкоровые течения, достигая зоны океанических впадин, становятся нисходящими и погружают океаническую плиту под континентальную. Океаническая плита как более тяжёлая подныривает под континентальную, где постепенно поглощается астеносферой и где происходит её переплавление. Процесс погружения, или *субдукция* (рис. 2.33), осуществляется на наклонной плоскости, называемой *зоной Беньофа* (рис. 2.34). В этих областях отмечают сильное давление, связанное с субдукцией плит, как и выделение энергии, провоцирующее сильные землетрясения, очаги которых находятся на очень больших глубинах от поверхности земной коры (300–700 км). Океаническая плита, продвигающаяся со стороны рифта, сталкивается с континентальной плитой, перемещающейся

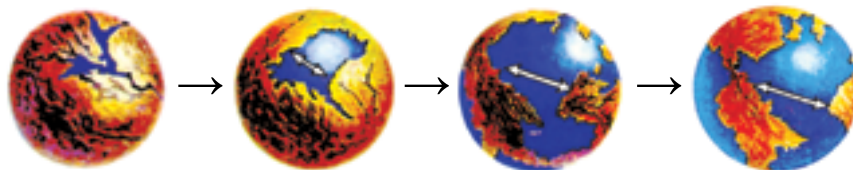


Рис. 2.32
Расширение дна Атлантического океана в течение геологического времени

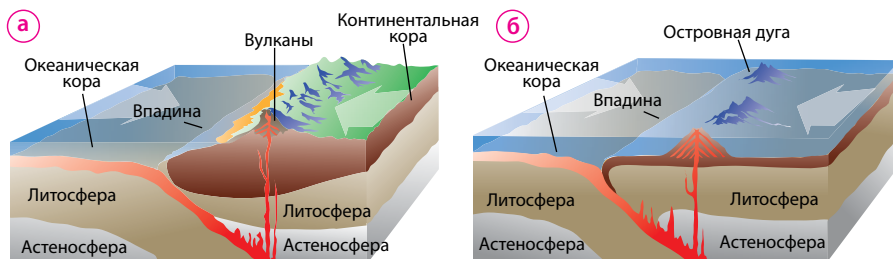
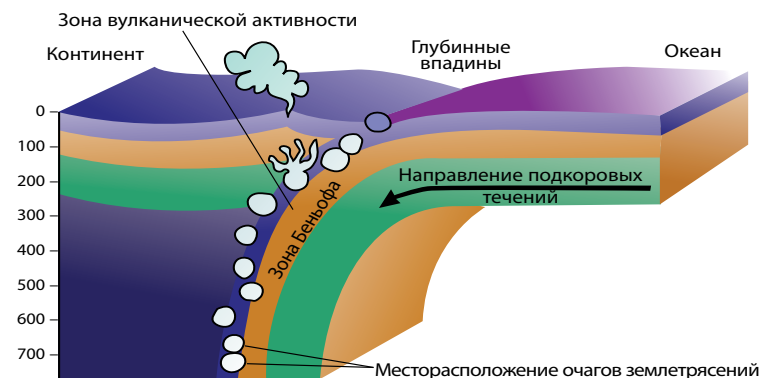


Рис. 2.33
Субдукция литосферных плит:
а) формирование вулканических гор
б) формирование островных дуг



ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ
Проанализируйте, сравнив рисунки 2.33 и 2.35, и определите сходство и различия между субдукцией и процессом столкновения (коллизии).

Рис. 2.34
Зона Беньофа

в противоположном направлении. Этот процесс носит название *столкновения (коллизии)* и сопровождается выделением большого количества энергии. В результате столкновения континентальная плита как более лёгкая покрывает океаническую. Континентальный край утяжеляется, слои горных пород сминаются в складки, образуя складчатые горные цепи. Коллизия происходит и в результате столкновения двух континентальных плит (рис. 2.35а).



Рис. 2.35
Коллизия литосферных плит:
а) столкновение двух континентальных плит
б) горы Гималаи, сформировавшиеся в результате столкновения Индийской и Евразийской плит

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- литосферная плита
- подкоровые течения
- столкновение (коллизия)
- субдукция
- зона Беньофа
- рифтовая долина
- хребты атлантического типа
- хребты тихоокеанского типа

2. Проверьте знания:

- Как образуются подкоровые течения?
- Какова роль подкоровых течений в формировании океанической земной коры и динамике литосферных плит?

- Что собой представляют срединно-океанические хребты?
- Каковы различия между срединно-океаническими хребтами атлантического и тихоокеанского типа?
- Каковы последствия процессов субдукции и столкновения литосферных плит для земной коры?

3. Выполните задания

- Составьте схему «Типы литосферных плит». Приведите примеры. Определите литосферные плиты на картосхеме и отметьте их на контурной карте.

4. Развивайте креативное мышление:

- Представьте себе долгосрочный сценарий смещения литосферных плит и его последствий для морфологического облика Земли. Аргументируйте.

6 Рельеф: общая характеристика, классификация рельефа

Общие характеристики

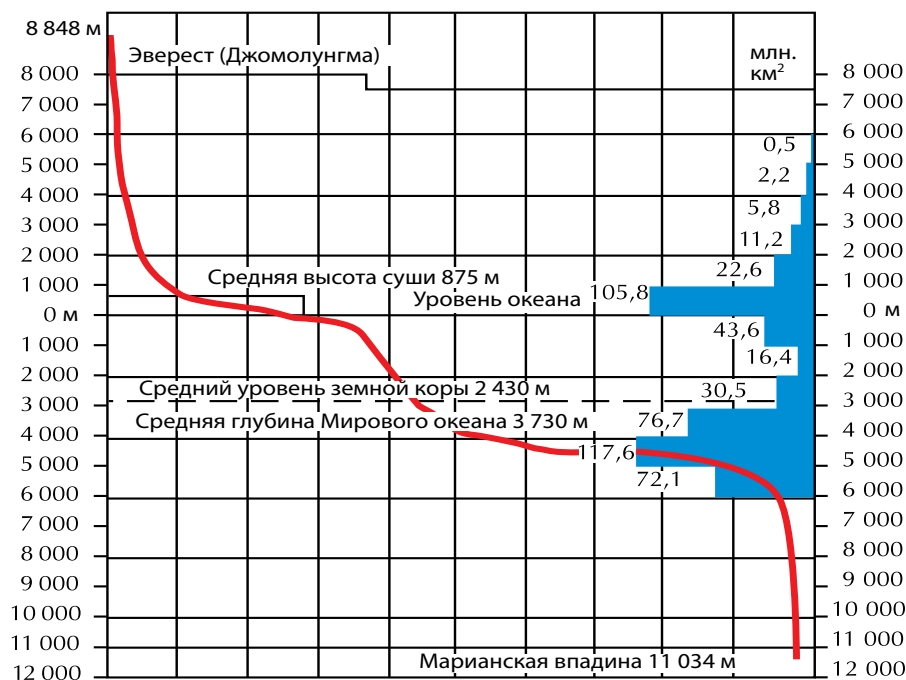
Рельеф – совокупность положительных и отрицательных неровностей поверхности земной коры, которые отличаются по внешнему виду, охвату территории, высоте, происхождению.

Гипсометрическая кривая Земли даёт наглядное графическое представление о характере распределения высот суши и глубин океанического дна. В отношении распределения высот суши и глубин океана можно выделить несколько гипсометрических уровней: *уровень гор, нагорий и высоких плоскогорий* (8 848–1 000 м), *плато, возвышенности и равнины* (1 000–0 м), *материковая отмель (шельф)* (0–200 м), *материковый склон* (200–3 000 м), *океанические платформы (абиссальные равнины)* (3 000–6 000 м), *глубоководные желоба* (6 000–11 516 м) (рис. 2.36).

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Выявите по гипсометрической кривой Земли уровни материкового и подводного рельефа.
2. Проанализируйте гипсометрическую кривую (рис. 2.36), используя алгоритм:
 - самая высокая точка суши;
 - самый глубокий океанический жёлоб;
 - разница между крайними значениями;
 - преобладающие уровни (ступени) материкового и подводного рельефа.

Рис. 2.36
Гипсометрическая кривая Земли



Классификация рельефа

Рельеф земной поверхности неоднороден и очень разнообразен. Для его классификации могут применяться различные критерии. Чаще всего рельеф **классифицируют по размеру и происхождению**. По размерам наивысшее положение занимают **планетные формы**: *океанические впадины и выступы материков*. Их появление определяется планетарными и космическими причинами. На планетарные формы рельефа накладываются **макроформы**, порождённые действием эндогенных факторов. На материках они представлены *горами, плоскогорьями, равнинами*, а в океанских бассейнах – *срединно-океаническими хребтами, абиссальными равнинами и глубоководными впадинами*. В пределах основных форм рельефа создаются **мезоформы** (*речные долины*) и **микроформы** (*овраги, карры*). Они возникают из-за действия экзогенных факторов. Классификация по генезису основана на причинах, факторах или процессах, которые создают рельеф (например, *вулканический, речной, эоловый* и т. д.).

7 Крупные формы рельефа материков и океанических бассейнов

Единицы рельефа суши

На поверхности суши различают разнообразные единицы рельефа, которые с учётом их свойств, размеров, морфологии, генезиса (происхождения) классифицируют на **горы, нагорья, плоскогорья, возвышенности и равнины**.

Горы – положительные (выпуклые) формы рельефа, возвышенные участки земной поверхности, круто поднимающиеся над окружающей территорией, сильно и глубоко расчленённые (с абсолютными высотами выше 800–1 000 м, глубокими долинами глубже 500 метров), *крутыми склонами* (часто более 20°–30°), неширокими *междуречьями* и хорошо выраженными вершинами. Горы встречаются в виде изолированных *вершин* (например, вулканическая гора – Килиманджаро), *горных хребтов*, которые простираются на десятки и сотни километров (Большой Кавказ), *горных систем* (Альпийско-Карпатско-Гималайская система и Скалистые горы, переходящие в Анды). Некоторые горные хребты имеют меридиональное или широтное направление, другие – радиальное направление с образованием единой горной системы (Карпатско-Балканская система). Сообразно разным геологическим эпохам различают *горы старые*, сформировавшиеся в байкальском (Енисейский кряж), каледонском (Скандинавские горы), герцинском (Уральские горы) орогенезах, и *молодые*, которые образовались в альпийский орогенез (Альпы, Карпаты, Кавказ, Пиренеи, Гималаи и т.д.).

Происхождение гор различно, но оно тесно связано с эволюцией земной коры. Таким образом, по генезису различают: **тектонические горы** (*складчатые, глыбовые и складчато-глыбовые*), **вулканические** и **смешанные**.

Складчатые горы сформировались в результате складкообразовательных движений и поднятий земной коры. Они характеризуются последовательностью антиклиналей и синклиналей разных размеров в сопровождении других структур (**рис. 2.37**). Представлены в виде горных цепей и систем, которые являются наиболее значительными горными сооружениями материков (Альпийско-Карпатско-Гималайская горная система).



Глыбовые (сбросовые) горы образуются в результате разрывных тектонических движений, а также поднятий и опусканий блоков земной коры. Эти горы представлены в виде отдельных выступов – *горстов* и впадин – *грабен*ов (**рис. 2.38**). Типичным примером является горный хребет Сьерра-Невада в Калифорнии. Глыбовые горы встречаются в Европе (Вогезы, Судеты, Гарц, Шварцвальд и др.) и в Азии (Западные Гаты, Восточные Гаты).

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Абсолютная высота – расстояние по вертикали от какой-либо точки на поверхности Земли до среднего уровня поверхности океана.

Относительная высота – превышение, разность абсолютных высот какой-либо точки земной поверхности относительно другой точки.

Междуречье – территория, расположенная между двумя речными долинами, включающая водораздельное пространство и склоны долин.

Крутизна склона – угол между горизонтальной плоскостью и поверхностью склона (в градусах).

Рис. 2.37
Складчатые горы

Вулканические горы (рис. 2.39) формируются в результате скопления большого объема пирокластических материалов (вулканический пепел, лапилли, шлаки, вулканические бомбы) и лавы, излившейся во время извержений вулканов. Они могут иметь вид изолированных вулканических конусов (Монте Нуово, Этна, Везувий) или вулканических горных цепей (горы Калиман, Джурджу, Харгита на территории Румынии).

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Мауна-Кеа на Гавайских островах – самая высокая вулканическая гора, её высота составляет 10 203 м от океанского дна, над уровнем океана она возвышается на 4 205 м.



▲ Рис. 2.38
Глыбовые горы



▲ Рис. 2.39
Вулканические горы

Смешанные горы (рис. 2.40) – результат складчатых и разрывных движений, они представлены чередованием складчатых структур, разломов и даже вулканических форм, образовавшихся в течение альпийского орогенеза.

Рис. 2.40 ►
Смешанные горы



Нагорья – обширные по площади участки земной поверхности, представляющие собой сочетание плоскогорий, горных хребтов и массивов, иногда чередующихся с широкими плоскими котловинами, плато и долинами (более 100 м), расположенные высоко над уровнем моря. Нагорья формируются в тектонически-подвижных областях современного горообразования (Тибетское, Иранское нагорья) (рис. 2.41).



▲ Рис. 2.41 Тибетское нагорье



▲ Fig 2.42 Кодринская возвышенность

Плоскогорье – обширный участок горного рельефа с абсолютной высотой до 1 000 м с преобладанием плоских или слабоволнистых водораздельных поверхностей. В состав плоскогорий могут входить плато. Наиболее крупные плоскогорья – Среднесибирское (Россия), Анатолийское (Турция).

Возвышенность – участок земной поверхности, характеризующийся приподнятостью относительно окружающего пространства (например, Валдайская, Среднерусская, Кодринская (рис.2. 42) возвышенности и др.). Условно возвышенность определяют как участок с абсолютной высотой более 200 м.

Холмы (холмогорья) – форма рельефа в виде небольшой возвышенности с абсолютными высотами до 800–1 000 м, округлой или овальной формы, с пологими склонами и слабо выраженным подножием. Встречаются по отдельности или в виде группы. Часто они сопровождают горные хребты, с которыми могут иметь общее происхождение (предгорье Карпат в Румынии). Холмы образуются и в результате сильной эрозии поверхности – на примере Плато Тырнавелор (рис.2.43). Чулукские увалы на территории Молдовы – маловысотная, но в значительной степени расчленённая возвышенность.

Равнины – участки поверхности суши, для которых характерны: небольшое колебание высот (до 200 м) и незначительный уклон местности, слабая расчленённость, широкие и относительно неглубокие долины (не более 75 м) (рис. 2.44). Равнины образовались путём накопления осадочных отложений, длительной эрозии и перекрытия старых платформ. Наиболее представительными и обширными равнинами являются: Восточно-Европейская, Западно-Сибирская, Амазонская, Месопотамская, Прикаспийская, Великая Китайская, Сахарские равнины. На территории Республики Молдова наиболее крупными равнинами являются: Нижне-Днестровская, Нижне-Прутская и Южно-Молдавская равнины – с интенсивным проявлением эрозионных процессов.

Равнинные рельефы занимают обширные площади суши, обеспечивающие благоприятные условия для населённых пунктов, транспорта, сельского хозяйства.



▲ Рис. 2.43
Плато Тырнавелор

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Западно-Сибирская равнина – самая плоская в мире, перепад высот между северной и южной крайними точками её составляет 100 м.



◀ Рис. 2.44
Равнина

Рельеф дна Мирового океана

Подводный рельеф в отличие от континентального является менее пересечённым и гораздо медленнее подвержен изменениям (Почему?). Он создан динамическими процессами в земной коре и динамикой океанических вод. Основными элементами рельефа дна Мирового океана являются: материковая отмель (шельф), материковый склон, абиссальные равнины, срединно-океанические хребты, глубоководные желоба (рис. 2.45).

Материковая отмель (шельф) является продолжением материка и тянется вглубь примерно до 200 м. Её поверхность, как правило, ровная, образует пологий склон (0,5°–1°). Эта низменная часть материка была затоплена водами океана после последнего ледникового периода.

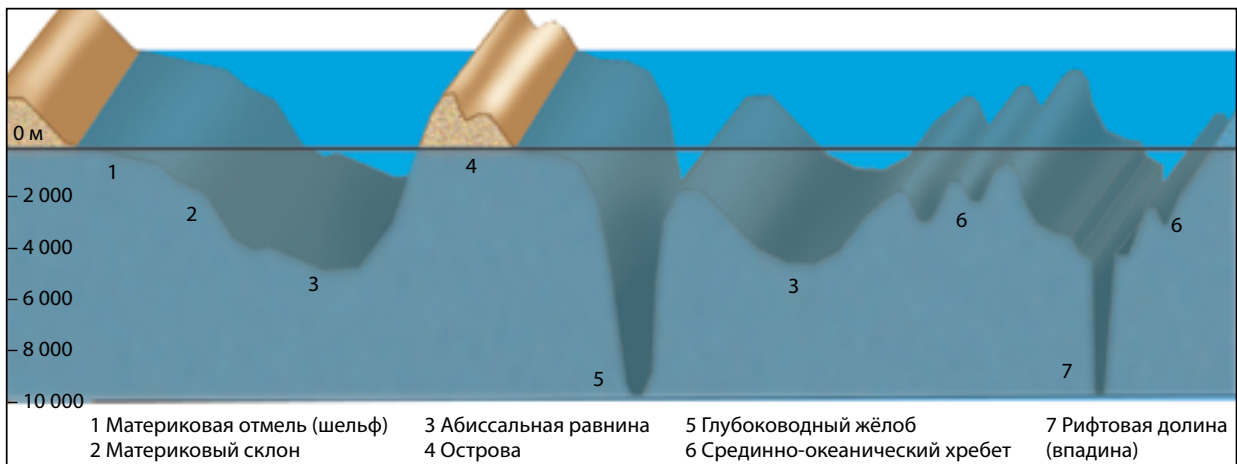
Материковый склон – переходная ступень между шельфом и ложем океана. Уклон поверхности – высокий (до 40°), охватывающий глубины от 200 м до 3 000 м.

Абиссальные равнины являются относительно плоскими поверхностями, которые составляют большую часть дна океанических бассейнов. Они могут располагаться на нескольких уровнях на глубине от 3 000 до 6 000 м, соответствуют океанической земной коре, покрыты морскими отложениями.

Срединно-океанические хребты являются наиболее впечатляющими элементами подводного рельефа океана. Они представляют собой горные хребты, которые возникают на границах литосферных плит. Могут достигать высот 2 000–3 000 м, иногда возвышаясь над водой в виде островов. *(Вспомните, какие бывают типы срединно-океанических хребтов).*

Глубоководные океанические желоба – вытянутые и узкие впадины длиной в тысячи километров, глубиной более 6 000 м, с очень крутыми склонами. Глубочайший жёлоб океана – Филиппинский – имеет глубину 11 516 м. Для зон глубоководных желобов характерны сильные землетрясения.

▼ Рис. 2.45
Рельеф дна
Мирового океана



ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- абсолютная высота
- расчленённость рельефа
- крутизна склона
- глубоководный жёлоб

2. Проверьте знания:

- Что такое рельеф земной поверхности?
- Какие формы рельефа различаются по размерам и генезису (происхождению)?
- Какова роль орогенических движений в изменении поверхности земной коры?
- Как влияет вулканизм на изменение поверхности земной коры?
- Какие существуют единицы рельефа суши?

3. Выполните задания

- Разработайте логическую схему, которая бы отражала «Классификацию рельефа земной коры».

- Определите на физической карте мира горные хребты различных направлений.
- Проанализируйте и сравните тектоническую и физическую карты и определите нагорья, плоскогорья, возвышенности, сформированные на платформах и в складчатых областях. Выявите их различия. Приведите примеры.
- Определите на физической карте мира самые глубокие желоба в каждом океане.
- Подпишите на контурной карте основные единицы рельефа на каждом материке.

4. Развивайте креативное мышление:

- Продолжите следующий сценарий. Каникулы. В путешествии. Различные формы рельефа радуют глаз путешественника. Хотелось бы посетить или отдохнуть ...

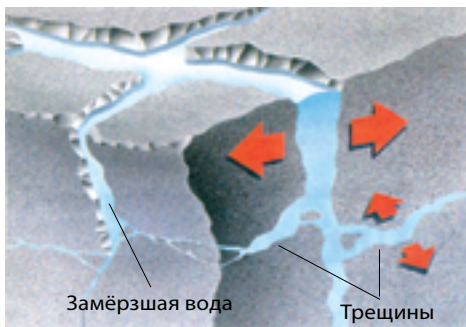
8 Экзогенные процессы и созданные ими типы рельефа

Экзогенные процессы

Поверхность земной коры изменяется под действием *экзогенных факторов* (текучих вод, вод морей, воздуха атмосферы, живых организмов и человека), существующих почти исключительно за счёт солнечной энергии, поступающей на Землю. Экзогенные факторы воздействуют на земную кору посредством: *эрозии, транспортировки и аккумуляции*, формируя разнообразные типы и формы рельефа.

Экзогенные процессы происходят под действием силы гравитации и в результате энергии, полученной извне. Они могут быть сгруппированы в три категории: *физические, химические и биохимические*.

Физические процессы определяются суточными и годовыми колебаниями температуры воздуха, переменным замораживанием и оттаиванием или увлажнением-высыханием, воздействием живых организмов. Разрушенные ими и измельчённые в результате выветривания продукты разрушения так и остаются на месте (рис. 2.46), формируя скопления т.н. «каменных морей».



КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Экзогенный фактор – сила, действующая на поверхность и верхнюю часть земной коры, источником которой являются солнечная энергия и всемирное тяготение.

Экзогенные процессы – совокупность процессов, протекающих под воздействием различных внешних факторов, формирующих земную кору.

Кора выветривания – рыхлый поверхностный слой горных пород толщиной до 90–100 м, образующийся в результате выветривания горных пород.

Рис. 2.46
Физическое выветривание горных пород

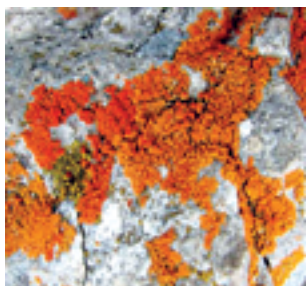
Химические процессы обусловлены химическими реакциями между минералами и горными породами земной коры с водой и химически высокоактивными газами (O_2 , CO_2 и т.д.). В результате этих процессов изменяются химические свойства горных пород и даже их состав, происходят изменения, известные как **химическое выветривание**. Наиболее распространённые химические процессы: *растворение, окисление (рис. 2.47), гидратация, карбонизация*. (Вспомните из курса химии, что происходит в результате этих химических процессов).

Растворение горных пород (гипса, известняка) под действием воды приводит к формированию *пещер, гротов* (см. *Карстовый рельеф*). В результате окисления железа, меди и других элементов горных пород образуются *оксиды и гидроксиды*.

В процессе гидратизации породы обогащаются молекулами воды. Например, *ангидрит* превращается в *гипс*, путём карбонизации образуются карбонаты, например, кальцит ($CaCO_3$).



Рис. 2.47
Химическое выветривание горных пород посредством окисления



▲ Рис. 2.48
Биохимическое выветривание горных пород

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Смещение грунтов – движение масс горных пород на склонах под воздействием силы гравитации.

Просадка (оседание) грунта – процесс перемещения грунта под собственным весом в водорастворимых или рыхлых породах.

Суффозия (от лат. suffossio – подкапывание, подрывание) – выщелачивание, вынос мелких минеральных частиц и растворимых веществ водой, фильтрующейся в толще горных пород.

Биохимические процессы. Организмы в процессе жизнедеятельности способствуют изменениям горных пород. Подобные превращения получили название *биохимического выветривания* (рис. 2.48). Биохимическое выветривание обусловлено физиологическими процессами организмов. Например, железобактерии окисляют карбонат железа, превращая его в *лимонит*; нитрифицирующие бактерии окисляют аммиак; в результате разложения органических остатков образовались некоторые органогенные породы (торф, уголь, нефть). Интенсивность процессов биохимического выветривания сильнее в регионах с тёплым и влажным климатом и хорошо развитым растительным покровом.

В большей степени продукты выветривания накапливаются на поверхности, формируя *кору выветривания*, которая является важным «поставщиком» строительных материалов (песка, глины, гравия) и полезных ископаемых (бокситов, железной руды, меди).

Гравитационные процессы и формы рельефа

Сила гравитации (сила тяжести) путём её прямого действия на массы горных пород на склонах является важным фактором в смещении грунтов и формировании рельефа. *Смещение грунтов*, называемое также *гравитационными процессами*, в значительной мере зависит от крутизны склона, его геологической структуры, степени увлажнения масс горных пород, обезлесения, чрезмерного выпаса, колебания из-за перегрузки склонов и землетрясений и т.д. В зависимости от степени увлажнения масс горных пород перемещения грунтов могут быть *сухими* и *влажными*. Основные сухие перемещения грунтов: *осыпи*, *обвалы*, *просадки*, *суффозия*, а к влажным перемещениям относятся *оползни*.

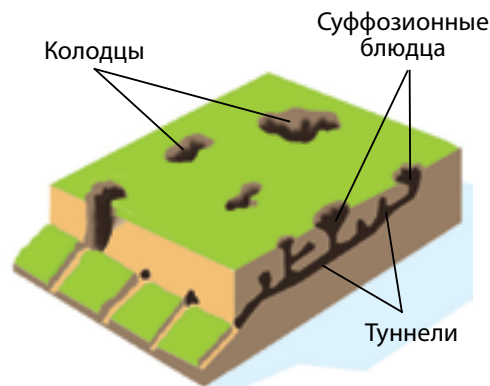
Осыпи представляют собой скопления обломков горных пород у основания и в нижней части крутых горных склонов, где формируется конус осыпи. Образуются в результате выветривания горных пород и быстрого скатывания обломков различной величины вниз по склону (рис. 2.49).

Обвалы – отрыв и падение, перемещение крупных обломков горных пород вниз по склону под действием силы тяжести. В горах могут обрушаться неустойчивые карнизы.

Просадки и суффозия развиваются в рыхлых породах, таких как *лёсс*, *супеси*, *суглинки*. Медленное движение подземных вод приводит к механическому выносу мелких частиц и растворению карбоната кальция в горных породах. Таким образом образуются *пустоты*, *галереи*, *туннели* небольших размеров, а на поверхности после уплотнения слоёв пород образуются *суффозионные блюдца*, *воронки* (рис. 2.50).



Рис. 2.49
Осыпь



▲ Рис. 2.50
Суффозия

Оползни представляют собой процесс смещения вниз по склону массы пород под действием силы тяжести. Часто возникают на склонах, сложенных чередующимися водопроницаемыми и водонепроницаемыми, пластичными (глинистыми) породами. Образованию оползней способствует поступление воды (долгие продолжительные дожди, медленное таяние снега) в водонепроницаемый слой. Тогда его поверхность становится скользкой и лежащие выше породы, особенно если они, пропитавшись водой, стали тяжелее, приходят в движение. Наступление оползня определяется причинами и условиями: *пересечённый рельеф, нарушение склона эрозией или подмывом реки, вырубка леса на склонах, чрезмерный выпас скота, землетрясения* и т.п. Оползни характеризуются множеством специфических элементов (**рис. 2.51**). Гравитационные процессы провоцируют деградацию земельных угодий, почв. Для предотвращения деградации склонов необходимо предпринимать эффективные меры: дренажные работы, облесение, поперечную распашку склонов, защиту их от техногенных воздействий и т.д.

▼ Рис. 2.51
Оползень



ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- эрозия
- физическое выветривание
- биохимическое выветривание
- просадка

2. Проверьте знания:

- Какие факторы относятся к экзогенным и как они влияют на преобразование земной коры?
- Какие экзогенные процессы проявляются в природе?
- Каковы причины возникновения гравитационных процессов?
- Какие формы рельефа возникают в результате гравитационных процессов?

3. Выполните задания

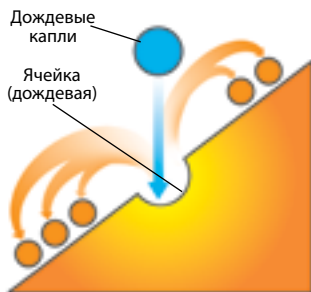
- Проследите за сезонными изменениями в процессах выветривания и изменения горных пород в своей местности. Объясните разницу

между физическим и биохимическим выветриваниями. Опишите их воздействие на горные породы.

- Проведите в своём населённом пункте исследования гравитационных процессов, отмечая:
 - типы происходящих гравитационных процессов;
 - условия и причины их возникновения;
 - эффективные меры для их предупреждения или остановки.

4. Развивайте креативное мышление:

- Продолжите следующий сценарий: *в своём населённом пункте мы наблюдаем рост оползней. Отслеживая немедленные или длительные, прямые или косвенные преобразования в отношении их воздействия на окружающую среду, мы задаёмся вопросом: что мы можем сделать, чтобы остановить этот рост?*



▲ Рис. 2.52
Плювиоденудация

Рельеф, созданный временными водотоками (водами атмосферных осадков)

Вода атмосферных осадков оказывает влияние на поверхностный слой земной коры посредством специфических процессов, таких как: **плювиоденудация, поверхностная эрозия, размывание и поверхностный сток, линейная эрозия.**

Плювиоденудация представляет собой процесс разрушения почвы ударами капель дождя, падающих на сухую, рыхлую, лишённую растительности поверхность, которые, рассыпаясь и ударяясь, образуют на ней **дождевые ячейки** (рис. 2.52). Дождевая вода, как и талая, формирует плоскостной сток, стекая со склонов и смывая верхний слой почвы или продукты выветривания. Этот процесс, называемый **поверхностной эрозией**, затрагивает обширные районы.

Размывание – это процесс механического разрушения горных пород земной поверхности под действием текущей по ней воды. Скатываясь по склонам и собираясь в небольшие ручейки, дождевая вода формирует дренажные канавки. При дальнейшем углублении (вследствие ливневых дождей или быстрого таяния снега) в результате **поверхностного стока и линейной эрозии** канавки перерастают в глубокие (до нескольких десятков сантиметров) и узкие **эрозионные борозды**, которые могут исчезнуть в периоды между дождями. Эрозионные борозды постепенно развиваются в **рытвины** или **промоины**, глубина которых обычно варьирует от 50 см до 2 м. Рытвины, развиваясь и в глубину, и в ширину, перерастают в **овраги** (рис. 2.53). Обычно глубина оврагов не превышает 2 м, но она может достигать и десятков метров, а в длину – нескольких километров.

Самыми современными формами рельефа, созданными водами временных водотоков, эрозией, транспортировкой и аккумуляцией, являются **лощины**, которые характеризуются **водосборным бассейном, каналом стока и конусом выноса** (рис. 2.54).

Формирование рытвин, оврагов, эрозионных борозд свидетельствует о разных стадиях деградации земель. Это требует незамедлительного вмешательства для восстановления баланса нарушенных земель и принятия таких мер, как охрана лесов и работы по лесовосстановлению, поперечная вспашка склонов и их террасирование, строительство плотин, дамб, осушение и т.д.



Рис. 2.53
Овраги



▲ Рис. 2.54
Лощина

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Флювиальная эрозия – эрозия, обусловленная водами рек.

Регрессивная (пятающаяся, отступающая) эрозия – эрозия, развивающаяся от устья к истоку реки, против течения.

Флювиальный (речной) рельеф

Постоянные водотоки, ручьи, реки оказывают важное воздействие на формирование земной коры, создавая определённый тип рельефа – **флювиальный.**

Речные долины. Основной формой рельефа как результата флювиальной эрозии является **долина**. Речная эрозия проявляется в виде **бокового, линейного или глубинного** (происходит расширение и углубление долины) и **регрессивного** (происходит выравнивание дна долины и перемещение порогов и водопадов вверх по течению).

Наряду с эрозией происходит перенос и аккумуляция (накопление) материала. Отложения, накапливаемые реками, называются *аллювием*. Аллювий может откладываться на дне долины, в пойме (во время наводнения) и в устье. Некоторые реки образуют огромные скопления аллювия в устьях, что приводит к образованию *дельт* – от начертания буквы Δ (дельта) греческого алфавита, кроме того, и на плане дельта напоминает конус в форме буквы Δ. Крупные, впечатляющие дельты образуют Волга, Дунай, Миссисипи, Нил, Лена.

Элементы речной долины. В поперечном профиле долины реки можно выделить ряд элементов, созданных эрозией и аккумуляцией: *русло реки, пойма, склоны с террасами* (рис. 2.55).



▲ Рис. 2.55 Элементы речной долины

Русло является самой низкой частью речной долины, по которой осуществляется речной сток. Для большинства рек характерна извилистость русла, образующего излучины, или меандры («меандр» – от названия реки Menderez в Турции). Со временем меандры, вследствие эрозии, могут увеличить кривизну, пространство между ними становится очень узким. Во время сильного наводнения водный поток, создавая новый путь – более короткий, может изменить русло, а бывший меандр остаётся изолированным от основной реки и превращается в *старицу* (рис. 2.56).

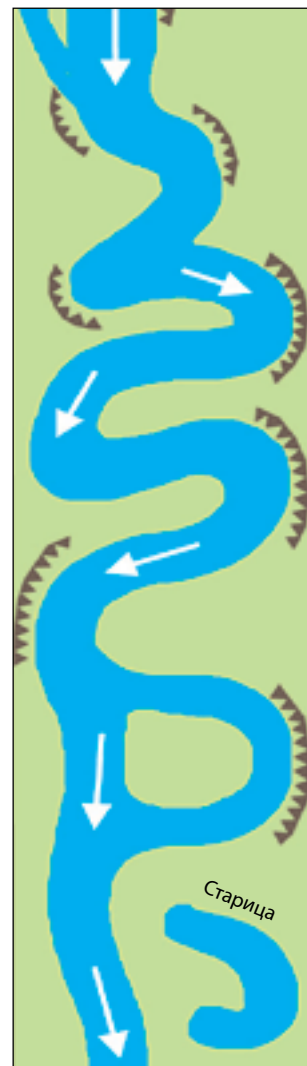
Пойма – часть речной долины, периодически затопляемая в половодье или во время паводков. Пойма сложена речными наносами (аллювием), приносимыми во время разлива реки.

Речные террасы – горизонтальные или слабонаклонные площадки на склонах речных долин, ограниченные уступами вдоль склонов. Они формируются вследствие углубления русла реки.

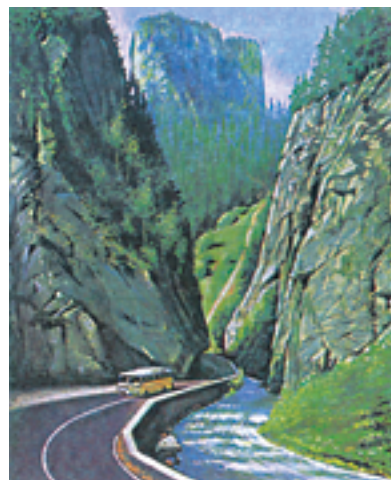
Типы речных долин. В зависимости от условий, в которых они сформировались, речные долины различаются по форме, размерам и т.д. По форме поперечного профиля различают долины *широкие* и *узкие, симметричные* и *асимметричные*. Широкие долины с трапециевидными или вогнутыми формами характерны для рек, протекающих по равнинам. Узкие долины встречаются в горных районах. Они пролегают в скальных породах. Различают следующие их типы: *теснины, каньоны* и *ущелья*.

Теснины (рис. 2.57) – очень узкие, с практически вертикальными, нависшими склонами, пойма отсутствует; распространены в массивах известняка (теснина Беказа – Восточные Карпаты).

Рис. 2.57 Теснина ►



► Рис. 2.56 Меандры. Образование стариц





Каньон – глубокая речная долина с очень крутыми, нередко ступенчатыми склонами и относительно узким дном, обычно занятым руслом реки (**рис. 2.58**). Эти долины формируются в областях с горизонтальным залеганием слоёв горных пород (Каньон Колорадо в США).

Ущелье – узкая глубокая долина с крутыми склонами, проложенная рекой в твёрдых породах. Ущелья образуются там, где реки пересекают горный хребет или высокие плоскогорья (ущелье реки Олт между Турну-Рошу и Козия, ущелье Дуная).

Рис. 2.58
Каньон

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Карст – совокупность форм рельефа, возникающих в процессе растворения горных пород. Этот термин происходит от названия плато Карст на полуострове Истрия.

Спелеология – наука о комплексном исследовании пещер.

Карстовый рельеф

Карстовый рельеф формируется в результате процессов, связанных с деятельностью поверхностных и подземных вод и выражающихся в растворении горных пород. Одной из широко распространённых в природе горных пород, которая относительно легко растворяется в воде, обогащённой CO_2 , является известняк. В этой связи чаще всего встречается и широко представлен известняковый, или карбонатный карст.

В результате растворения горных пород образуются впечатляющие формы рельефа как на поверхности – *экзокарст*, так и под землей – *эндокарст* (**рис. 2.59**). На поверхности земной коры образуются *карры* – форма рельефа в виде выровненных или извилистых рытвин (**рис. 2.60**), разделённых гребнями; *карстовые воронки* – понижения круглой или овальной формы различных размеров (**рис. 2.61**); *полья* – огромные понижения в несколько десятков километров в поперечнике, образовавшиеся в известковых массивах (**рис. 2.62**).

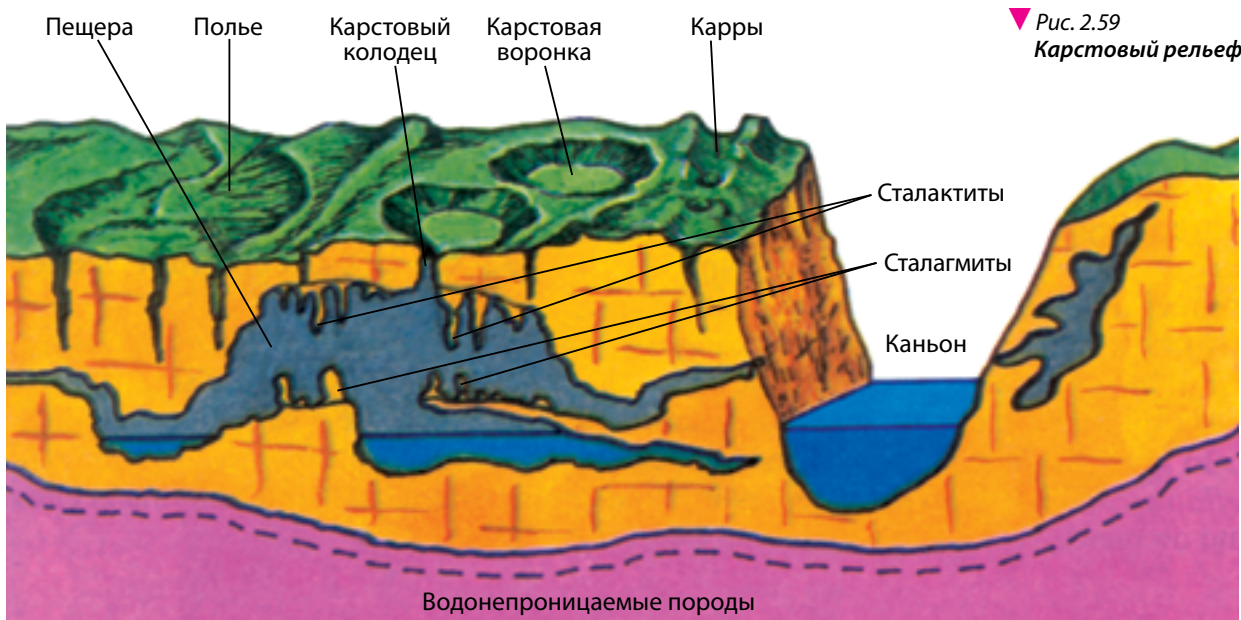


Рис. 2.59
Карстовый рельеф



▲ Рис. 2.60
Карры



▲ Рис. 2.61
Карстовая воронка



▲ Рис. 2.62
Полье

Среди эндокарстовых форм выделяются живописные карстовые колодцы и пещеры.

Карстовые колодцы – округлой или неправильной формы вертикальный участок хода, взаимодействующий с пещерой или подземными галереями (колодец Бергер в Исаре – во Франции, достигающий глубины 1 126 м; Эль-Сотано в Мексике – 410 м).

Подземные пещеры являются естественными полостями. Во многих пещерах на днищах, стенках или сводах образуются натёчные формы: *сталактиты* (свисают в виде сосулек с потолка), *сталагмиты* (поднимаются со дна), *сталагматы* (колонны, образующиеся при сращивании сталактитов и сталагмитов), *люстры*, *драпировки* и др. (Рис. 2.63)

Среди знаменитых пещер наиболее посещаемы туристами: система пещер Мамонтова-Флинт-Ридж (США); пещера Ветра (Румыния); Хёллох (Швейцарские Альпы).

Пещеры изучаются спелеологами. Некоторые из них используются в лечебных целях.



▲ Рис. 2.63
Пещера Медвежья
(Румыния, Восточные Карпаты)

Эоловый рельеф

Ветер, будучи очень динамичным экзогенным фактором, воздействуя на большие пространства, формирует определённый рельеф, который называют **эоловым** (Эол – имя бога ветра в древнегреческой мифологии).

Ветровая (эоловая) эрозия. Различные твёрдые частицы, переносимые ветром, действуют на земную кору посредством *эрозии* (*дефляции* и *корразии*), *транспортировки* и *аккумуляции*. Дефляция и корразия создают причудливые формы рельефа, названные по аналогии с похожими на них объектами: грибы, пирамиды, сфинксы, столы, столбы и т.д. (рис. 2.64).

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Корразия (от лат. *corrado* – скоблю, соскребаю) – процесс механической эрозии, обтачивания, истирания, шлифования и высверливания массивов горных пород движущимися массами обломочного абразивного материала, перемещаемого ветром.

Дефляция (от лат. *deflatio* – сдувание) – развевание, разрушение ветром горных пород и почв.



▲ Рис. 2.64 Причудливые эоловые формы рельефа

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Пустыня Намиб в Юго-Восточной Африке считается одной из древнейших пустынь в мире и в переводе с языка местных жителей означает «место, которого не существует».

В засушливых тропических районах, сложенных твёрдыми осадочными породами, из которых ветер развеивает и выносит тонкий материал, на поверхности остаются крупные камни и обломки. Эти территории называются **гамадами** (рис. 2.65).



Рис. 2.65
Гамады

Рис. 2.66
Дюны



Эоловая аккумуляция. Такой тип аккумуляции достигается в момент ослабления силы ветра или встречи препятствия на пути переносимого материала. Наиболее типичными формами эоловой аккумуляции в песчаных пустынях являются **дюны** (рис. 2.66). Дюны – холмы асимметричной формы с одним пологим и другим более крутым склонами. Они имеют различные размеры и перемещаются в направлении ветра (рис. 2.67). Формирование дюн возможно и на песчаных побережьях океанов, морей, озёр. Песчаные пустыни мира, покрытые грядами высоких дюн, называются: *эрги* – в Сахаре, *кумы* – в Центральной Азии, *нефуды* – на Аравийском полуострове.

Подвижные дюны, имеющие форму полумесяца или серпа, выпуклой стороной обращённые в ту сторону, откуда дует ветер, называются **барханами** (рис. 2.68).

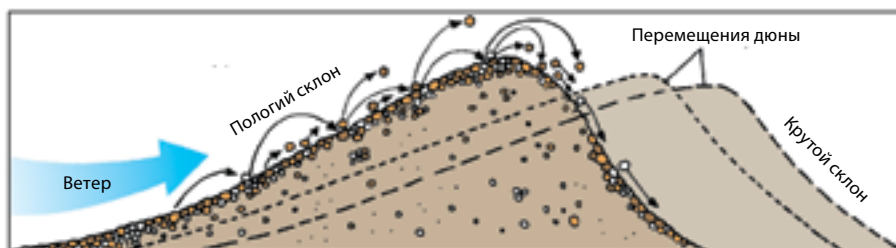


Рис. 2.67
Перемещение дюны



Рис. 2.68
«Поющий» бархан
(Казахстан)

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- карст
- карстовый колодец
- дюн
- спелеология
- дефляция
- бархан

2. Проверьте знания:

- Какие условия и факторы окружающей среды благоприятствуют созданию карстового рельефа?
- Какие пещеры на территории Молдовы вы знаете?
- В каких условиях окружающей среды формируется эоловый рельеф? Каковы специфические формы эолового рельефа?

3. Выполните задания

- Приведите примеры пещер.

- Опишите пещеру, которую вы посетили.
- Обозначьте на контурной карте самые крупные пустыни на Земле.

4. Развивайте креативное мышление:

- Объясните, почему в одних районах засушливых регионов образуются песчаные пустыни, а в других – каменистые. Как они называются и где встречаются?
- Продолжите следующий сценарий: *условия окружающей среды в песчаных пустынях – специфические и весьма сложные. Каких правил следует придерживаться в походе по пустыне? Какие вещи обязательно надо брать с собой?*

Ледниковый рельеф

Ледники образуются и сохраняются там, где средняя годовая температура воздуха ниже 0°C и объём выпавшего снега превышает его таяние. Существует два типа ледников: **горные** и **покровные**, производящие тройное действие – эрозию (**экзарацию**), транспортировку и аккумуляцию, которые создают специфичные формы рельефа.

Формы горно-ледникового рельефа. Горные ледники образуются только выше снеговой линии (около 5 000 м – на экваторе, 3 000 м – в умеренном поясе и около 0 м – за полярными кругами). Благодаря пластичности льда и пересечённому рельефу ледники начинают двигаться (течь), формируя поверхность земной коры. Последствиями эрозии являются созданные горными ледниками самые впечатляющие формы рельефа: **ледниковые цирки** и **долины** (рис. 2.69).



Ледниковый цирк – отрицательная форма рельефа, чашеобразное углубление в виде амфитеатра с крутыми, часто отвесными стенами (склонами) и сильно пересечённой местностью.

Ледниковая (троговая) долина (от нем. *trog* – корыто) – долина с корытообразным (U-образным) поперечным профилем, широким дном и крутыми вогнутыми бортами, которые связаны с выпахивающей деятельностью ледников.

Особый вид ледниковой долины – **фьорд** (рис. 2.70). Фьорды возникают в результате обработки ледником и последующего затопления морем речных долин и тектонических впадин, которые превращаются в узкие, извилистые и глубоко врезавшиеся в сушу морские заливы со скалистыми берегами. Встречаются на побережье Скандинавии, в Новой Зеландии, на полуострове Аляска. В зоне ледниковой аккумуляции основными формами рельефа являются **морены**, состоящие из несортированных разнородных обломков: остроконечных нагромождений, осколков горных пород, гальки, валунов, смешанных с песком и глиной.

Формы рельефа, созданные покровными ледниками. Покровные ледники в настоящее время занимают обширные площади в Антарктиде, Гренландии, Исландии, на Шпицбергене, северных островах Евразии. Формы рельефа, образовавшиеся в результате экзарации, транспортировки и аккумуляции, особенно заметны после отступления ледников в ледниковые периоды, известные в истории Земли. Ледниковые формы – доказательство существования древнего оледенения. Они встречаются в северных регионах Европы, Азии и Северной Америки.

Наиболее распространённые формы рельефа, созданные ледниковой эрозией – **фьельды**. Это платообразные вершинные поверхности, покрытые прочными, жёсткими скальными образованиями (т.н. «бараны лбы»). В результате накопления обломочного материала в теле ледника в процессе его движения, выпахивания ложа и последующего таяния образуются ледниковые отложения – конечные морены различной формы, которыми отмечены продвижение и отступление ледника. Они несут на себе большие каменные глыбы, называемые **валунами** (рис. 2.71).

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Ледниковый покров (покровный ледник) – огромные массы льда в форме полого купола, покрывающего некоторые районы полярных областей.

Экзарация (ледниковая эрозия) – эрозионное воздействие на земную кору движущегося горного или покровного ледника.

Валун – огромный обломок скальной породы, перенесённый покровными ледниками и отложившийся в регионах с иным петрографическим строением, чем та порода, из которой он произошел.

Рис. 2.69
Ледниковый цирк
Ледниковая долина



Рис. 2.70
Фьорд



Рис. 2.71
Валун

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Абразия – процесс механического разрушения и сноса горных пород в береговой зоне водоёмов (океанов, морей, озёр, водохранилищ) волнами и прибоем.

Лагуна – водоём, отделённый от моря узкой полосой намытого песка (пересыпью) или коралловыми рифами.



б



▲ Рис. 2.72 Береговой рельеф:
а) абразионный обрыв (клиф) и бенч
б) абразионная арка



▲ Рис. 2.73 Пляж



▲ Рис. 2.74 Лагуна

Береговой рельеф

Береговая зона включает в себя собственно берег (надводную часть), береговую линию и береговой склон (подводную часть шельфа). Она формируется при размыве волнами, приливами и морскими течениями надводного и подводного склонов. Волны, приливы и морские течения, воздействуя на береговую зону посредством **абразии, транспортировки разрушенного материала и аккумуляции**, создают два типа берегов: **абразионные** и **аккумулятивные**.

Формы рельефа абразионных берегов. Основными абразионными формами рельефа являются **абразионный обрыв** и **абразионная платформа** (рис. 2.72 а). Абразионный обрыв, или клиф – это вертикальный или почти вертикальный уступ, ограничивающий береговую террасу со стороны суши; образуется в результате интенсивных абразивных процессов. В его основании формируется волноприбойная ниша. По мере отступления клифа перед его подножием вырабатывается слабо наклонённая в сторону моря абразионная площадка-бенч, уходящая под уровень моря. В прибрежных районах с интенсивной абразией образуются **заливы, мысы, туннели, абразионные арки** (рис. 2.72 б).

Формы рельефа аккумулятивных берегов. Часть материала, образовавшегося при абразии, переносится и откладывается на периферии бенча, создавая таким образом подводную **аккумулятивную платформу**, сложенную из обломков породы. Другими формами аккумулятивного рельефа являются **пляжи, песчаные гряды, косы, стрелки** и др.

Пляжи представляют собой насыпи песка, морской гальки, гравия (иногда в смеси с остатками ракушечника), которые формируются как на низких берегах, так и на высоких абразионных берегах (рис. 2.73).

Песчаные гряды, косы, стрелки образуются вблизи берегов, на мелководье и в отсутствие приливов и отливов. Иногда прибрежные гряды (бары), вытянутые параллельно берегу, отделяют часть моря или залива, превращая её в **лагуны** (рис. 2.74), например, лагуны побережья Чёрного моря.

В других случаях устья некоторых рек, будучи изолированы от моря узкой полосой суши – пересыпью (косой), образуют **лиманы** (Днестровский, Бугский лиманы). Реки, переносящие огромное количество наносов и впадающие в моря, где отсутствуют приливы и отливы, образуют **дельты** вследствие отложения большого количества аллювия в устьях этих рек. Подобные крупные дельты формируются реками: Дунай, Волга, Миссисипи, Нил и др. В прибрежной зоне, где приносимые рекой наносы удаляются приливными движениями или морскими течениями, образуется воронкообразное устье реки, расширяющееся в сторону моря – **эстуарий** (например, у рек Обь, Енисей, Темза, Сена, Амазонка, Св. Лаврентия и др.).

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- покровный ледник
- экзарация
- абразия
- абразионный обрыв

2. Проверьте знания:

- Какие формы рельефа создают горные и покровные ледники?
- Какие формы рельефа создаются при абразии?
- Какие формы рельефа создаются морской аккумуляцией?

3. Выполните задания

- Определить на физической карте мира регионы, для которых характерны формы ледникового рельефа.
- Определите на физической карте материков северного полушария участки береговой линии, где сформировались дельты, эстуарии, лиманы.

4. Развивайте креативное мышление:

- Узнайте о ландшафте дельты Дуная. Представьте себе сценарий путешествия по дельте Дуная. Что конкретно вы хотели бы увидеть в этом природном заповеднике?

Биогенный рельеф

Живые организмы (как растения, так и животные) в комплексе с другими компонентами окружающей среды преобразуют земную кору, создавая специфичные формы рельефа.

Так, животные, обитающие под землёй, роя ходы, создают на поверхности такие формы микрорельефа, как *кратовины* и *бугры*. Другие формы биогенного рельефа: *муравейники*, в тропиках – *термитники*, достигающие высоты 5–15 метров (рис. 2.75).

Наиболее впечатляющими и зрелищными формами биогенного рельефа являются *коралловые постройки*, которые представляют собой скопления известковых скелетов колониальных организмов – коралловых полипов, обитающих в тёплых морях на небольших глубинах. Различают несколько видов коралловых построек: *береговые рифы*, примыкающие непосредственно к берегу, *барьерные* и *кольцевые рифы* (кольцеобразные рифы также называют *атоллами*).

Барьерные рифы образуются обычно параллельно берегу на континентальном шельфе. Самая крупная рифовая постройка этого типа – Большой Барьерный риф у восточных берегов Австралии протяжённостью около 2 000 км и шириной от 5 до 150 км (рис. 2.76).

Кольцевые рифы возвышаются над уровнем воды, образуя кольцевой остров, который окружает лагуну. Эти острова ещё называют *атоллами* (рис. 2.77). Они встречаются в морях Индонезии, в тропических зонах Тихого и Индийского океанов.



▲ Рис. 2.76 Большой Барьерный риф



▲ Рис. 2.77 Атолл

Антропогенный рельеф

Человек, используя передовые технологии, производит значительные изменения в земной коре, и это приводит к формированию специфичного – т.н. *антропогенного рельефа* (2.78). Различают непосредственное (прямое) воздействие человека на земную кору (создание котлованов, тоннелей, плотин, насыпей, терриконов, карьеров, антропогенных террас и т.д.) и косвенное, т.е. ускорение действия естественных факторов (путём вырубki лесов, чрезмерного выпаса, орошения, добычи полезных ископаемых и т.д.).

Антропогенные формы рельефа представлены обширными и разнообразными ландшафтами, среди которых выделяются:

- формы рельефа, образовавшиеся в результате добычи и переработки полезных ископаемых: *карьеры*, *котлованы*, *терриконы*, *курганы*;
- формы рельефа, возникшие в результате сельскохозяйственной деятельности: *ирригационные* и *дренажные каналы*, *антропогенные террасы на склонах*;
- формы рельефа, сформировавшиеся в результате строительства путей сообщения: *каналы*, *насыпи*, *тоннели*, *выемки*;
- формы рельефа, связанные со специальными сооружениями: *рвы*, *окопы*, *насыпи*, *мемориальные курганы*.

Преобразование рельефа человеком может носить конструктивный и деструктивный характер как на местном, так и на региональном уровне.

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Атолл – коралловый остров, имеющий вид сплошного или разорванного кольца, окружающего лагуну.



▲ Рис. 2.75
Термитник

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Террикон – отвал, искусственная насыпь, полученная в результате складирования отходов различных производств и пустых пород, оставшихся после добычи и обогащения руд.

Насыпь – антропогенный рельеф, полученный с целью поднятия грунта для прокладки путей сообщения. Насыпь похожа на небольшую дамбу выше уровня земли, на которой она построена.

Курган – холм, воздвигнутый в степи на ранних этапах развития человеческой цивилизации. Предполагается, что курганы – это усыпальницы древних вождей, государей или великих военачальников.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Тоннель Сэйкан (Япония) – самый длинный подводный тоннель в мире.
- Протяжённость маршрута 53,85 км, соединяющего Хонсю и Хоккайдо.



Суэцкий канал



Тоннель



Террикон



Курган-могильник

Рис. 2.78 ▲
Антропогенные
формы рельефа



▲ Траянов вал

Это интересно...

- На территории Республики Молдова сохранилось оригинальное сооружение – Траянов вал, общей протяжённостью около 200 км. Это следы древнего античного укрепления, построенного римлянами в первые века нашей эры.
- Впечатляющими антропогенными сооружениями являются судоходные каналы: Суэцкий канал длиной 161 км, шириной 80–135 м и глубиной 12 м; Панамский канал длиной 81,6 км, шириной 35,9 м, глубиной 125 м; Дунайско-Черноморский канал длиной 64,2 км, шириной 70–80 м, глубиной 7 м.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- атолл
- террикон
- карьер
- курган

2. Проверьте знания:

- Какие формы рельефа создаются под воздействием живых организмов?
- Как человек производит изменения в земной коре?
- Каковы антропогенные формы рельефа?

3. Выполните задания

- Определите на физической карте мира регионы формирования коралловых рифов. Приведите примеры коралловых архипелагов.
- Отметьте положительные и отрицательные аспекты антропогенного воздействия на земную кору в родном городе.
- Опишите антропогенные формы рельефа по алгоритму: форма рельефа (название), размеры

(длина, ширина, высота, площадь), степень сохранения, способ использования в деятельности человека.

- Сгруппируйте по категориям процессы и формы рельефа, распределив по отдельным колонкам: карры, пойма, пещера, корразия, оползень, дюны, клиф, долина, насыпь, суффозионная воронка, овраг, ущелье, сталактит, сфинкс, коса, карьер, пляж, каньон, экзарация, абразия, дельта, трог, конус выноса.

4. Развивайте креативное мышление:

- Представьте себе следующий сценарий. Ваш населённый пункт расположен на берегу реки Днестр. Во время наводнения большая часть поселения оказалась затопленной. Какие меры можно предпринять с целью защиты от наводнений? Что вы можете сделать, чтобы уберечь родной населённый пункт от стихии?

9 Стихийные процессы и явления в литосфере

Землетрясения

С давних времен существует множество свидетельств о сильных землетрясениях, вызывавших настоящие бедствия. Например, в 365 году город Александрия был разрушен мощнейшим подземным толчком. Землетрясение 1 ноября 1755 года силой 9–10 баллов по шкале Рихтера превратило Лиссабон в руины, около 60 000 человек погибли. Только в период с 1970 по 1980 год от землетрясений погибло более полумиллиона человек, а материальный ущерб составил более 20 миллиардов долларов.

Представленные ниже данные красноречиво иллюстрируют опасность землетрясений для человеческого общества.

- 26 декабря 2004 г. – землетрясение силой 9,1 балла у острова Суматра вызвало цунами, которое опустошило около десяти соседних стран и привело к гибели или ранениям более 220 000 человек.
- 8 октября 2005 г. – землетрясение в Пакистане и Индии нанесло серьёзный ущерб домам, школам, больницам, правительственным зданиям, дорогам на площади 25 000 км². Жертвами стали 50 000 погибших, 60 000 тяжелораненых, и 3 миллиона человек лишились крова.
- 12 января 2010 г. – на Гаити произошло землетрясение магнитудой 7,2 балла, в результате которого погибло более 200 000 человек и более 300 000 получили ранения.

Землетрясения во Вранче затрагивают предкарпатские территории в южной и восточной частях Румынии, а также территорию Республики Молдова. Сильные землетрясения происходили в 1929, 1940, 1941, 1942, 1948, 1952, 1959, 1977, 1986 и 1990 годах. Последнее катастрофическое землетрясение магнитудой 7,2 балла по шкале Рихтера произошло 4 марта 1977 года. 1 578 человек погибли (1 424 – только в Бухаресте), 11 300 получили ранения, а имущественный ущерб превысил 2 миллиарда долларов.

Извержения вулканов

Большую опасность для людей представляют извержения вулканов:

- *выбросы лавы (рис. 2.79);*
- *пирокластические потоки* – смеси лавы, вулканического пепла, обломков горных пород, паров и газов с температурами 600–1 000°C (рис. 2.80);



▲ Рис. 2.79
Блокировка улицы
потоками лавы



▲ Рис. 2.80
Сжигание больших лесных
массивов потоками лавы

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Стихийное бедствие – непредсказуемое природное явление (землетрясение, извержение вулкана, наводнение, цунами и т.д.), приводящее к гибели людей и значительному материальному ущербу.

Лавина – снежная масса, которая быстро перемещается по крутым склонам гор.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- За год в мире происходит более 50 000 землетрясений, в среднем около пяти землетрясений каждые пять часов.



▲ Рис. 2.81
Выпадение вулканического пепла



▲ Рис. 2.82
Помпеи – город, погребённый под слоем вулканического пепла

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Самый крупный и разрушительный оползень был зарегистрирован в провинции Ганьсу на севере Китая в 1920 году. Он был вызван землетрясением и унёс жизни около 1 800 000 человек.

- **выбросы вулканического пепла (рис. 2.81).** Во время извержения вулкана Пинатубо (Филиппины) в 1991 году слой раскалённого пепла толщиной более 1 м распространился в радиусе 30 км, затронув более одного миллиона человек. Извержение Везувия в 79 году погребло под пеплом три города и восемь деревень. В Помпеях (в 10 км от кратера) толщина пепла составляла 4–6 м (рис. 2.82);
- **газы, выбрасываемые вулканами,** вызывают удушье;
- **оползни** (во время извержения вулкана Невадо-дель-Руис в Мексике в 1985 г. поток грязи разрушил 4 500 домов и привёл к гибели 25 000 человек).

Извержения вулканов наносят значительный ущерб и материальные убытки большому количеству людей из-за близости жилья к подножиям вулканов. Их привлекает сюда интенсивное возделывание плодородных почв (особенно в тропических регионах). Около 200 000 человек погибли за последние 500 лет, более половины из них – в результате извержения трёх вулканов: Тамбора, Кракатау и Мон-Пеле.

Предотвращение и смягчение последствий извержений вулканов

Несмотря на то, что извержения вулканов непредсказуемы, человеческие и материальные потери от бедствий можно смягчить, внимательно наблюдая за этими регионами с помощью современных технических средств:

- составление карт вулканического риска, которые отображают районы с опасными явлениями во время извержений;
- разработка планов оповещения и быстрой эвакуации жителей из населённых пунктов, расположенных в радиусе действующих вулканов;
- строительство подъездных путей и заблаговременное обустройство мест приёма эвакуированного населения;
- строительство порогов и дамб вдоль путей отвода лавы.

Оползни

Есть много примеров оползней. Так, оползень в Норвегии в 1966 году затронул 30 населённых пунктов. Толчки, вызванные землетрясениями, ослабляют сцепление горных пород, вызывая массивные оползни и приводя к большим разрушениям. К примеру, землетрясение 4 марта 1977 г. активировало оползни в Карпатах и Предкарпатской дуге.

На территории Республики Молдова зарегистрировано более 16 000 оползней, наиболее пострадавшим районом является Центрально-Молдавская возвышенность. Выпавшее 11 мая 1985 года большое количество атмосферных осадков вызвало серию катастрофических оползней, в результате которых были разрушены дома и другие постройки в районах Теленешть и Орхей. В 1998 году в селе Леушень, Хынчешть, 360 домов были разрушены в результате оползней (рис. 2.83).



Рис. 2.83 ►
Дома, «унесённые в долину» (Леушень, оползень 1998 г.)

Крупные оползни, вызвавшие разрушение и повреждение зданий, улиц, имели место в 1967, 1970, 1973, 1981, 1985, 1997, 1998, 1999 годах. Ежегодно оползни причиняют ущерб в размере около 35 миллионов леев.

Предупреждение и смягчение последствий оползней:

- строительство дренажа, обеспечивающего охват источников с постоянным стоком;
- посадка лесозащитных полос из древесных пород с интенсивным испарением (ивы, тополя, ясени) на участках с плохим дренажем;
- регуляризация русел и укрепление берегов рек на оползневых участках, пострадавших от оползней;
- недопущение работ, снижающих устойчивость склонов (карьеры, раскопки, горные работы).

Лавины

В горах происходят снежные лавины (рис. 2.84). Альпийские страны в Европе (Швейцария, Австрия, Франция, Италия) относятся к числу наиболее пострадавших от лавин и ведут самые старые систематические наблюдения за этим явлением. Например, в Австрии и Швейцарии лавины приводят в среднем к 20–25 жертвам в год, но в некоторые годы их число превышает 100. В Румынии они также становятся причиной ежегодных жертв и материального ущерба, особенно в горах Бучедж и Фэгэраш, где наиболее развита туристическая деятельность.

Меры по предотвращению лавинной опасности:

- картирование участков схода лавин и составление карт рисков;
- использование специальных пушек для управляемого сбрасывания лавины. Некоторые пушки расположены вдоль железных и автомобильных дорог (Канада);
- оснащение горнолыжных склонов современными системами постоянного мониторинга состояния снежного покрова и оповещения в случае неминуемой опасности схода лавин (Альпы).



▲ Рис. 2.84
Снежная лавина

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- стихийное бедствие
- лавина

2. Проверьте знания:

- Что такое землетрясение?
- Как можно смягчить последствия извержения вулканов?
- Какие меры по предотвращению оползней можно предпринять?

3. Выполните задания

- Обоснуйте роль и значение земной коры и рельефа в природе и для человеческого общества.
- Проведите географическое исследование рельефа в своей местности по алгоритму: причина,

создавшая рельеф, тип рельефа, форма, степень устойчивости, степень деградации, использование в практических целях.

- Проведите наблюдения за охраной рельефа в своём населённом пункте и определите меры, предпринимаемые для этой цели.

4. Развивайте креативное мышление:

- Продолжите следующий сценарий: ваш населённый пункт расположен в районе с очевидной фрагментацией рельефа. После «чабанских» осенних дождей происходит усиление склоно-гравитационных процессов. Предотвращение и смягчение этих процессов может быть достигнуто путем: ...

10 Роль земной коры в природе и для человеческого общества

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Вулкан Бандай-сан (Япония) 15 июля 1888 года взорвался и поднял на высоту более 6 000 м облако пыли и газа. Извержение длилось два часа.

Земная кора оказывает существенное воздействие, как прямое, так и косвенное, на компоненты географической оболочки. Она непосредственно влияет на состав и физическое состояние тропосферы, некоторые особенности и характеристики гидросферы, живые организмы и даже на деятельность человека.

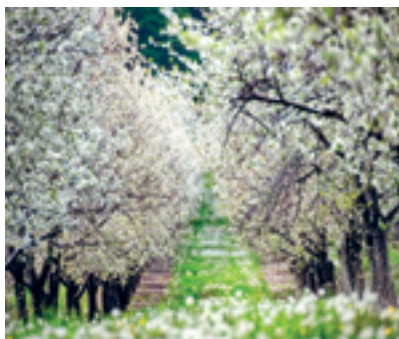
Земная кора осуществляет интенсивный обмен газами, водяным паром, твёрдыми частицами с тропосферой в процессе физического и химического выветривания, эоловых процессов и вулканизма. Во время извержения вулканов и в результате химического выветривания в тропосферу попадают различные газы, водяной пар, вулканический пепел и другие твёрдые примеси. Сильные ветры поднимают в воздух огромные массы пыли, которые переносятся на большие расстояния. Все эти продукты, достигая тропосферы, изменяют прозрачность, цвет, состав, термические свойства воздуха и играют роль ядер конденсации водяного пара.

Земная кора тесно связана интенсивным обменом веществ с гидросферой и влияет на некоторые её особенности. Так, даже разделение гидросферы на Мировой океан и внутренние воды предопределено планетарным рельефом. Некоторые особенности вод суши находятся в прямой зависимости от рельефа и состава земной коры, например, форма гидрографической сети, протяжённость рек и скорость их течения, форма и глубина озёр, наличие и размеры ледников, глубина, химический состав и степень минерализации подземных вод.

Косвенное воздействие земной коры на тропосферу и гидросферу проявляется через её рельеф. Горные хребты влияют на динамику тропосферы: устанавливают или меняют направление воздушных масс, определяют вертикальную зональность климатических условий. Отрицательные формы рельефа обуславливают инверсии температур. Подводные горные хребты изменяют направление глубоководных течений, влияют на циркуляцию водных масс в океанах.

Земная кора прямо или косвенно влияет на живые организмы. Она является опорой для растений и множества животных, а для некоторых даже средой их обитания.

Земная кора является важнейшим условием жизнедеятельности и средой обитания для человеческого общества. Так, равнины служат средством для развития сельского хозяйства, размещения населённых пунктов (рис. 2.85), а горы – для добычи полезных ископаемых, для пастбищ и др. Рельеф земной коры способствует и таким видам хозяйственной деятельности, как туризм (пещеры, каньоны, пляжи, коралловые рифы и т. д.).



▲▶ Рис. 2.85 Значение земной коры для человеческого общества



Атмосфера – газовая оболочка Земли, удерживаемая силой притяжения. Она сформировалась в процессе эволюции во взаимодействии с другими геосферами Земли. Атмосфера вместе с Землей вращается вокруг оси Земли, передавая свою форму нижним слоям эллипсоида, т. е. более плоскую на полюсах и более выпуклую на экваторе. В верхних слоях атмосфера уже не эллипсоидная, она имеет форму груши, что обусловлено влиянием солнечного ветра.

СОДЕРЖАНИЕ:

1. Состав и строение атмосферы
2. Солнечная радиация и её влияние на Землю
3. Температура воздуха. Вертикальное изменение температуры воздуха
Географическое распределение температуры воздуха
4. Атмосферное давление
Географическое распределение атмосферного давления
5. Ветер. Типы ветров и их значение
6. Влажность воздуха. Формы конденсации водяного пара
7. Атмосферные осадки. Географическое распределение атмосферных осадков
8. Воздушные массы и атмосферные фронты
9. Погода и прогноз погоды
10. Климат. Климатообразующие факторы
11. Климатические пояса. Типы климата
12. Климатические карты и климаграммы, используемые в описании климатического пояса (практическая работа)
13. Глобальное изменение климата
14. Стихийные метеоклиматические процессы и явления
15. Роль атмосферы в природе и для человеческого общества
Охрана атмосферного воздуха

1 Состав и строение атмосферы

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Гомосфера – однородный нижний слой атмосферы, простирающийся от Земли до высоты около 90 км, молекулярный состав основных компонентов которого (азот, кислород) не меняется.

Гетеросфера – неоднородный атмосферный слой, расположенный над гомосферой, в составе которого преобладают лёгкие газы, не имеющие однородности с точки зрения газовой смеси, оседающие в порядке возрастания веса элементов.

Аэрозоли – это система жидких или твёрдых частиц очень малых размеров, находящихся во взвешенном состоянии в газе или воздухе.

Состав атмосферного воздуха

Атмосфера представляет собой механическую смесь нескольких основных газов, в которой находятся во взвешенном состоянии жидкие и твёрдые частицы различного происхождения, называемые *аэрозолями*. К газам, составляющим атмосферный воздух, относятся: *азот и кислород*, небольшое количество *углекислого газа, аммиака и водяного пара*.

На земной поверхности атмосфера состоит из трёх основных категорий элементов: **постоянных, переменных и аэрозолей**.

Постоянные элементы – это газы, не меняющие своей процентной концентрации. Основные газы: азот (78%), кислород (21%) и аргон (0,93%). Азот и кислород составляют более 99%, остальные газы – около 1% (**табл. 3.1**).

Азот – это элемент, который не поддерживает жизнь, но при смешивании с кислородом снижает его окислительную силу, делая возможной жизнь на Земле. Он играет важную роль в питании растений и широко используется в химической и фармацевтической промышленности при производстве азотных удобрений, красителей и лекарств.

Кислород – самый важный газ, потому что он поддерживает жизнь и обладает свойством поглощать вредное ультрафиолетовое излучение. Количество кислорода существует в постоянных пределах, потому что потери через дыхание и реакции с другими элементами компенсируются вкладом растений в процессе фотосинтеза.

Переменные элементы. Они представляют собой количественные временные и пространственные вариации из-за естественных или антропогенных причин. Наиболее значимыми из них являются *углекислый газ* (0,02–0,03%), *озон* и *водяной пар*.

Двуокись углерода, или углекислота, является продуктом горения, но также возникает в результате биохимических процессов (дыхание, разложение органических веществ и извержения вулканов). Считается основным антропогенным парниковым газом. Колебания и изменение климата связаны с изменениями количества углекислого газа. Его концентрация уменьшается пропорционально высоте столба воздуха. Это очень важный газ для фотосинтеза растений.

Озон – сильный и очень токсичный окислитель, но он играет важнейшую защитную роль для жизни на Земле, потому что поглощает ультрафиолетовое излучение в нижних слоях стратосферы, где образует компактный слой. Истощение озонового слоя, появление «озоновых дыр» ставят под угрозу существование живых организмов на Земле.

Водяной пар попадает в атмосферный воздух в результате процессов испарения с поверхности Земли, физиологических процессов (дыхание и транспирация живых организмов) и извержений вулканов. Наибольшее количество водяного пара (4%) находится в экваториальной области, а наименьшее (0,1%) – в континентальных холодных областях. Водяной пар играет особенно важную роль в образовании осадков, поглощении инфракрасного излучения, испускаемого земной поверхностью, в усилении естественного парникового эффекта.

Аэрозоли представляют собой твёрдые, жидкие или газообразные взвеси природного или антропогенного, минерального (зола, дым, пыль, морская соль) и органического происхождения (микроорганизмы, семена и споры растений, их пыльца) в атмосферном воздухе.

Рис. 3.1
Форма нижних
слоёв атмосферы



Газ	Содержание в % от общего объема воздуха	Газ	Содержание в % от общего объема воздуха
Азот (N_2)	78,09	Криптон (Kr)	0,036
Кислород (O_2)	20,95	Водород (H_2)	0,036
Аргон (Ar)	0,93	Ксенон (Xe)	0,036
Углекислый газ (CO_2)	0,03 (варьирует)	Озон (O_3)	0,036
Неон (Ne)	0,036	Радон (Rn)	0,036
Гелий (He)	0,036	Водяной пар	0–4

1. Проанализируйте таблицу 3.1 и определите основные и переменные газы, входящие в состав атмосферного воздуха.
2. Рассчитайте процентное содержание каждой группы анализируемых газов в общем объеме атмосферного воздуха и постройте диаграмму.
3. Проанализируйте рисунок 3.1 и выясните, какая форма атмосферы для нижних слоев воздуха. Объясните причины такой формы. Какая форма атмосферы характерна для высших слоев?

Вертикальное строение атмосферы

Атмосфера неоднородна. В соответствии с рядом критериев, таких, как изменение температуры в зависимости от высоты, химический состав, электрическое состояние газов и строение вещества, атмосферу делят на пять концентрических оболочек: *тропосферу*, *стратосферу*, *мезосферу*, *термосферу* и *экзосферу* (рис. 3.2). Они разделены переходными слоями, где происходят резкие изменения температуры: *тропопауза* (между тропосферой и стратосферой), *стратопауза* (между стратосферой и мезосферой), *мезопауза* (между мезосферой и термосферой) и *термопауза* (между термосферой и экзосферой).

В **тропосфере** сосредоточено более 80% массы атмосферы. Толщина тропосферы колеблется в пределах 8–18 км (8–10 км на полюсах, 16–18 км на экваторе, 11–12 км на широте Республики Молдова). Воздух в тропосфере нагревается от поверхности Земли и, в зависимости от высоты, уменьшается в среднем на $0,6^\circ\text{C}$ на каждые 100 м. У верхнего предела тропосферы температура падает до -80°C на экваторе и до $-40 \dots -60^\circ\text{C}$ над полюсами. Практически весь водяной пар сосредоточен в тропосфере. В этом слое происходит образование облаков, осадков, ветра и т. д.

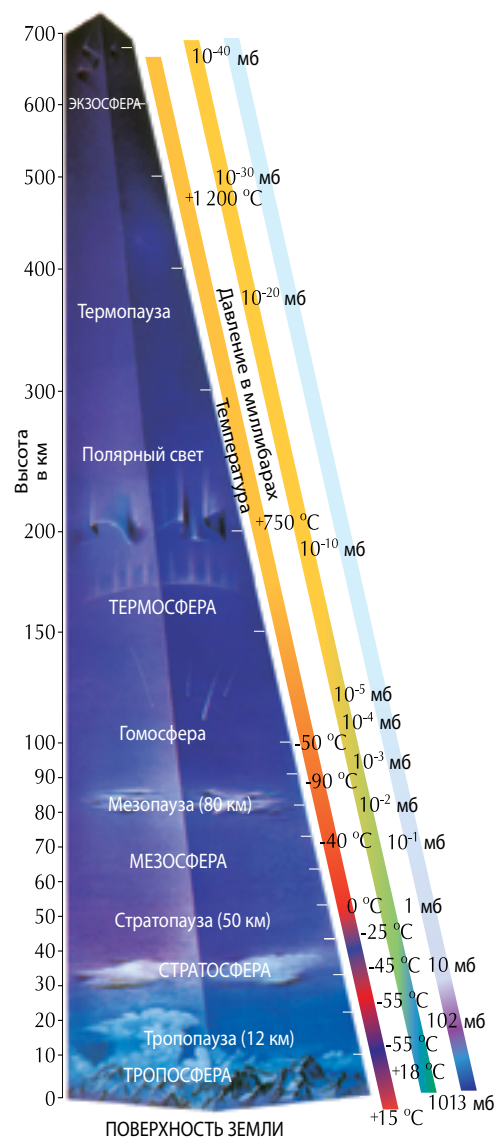
Стратосфера находится выше тропопаузы и простирается до высоты 50 км. У её основания стабильная температура ($-55^\circ\text{C} \dots -80^\circ\text{C}$), затем с высотой возрастает до среднегодового значения около 0°C . Предполагается, что это явление происходит из-за поглощения ультрафиолетового излучения озоновым экраном (между 20 и 40 км), иногда называемым **озоносферой**. Водяного пара в стратосфере ничтожно мало. Тем не менее, на высоте 20–25 км в высоких широтах иногда появляются перламутровые облака.

Мезосфера располагается над стратопаузой до высоты 80–85 км. Температура с высотой здесь падает до $-70 \dots -80^\circ\text{C}$. Воздух очень разреженный. На расстоянии 50–55 км находится вторая по величине концентрация озона.

Химический состав атмосферы Земли однороден до высоты 90 км и имеет молекулярную форму, поэтому эту часть называют **гомосферой**. На высотах выше 90 км начинается **гетеросфера**, которая не является однородной, происходит декантация (отделение) газов в порядке утяжеления веса элементов.

Рис. 3.2

Схема вертикального строения атмосферы до высоты 700 км.



ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Проанализируйте рисунок 3.2 и отметьте последовательность основных слоёв и переходных зон в вертикальной структуре атмосферы.
2. Проанализируйте график изменения температуры в атмосфере на рисунке 3.2 и определите, в каких слоях его распределение однонаправленное (увеличение-уменьшение).



▲ Рис. 3.3
Метеорологический радар

Термосфера располагается между 80–85 км и 800–1 000 км. Воздух крайне разрежен. Даже в нижних слоях термосферы плотность воздуха в 10 000 раз ниже, чем на поверхности Земли. Здесь температура поднимается до 1 100–1 600° С. Из-за крайне низкой плотности частиц эти температуры не ощущаются. В термосфере частицы находятся в ионном состоянии. Поэтому термосферу ещё называют **ионосферой**. В ней образуются полярные сияния.

Экзосфера – это внешний слой атмосферы, расположенный выше 800–1 000 км, состоящий из частиц газа, которые движутся с высокими скоростями, превышающими вторую космическую скорость (11,19 км/с). Экзосфера – это слой, в котором происходит потеря частиц газа в космосе.

Изучение атмосферы

С древних времён, возможно, с самого своего появления, человек стремится наблюдать за погодой. Долгое время наблюдения были чисто визуальными – они нигде не регистрировались. Только в XVII–XVIII веках начались инструментальные измерения температуры, давления, влажности воздуха, направления и скорости ветра. Постепенно появились первые метеорологические станции.

В настоящее время на поверхности Земли действует более 12 000 станций мониторинга погоды, образующих единую сеть. В труднодоступных местах используются автоматические средства регистрации и передачи метеорологических данных. В последние годы традиционные устройства контроля заменяются автоматическими метеорологическими станциями, работающими на датчиках.

Поверхность Мирового океана бороздят сотни метеорологических кораблей, оснащённых самой современной научной аппаратурой. Метеорологические станции предоставляют данные о состоянии атмосферы у земной поверхности.

Верхние слои до 30–40 км исследованы с помощью радиозондов (рис. 3.3). В исследованиях атмосферы широко используется авиазондирование. С его помощью могут выполняться прямые наблюдения за атмосферными явлениями наряду с инструментальными.

Стратосфера, мезосфера и термосфера изучаются посредством специальных метеорологических и геофизических ракет, которые поднимаются до 100–150 км и, соответственно, до 500–600 км. На больших высотах работают метеорологические спутники.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- гомосфера
- термосфера
- аэрозоли
- гетеросфера
- экзосфера
- озоносфера

2. Проверьте знания:

- Каков химический состав атмосферы?
- Какова роль газов O_2 , N_2 , CO_2 в атмосфере для природы?
- Какие факторы способствуют удержанию атмосферы вокруг Земли?

3. Выполните задания:

- Скопируйте следующую таблицу в тетрадь и заполните её.

Слои атмосферы	Границы	Общие характеристики (минимум две)
Тропосфера		
Стратосфера		
Мезосфера		
Термосфера		
Экзосфера		

- Нарисуйте схему вертикального строения атмосферы с разделением двух слоёв – гомосферы и гетеросферы.

4. Развивайте креативное мышление:

- По каким критериям были установлены основные вертикальные слои атмосферы? Какие существуют современные технические средства изучения атмосферы?
- Аргументируйте значение атмосферы для Земли.

2 Солнечная радиация и её влияние на Землю

Солнечная, земная и атмосферная радиация

Солнечная радиация. Лучистая энергия Солнца является основным источником для всех явлений и процессов, происходящих на поверхности Земли и в атмосфере. Если бы эта радиация отсутствовала, температура земной поверхности была бы близка к абсолютному нулю (-273°C). Радиация излучается Солнцем в виде спектра, охватывающего излучение волн различной длины. Для метеорологических явлений имеют большое значение *ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучения*.

Пересекая атмосферу Земли, солнечная радиация видоизменяется. У верхнего края атмосферы её интенсивность слабо колеблется и считается постоянной во всех точках. *Солнечная постоянная* – это количество энергии, получаемое от Солнца, измеряемое на верхней границе атмосферы Земли перпендикулярно к солнечным лучам, за 1 минуту на 1 см^2 . Солнечная постоянная (I_0) составляет $1,98\text{ кал/см}^2/\text{мин}$.

Солнечная радиация, исходящая непосредственно от солнечного диска и напрямую достигающая земной поверхности (нерассеянная, неотражённая, непреломлённая), называется *прямой солнечной радиацией* (S').

Солнечная радиация, проходя через земную атмосферу, претерпевает значительные изменения: одна её часть поглощается, другая – рассеивается или отражается. Солнечная радиация ослабляется из-за диффузии молекул газа и твёрдых частиц. Эта часть солнечного излучения называется *рассеянной радиацией* (D).

Рассеянная радиация ослабляет прямую солнечную радиацию. Более 25% потока солнечной радиации в атмосфере превращается в рассеянную радиацию.

Спектральный состав рассеянной и прямой солнечной радиации существенно отличается. В рассеянной радиации преобладает фиолетовое и синее излучения, что и объясняет голубой цвет ясного неба. Рассеянная радиация неба образует рассеянный свет, характерный для облачного дня. Из всей излучённой энергии, достигающей земной поверхности, прямая радиация составляет 62%, а рассеянная – 38%.

Сумма прямой солнечной радиации (S') и рассеянной (D), достигающей поверхности Земли, называется *суммарной солнечной радиацией* (Q).

Прямая и рассеянная солнечная радиация, частично отражённая земной поверхностью, представляет собой *отражённую радиацию* (R). Процентное соотношение отражённой и суммарной радиации называется *альбедо* (A). Альбедо указывает на отражательную способность подстилающей поверхности (табл.3.2).

Радиация излучения земной поверхности и радиация атмосферы. Земля, нагреваясь от солнечной энергии, сама становится источником излучения. Непосредственно от Земли нагревается атмосфера. Поток радиации, исходящий от земной поверхности к атмосфере, составляет *излучение земной поверхности* (E_t). Одну часть принятой энергии атмосфера передаёт обратно в космос, а другую возвращает Земле (рис. 3.4).

Радиация, полученная земной поверхностью от атмосферы, называется *атмосферным противоизлучением* (E_a). Если из количества энергии, излучаемой Землёй, вычесть атмосферное противоизлучение, получится *эффективное излучение* (E_e):

$$E_t - E_a = E_e$$

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

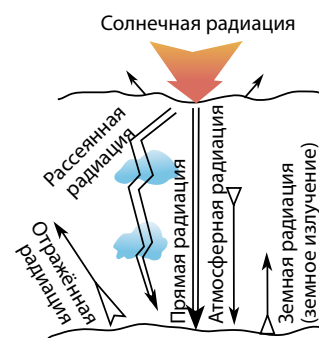
Актинометрия (радиометрия) – раздел метеорологии, который занимается изучением солнечной радиации, земной и атмосферной радиации в условиях, производимых атмосферными оболочками.

Актинометрические устройства – измерительные приборы для определения интенсивности видов солнечного излучения (актинометр, пиранометр и др., рис. 3.6).

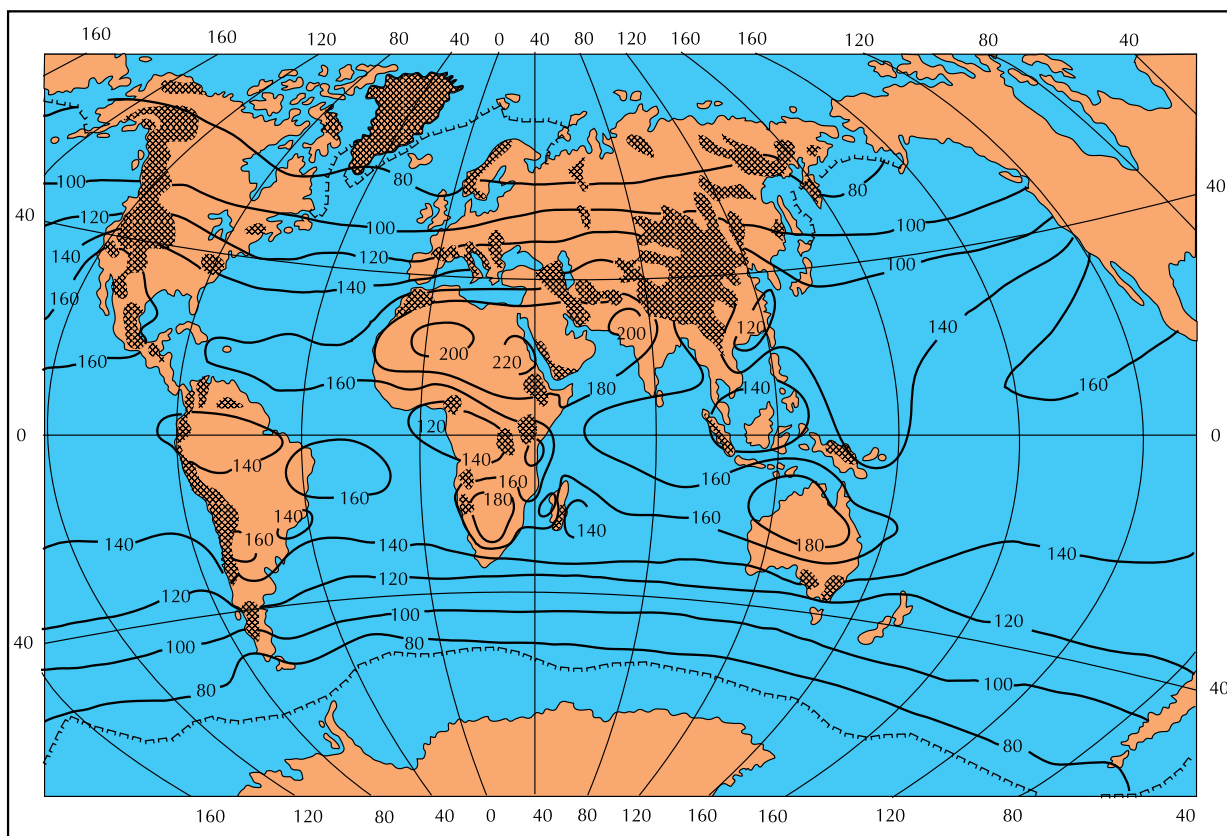
Альбедо – характеристика отражательных свойств поверхности: отношение потока солнечной радиации, рассеиваемого поверхностью, к потоку, падающему на неё. Выражается формулой:

$$A = \frac{R}{Q} \times 100\%, \text{ где}$$

A – альбедо, R – отражённая радиация, Q – суммарная радиация.



▲ Рис. 3.4
Составляющие
солнечной радиации



▲ Рис. 3.5
Распределение годовой
суммарной солнечной
радиации (ккал/см²)

Таблица 3.2

АЛЬБЕДО ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Подстилающая поверхность	Альbedo (%)	Подстилающая поверхность	Альbedo (%)
Свежевыпавший сухой снег	80–98	Зелёные пастбища	26
Чистый влажный снег	60–70	Угодья зерновых культур	10–25
Загрязнённый снег	40–50	Широколиственные леса	15–20
Морской лёд	30–40	Сухой чернозём	14
Облака	50–80	Влажная пашня	5–15
Пески пустынь	30–40	Водная поверхность	4–6
Сухая степь	20–30		

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Проанализируйте карту годового распределения суммарной солнечной радиации (рис. 3.5) и ответьте на следующие вопросы:

- Каков характер распределения суммарной солнечной радиации на земном шаре?
- Каковы её значения в полярных, умеренных, тропических и экваториальных областях?
- В каких широтах наблюдаются самые большие изменения значений суммарной солнечной радиации? Почему?
- В каких областях земного шара отмечаются максимальные и минимальные значения суммарной радиации?
- Какие факторы влияют на распределение годовой суммарной радиации?

Интенсивность эффективного излучения зависит от множества факторов: влажности воздуха, облачности, термической стратификации воздуха, высоты, физических свойств почвы, растительного покрова и др.

Известно, что прямая и рассеянная солнечная радиация совместно с атмосферным противозлучением приводят к нагреванию земной поверхности, а отражённая радиация и земное излучение – к её охлаждению.

Географическое распределение суммарной солнечной радиации. Географическое распространение среднегодового количества общей солнечной радиации (рис. 3.5) обусловлено географической широтой, прозрачностью атмосферы и облачностью.

Минимальные значения годовой суммарной радиации (60 ккал/см²/год) отмечаются в полярных регионах, а максимальные (> 220 ккал/см²/год) – в тропических регионах и выше, в средних и высоких широтах.

Между тропиками распределение радиации претерпевает значительные изменения, особенно в области субтропических антициклонов, где проявляются указанные значения; до 220 ккал/см²/год – в пустынных регионах Африки, на Аравийском полуострове с их низкой облачностью; и значительно меньшей в экваториальной зоне из-за высокой облачности. Такое же снижение годовой радиации проявляется в регионах с муссонной циркуляцией из-за сезонного изменения режима облачности (Юго-Восточная Азия) и в регионах с усиленным циклоногенезом (северная часть Тихого и Атлантического океанов).

Влияние солнечной радиации на Землю

Лучистая энергия, исходящая от Солнца, является основным источником всех явлений и процессов, происходящих на поверхности Земли и в атмосфере. Если бы это излучение отсутствовало, температура земной поверхности была бы близка к абсолютному нулю 0° K (–273° C).

Земля и её атмосфера получают в среднем $1,37 \times 10^{24}$ калорий в год, что составляет две миллиардных доли всей солнечной энергии. Остальные источники энергии (энергия звёзд, планет и внутренняя энергия Земли) незначительны по сравнению с солнечной энергией. Для сравнения сообщим: солнечная энергия, полученная на Земле всего за полтора дня, эквивалентна количеству энергии, произведённой всеми электростанциями мира за год. Различные преобразования этой энергии способствуют появлению облаков, осадков и т. д.

Солнечная энергия, достигающая поверхности Земли, является главной движущей силой глобального климата. Она определяет тепловой режим почвы и воздушного слоя на её поверхности; влияет на процесс испарения, появление облаков, атмосферных осадков и т. д., она также обуславливает жизненные процессы живых организмов.

Фотосинтез – основной процесс у растений, посредством которого на основе солнечной энергии на Земле вырабатывается кислород, необходимый для дыхания. Процесс фотосинтеза – главный элемент цикла, который определяет производство зелёных растений и обеспечивет жизнедеятельность всего живого мира – от бактерий до человека.



▲ Рис. 3.6
Актинометрические устройства:
а) пиранометр – прибор для измерения солнечной радиации
б) гелиограф – прибор для регистрации продолжительности яркости Солнца

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- прямая солнечная радиация
- суммарная солнечная радиация
- рассеянная солнечная радиация
- альбедо

2. Проверьте знания:

- Почему в дни с сильным Солнцем лучше носить светлую одежду?
- Каков характер распределения суммарной солнечной радиации на Земле? Используйте карту (рис. 3.5).

3. Выполните задания:

- Рассчитайте альбедо для различных активных поверхностей в таблице, если известно значение суммарной солнечной радиацией (Q) и значение отражённой радиации (R). Используйте формулу:

$$A = \frac{R}{Q} \times 100\%$$

Почва	Q = 3,63 j / (см ² /мин) R = 0,79 j / (см ² /мин)	A – ?
Песок	Q = 5,15 j / (см ² /мин) R = 1,55 j / (см ² /мин)	A – ?
Снег	Q = 3,52 j / (см ² /мин) R = 2,47 j / (см ² /мин)	A – ?

4. Развивайте креативное мышление:

- Аргументируйте на нескольких примерах утверждение: Молдова – солнечный край.
- Объясните, почему масса атмосферы на 97% сконцентрирована на высоте около 29 км, после чего она становится разреженной.

3 Температура воздуха. Вертикальное изменение температуры воздуха

Географическое распределение температуры воздуха

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Конвекция – медленное вертикальное движение воздуха, вызванное неравномерным нагревом её нижних слоёв.

Турбулентность – хаотическая система движения воздуха в виде вихрей и токов.

Суточная амплитуда температуры воздуха – разница в градусах между максимальным и минимальным значением температуры воздуха в течение суток (24 часа).

Годовая амплитуда температуры воздуха – разница в градусах между средней температурой самого тёплого и самого холодного месяцев в году.

Процессы нагревания и охлаждения воздуха

Солнечная радиация является основным источником тепла для поверхности Земли и атмосферы. Солнечная радиация, преобразованная подстилающей поверхностью в тепло, передаётся атмосферному воздуху посредством *молекулярной теплопроводности, турбулентности, адвекции, фазовых превращений воды* (рис. 3.7). Эти процессы приводят к нагреванию *атмосферного воздуха*.

Посредством *молекулярной теплопроводности* небольшое количество тепла передаётся от молекулы к молекуле, от земной поверхности воздуху, который контактирует с ней, потому что воздух обладает чрезвычайно низким коэффициентом теплопроводности. Путём теплопроводности нагревается очень тонкий слой воздуха толщиной до 4 см.

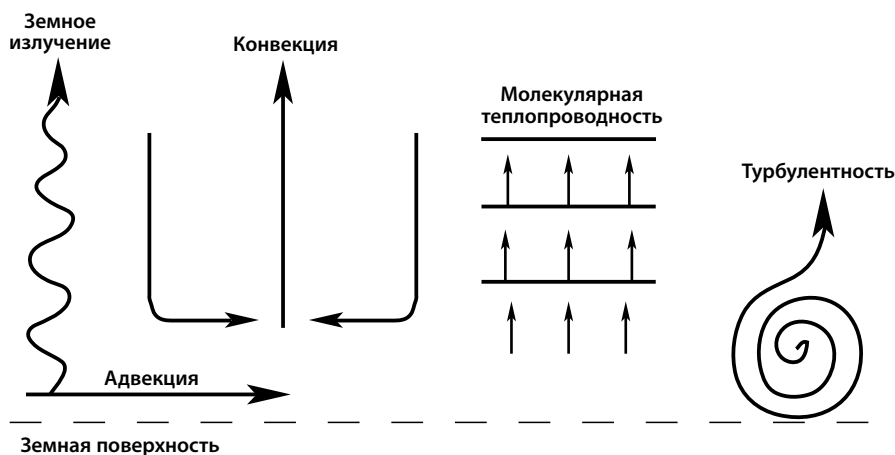
Тепловое излучение, испускаемое земной поверхностью, способствует нагреванию воздуха в большей степени, чем молекулярная теплопроводность. Радиационным теплом нагревается первый слой воздуха в непосредственной близости от Земли, от которого тепло также передаётся верхним слоям посредством излучения.

Конвекция – это процесс вертикальной передачи тепла посредством воздушных потоков. Он может быть тепловым и динамическим. Конвекция – это важнейший вертикальный перенос тепла в тропосфере от нижних, более тёплых, к верхним, более холодным слоям воздуха через так называемые *конвективные ячейки*. В атмосфере конвекция обуславливает появление облаков.

Атмосферная турбулентность – это смесь воздушных масс с различными тепловыми характеристиками, возникающая в результате неупорядоченного движения воздуха в виде вихрей. Турбулентность также может быть тепловой и динамической.

Адвекция – это горизонтальное движение воздуха. Горизонтальное перемещение более тёплого или холодного воздуха может привести к увеличению или понижению температуры на местном уровне.

Рис. 3.7 ►
Процессы, определяющие нагревание атмосферы



Преобладает нагрев атмосферы за счёт *конвекции, атмосферной турбулентности и адвекции. Фазовые превращения воды* – ещё один процесс, который способствует обмену калорий между почвой и воздухом. При конденсации водяного пара выделяется тепло (около 600 калорий для превращения одного грамма воды).

Охлаждение, как и нагрев атмосферного воздуха, происходит за счёт излучения, адвекции и фазовых превращений воды (испарение). Испарение воды происходит с расходом тепла (около 600 калорий на превращение одного грамма воды в пар), и в результате воздух охлаждается.

Вертикальные колебания температуры воздуха

В тропосфере температура воздуха понижается с высотой в соответствии с *вертикальным термическим градиентом*. Вертикальный термический градиент – это значение в градусах, на которое изменяется температура воздуха с высотой (по вертикали) каждые сто метров. В тропосфере среднее значение вертикального термического градиента равно $0,6^{\circ}\text{C} / 100\text{ м}$. Снижение температуры на высоте происходит в основном из-за удалённости от активной поверхности.

В некоторых случаях температура воздуха не меняется с высотой и вертикальный термический градиент равен нулю. Такое явление называется *изотермией*. Иногда температура воздуха возрастает с высотой и происходит *термическая инверсия*, а более тёплый слой воздуха сверху называется *инверсионным слоем*.

Вертикальное движение воздуха и, следовательно, его стабильность или нестабильность зависят от вертикального распределения температуры, соответственно от термической стратификации атмосферы.

Изменение температуры воздуха во времени

Температура воздуха не является постоянной величиной, но изменяется во времени и пространстве, что является косвенным следствием потока солнечной радиации на поверхность Земли (**рис. 3.8**). Временные изменения могут быть *периодическими*, а именно *суточными* (дневными), и *годовыми*, а также *непериодическими* или *случайными*.

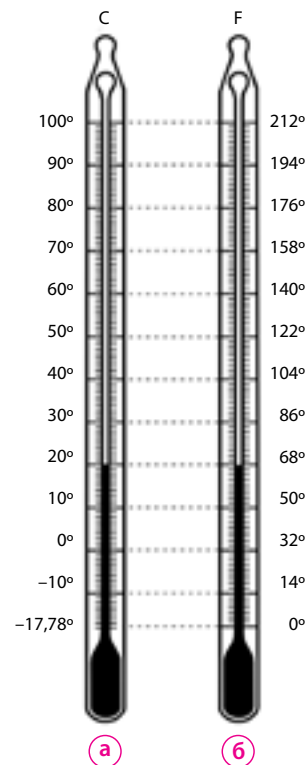
Под *дневными*, или *суточными* колебаниями понимается изменение температуры воздуха в течение 24 часов. Оно имеет простое колебание с максимумом и минимумом. Максимум происходит после прохождения полуденного Солнца, с 14 до 15 часов. Учитывая, что температура воздуха постоянно меняется, обычно используются средние значения. *Средняя дневная температура* рассчитывается как среднее значение показаний, регистрируемых каждые 3 часа, т. е. 8 измерений за 24 часа. *Среднемесячная температура* рассчитывается на основе среднесуточных значений соответствующего месяца, а *среднегодовая* – на основе среднемесячных значений соответствующего года.

Важной особенностью суточного хода температуры воздуха является суточная амплитуда температур, то есть разница между минимальным и максимальным значением температуры в течение 24 часов.

Разница между средними значениями самой высокой и самой низкой температуры воздуха представляет собой *среднегодовую амплитуду температуры воздуха*, а разница между абсолютными значениями представляет собой *абсолютную годовую амплитуду температур*.

Географическое распределение температуры воздуха

Изменение температуры воздуха по горизонтали в нижней тропосфере зависит от прогрева земной поверхности за счёт потока солнечной энергии, значение которой уменьшается от экватора к полюсам.



▲ Рис. 3.8
Температурные шкалы:
а) Цельсия
б) Фаренгейта

Единицы измерения, используемые для измерения температуры воздуха:

- градус Цельсия: $^{\circ}\text{C}$
 - градус Фаренгейта: $^{\circ}\text{F}$ (используется в ряде англоязычных стран)
 - градус Кельвина: K
- $$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} \times 1,8 + 32$$
- $$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$$

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Проанализируйте рисунок 3.9–3.11 и выделите закономерность распределения температур воздуха (в январе, июле и за год)

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Средняя годовая температура на земном шаре составляет $14,3^{\circ}\text{C}$. В северном полушарии $15,2^{\circ}\text{C}$, а в южном $13,3^{\circ}\text{C}$. Максимальные средние значения регистрируются вдоль параллели 10° северной широты (так называемого термического экватора). В день летнего солнцестояния в северном полушарии тепловой экватор находится на 20° северной широты.
- Летом северное полушарие теплее южного на $1,6^{\circ}\text{C}$, потому что площадь суши в нём больше. Зимой в северном полушарии холоднее, чем в южном, по той же причине.
- Западная часть океанов теплее восточной из-за тёплых течений, повышающих температуру воздуха.

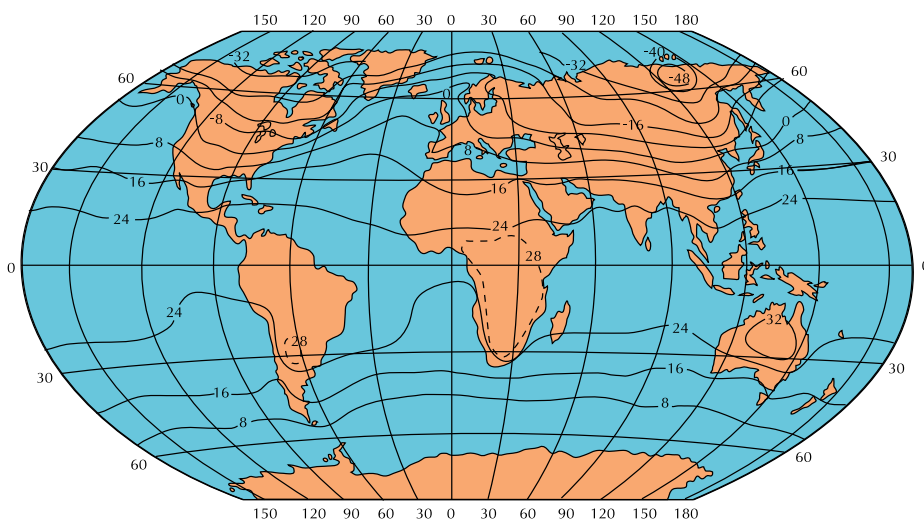
Рис. 3.9 ►
Средняя температура воздуха в январе ($^{\circ}\text{C}$)

Для характеристики географического распределения средних температур используются карты изотерм января и июля и карты годовых изотерм.

Карта изотермы января. Анализ этой карты (рис. 3.9) выявляет следующее: в северном полушарии с высокой степенью континентальности поверхность суши интенсивно охлаждается по сравнению с океанами, которые остаются более тёплыми. На материках изотермы – более густые и выгнутые, они отклоняются к югу, а над океанами – более редкие и равномерные, изогнутые к северу. Самые низкие температуры регистрируются на северо-востоке Азии, в районе Верхоянска и Оймякона, где средняя температура января составляет -50°C . Другая холодная область расположена на высоком ледяном плато в Центральной Гренландии со средней температурой -47°C . Географическое положение этих очагов холода ясно подчеркивает роль физико-географических факторов.

В южном полушарии изотермы имеют более плавный, равномерный ход – почти вдоль параллелей. Вблизи материков они изгибаются к югу из-за сильного нагревания суши в течение антарктического лета. В южной части каждого материка возникает термический максимум, где средние температуры колеблются между 28° и 32°C . Изотермы демонстрируют, что самые высокие средние температуры января регистрируются в южном тропическом поясе (Калахари – Африка, Центральная Австралия) из-за того, что Солнце находится в зените над тропиком Козерога.

В Антарктиде в январе температуры остаются низкими. Средняя температура составляет около 0°C в прибрежных районах и опускается до $-30^{\circ}\dots -35^{\circ}\text{C}$ вокруг полюса.



Карта изотерм июля. Анализ этой карты (рис. 3.10) позволяет отметить сильное нагревание материков в северном полушарии, особенно в тропических и субтропических широтах, где наблюдаются средние температуры выше 40°C (северо-запад Сахары).

Летом в северном полушарии изотермы более разреженные, чем в январе. Северные материки сильно нагреваются, изотермы отклонены к полюсу как в Северной Америке, так и в Евразии.

Сильное отклонение изотерм к северу вдоль западных берегов материков вызвано холодными морскими течениями. Самые высокие температуры регистрируются не над экватором, а в пустынных областях северного полушария.

В южном полушарии в этом месяце – зима, поэтому температуры ниже, чем в северном полушарии, но не настолько, как зимой в северном полушарии. Это связано с преобладающей поверхностью океана, осуществляющей роль терморегулятора.

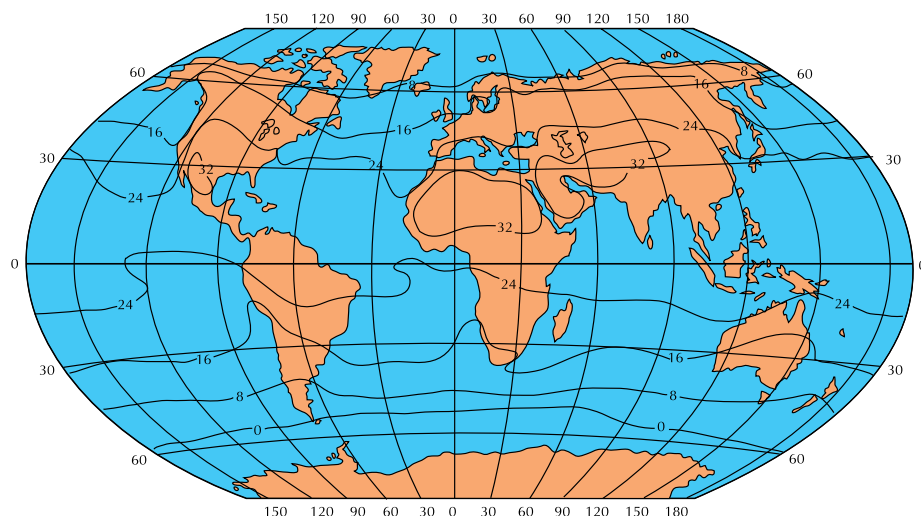


Рис. 3.10
Средние температуры
воздуха в июле (°C)

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Географическое распределение среднегодовой и среднемесячной температуры выявляет многие отклонения от широтных колебаний, называемые **тепловыми аномалиями**, в основе которых лежат тепловые контрасты.
- Появление тепловых аномалий связано с наличием элементов сезонным характером. Наиболее очевидными влияниями на температуру воздуха, вызывающими тепловые аномалии, являются:
 - *неравномерное распределение воды и суши в двух полушариях;*
 - *влияние тёплых океанских течений на западные берега материков и холодных – на восточные, определяющее тепловые контрасты между этими берегами;*
 - *общая циркуляция атмосферы, которая, возникшая как эффект термобарического контраста между водой и сушей, приводит в движение воздушные массы с различными тепловыми характеристиками, что способствует усилению или, наоборот, гомогенизации (усреднению) температуры воздуха.*

В южном полушарии самые низкие температуры характерны для Антарктиды, где средние значения в некоторых точках вокруг Южного полюса опускаются до -70°C . В прибрежных районах средние значения температуры выше.

Карта среднегодовых изотерм. Анализ карты среднегодовых изотерм (рис. 3.11) позволяет сделать некоторые важные выводы о географическом распределении температуры воздуха на поверхности Земли.

Средняя годовая температура воздуха понижается от экватора к полюсам: от $20^{\circ}\dots 30^{\circ}\text{C}$ в зоне между тропиками до $10^{\circ}\dots 20^{\circ}\text{C}$ в умеренных широтах и до низких значений (даже отрицательных) в полярных областях. Это снижение температуры привело к образованию тепловых поясов (жаркого, умеренного и холодного).

Следует отметить, что на тех же широтах в северном полушарии среднегодовые температуры выше, чем в южном. Причина этого – в неравномерном распределении суши и океанов в полушариях. В северном полушарии западные побережья материков, как правило, теплее, чем восточные, а в южном полушарии из-за холодных океанических течений ситуация прямо противоположная. Над океанами распределение температуры более равномерное, чем на материках. Чрезвычайно низкие температуры регистрируются в Антарктиде. Среднегодовая температура колеблется там от $-15^{\circ}\dots -20^{\circ}\text{C}$ у побережья и до $-40^{\circ}\dots -50^{\circ}\text{C}$ в районе полюса.

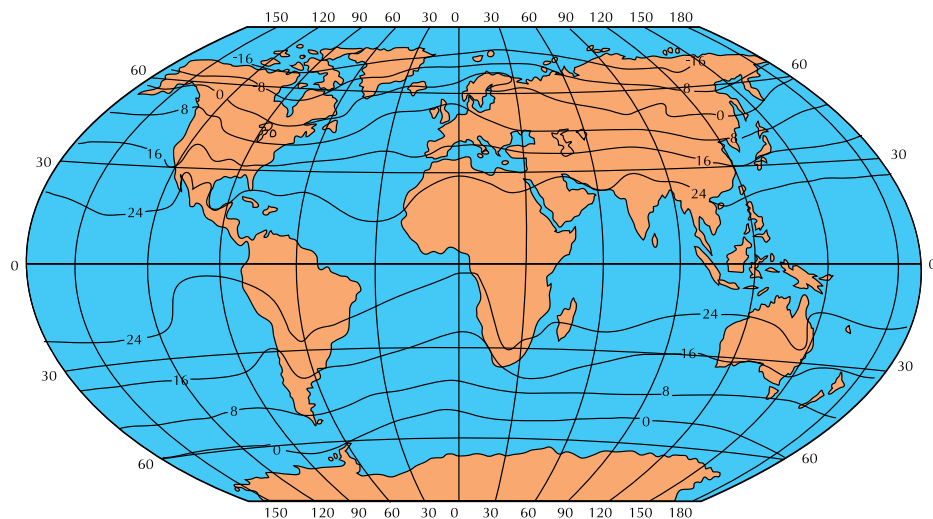


Рис. 3.11
Среднегодовая температура
воздуха (°C)

Город	Месяцы года											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Верхоянск	–50,0	–49,0	–39,0	–21,0	–2,0	9,0	15,4	10,0	0,0	–20,0	–41,0	–51,0
Кишинэу	3,6	2,4	2,6	9,6	15,9	19,4	21,5	20,7	16,0	10,0	4,1	0,9
Янгон	26,0	28,0	29,0	29,0	28,0	27,0	26,0	26,0	27,0	29,0	27,0	25,0
Санкт-Петербург	–7,7	–7,6	–4,1	2,8	9,5	14,6	17,5	15,5	10,6	4,7	0,9	–5,0

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Проанализируйте данные таблицы 3.3, сравнив графики среднемесячных температур воздуха на разных широтах.
2. Объясните, как и почему изменяется температура воздуха по мере движения кверху.
3. Объясните, как и почему температура воздуха изменяется при снижении.

Это интересно...

На земной поверхности **абсолютный максимум температуры** воздуха ($^{\circ}\text{C}$) был зафиксирован на периферии Сахары (Триполи, Ливия, 1922), где термометр показал **+58 $^{\circ}\text{C}$** . **Абсолютный планетарный минимум** **–89,2 $^{\circ}\text{C}$** зарегистрирован в Антарктиде на станции Восток (1983 г.).

Средняя годовая температура воздуха по всей поверхности Земли составляет **14,3 $^{\circ}\text{C}$** (в январе 12,6 $^{\circ}\text{C}$, в июле 16 $^{\circ}\text{C}$).

Самая высокая среднегодовая температура отмечена в г. Далул (Эфиопия): **34,4 $^{\circ}\text{C}$** – во впадине, находящейся на 116 м ниже уровня моря.

Наибольшая годовая амплитуда отмечена в Верхоянске (**–65,4 $^{\circ}\text{C}$**), где средняя температура января составляет –50 $^{\circ}\text{C}$, а июля 15,4 $^{\circ}\text{C}$. С учётом экстремальных абсолютных температур в Верхоянске (**33,7 $^{\circ}\text{C}$ и –69,8 $^{\circ}\text{C}$**) **максимальная абсолютная амплитуда температур** составляет **103,5 $^{\circ}\text{C}$** .

Самая низкая годовая амплитуда температуры воздуха (**0,4 $^{\circ}\text{C}$**) характерна для Маршалловых островов в Тихом океане в условиях тропического морского климата.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- адвекция
- вертикальный температурный градиент
- изотерма
- термическая инверсия

2. Проверьте знания:

- Как тепло передается от земной поверхности в атмосферу?
- Каковы характеристики среднесуточных, среднемесячных и среднегодовых температур воздуха?
- Что такое термические инверсии? Почему они появляются?
- Почему существуют различия в изменении температуры воздуха между северным и южным полушариями?

3. Выполните задания:

- Определите амплитуду среднесуточных температур воздуха для:
 - а) 20 января 2018, когда дневная максимальная температура воздуха была –10 $^{\circ}\text{C}$, а минимальная ночная –15 $^{\circ}\text{C}$;
 - б) 15 апреля 2018, когда максимальная ночная температура была 10 $^{\circ}\text{C}$, а минимальная ночная –3 $^{\circ}\text{C}$;

в) 20 мая 2018 максимальная дневная температура была 20 $^{\circ}\text{C}$, а минимальная ночная 10 $^{\circ}\text{C}$.

• Рассчитайте температуру воздуха:

- а) на высоте 5 525 м, если на уровне моря температура 5 $^{\circ}\text{C}$;
 - б) на уровне моря, если на высоте 2 345 м температура –5 $^{\circ}$.
- Определите температуру воздуха на уровне моря (высота 0 м), если:
 - а) высота точки (Н) 4 200 м, а температура воздуха (t°) – 4,2 $^{\circ}\text{C}$;
 - б) Н = 1 152 м; t° = 0,3 $^{\circ}\text{C}$;
 - в) Н = 2 500 м; t° = –4 $^{\circ}\text{C}$.

4. Развивайте креативное мышление:

- Проанализируйте предложенную ниже схему и объясните, как влияет экспозиция склонов на температуру воздуха. Замените вопросительный знак (?) соответствующим ответом.



4 Атмосферное давление. Географическое распределение атмосферного давления

Атмосферное давление и его изменение

Сила гравитации Земли удерживает земную атмосферу вокруг себя и придает ей определённый вес. Вес, с которым атмосфера давит на поверхность Земли, называется атмосферным давлением. Таким образом, атмосферное давление представляет собой силу воздействия атмосферной массы на единицу площади, то есть вес вертикального воздушного столба с сечением 1 см^2 .

Условно принято, что на уровне моря, на 45° широты, на площади 1 см^2 и при температуре 0°С атмосферное давление составляет 760 мм ртутного столба (Hg). Это называется *нормальным атмосферным давлением*.

1 мм рт. ст. = 1,33 мб или 1,33 гПа; 1 мб (1 гПа) = 0,75 мм рт.

Значения, превышающие 1 015 мб, определяют поле высокого атмосферного давления, а значения ниже 1 010 мб – поле низкого давления.

Для измерения атмосферного давления на метеорологических станциях используются следующие приборы: *ртутный барометр*, *барометр-анероид* (рис. 3.12) и *барограф*.

Атмосферное давление – метеорологический элемент, от изменения которого зависят основные процессы в атмосфере. Атмосферное давление изменяется как во времени, так и в пространстве.

Для отражения изменений атмосферного давления с высотой используется *вертикальный барический градиент* – значение, на которое давление воздуха убывает по вертикали; оценивается в миллибарах на единицу расстояния, равную 100 м высоты.

В метеорологической практике также используется величина, называемая *барической ступенью*. Она представляет собой высоту, на которую нужно подняться или опуститься, чтобы давление изменилось на 1 мб. Барическая ступень является значением, обратным барическому градиенту. Её значение зависит от температуры, по отношению к которой она изменяется прямо пропорционально.

Географическое распределение атмосферного давления

Распределение атмосферного давления и ветра в нижней тропосфере и на земной поверхности имеет очевидный зональный характер. Согласно картам средних многолетних значений, распределение атмосферного давления у земной поверхности обладает рядом существенных особенностей.

В январе (рис. 3.13) из-за интенсивного нагрева и постоянных конвективных движений в экваториальной зоне давление сохраняется пониженное – около 1 015 мб. Ось этой зоны пониженного давления расположена к югу от экватора, вдоль широты 15° в южном полушарии летом.

К северу и югу от экватора давление превышает 1 020 мб, достигая максимальных значений в субтропических областях на широтах $30-35^\circ$, где вырисовываются две антициклонные зоны. Внутри них выделяется несколько чётко выраженных барических ядер, особенно над океанами, со средним давлением 1 019–1 021 мб, составляющих антициклоны, или *субтропические барические максимумы*.

В северном полушарии над Атлантическим океаном расположен Азорский антициклон, а над Тихим океаном – Гавайский антициклон. В южном полушарии над Атлантическим океаном находится Южно-Атлантический антициклон, над Индийским океаном – Южно-Индийский антициклон, а над Тихим океаном – Южно-Тихоокеанский антициклон (рис. 3.14).

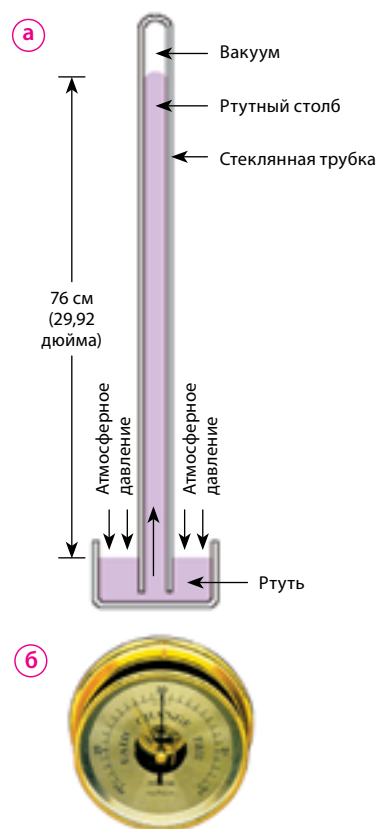
КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Изобара – линия, соединяющая на картах барической топографии точки с одинаковым атмосферным давлением.

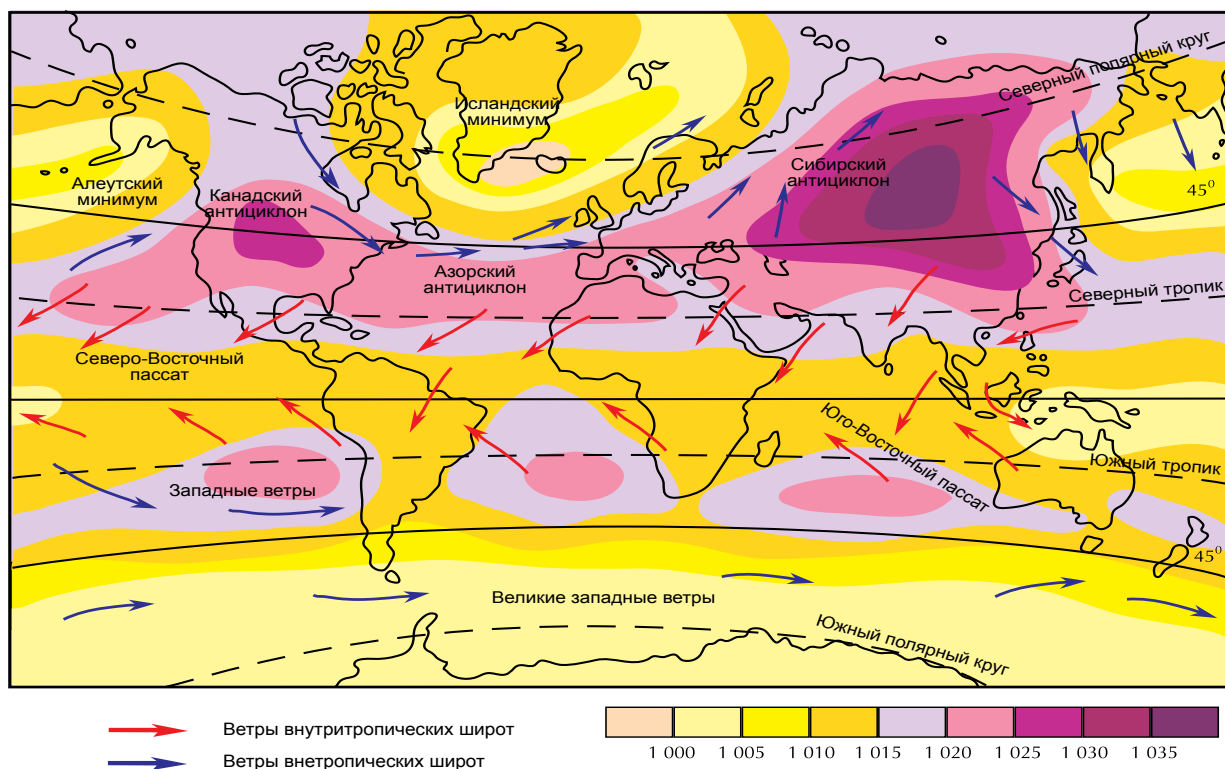
Циклон – область атмосферного давления с минимальными значениями в центре.

Антициклон – область высокого атмосферного давления (его значения возрастают от периферии антициклона к центру).

Барическое поле – поверхность, на которой отмечается определённое распределение атмосферного давления.



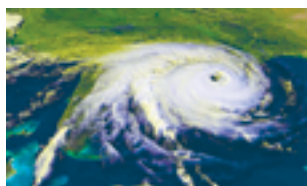
▲ Рис. 3.12
Приборы для измерения атмосферного давления:
а) ртутный барометр
б) барометр-анероид



▲ Рис. 3.13
Распределение среднего атмосферного давления на уровне моря в январе (мб)

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Проанализируйте карты распределения атмосферного давления в январе (рис. 3.13) и июле (рис. 3.18) и установите постоянные, сезонные и переменные центры действия атмосферы.



▲ Рис. 3.14
Антициклон, снимок со спутника



▲ Рис. 3.15
Циклон, снимок со спутника

В южном полушарии, где преобладают водные поверхности с относительно постоянным термическим режимом, распространение зон субтропических максимумов нарушается только у сильно нагретых южных материков.

В северном полушарии появляются две области пониженного атмосферного давления. Одна занимает всю Северо-Атлантическую акваторию с центром над островом Исландия, откуда и происходит название – *Исландский минимум*, со средним атмосферным давлением 997 мб; вторая простирается над северной частью Тихого океана между Северо-Восточной Азией и Аляской с центром над Алеутскими островами, названная *Алеутским минимумом*, со средним давлением 1 000 мб. Эти минимумы обусловлены интенсивной циклонической деятельностью в зимнее время (рис. 3.15).

В южном полушарии выделяется зона пониженного давления вокруг Антарктиды южнее 50° ю.ш. Среднее атмосферное давление повсеместно падает ниже 990 мб.

На материках северного полушария под влиянием сильного охлаждения в зимнее время возникают обширные барические максимумы. Таким образом, над Азией между 40 и 60° с.ш. возникает *Азиатский*, или *Сибирский антициклон*. Его центр расположен над Монгольским плоскогорьем южнее озера Байкал, где среднее атмосферное давление повышается до 1 035 мб. Он не совпадает с центром термического минимума у Верхоянска. В Северной Америке, примерно на тех же широтах, развивается *Канадский антициклон* с давлением 1 021 мб.

В Арктике и Антарктике по направлению к полюсам среднее атмосферное давление повышается по сравнению с субполярными областями.

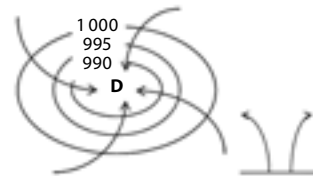
В июле (рис. 3.18) атмосферное давление существенно отличается от давления в январе. Область пониженного атмосферного давления в районе экватора слегка перемещается к северу. На сильно нагретых материках северного полушария развиваются центры минимального атмосферного давления до 30° с.ш. Такой центр, очерченный изобарой в 1 000 мб, возникает в Южной Азии – *Южно-Азиатский минимум*, охватывающий Иранское

нагорье и Индо-Гангскую низменность. Другой центр пониженного давления расположен в Северной Америке, в районе Великих равнин и Мексиканского плоскогорья – **Мексиканский минимум** (рис. 3.16).

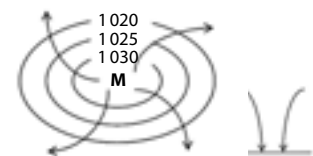
Над океанами сохраняются прежние два антициклонных центра – Азорский и Гавайский антициклоны. Антициклонная субтропическая зона в южном полушарии активизируется, распространяется по широте и становится почти непрерывной (рис. 3.17).

В северной субполярной области интенсивность Исландского и Алеутского минимумов сильно ослабевает. Почти непрерывная область субполярных минимумов вокруг Антарктиды обостряется и сильно углубляется к январю благодаря активизации циклонической деятельности.

В арктической и антарктической полярных областях особых изменений по сравнению с январём не происходит.

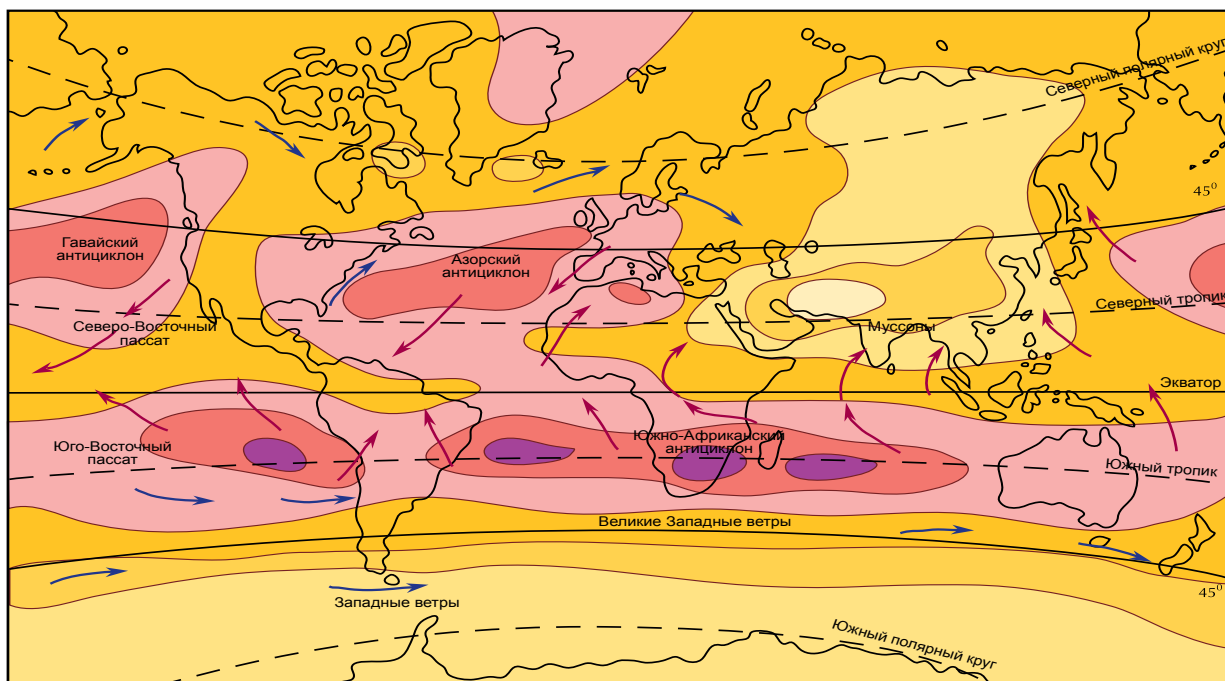


▲ Рис. 3.16 Циклон

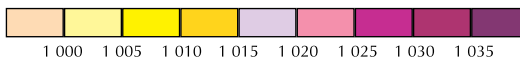


▲ Рис. 3.17 Антициклон

▼ Рис. 3.18 Распределение среднего атмосферного давления на уровне моря в июле (мб)



→ Ветры внутритропических широт
→ Ветры внетропических широт



ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- атмосферное давление
- вертикальный барический градиент
- барическая ступень
- барическое поле

2. Проверьте знания:

- Какие существуют основные барические системы? Перечислите их особенности.
- Какие факторы определяют изменение атмосферного давления?

3. Выполните задания:

- Определите глубину и высоту форм рельефа:

а) у подножия холма, где давление воздуха 1 017,9 мб, а на вершине – 1 013,5 мб; величина барической ступени – 11м;

б) давление воздуха в тальвеге оврага равно 1 023 мб, а на краю склона – 1 022 мб. Величина барической ступени – 11 м.

4. Развивайте креативное мышление:

- Проанализируйте карты учебника по распределению атмосферного давления на земном шаре в январе и июле и объясните изменения в распределении атмосферного давления.

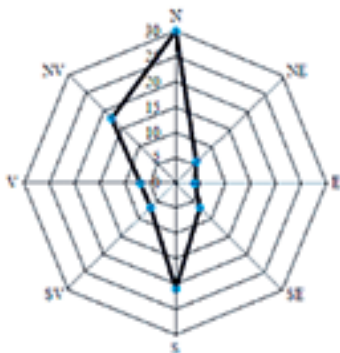
5 Ветер. Типы ветров и их значение

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Пассаты – постоянные ветры северо-восточного направления в северном полушарии и юго-западного в южном. Они возникают из-за разницы давления между областями субтропических максимумов и экваториальных минимумов.

Западные ветры – постоянные ветры, дующие от субтропиков к полярным кругам (между 40–60° северной и южной широты).

Полярные ветры (северо-восточные и юго-восточные) – постоянные ветры, дующие круглый год от полюсов к полярным кругам.



▲ Рис. 3.19
Роза ветров



▲ Рис. 3.20
Автоматическое измерение направления и скорости ветра

Движение атмосферного воздуха является результатом неравномерного распределения атмосферного давления, что связано, в свою очередь, неравномерным нагревом поверхности Земли.

Общие аспекты. Горизонтальное движение воздуха относительно поверхности Земли называется *ветром*, или *адвективным движением*, а вертикальное движение воздуха образует *восходящие* или *нисходящие атмосферные течения*.

Ветер образуется из-за неравномерного распределения атмосферного давления в барическом поле. Разница давления в горизонтальном направлении вызывает отток воздуха из областей повышенного давления к областям с пониженным давлением в стремлении уравнять их. Движение поддерживается столько времени, сколько существует разница в давлении.

Уменьшение атмосферного давления на единицу расстояния в направлении, перпендикулярном изобарам, по направлению к более низкому давлению, называется *горизонтальным барическим градиентом*. Чем больше разница в давлении между двумя изобарами и чем меньше расстояние между ними, тем больше перепад давления и, следовательно, больше горизонтальный барический градиент.

Скорость и интенсивность перемещения воздушных масс зависят от значений горизонтального барического градиента. В практических целях в качестве единицы измерения атмосферного давления используется миллибар (мб), а расстояния – длина дуги меридиана в 1°, которая в среднем составляет 111 км. Таким образом, барический градиент будет выражаться в мб/111 км.

На воздух, движущийся в горизонтальном направлении, действуют несколько сил, а именно: сила горизонтального барического градиента, сила Кориолиса, сила трения и центробежная сила. Эти силы определяют направление и силу ветра.

Характеристики ветра

Основными характеристиками ветра являются *направление*, откуда он дует, и *скорость*, с которой он движется, причем оба эти фактора очень изменчивы во времени и пространстве. Также ветер характеризуется интенсивностью (силой) и продолжительностью движения.

Направление ветра устанавливается по отношению к стороне горизонта, откуда он дует. Для этого используется *роза ветров*, состоящая из 8 или 16 румбов (основных и промежуточных) с соответствующими обозначениями (рис. 3.19).

Скорость ветра представляет собой расстояние, пройденное воздухом в единицу времени, выраженную в м/с, в км/ч, соответственно, $1 \text{ м/с} = 3,6 \text{ км/ч}$, $1 \text{ км/ч} = 0,278 \text{ м/с}$. Скорость ветра, которая также характеризует его интенсивность, зависит в первую очередь от величины горизонтального барического градиента и силы трения. Иногда ветер резко меняется по направлению и силе за короткие промежутки времени в 5–10 минут, что ставит под угрозу некоторые виды экономической деятельности.

На метеорологических станциях наблюдения и измерения направления и скорости ветра производятся с помощью анеморумбометров, анемометров, анемографов, а также с помощью автоматических станций (рис. 3.20).

Сила ветра оценивается визуально на основании воздействия, которое он производит в природе, с использованием шкалы Бофорта (табл. 3.4). Эта шкала имеет значения от 0 до 12 баллов, указывающих степень силы, соответствующую скорость и эффекты, производимые на встречающиеся предметы.

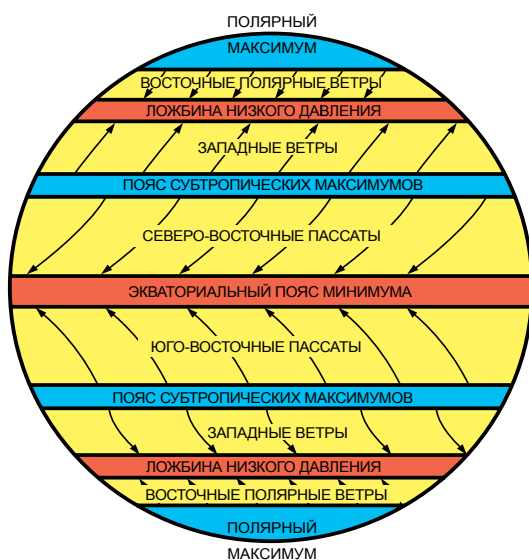
По вертикали скорость ветра увеличивается с высотой, а сила трения уменьшается.

Баллы	Скорость ветра, м/с	Название ветра	Эффекты, производимые ветром
0	0	Штиль (безветрие)	Абсолютно спокойный воздух, ничего не шевелится, даже листья на деревьях. Дым из дымоходов поднимается вертикально.
1	1	Тихий	Дым поднимается почти вертикально; листья слабо подрагивают.
2	2–3	Лёгкий	Еле ощущается щекой; слабо шевелит флажок и иногда листья деревьев.
3	4–5	Слабый	Поддерживает постоянное подрагивание листьев; появляется рябь на воде; флажок заметно колеблется.
4	6–8	Умеренный	Двигает тонкие ветки на деревьях или более толстые ветки без листьев; флажок поддерживается в развёрнутом состоянии.
5	9–10	Свежий	Шевелятся более толстые ветки деревьев; упруго натянут большой флаг; раздражает щёки; вызывает волны в стоячих водоёмах.
6	11–12	Сильный	Качаются толстые ветви или маленькие деревца; слышен в помещении; вызывает волны в стоячих водоёмах, которые местами пенятся.
7	13–15	Крепкий	Гнёт средние деревья; вызывает волны в стоячих водоёмах, образуются барашки.
8	16–18	Очень крепкий	Раскачивает большие деревья и ломает сучья нормальной толщины; движение человека против ветра становится затруднительным.
9	19–21	Штормовой	Срывает плохо прикреплённые предметы с крыш (жесть, шифер и др.); ломает крупные сучья.
10	22–25	Сильный штормовой	Валит деревья; срывает крыши с домов; рушит дымоходы и т. д.
11	26–29	Жестокий штормовой	Вызывает сильные разрушения.
12	>29	Ураганный	Наносит большой ущерб, ничто не в силах ему противостоять

Классификация ветров

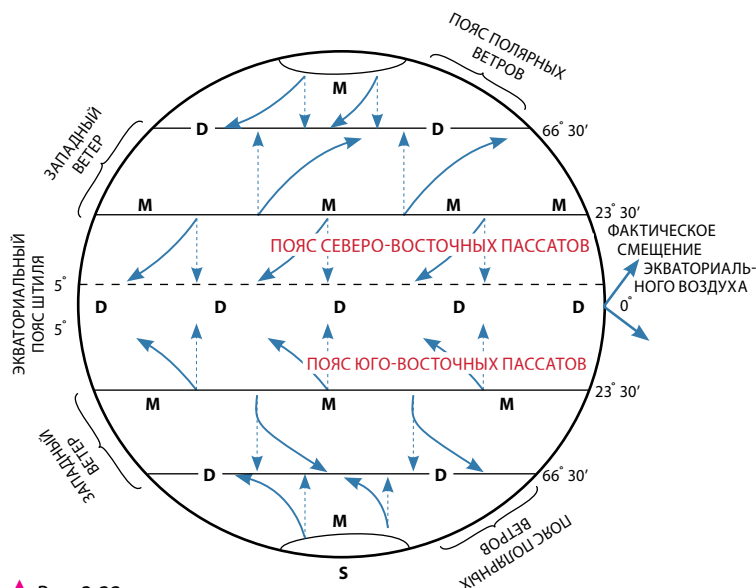
Ветры классифицируются по нескольким критериям.

По частоте различают: *постоянные ветры*, дующие круглый год и носящие зональный характер, например, западные ветры (рис. 3.21, 3.22); *периодические ветры*, которые дуют в определённое время года/период, и это: муссоны, бризы, горно-долинные ветры; *непериодические* (нерегулярные) ветры, случайно возникающие в определённом регионе, например, фён, мистраль, сирокко, суховей и т. д.



▲ Рис. 3.21

Схема зонального распределения ветров на поверхности Земли



▲ Рис. 3.22

Схема распределения доминирующих (постоянных) ветров на земном шаре

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Кратко охарактеризуйте внутритропическую и внетропическую муссонную циркуляцию (рис. 3.23).
2. Дайте характеристику основных поясов ветров на земной поверхности, исходя из зонального распределения атмосферного давления (рис. 3.21).
3. Объясните, как и где образуются бризы. Аргументируйте с помощью построенных диаграмм (рис. 3.24, 3.25).
4. Объясните использование ветровой энергии.

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Суховой – преимущественно тёплый ветер с пониженной влажностью, дующий в степных и полупустынных зонах Русской равнины и Казахстана. Образуется на южной периферии антициклона.

Кривец – очень холодный восточный или северо-восточный ветер, дующий в зимние месяцы, который определяют наступлением Сибирского антициклона зимой.

Основные господствующие ветры являются постоянными:

- **полярные ветры**, которые в течение года всё время направлены от полюсов к полярным кругам. У них самые высокие скорости;
- **западные ветры**, дующие от субтропиков к полярным кругам (между 40–60° северной и южной широты);
- **пассаты**, постоянные ветры с северо-восточным направлением в северном полушарии и с юго-восточным в южном. Образуются из-за перепада давления между областями субтропического максимума и областью экваториального минимума.

Восходящие движения воздуха вдоль экватора (экваториальный штиль) тоже имеют постоянный характер. Распределение постоянных ветров на земном шаре носит зональный характер.

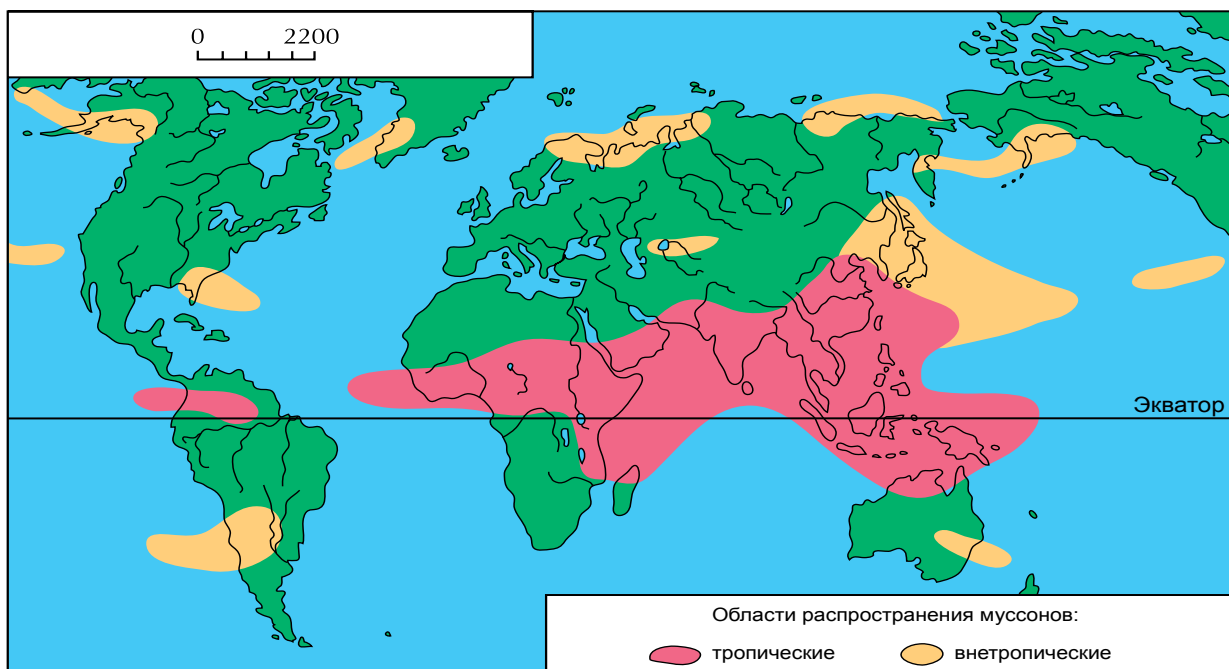
По высоте выделяются:

- **приземные ветры**, дующие на земную поверхность в горизонтальном направлении, например, пассаты, муссоны;
- **высотные ветры**, которые возникают в высоких слоях тропосферы, например, струйные течения;
- **склоновые ветры**, которые могут быть восходящими и нисходящими.

Различают местные ветры в **зависимости от зоны действия и факторов**, которые их определяют. Из группы периодических ветров, дующих только в определённый период года, наибольшее метеорологическое и климатическое значение имеют **тропические муссонные ветры**, которые образуются из-за сезонных различий давления между океанами и материками в тропических широтах. Летом более тёплая континентальная воздушная масса с пониженным давлением притягивает на материк более плотный океанский воздух с повышенным давлением, образуя летний муссон, богатый осадками. Зимой ситуация обратная (рис. 3.23). Северная часть **Индийского океана** и **Южная Азия**, расположенные в тропиках, характеризуются не только интенсивной муссонной циркуляцией, но и высокой регулярностью и устойчивостью этих ветров.

В группу периодических ветров входит также **внетропическая муссонная циркуляция**, аналогичная тропической, которая продолжается в средних широтах. Восточная Азия, а также юго-восточные районы североамериканского континента имеют отчётливую муссонную циркуляцию.

Рис. 3.23
Области распространения муссонов на Земле



Непериодические (нерегулярные) **ветры**, характерные для определённых районов, возникают мгновенно, не имея чёткой периодичности (в зависимости от региона они называются по-разному).

По критерию повторяемости существует также большая группа ветров с определённой активностью, называемых *местными ветрами*.

Местные ветры – это системы ветров, возникающие под влиянием местных физико-географических факторов и действующие в ограниченных географических областях. Они в значительной степени определяют погоду и местные климатические условия.

Термические и барические контрасты, возникающие между неодинаково нагретыми территориями, ведут к образованию *бризовой циркуляции*.

Дневной и ночной бризы возникают в прибрежных областях, на берегах морей, озёр и рек в ясное время. Бризы – это местные ветры, направление которых изменяется два раза в сутки – днём и ночью – из-за неравномерного нагревания суши и водоёмов в ночные и дневные часы.

Днём под влиянием силы горизонтального барического градиента воздух нижних слоёв с более высоким давлением перемещается с моря на сушу в виде ветра, названного *дневным бризом* (рис. 3.24). Под воздействием той же силы воздух в верхних слоях перемещается в обратном направлении, – так называемый высотный ветер, или *антибриз*, который дует с суши на море. Эти два противоположных ветра представляют основные ветви круговорота, который замыкается над сушей конвективными восходящими токами, а над морем – нисходящими. Ночью наблюдается противоположное распределение температуры и давления из-за более быстрого и интенсивного охлаждения суши, в то время как температура воды остаётся относительно высокой. Разница в давлении вызывает воздушный поток обратного направления, который в нижних слоях обращён с суши на море. Он называется *ночным бризом* (рис. 3.25).

Горно-долинные ветры – это взаимопротивоположные ветры, два раза в сутки меняющие своё направление.

Днём солнечная радиация определяет большее нагревание склонов по сравнению с дном долин. Воздух приходит в движение благодаря тем же силам, что и в случае бризов на побережье, перемещаясь вверх вдоль склонов, от долин к вершинам – это *долинный ветер* (рис. 3.26). Ночью процесс происходит в обратном направлении. Холодный, более плотный воздух отступает со склонов в долины, образуя нисходящий ветер, который называется *горным* и дует в течение всей ночи.

Фён – это нисходящий ветер, тёплый и сухой (рис. 3.27). Образуется только в высоких горах в тех случаях, когда с одной стороны гор давление относительно высокое, а с другой – пониженное. Воздух, поднимаясь и переваливая через горы, охлаждается до момента насыщения ($R = 100\%$). Начиная конденсироваться с определённой высоты вверх, воздух продолжает охлаждаться более медленно. Таким образом появляются облака, на склоне выпадают осадки до уровня вершин, воздух теряет значительные запасы своей влаги. Перевалив через горный хребет, ветер гонит воздушные массы вниз по противоположной стороне склона, вызывая повышение температуры воздуха. Вследствие этого облака испаряются, а относительная влажность понижается. Из-за более слабого охлаждения на одном склоне и более сильного нагревания на другом получается, что на одном и том же уровне, на склоне, вдоль которого воздух опускается, он будет теплее, чем на склоне, по которому он поднимался. Типичные фёны характерны для высоких горных массивов на Земле. Впервые этот ветер был описан в Швейцарских Альпах.

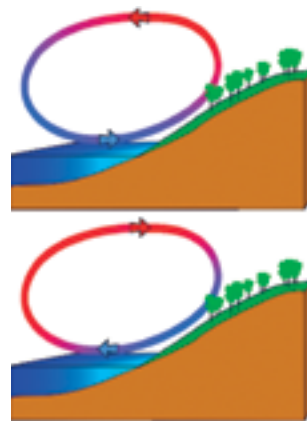
Суховей – горячий (как правило, выше 30°C) и очень сухой (относительная влажность ниже 30%) ветер. Образуется в областях, лишённых растительного покрова (пустыни, сухие равнины), когда воздух нагревается и насыщается пылью. Пыль, впитывая большую часть атмосферной влаги, приводит к уменьшению относительной влажности. В Республике Молдова, как правило, суховеи дуют 12–30 дней в году.



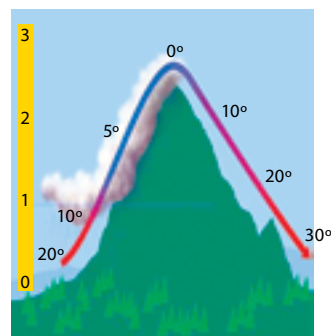
▲ Рис. 3.24
Дневной бриз



▲ Рис. 3.25
Ночной бриз



▲ Рис. 3.26
Горно-долинные ветры



▲ Рис. 3.27
Формирование фёна



▲ Рис. 3.28
Использование ветровой энергии



▲ Рис. 3.29
Ветряная мельница

Кривец – холодный восточный или северо-восточный ветер, проявляющийся в зимнее время. Возникает в случаях, когда отрог Сибирского антициклона проникает глубоко на запад, переваливая через Урал, и достигает Днестра или Карпат. Кривец вызывает резкое падение температур, а зачастую и метели.

Линия разграничения восточных и северо-восточных ветров от западных и юго-западных, называется *осью Воейкова*.

Значение ветров

Движение воздуха в виде ветра воздействует, прежде всего, на географический ландшафт. Ветер формирует земную кору за счёт эрозии, переноса и аккумуляции, создавая особые формы рельефа – эоловый рельеф.

Климатическое значение ветра заключается в том, что он может способствовать нагреванию или охлаждению, а также от него зависит степень увлажнения регионов, через которые он проходит, за счёт переноса тепла и влаги воздушными массами. Горизонтальный перенос воздуха уменьшает разницу в температуре и влажности по широте, часто нарушая их зональное распределение.

Из-за ветра также происходит вертикальный обмен воздуха, уравнивающий вертикальную температуру с процессом влагообмена. Ветер весьма усиливает испарение воды с поверхности морей и океанов, равно как и из почвы, чем усугубляет засуху, или, наоборот, переносит влажные воздушные массы, чем ослабляет её. Сильные ветры перемещают большие объёмы воды с поверхности океанов, вызывая волны и океанские течения. Особенности распределения температур в разные сезоны и месяцы года зависят от направления и скорости ветра.

Ветер также воздействует на флору, формируя кроны деревьев, вырывает их и сельскохозяйственные растения с корнем. В то же время, разбрасывая семена, способствует опылению большого количества видов растений и их распространению.

Знание частоты и скорости ветра имеет большое практическое значение при систематизации городов, размещении некоторых районов, ряда промышленных объектов, а также в воздушной и морской навигации.

Ветер – неиссякаемый источник энергии (рис. 3.28, 3.29). Было подсчитано, что ветер может дать в 3 000 раз больше энергии, чем сжигаемый уголь. Общий потенциал ветроэнергетики оценивается более чем в 26 триллионов кВт/ч. Побережья морей и океанов обладают сильным ветровым потенциалом, то же касается и горных районов, равнин, пустынь.

Замечательные результаты в использовании ветроэнергетики получены в США, Канаде, странах Западной Европы, Китае, Австралии.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- горизонтальный барический градиент
- морской бриз
- горно-долинный ветер
- суховея

2. Проверьте знания:

- Каковы характеристики ветров и как они классифицируются?
- Как образуются ветры?
- В каких областях и регионах случаются муссоны?
- Что такое местные ветры и какие факторы на них влияют?

3. Выполните задания:

- Разработайте и проанализируйте розы ветров по данным метеорологической станции в Кишинёве, указанным в таблице.

Частота направления ветра (%) на метеостанции Кишинёв

С	12	Ю	11
СВ	6	ЮЗ	6
В	6	З	9
ЮВ	15	СЗ	35

ПРИМЕЧАНИЕ: Из одной точки на странице нарисуйте направления 8 основных и промежуточных сторон горизонта. В каждом направлении в определённом масштабе должна быть отложена частота ветров. Затем концы отрезков соединяются.

4. Развивайте критическое мышление:

- На конкретных примерах объясните значение ветра для природы. Как и в каких странах мира происходит интенсивная эксплуатация потенциала ветровой энергии?

6 Влажность воздуха. Формы конденсации водяного пара

Наличие водяного пара в атмосфере определяет влажность воздуха, которая является одним из важнейших метеорологических показателей. От неё в большой степени зависит количество облаков и осадков, прозрачность атмосферы и др.

Водяной пар в атмосфере

В атмосфере содержится $12\,900\text{ км}^3$ воды, что эквивалентно 0,001% общих запасов воды на Земле и примерно в шесть раз превышает объём речных вод.

Водяной пар – это газообразный компонент атмосферного воздуха. Его соотношение в воздухе весьма различно, но не превышает 4% объёма – значение, которое может быть достигнуто только во влажных тропических областях.

Большая часть водяного пара в атмосфере образуется в результате испарения с поверхности Мирового океана. В процессе испарения этого огромного количества воды расходуется 25% общей годовой энергии, получаемой земной поверхностью от Солнца. Испарившийся и поступивший в атмосферу водяной пар определяет степень влажности и влияет на термический режим воздуха.

Показатели, определяющие влажность воздуха. Содержание водяного пара в воздухе определяет его влажность. Количество водяного пара, находящегося на данный момент в воздухе, может быть оценено следующими показателями: *абсолютная влажность (a), максимальная абсолютная влажность (A), относительная влажность (R), дефицит влажности (D) и точка росы (t)* (рис. 3.30).

Географическое распределение влажности воздуха в нижних слоях атмосферы очень различно и зависит от многих факторов: *температуры воздуха, распределения суши и воды, характера подстилающей поверхности, рельефа* и др.

Географическое распределение влажности воздуха – как абсолютной, так и относительной – носит ярко выраженный зональный характер.

Существуют следующие общие закономерности:

- 1) Распределение абсолютной влажности тесно связано с распределением температур. Колебания значений во времени также зависят от колебаний температур.
- 2) Распределение относительной влажности характеризуется тремя зональными максимумами: одним в межтропической зоне и двумя в высоких широтах. Между ними находятся участки ярко выраженной аридности (сухости). У полюсов расположены два региона с умеренной относительной влажностью.

Конденсация водяного пара

Условия конденсации водяного пара в атмосфере. Конденсация водяного пара включает два важных условия: *падение температуры воздуха до точки росы и наличие ядер конденсации в воздухе.*

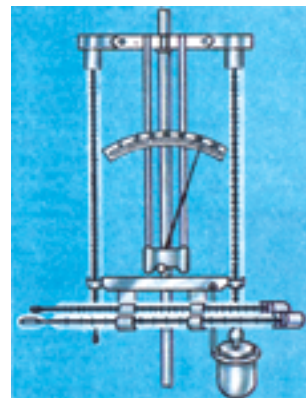
Конденсация водяного пара происходит при определённой температуре, когда абсолютная влажность становится равной или превышает значение максимальной абсолютной влажности. Это условие обычно достигается в случае *охлаждения воздуха до точки росы и ниже* за счёт излучения, адвекции. Таким образом, если температура продолжает опускаться ниже точки росы, воздух становится перенасыщенным, и избыточный пар, который не может удерживаться, конденсируется или сублимируется, образуя мелкие капли воды или ледяные иглы.

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Испарение – процесс перехода воды в природных условиях из жидкого состояния в газообразное.

Конденсация – процесс перехода воды из газообразной фазы в жидкую.

Сублимация – процесс перехода водяного пара непосредственно в твёрдую фазу.



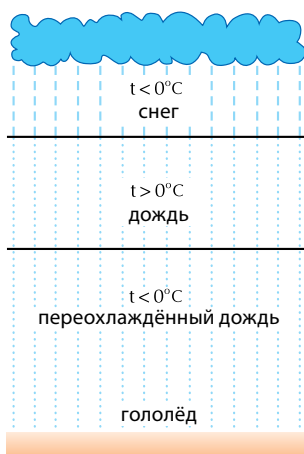
▲ Рис. 3.30
Психрометр, метеорологический прибор для определения влажности воздуха

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Назовите и объясните особенности показателей, определяющих влажность воздуха.
2. Объясните закономерности географического распределения относительной влажности атмосферного воздуха на поверхности земного шара.
3. Объясните значение влажности воздуха. Назовите процессы и явления в атмосфере, которые происходят вследствие влажности воздуха.



▲ Рис. 3.31 Изморозь



▲ Рис. 3.32
Схема образования
гололёда



▲ Рис. 3.33 Сильный гололёд

Конденсация водяного пара у поверхности земли. Воздух, соприкасающийся с охлаждаемой поверхностью почвы и различными объектами на ней, может охладиться до *температуры точки росы*. В зависимости от условий охлаждения воздуха на земле могут образовываться следующие отложения конденсата или сублимации: *роса, иней, изморозь, гололёд*.

Роса, как правило, образуется в течение ясных ночей, к концу тёплого периода года. В это время ночное излучение обеспечивает интенсивное охлаждение поверхности осаднения ниже точки росы, температура которой остаётся всё же положительной. Роса оказывает благотворное влияние на растения, произрастающие в засушливых и полусухих областях, где она может составлять до 25% общего количества осадков, выпадающих в тёплое время года.

Иней возникает в результате сублимации водяного пара при контакте с земной поверхностью, охлаждённой ниже 0°C . Он состоит из мелких ледяных игл в виде тонкого бархатного белёсого слоя. Иней представляет опасность для растений, особенно когда он сопровождается внезапным резким похолоданием.

Изморозь представляет собой отложение льда в виде хрупких кристаллов очень тонкого строения. Она образуется либо при сублимации водяного пара, либо при замерзании переохлаждённых капель воды. В первом случае возникает *кристаллическая изморозь*, которая состоит из тонких кристаллов льда, а во втором случае – *зернистая изморозь*. Она откладывается на ветвях деревьев, электропроводах и т. п. Образование изморози возможно в спокойную, туманную погоду при отрицательных температурах и в условиях влажного воздуха (рис. 3.31).

Гололёд является твёрдым налётом в виде плотного слоя прозрачного или серого льда, образующегося в результате замерзания переохлаждённых капель дождя или мороси, которые выпадают при температуре от $0,1^{\circ}\text{C}$ до $-1,0^{\circ}\text{C}$. Он представляет особую опасность, так как наносит значительный ущерб экономике, повреждая сады и крупные лесные массивы (рис. 3.32, 3.33). Также гололёд своим весом вызывает обрыв электропроводов и средств связи. На дорогах образуется гололедица (при замерзании подтаявшего снега). Передвижение транспорта и пешеходов весьма затруднено из-за скользкости покрытия.

Конденсация водяного пара в нижних слоях атмосферы.

Конденсация водяного пара в нижних слоях атмосферы ведёт к образованию *тумана* и *мглы*. Мельчайшие частицы воды или ледяных игл, парящих в воздухе, снижают горизонтальную видимость менее чем на 1 км, образуя **туман**. Прозрачность воздуха может быть уменьшена и за счёт накопления взвешенных твёрдых примесей. В этом случае снижение горизонтальной видимости от 1 до 10 км вызвано появлением **мглы**. Отдельным видом тумана является *смог* (от английских слов *smoke* – дым и *fog* – туман). Смог имеет тёмный цвет и может обладать большой плотностью, способной уменьшить видимость до минимума. Является весьма опасным из-за содержащихся в нём вредных газов. От смога обостряются заболевания дыхательных путей, сердечные и глазные болезни. Борьба со смогом является одной из важнейших задач в области охраны природы и здоровья людей.

Туманы предохраняют растения от замерзания в ночное время, но оказывают отрицательное влияние на воздушное и морское сообщения.

Конденсация водяного пара в свободной атмосфере. Облака образуются вследствие конденсации и сублимации водяного пара в свободной атмосфере. Они состоят из жидких и твёрдых микроскопических частиц, также, как и туманы. Разница – в высоте, на которой они формируются, и в принимаемых ими формах.

Облака образуются, в основном, в результате восходящих движений воздуха и существуют только в тех слоях атмосферы, где имеются благоприятные условия для длительной конденсации водяного пара. В противном случае облако исчезает из-за испарения.

Высота, на которой образуются облака, и их микроструктура определяют облако в процессе его развития, а именно: уровень конденсации; изотермический уровень 0°C ; уровень ледяных ядер; уровень конвекции.

Цвет облаков и их форма представляют собой оптический эффект явления диффузии и диффузного отражения солнечного излучения из-за составляющих частиц. Для сохранения облаков необходимо, чтобы количество частиц, образующихся при конденсации, было больше или, по крайней мере, равно количеству испаряющихся частиц. Итак, облако – это постоянно развивающееся физическое образование. Основными критериями классификации облаков являются: форма и внешний вид (морфологический критерий); высота образования; происхождение; агрегатное состояние компонентов.

Облачность. Степень покрытия небосвода облаками называется *облачностью*. Она оценивается в баллах. Один балл соответствует 10% видимого небосвода. Облачность 0–2 балла соответствует *ясной погоде*, в 3–4 балла – *переменной облачности*, а в 8–10 баллов – *пасмурной погоде*.

В метеорологической практике существует разница между полной облачностью, то есть всеми типами облаков на всех высотах, и частичной облачностью, которая включает только облака в нижнем ярусе. Нижний ярус облаков – на высоте до 2 км. Облака среднего яруса расположены между 2 и 6 км, а облака верхнего яруса – выше 6 км.

Облачность – один из важнейших показателей в метеорологической практике, особенно в метеорологических прогнозах. Наблюдения за облачностью осуществляются визуально и инструментально. Визуально оценивается форма облаков, степень облачности, а инструментально – по спутниковым снимкам и с помощью метеорологического радара.

Годовые изменения облачности зависят от географической широты, общих климатических условий и местных факторов. Самая высокая среднегодовая облачность отмечается в полярных и субполярных регионах, а самая низкая – в тропиках, где она иногда опускается ниже 1 балла (город Асуан в Египте). На средних широтах максимальное значение наблюдается зимой, а минимальное – в тёплый период года.



▲ Рис. 3.34
Переменная облачность



▲ Рис. 3.35
Пасмурная погода

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- сублимация • испарение
- облачность • конденсация

2. Проверьте знания:

- Каково происхождение и роль водяного пара в атмосфере?
- Какие показатели определяют влажность воздуха?
- Каковы условия конденсации и сублимации водяного пара в атмосфере?
- Объясните разницу между обычным туманом и смогом.

3. Выполните задания:

- Каковы продукты конденсации и сублимации в почве, в нижнем слое тропосферы и в свободной атмосфере? Обсудите условия образования упомянутых продуктов.

- Постройте график зависимости максимальной абсолютной влажности (г/м^3) от температуры воздуха, используя данные приведённой ниже таблицы.

- Определите по графику:

- а) какова будет точка росы для воздуха с максимальной абсолютной влажностью, равной 1,5; 8 и 10 г/м^3 ;
- б) какова будет максимальная абсолютная влажность для воздуха с температурой -14° , 4° , 22°C .

4. Развивайте критическое мышление:

- Объясните и аргументируйте, каковы общие законы географического распределения влажности воздуха. Какие факторы определяют образование на земном шаре участков с повышенной или низкой влажностью?

Температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$)	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30,4
Максимальная абсолютная влажность (г/м^3)	1,1	1,6	2,4	3,4	4,9	6,8	9,4	12,8	17,3	23,1	30

7 Атмосферные осадки. Географическое распределение атмосферных осадков

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Изогиета – линия, соединяющая точки с одинаковыми значениями осадков.

Конвективные осадки обусловлены конвективными кучево-дождевыми облаками и носят ливневый характер

Фронтальные осадки связаны с облаками, сопровождающими тёплые и холодные фронты, а также фронты окклюзии.

Вода в жидком или твёрдом состоянии, выпадающая из облаков или осаждающаяся из воздуха на земную поверхность и какие-либо предметы, называется **атмосферными осадками**.

Основные формы и виды осадков

Атмосферные осадки в виде дождя, мороси, снега и др. представляют собой комплексные, сложные явления. Их характеристики зависят от структуры, происхождения и степени развития различных родов облаков. Осадками также считаются и продукты конденсации паров на земной поверхности: роса, иней и изморозь. Однако их значение минимально.

Классификация атмосферных осадков производится по различным критериям: *агрегатному состоянию, продолжительности и интенсивности, происхождению.*

По происхождению различают конвективные осадки, фронтальные и орографические. *Конвективные осадки* обусловлены конвективными кучево-дождевыми облаками и носят ливневый характер. *Фронтальные осадки* связаны с облаками, сопровождающими тёплые и холодные фронты, а также фронты окклюзии. *Орографические осадки* по характеру схожи с конвективными. Они являются результатом восходящих движений воздуха вдоль склонов орографических преград (рис. 3.36).



Рис. 3.36 ►
Формирование
орографических
осадков

В зависимости от **агрегатного состояния** воды осадки могут быть: *жидкими* (дождь, морось); *твёрдыми* (снег, град) и *смешанными* (мокрый снег).

По продолжительности и интенсивности различаются три типа атмосферных осадков: *обложные, ливневые и морсящие.*

Обложные дожди выпадают из *слоисто-дождевых облаков*, реже из *высоко-слоистых* и *слоисто-кучевых*, которые простираются на большие площади, сопровождая тёплый фронт. Они, как правило, являются предвестниками тёплой погоды.

Выпадение *ливневых осадков* связано с *кучево-дождевыми облаками*. Интенсивность ливней очень высока – более 1 мм/мин. Они выпадают на ограниченных площадях, летом – в жидком виде, зимой – в твёрдом (т.н. снежный заряд).

Морозящие осадки выпадают из *слоистых, слоисто-дождевых и слоисто-кучевых* облаков. Они мелкокапельные, диаметр капель менее 0,5 мм. Морось может выпадать и из тумана. Она также может состоять из гранул и тонких ледяных игл (при температуре воздуха ниже 0° С). Скорость выпадения очень мала – 0,3–1,0 м/с.

Дождь состоит из капель воды различных размеров, от 0,5 до 5 мм в диаметре. Дождь образуется при температуре выше 0° С в результате появления крупных капель за счёт слияния мелких.

Снег представляет собой твёрдые осадки, состоящие из мелких гексагональных (шестиугольных) кристаллов льда ажурного или компактного вида. Размер и форма кристаллов зависят от условий сублимации водяного пара. При недостаточно низких температурах кристаллы покрыты тончайшей жидкой водяной плёнкой, что ведёт к образованию *скопления кристаллов*, т.е. *снежинок*. Выпадение снежинок называется снегопадом. Ледяные иглы образуются при температурах от –5° С до –10° С.

Мокрый снег (снег с дождём) представляет собой тип смешанных осадков, когда одновременно выпадают снежинки и дождевые капли. В средних и высоких широтах мокрый снег является промежуточной фазой в процессе образования дождя, где изначально образуется снег, тающий во время выпадения.

Мягкая крупа – это твёрдые осадки в виде матовых сферических гранул размером 1–5 мм, конических, рыхлых и хрупких, напоминающих снег.

Твёрдая крупа выпадает в виде сферических или бесформенных ледяных гранул, иногда конических, частично прозрачных, с белёсым ядром, которые отскакивают от поверхности.

Град состоит из ледяных сфер или обломков льда различной формы, кристаллических или аморфных, с диаметром от 5 до 50 мм и более. В исключительных случаях вес градин превышает 300 г. Град выпадает из *кучево-дождевых* облаков только в тёплое время года, сопровождаемый грозовыми ливневыми дождями (рис. 3.37).

Для измерения количества осадков и установления некоторых характеристик снежного покрова метеостанции используют несколько типов приборов, а именно: *плювиометр, плювиограф, снегомер, денсиметр для снега* и т. д. (рис. 3.38, 3.39).

Географическое распределение атмосферных осадков

Количество атмосферных осадков, выпадающих на земную поверхность за год или в разные месяцы года, решающим образом определяет климат.

Географическое распределение осадков зависит от различных физико-географических факторов. Это прослеживается на *картах изогийет*. *Изогйеты* – это линии, соединяющие точки с одинаковым количеством осадков, выпадающих в определённый период времени.

Атмосферные осадки неравномерно распределяются на поверхности Земли. Наибольшие количества выпадают в экваториальной зоне, за которой следует уменьшение в обоих полушариях, которое достигает минимального значения в тропических областях. В зонах умеренного климата наблюдается новый рост годового количества осадков, за которым следует резкое уменьшение в двух полярных регионах.

Это общее зональное распределение осадков на земном шаре претерпевает многочисленные изменения под влиянием нескольких азональных климатических факторов. Таким образом появляются азональные максимумы и минимумы осадков.



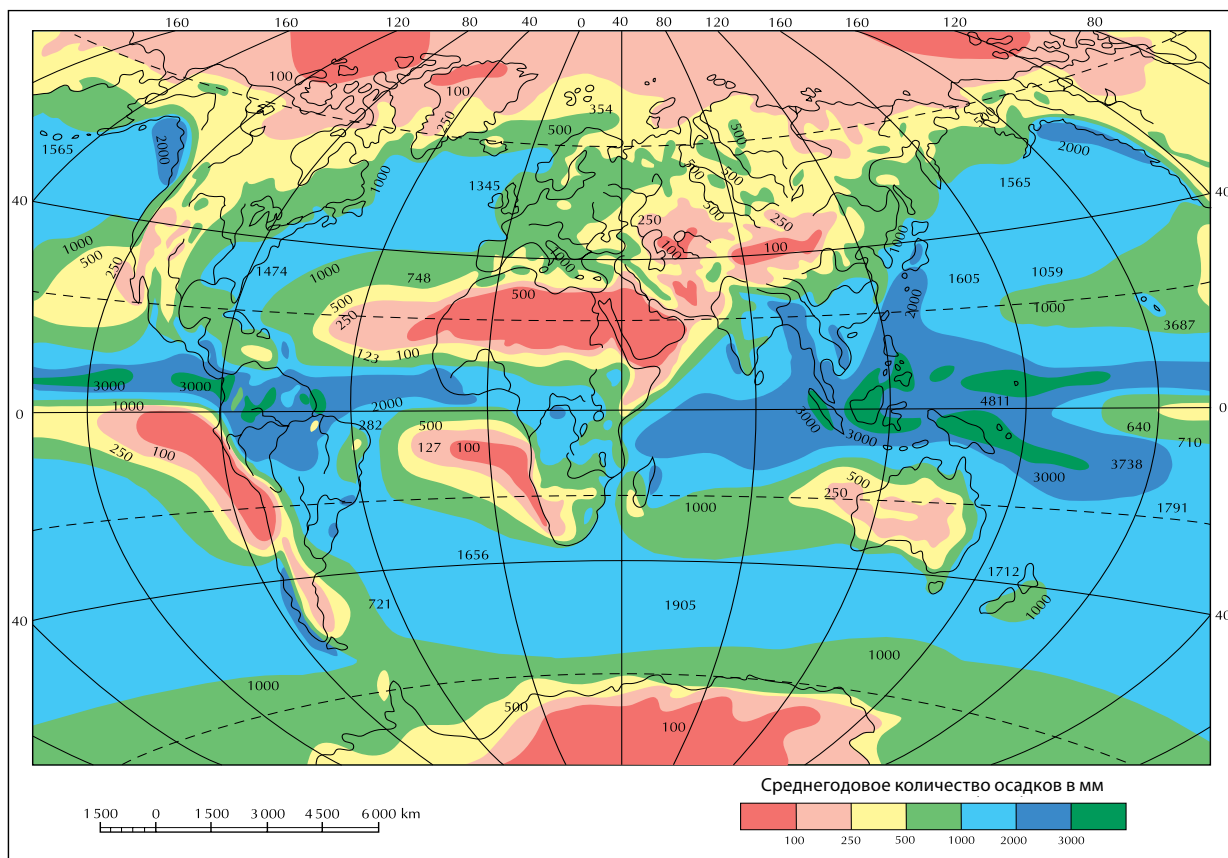
▲ Рис. 3.37
Град:
а) мелкий
б) крупный



▲ Рис. 3.38
Плювиометр, прибор для измерения количества осадков



▲ Рис. 3.39
Плювиограф, прибор для регистрации атмосферных осадков



▲ **Рис. 3.40**
Распределение среднегодового количества осадков на земном шаре

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Опишите типы осадков по продолжительности и интенсивности.
2. Используя рисунок 3.40, опишите и объясните распределение осадков на земном шаре, выделив:
 - а) общие закономерности в распределении годовых значений атмосферных осадков на земной поверхности;
 - б) районы с годовыми максимальными и минимальными значениями атмосферных осадков.

Карта годовых *изогиет* показывает географическое распределение среднегодовых количеств осадков (**рис. 3.40**).

В экваториальной области большое количество осадков (1 000–2 000 мм в год) связано с сильным и непрерывным испарением, к которому добавляется преобладание восходящего движения воздуха. Указанные количества осадков выпадают как над океанами, так и над материками, равномерно распределяясь в течение года с почти ежедневной частотой.

Однако местные аazonальные условия могут вызывать количество осадков выше или ниже этих значений. Например, количество осадков может достигать значений от 4 000 до 6 000 мм в бассейне Амазонки в Южной Америке, на Индонезийском архипелаге и на западе Экваториальной Африки (Камерун – более 10 000 мм), тогда как на восточном побережье Африки выпадает менее 1 000 мм. На западном побережье Южной Америки среднегодовые количества достигают невероятных значений – от 7 000 мм до 27 мм.

К югу и северу от экваториальной зоны наблюдается общее уменьшение количества осадков. Так, между параллелями 20° и 40° в обоих полушариях уменьшение среднегодовых сумм осадков – значительно, оно достигает в основном менее 300 мм, а в некоторых местах может уменьшаться до 100 мм. Эти географические районы представляют собой территорию больших пустынь и полупустынь: Сахара, Аравия, Месопотамия, Иранское плато, Тар, Калифорния, Аризона, Невада, Мексиканское плато, Атакама, Намиб, Калахари, Центральная Австралия и др.

Наиболее выраженная степень засухливости отмечается на западных побережьях континентов, где холодные океанские течения в основном ответственны за отсутствие осадков. Например, в северной части Чили (пустыня Атакама) годовое количество осадков составляет менее 1 мм, а в некоторых местах осадки полностью отсутствуют в течение многих лет.

Также в этих широтах, характеризующихся усиленной аридностью и аazonальностью, из-за конфигурации рельефа и муссонной циркуляции регистрируются самые высокие среднегодовые количества осадков: 13 970 мм в Мавсинрам (Индия), считающемся полюсом дождей на земном шаре; 11 500 мм в Черапунджи (Индия).

В некоторые годы могут выпадать количества, превышающие 15 000 мм (рис. 3.41, 3.42). В других регионах муссонной Азии выпадают обильные осадки, достигающие среднегодовых значений 3 000–4 000 мм (южные склоны Гималаев, Индокитай, Тайвань, юг Японии). Значительные осадки также наблюдаются в регионах, постоянно подверженных пассатам: более 5 000 мм в горных районах на юге Мексики и в Гватемале.

Пример неравномерного распределения орографических осадков – Гавайский архипелаг. Так, если на подверженном северо-восточному пассату склоне вулкана Валиахи (остров Кауаи, высота 1 730 м) выпадает 12 090 мм осадков в год, то в Гонолулу (остров Оаху, высота 12 м) ежегодно выпадает всего 556 мм осадков.

В умеренных широтах (40–60° северной и южной широты) количество осадков уменьшается как с запада на восток (внутри страны), так и с севера на юг. Среднегодовое количество осадков значительно выше, чем в тропических и субтропических регионах: 500–1 000 мм на окраинах материков и примерно 300–500 мм внутри страны. В то же время между 50° – 60° северной широты, над Атлантическим океаном и Европой на западе и северо-западе из-за интенсивной циклонической деятельности фиксируются самые высокие значения.

В Азии больше осадков выпадает на восточных берегах, где интенсивная циклоническая активность накладывается на летний муссон, так что на полуострове Камчатка, островах Курилы, Сахалин и Хоккайдо выпадают от 600 до 1 000 мм в год. В Северной Америке, в центральной части прерий выпадает в среднем менее 500 мм в год, тогда как восточное побережье Атлантического океана намного богаче осадками из-за усиления циклонической активности, а также наличия тёплых течений (Гольфстрим).

Особо важная роль в неравномерном распределении осадков на континентах принадлежит рельефу. Горные хребты по своей высоте и положению по отношению к направлению воздушных масс и постоянным ветрам представляют собой настоящие «климатические барьеры».

На наветренных склонах количество осадков значительно выше, чем на подветренных. Обычно на этих орографически изолированных географических территориях отсутствие циклонической активности, а также сильно ощущаемые фёновые эффекты определяют азональный облик некоторых пустынь и полупустынь, которые продолжают таковые в субтропических районах (плато Большого бассейна, плато Техаса, Аризона в США).

На Азиатском континенте по тем же причинам появляются обширные пустынные территории (пустыни Средней Азии – Такла-Макан, Гоби и др.), продолжение которых – в Юго-Западной Азии.

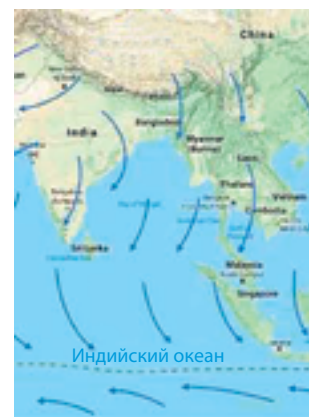
Среднегодовое количество осадков явно уменьшается по направлению к двум приполярным районам из-за преобладания антициклонического режима и сохранения очень низких температур, низкого испарения, низкой точки насыщения, регистрируемых в количествах ниже 300 мм и даже менее 100 мм в гренландском секторе Северного Ледовитого океана. На западном побережье Гренландии уменьшение количества осадков по широте ещё более заметно.

В прибрежной зоне Антарктиды среднегодовые количества достигают 450 мм, а на суше постепенно уменьшаются, достигая у южного полюса значений ниже 75 мм из-за очень низкой абсолютной влажности и стабильной термической стратификации воздуха, а также отсутствия мобильных циклонов.

Твёрдые осадки в виде снега характерны для районов с низкими температурами.



▲ Рис. 3.41
Летний муссон в
Индийском океане



▲ Рис. 3.42
Зимний муссон в
Индийском океане

Таблица 3.5

Коэффициент увлажнения для различных природных зон умеренного пояса

Природная зона	К
Леса	1–1,5
Лесостепи	0,6–1,0
Степи	0,3–0,6
Полупустыни	0,1–0,3
Пустыни	0,1

Однако наиболее важным климатологическим аспектом осадков является их распределение в течение года (по сезонам), которое характеризует годовой режим осадков.

Коэффициент увлажнения

Для изучения природных комплексов в практических целях важно знать соотношение между теплом и влажностью на определённой территории. Часть атмосферных осадков, достигая земной поверхности, возвращается обратно в атмосферу путём испарения, другая стекает в реки, моря и океаны, инфильтрируется в почву. В разных термических условиях из почвы могут испаряться различные количества воды.

В одних областях испаряется столько же воды, сколько и выпадает, иногда даже больше, в других количество осадков превышает реальное испарение.

Степень увлажнения территории характеризуется коэффициентом увлажнения – отношением годового количества осадков к возможному испарению.

Его можно выразить уравнением: $K = \frac{H}{E}$, где K – коэффициент увлажнения, H – годовое количество осадков, E – потенциальное испарение, которое представляет максимальное количество воды, способное испариться с поверхности в естественных условиях.

Чем меньше коэффициент увлажнения, тем засушливее климат. Когда годовое количество осадков равно возможному испарению, коэффициент увлажнения близок к единице. Если индекс увлажнения менее единицы, то количество влаги является недостаточным, а если ниже 0,3 – испытывается её большой дефицит. В случае, когда этот индекс превышает единицу, отмечается избыток влаги. На основе коэффициента увлажнения можно аргументировать распределение растительных и почвенных зон, густоту гидрографической сети.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

- Используя данные табл. 3.5, выясните, для какой природной территории характерен данный коэффициент.
- Рассчитайте коэффициент увлажнения по данным таблицы 3.6.
- Заполните в тетрадях таблицу 3.6.

ПОКАЗАТЕЛИ УВЛАЖНЕНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ ЗОН

Таблица 3.6

Пункты	Осадки, мм	Возможное испарение, мм	Коэффициент увлажнения	Природная зона
1	520	610		
2	110	1 320		
3	560	520		
4	450	810		
5	220	1 100		

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- изогия
- коэффициент увлажнения
- конвективные осадки
- фронтальные осадки
- орографические осадки

2. Проверьте знания:

- Какие типы осадков вам известны по способу их образования и агрегатному состоянию воды?
- Как выражается количество осадков и каковы изогии?
- Какие типы осадков фиксируются в вашем населённом пункте?

3. Выполните задания:

- Укажите влажные и засушливые районы Земли и объясните причины неравномерного распределения атмосферных осадков.
- Разработайте и проанализируйте диаграмму «Годовое количество атмосферных осадков» в своём населённом пункте, используя несколько источников информации.

4. Развивайте критическое мышление:

- Определите факторы, влияющие на количество осадков. Объясните причину малого количества осадков в субтропических и тропических широтах по всему миру. Объясните причины образования пустынь на западных побережьях материков.

8 Воздушные массы и атмосферные фронты

Вопросы изучения объектов синоптической метеорологии с целью разработки прогноза погоды: воздушные массы, атмосферные фронты, эволюция и передвижение циклонов и антициклонов.

Воздушные массы

Атмосфера неоднородна, так как состоит из больших объёмов воздуха, в которых метеорологические элементы носят относительно постоянный характер. Большие объёмы атмосферы, характеризующиеся определённой степенью однородности и непрерывности в распределении метеорологических элементов, называют *воздушными массами*.

В контактных зонах воздушных масс с различными физическими свойствами значения метеорологических элементов резко изменяются, а градиенты обладают большими величинами.

По вертикали воздушные массы могут располагаться в пространстве от нескольких сот метров до нескольких километров. Нередко они достигают верхнего уровня тропосферы.

По горизонтали воздушные массы способны простираться на расстояния от нескольких сотен до нескольких тысяч километров (500–5 000 км).

В общей системе атмосферной циркуляции воздушные массы переносятся из одного региона земного шара в другой. Смена одной воздушной массы другой приводит к изменению погоды в этом регионе (рис. 3.43).

Образование воздушных масс обусловлено более длительной задержкой воздуха в той или иной области. При долгом нахождении в каком-либо географическом регионе воздух принимает свойства данной территории, являясь в принципе и причиной, и местом образования воздушных масс (над ледовыми просторами Арктики или Антарктики, над пустыней, над поясом влажных экваториальных лесов).

Самые благоприятные условия складываются в устойчивых антициклонах (Сибирский антициклон, Канадский зимний антициклон, Азорский антициклон и др.). В некоторых областях высоких широт воздушные массы могут формироваться и в постоянных барических минимумах (Исландский минимум, Алеутский зимний минимум, Азиатский летний минимум и др.).

Термические особенности и влажность воздушных масс зависят от характера подстилающей поверхности, над которой они образовались, и от их географического происхождения.

Классификация воздушных масс. При классификации воздушных масс используются следующие критерии: *термический*, *термодинамический* и *географический*.

В соответствии с термическим критерием воздушные массы делятся на *тёплые* и *холодные*. Масса воздуха считается *тёплой*, если она образовалась в более низких широтах и движется в сторону высоких, вызывая потепление погоды. И наоборот, она считается *холодной*, если перемещается из высоких широт в сторону низких, способствуя похолоданию погоды в данной области.

По своим термодинамическим свойствам воздушные массы делятся на две группы – *устойчивые* (малоподвижные) и *неустойчивые* (движущиеся). Первые характеризуются отсутствием конвективных процессов и устойчивым характером погоды. Во втором случае существуют благоприятные условия для развития конвективных процессов, конденсации и выпадения осадков, следовательно, погода неустойчива.

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Воздушная масса – объём воздуха значительных размеров, но однородный по своим физическим свойствам, несущий на себе отпечаток условий области, где сформировался.

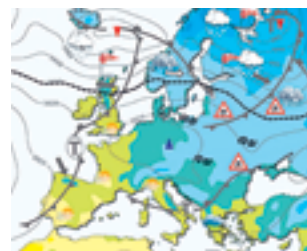
Атмосферный фронт – поверхность раздела двух разных воздушных масс с различными физическими характеристиками.

Холодный фронт – переходная зона между двумя воздушными массами (холодной и тёплой). При его прохождении более тёплый воздух сменяется холодным.

Тёплый фронт – переходная зона между двумя массами воздуха (тёплого и холодного), которые перемещаются в одном направлении. При его прохождении более холодный воздух вытесняется тёплым.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Разработайте схему типов воздушных масс на основе классификации воздушных масс по разным критериям.



▲ Рис. 3.43
Процесс проникновения и расширения арктического воздуха на юг, видимый на синоптической карте

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Температура, влажность и степень прозрачности воздуха – три классических ориентира для первичной идентификации воздушных масс, направляющихся в определённую область.
- Движущиеся воздушные массы обладают характерными физическими свойствами, приобретёнными в контакте с активной земной поверхностью в различных регионах планеты, где они сформировались.
- Воздушные массы влияют на более равномерное распределение тепла, давления, влажности, прозрачности, ветра, облачности, осадков, включая распространение природных и антропогенных загрязнителей.
- В случае антициклона движение воздушных масс является нисходящим и расходящимся, то есть они спускаются из верхней части тропосферы, достигают земной поверхности и затем покидают зону максимального давления, перемещаясь в две другие зоны минимального давления.
- В случае циклона движение воздушных масс – восходящее и сходящееся, т.е. они исходят из точек максимального давления, соединяются в точке минимального давления, а затем поднимаются в верхнюю часть тропосферы.

Степень устойчивости воздушных масс зависит от характера конвективных движений – восходящих или нисходящих. В случае циклонов с восходящей циркуляцией воздушные массы обладают неустойчивым характером, а при антициклонах, которым свойственна нисходящая циркуляция, они являются устойчивыми.

Чаще всего синоптиками используется та классификация, которая учитывает географическое происхождение воздушных масс, а также способ их образования. Согласно географическому происхождению выделяются следующие типы воздушных масс:

- *массы арктического воздуха (А)* и, соответственно, *антарктического (аА)*, образующиеся в Арктическом бассейне и над Антарктидой;
- *массы полярного воздуха (П)*, происходящие из субполярных поясов и даже умеренных, но сохранившие старое название полярных масс;
- *массы тропического воздуха (Т)*, образующиеся в субтропических антициклонах;
- *массы экваториального воздуха (Э)*, формирующиеся в экваториальном поясе.

В зависимости от характера подстилающей поверхности, над которой они образуются, внутри каждого основного географического типа различаются подтипы: *морские (м)* и *континентальные (к)* воздушные массы. Например, полярные воздушные массы бывают морскими полярными (мП) и континентальными полярными (кП) и т. д.

Характеристика географических типов воздушных масс

Арктический воздух (А) образуется в Арктическом бассейне, внутри антициклонов около северного полюса. Эта воздушная масса является самой холодной из формирующихся в северном полушарии и характеризуется низкими температурами по всей своей толщине. В умеренных областях Северного полушария поздние весенние и ранние осенние заморозки вызваны проникновением арктического воздуха. Выделяют *морской арктический (мА)* и *континентальный арктический (кА)* воздух.

Континентальный арктический воздух проникает в Европу со стороны Баренцева и Карского морей. Он имеет низкие температуры, очень сухой, образует кучевые облака – слабые, изолированные, не дающие осадков (**табл. 3.7**).

Морской арктический воздух проникает в Европу со стороны Гренландии, проходит над Норвежским морем, где, немного нагреваясь и насыщаясь водяными парами, становится неустойчивым. Тем не менее, влажность остаётся пониженной, но с ярко выраженной прозрачностью. Летом вызывает холодные дожди и снегопады в горах: весной – поздние, а осенью – ранние.

Полярный (П) или умеренный воздух образуется в средних широтах при трансформации арктического воздуха, во время нагревания внутри подвижных антициклонов или тропического воздуха, при охлаждении внутри барических ложбин устойчивого характера. Выделяется *континентальный полярный воздух (кП)* и *морской полярный воздух (мП)*.

Континентальный полярный воздух образуется в зимнее время внутри антициклонов над Восточной Европой, иногда над Скандинавским полуостровом, а также в сибирском регионе Азии. Ему свойственны очень низкие температуры (даже ниже, чем в арктическом воздухе) в нижних слоях из-за сильных термических инверсий, что придаёт ему высокую стабильность. Его ещё называют *полярным континентальным переохлаждённым воздухом*. Летом континентальный полярный воздух образуется в слабых антициклонах, которые возникают в Евразии. Здесь он имеет высокие температуры в нижних слоях, часто похож на континентальный тропический воздух, тем не менее, остаётся более холодным в верхних слоях.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Опишите и аргументируйте условия и место образования географических воздушных масс.
2. Разработайте схематические профили атмосферных фронтов: холодного, тёплого и окклюзии, объясняя условия образования и их особенности.

Морской полярный воздух проникает в Европу с запада. Зимой продвигается из Канады в виде континентальной полярной массы, пересекает Атлантику, нагревается над Гольфстримом, насыщается водяными парами и достигает Европы в виде морского полярного воздуха. Перемещаясь над холодным материком, вызывает изменения погодных условий и выпадение осадков. В летнее время образуется в высоких широтах над Атлантикой. Проникая на нагретый материк, обуславливает похолодание погоды и обильные осадки. Двигаясь внутрь материка, постепенно утрачивает свои свойства, приобретая континентальный характер.

Тропический воздух (Т) образуется в областях, где субтропические антициклоны господствуют как над Атлантическим океаном, так и над материками. Его основными характеристиками являются повышенная температура и высокая стабильность. Различают *морской тропический воздух* (мТ) и *континентальный тропический воздух* (кТ).

Морской тропический воздух образуется в Азорском антициклоне в субтропических областях Северной Атлантики. Он достигает Европы посредством этого антициклона, пересекая область Средиземного моря. Вследствие своей повышенной температуры над океаном насыщается большим количеством водяного пара.

Континентальный тропический воздух возникает над субтропическими пустынями Северной Африки, Аравийского полуострова, а в летнее время – даже и в некоторых областях, расположенных в средних широтах.

Экваториальный воздух (Э) образуется в экваториальном поясе как над материками, так и над океанами. Это самый тёплый и влажный воздух. Он передвигается в нижней тропосфере от экватора к тропикам посредством экваториальных муссонов, возникающих при переходе пассатов из одного полушария в другое.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗДУШНЫХ МАСС

Таблица 3.7

Воздушная масса Подтип	Арктическая (Антарктическая)	Полярная (умеренных широт)	Тропическая	Экваториальная
Континентальный	Холодная Сухая Устойчивая погода	Холодная зимой и тёплая летом Сухая Устойчивая погода	Жаркая Обычно сухая Ливневые дожди	Тёплая Влажная Устойчивая погода
Океанический	Холодная Влажная Неустойчивая погода	Прохладная Влажная Неустойчивая погода	Тёплая Влажная Устойчивая погода	Тёплая Влажная Устойчивая погода

Атмосферные фронты

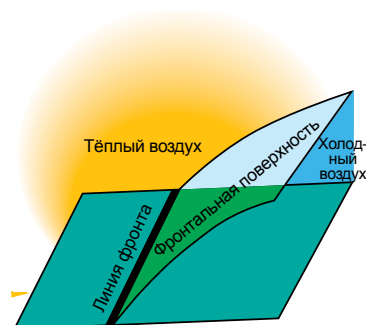
Происхождение атмосферных фронтов. Между различными типами воздушных масс существуют контактные зоны, в которых свойства метеорологических элементов существенно изменяются. Эти переходные зоны между двумя воздушными массами с различными свойствами называются *атмосферными фронтами* (рис 3.44). Поскольку контакт между двумя воздушными массами осуществляется на узком пространстве (в несколько сот метров), в графических изображениях этот слой указан как поверхность, условно названная *фронтальной*.

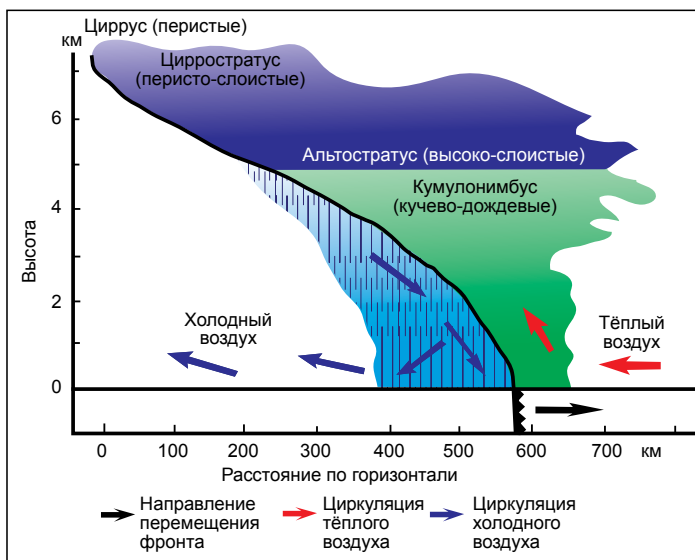
Угол наклона фронтальной поверхности к горизонтальной земной поверхности небольшой и колеблется от 1 до 10 градусов. Пересечение фронтальной поверхности с земной называется *линией фронта*, отмечаемой на синоптических картах условными знаками, характеризующими тип атмосферного фронта. Метеорологические процессы, как например, *колебания температуры, образование облачности и атмосферных осадков*, происходящие во фронтальной зоне, называются *фронтальными процессами*.

Процесс формирования атмосферных фронтов называется *фронтогенезом*. Для формирования фронтальной зоны в атмосфере требуются два условия, а именно:

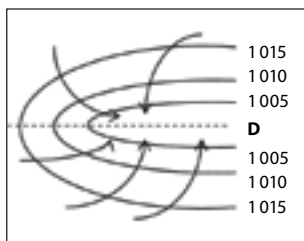
- наличие двух воздушных масс с разными свойствами, взаимодействующих во фронтальной области;
- наличие противоположных токов, которые поддерживают контакт двух воздушных масс.

Рис. 3.44
Фронтальная поверхность и линия фронта

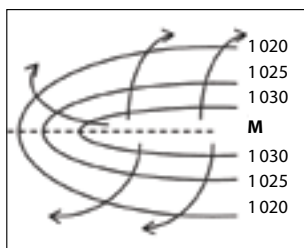




▲ Рис. 3.45
Схематический профиль холодного фронта



▲ Рис. 3.46
Ложбина – стрелки указывают направление движения частиц воздуха в горизонтальной плоскости



▲ Рис. 3.47
Гребень

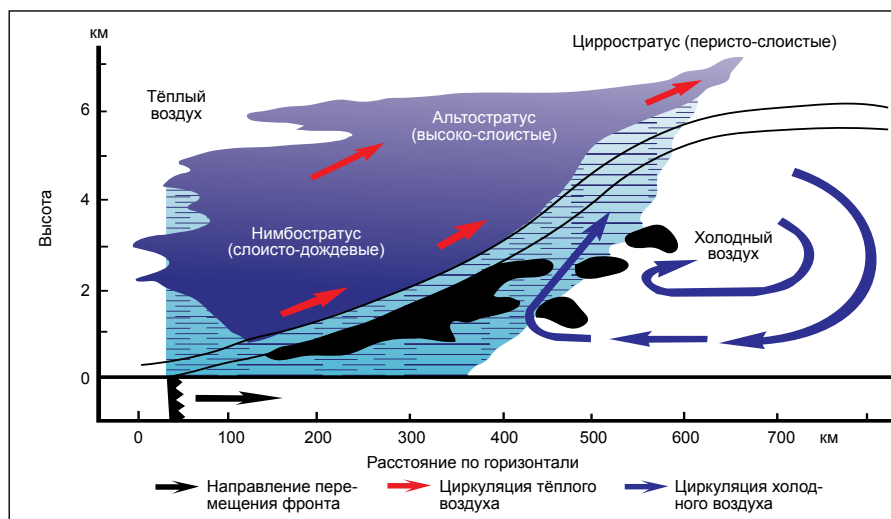
Рис. 3.48 ▲
Схематический профиль тёплого фронта

1. В зависимости от более активной воздушной массы (холодной или тёплой) атмосферные фронты подразделяются на *холодные* и *тёплые фронты*.

Холодный фронт возникает, когда наступающая масса холодного воздуха заменяет массу тёплого воздуха. В этом случае фронт переходит с холодного воздуха на тёплый. Масса холодного воздуха, будучи более плотной, быстро проникает под клиновидную массу горячего воздуха, заставляя его подниматься (рис. 3.45).

Холодные фронты приводят к образованию кучево-дождевых облаков, из которых в непосредственной близости от линии фронта выпадают сильные дожди. В некоторых случаях за фронтом могут образовываться *слоисто-дождевые* и *высоко-слоистые* облака, из которых осадки выпадают на большие площади. Холодные фронты очень опасны для навигации.

Тёплый фронт образуется во время замены отступающей холодной массы воздуха тёплой массой. Перемещение тёплого воздуха осуществляется с большей скоростью, чем холодного, так как он скользит вверх по всей фронтальной поверхности. Восходящее скольжение тёплого воздуха по фронтальной поверхности сопровождается адиабатическим охлаждением и конденсацией водяного пара (рис. 3.48). При прохождении тёплых фронтов образуются *слоисто-дождевые* облака, несущие обильные осадки.



Эти условия достигаются за счёт схождения течений в определённых характерных барических образованиях, таких как *циклон* и *ложбина* (рис. 3.46).

Если конвергентные движения воздуха приводят к условиям фронтогенеза, то дивергентные – к удалению воздушных масс: фронтальная область расширяется, появляются нисходящие потоки и фронт распадается. Процесс распада и исчезновения атмосферного фронта называется *фронтолизом* и происходит в *антициклоне* и *гребне* (рис. 3.47).

Классификация атмосферных фронтов. Они классифицируются по нескольким критериям. Основные из них – *движение фронта по отношению к тёплым или холодным воздушным массам*; *географическое происхождение воздушных масс*; *размеры и динамика движения воздушных масс*.

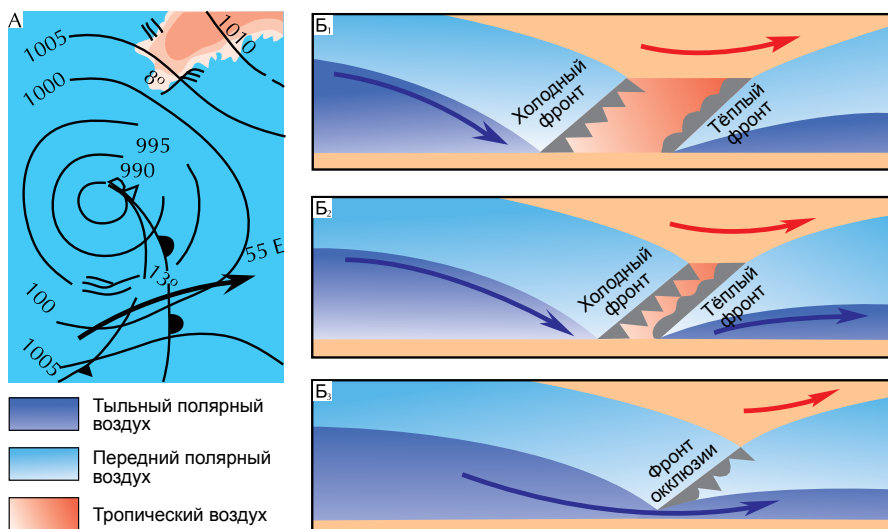


Рис. 3.49
Формирование фронта окклюзии

Помимо этих двух типов атмосферных фронтов, существуют **фронты окклюзии**, или **смешанные**, образующиеся на контакте тёплых и холодных фронтов, т.е. в зоне их слияния, после чего происходит процесс, называемый **окклюзией**, то есть распад фронтов (рис. 3.49, 3.50).

2. По географическому происхождению воздушных масс, величине и динамике движения воздуха атмосферные фронты подразделяются на *основные и второстепенные*. Основные географические типы воздушных масс отделены друг от друга основными атмосферными фронтами, которые носят название более холодной и разделённой массы. Таким образом, различают:

- **арктический фронт** (или **антарктический**), который появляется как зона раздела между арктическим (антарктическим) и полярным воздухом (А/П), когда первый стремится занять место полярного воздуха;
- **полярный фронт**, проявляющийся в качестве зоны раздела между полярным и тропическим воздухом (П/Т) при стремлении первого занять место тропического воздуха;
- **тропический фронт**, который проявляется как зона раздела между тропическим и экваториальным воздухом (Т/Э), когда первый стремится занять место экваториального воздуха.

Основные фронты не являются стабильными образованиями, их положение изменяется во времени и пространстве. Они могут быть представлены на картах с многолетним, месячным и сезонным их месторасположением и в этом случае называются **климатическими фронтами** (рис. 3.51).

Атмосферные фронты возникают и исчезают одновременно с изменениями, происходящими в бирических полях.

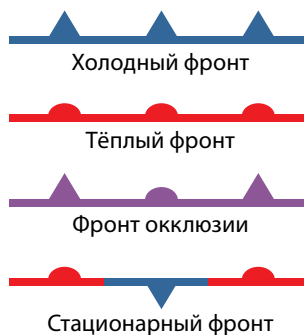


Рис. 3.50
Обозначение различных типов фронтов

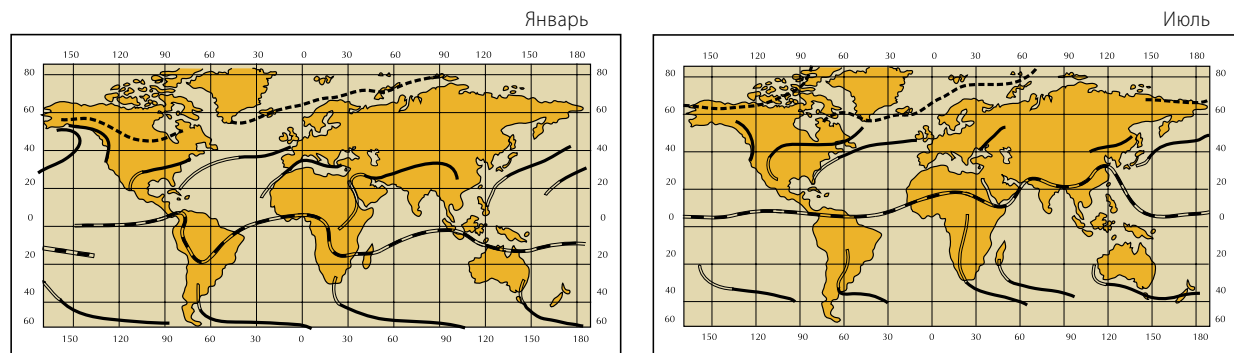


Рис. 3.51
Климатические фронты в январе и июле

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Струйные течения – движения с большими скоростями воздушных масс в верхней части тропосферы.

Зоны конвергенции – области, где воздух непрерывно поднимается от поверхности Земли на высоту (у экватора и полярных кругов).

Зоны дивергенции – участки, где воздух непрерывно спускается с высот к поверхности Земли (на полюсах и в тропиках).

Общая циркуляция атмосферы

В зависимости от распределения атмосферного давления на поверхности Земли и в атмосфере по вертикали речь заходит о системе циркуляции воздушных масс. Под *общей циркуляцией атмосферы* понимается система воздушных потоков планетарного масштаба, охватывающая всю атмосферу. В результате этой циркуляции происходит обмен тепла и влаги между различными участками поверхности, уравнивающий физические свойства воздуха в этих географических областях.

Общей циркуляции атмосферы сопутствуют: *неравномерное распределение солнечной энергии на поверхности Земли*, вызывающее неравномерное нагревание её и соответствующих частей атмосферы; *вращение Земли*; *неоднородность подстилающей поверхности*.

В случае неоднородности подстилающей поверхности движущейся Земли циркуляция атмосферы является очень сложной. Далее будет рассматриваться только схема циркуляции для нижних слоев атмосферы (рис. 3.52).

Под влиянием *силы Кориолиса* и *силы трения*, к которым добавляется влияние неоднородности земной поверхности, в циркуляции атмосферы возникают *три зональных звена* для каждого полушария. Между этими звеньями существуют очень тесные связи.

Так, в *экваториальном поясе* благодаря интенсивному нагреванию развиваются мощные тепловые конвективные токи, достигающие 8 км высоты. На этих высотах под влиянием барического градиента воздушные массы направляются к тропикам в виде двух струйных течений. Эта постоянная циркуляция воздуха к высоким широтам поддерживает в экваториальном поясе пониженный барический режим, образуя *экваториальный штормовый пояс*.

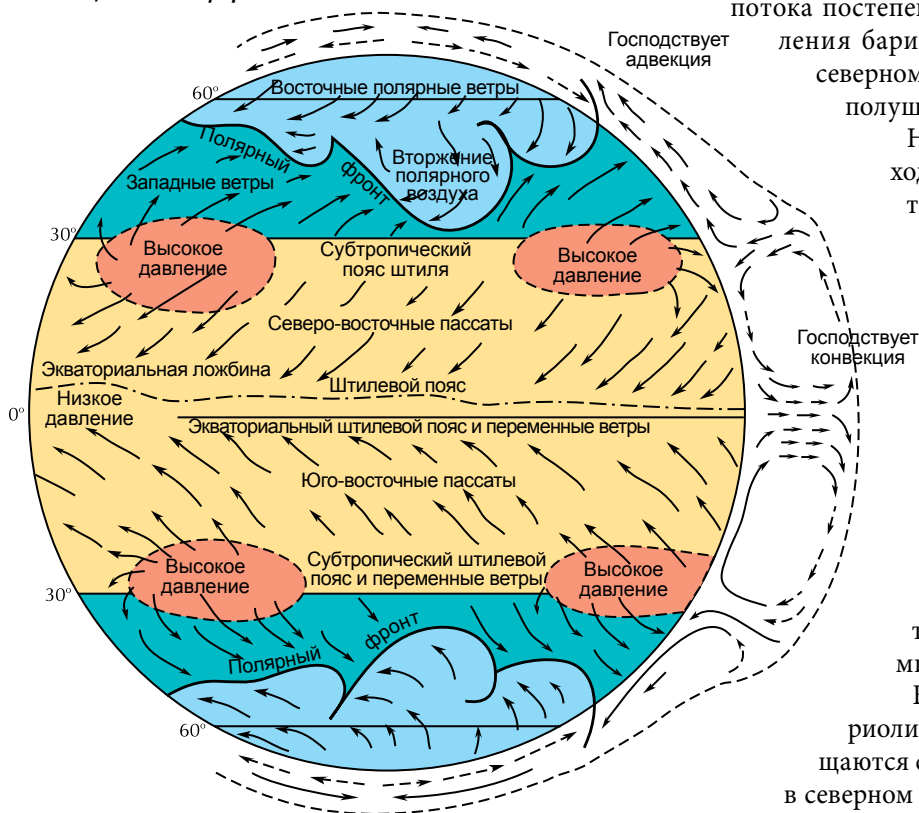
Под действием *силы Кориолиса* два высотных потока постепенно отклоняются от направления барического градиента вправо в северном полушарии и влево в Южном полушарии.

Наибольшее отклонение происходит на широтах 30°–35°, где оба течения имеют западно-восточное направление в обоих полушариях.

Вследствие большого скопления воздуха на этих широтах развиваются нисходящие движения воздушных масс, что ведёт к возникновению в обоих полушариях двух *субтропических поясов высокого давления*. Барические градиенты, таким образом, ориентированы к экваториальному минимуму.

В результате действия силы Кориолиса воздушные потоки перемещаются с северо-востока к юго-западу в северном полушарии и с юго-востока к северо-западу – в южном.

Рис. 3.52
Схема общей циркуляции атмосферы



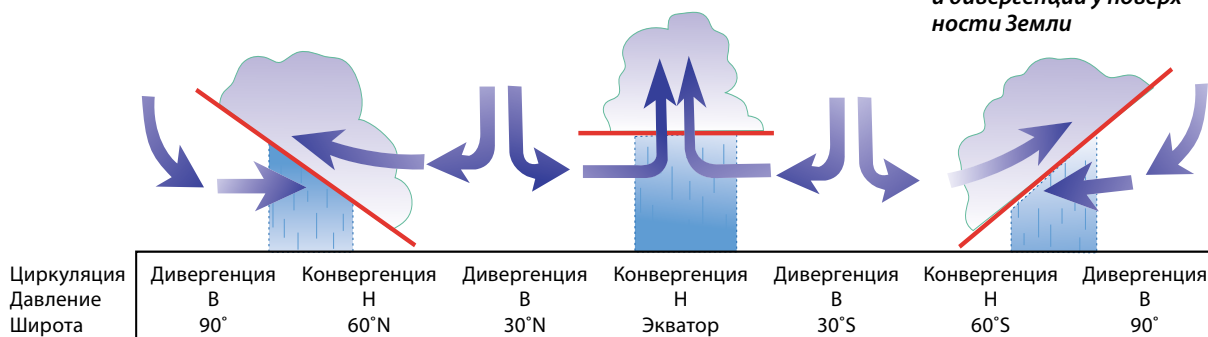
Ветры, которые постоянно дуют в межтропической зоне, называются *пассатами*.

Согласно этой же схеме, также от субтропического максимума часть воздуха перемещается к северу (в Северном полушарии), в направлении субполярного минимума. Из-за вращения Земли воздушные массы становятся *юго-западными ветрами* в средних широтах, а на широтах 60–65° – *восточными ветрами*. В этих широтах часть воздушных масс поднимается по вертикали в области субполярных минимумов, откуда они возвращаются к тропикам, замыкая второе звено – циркуляцию *западных ветров*. На эти ветры постоянно воздействуют циклоны и антициклоны, которые зарождаются вдоль фронтальных зон (полярный, арктический и антарктический фронты).

За Северным полярным кругом атмосферное давление повышается, и барические градиенты, ориентированные в сторону субполярного минимума, рождают *северо-восточные ветры* в Северном полушарии и *юго-восточные ветры* – в Южном. В области субполярного минимума (60–65°) восходящее движение переносит воздушные массы в верхние слои тропосферы, откуда они перемещаются к полярным областям. Здесь, при нисходящем движении, они восполняют воздух, перемещённый в сторону субполярного минимума, создавая, таким образом, третье звено

В зонах смыкания этих звеньев образуются *зоны конвергенции* на экваторе и полярных кругах, где воздух постоянно поднимается вверх от поверхности Земли на большие высоты, и *зоны дивергенции* у полюсов и тропиков, где воздух опускается из стратосферы к поверхности Земли (рис. 3.53).

Рис. 3.53
Области конвергенции и дивергенции у поверхности Земли



ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- воздушная масса
- атмосферный фронт
- фронтогенез
- фронтолиз
- тропический фронт

2. Проверьте знания:

- Каковы условия образования воздушных масс?
- Каковы типы воздушных масс по термическим, термодинамическим и географическим критериям?
- В каких условиях образуются атмосферные фронты?
- В чем разница между фронтами: холодным, тёплым и окклюзией?

3. Выполните задания:

- Объясните классификацию воздушных масс по термическим, термодинамическим и географическим критериям. Определите специфику каждого типа воздушных масс.
- На контурной карте мира обозначьте положение климатологических фронтов в январе и июле. Объясните причины изменения положения этих фронтов в соответствующие сезоны (зима и лето).

4. Развивайте критическое мышление:

- Охарактеризуйте существенные различия между:
 - а) географическими типами воздушных масс;
 - б) холодным и тёплым фронтами тремя специфическими элементами;
 - в) тремя основными звеньями общей циркуляции атмосферы.

9 Погода и прогноз погоды

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Метеорологический прогноз – научный анализ развития метеорологических процессов и явлений на больших территориях.

Синоптическая карта – карта, на которой важные метеорологические элементы обозначены цифрами и условными знаками.

Метеорологическое предупреждение – сообщение о возможном ухудшении погоды или возможности возникновения опасных метеорологических явлений.

Вопросы изучения объектов синоптической метеорологии с целью разработки прогноза погоды: воздушные массы, атмосферные фронты, эволюция и перемещение циклонов и антициклонов.

Общие представления о погоде

Погода – это физическое состояние тропосферы в конкретном месте, в определённый момент или период времени, характеризующее спецификой метеорологических элементов и явлений.

Основными метеорологическими элементами, которые своим комплексным влиянием отражают состояние погоды, являются: *температура, атмосферное давление, облачность и влажность воздуха, осадки, ветер* и т. д. Интервал времени, для которого определяется погода, может составлять один час, несколько часов, сутки или несколько дней, когда характеристики метеорологических элементов остаются относительно постоянными.

Значения элементов погоды демонстрируют непрерывные изменения во времени и пространстве. Отсюда следует, что погода постоянно меняется, что выражается ходом погоды.

Метеорологическая служба и её структура. Наблюдения за погодой производятся на метеостанциях. В настоящее время на земном шаре существует единая сеть из более чем 12 000 метеостанций. Станции, которые проводят более сложные наблюдения, называются *метеорологическими обсерваториями*. Данные, полученные на метеорологических станциях, мгновенно передаются посредством различных современных средств связи в национальные метеорологические центры. В свою очередь, каждый национальный центр сбора метеорологических сообщений после отбора полученных данных передаёт их по специальным каналам в региональные метеорологические центры. Для Европы это – Бракнелль, Париж, Рим, Оффенбах, Прага, Москва и Стокгольм. Все метеорологические станции, обсерватории, бюро прогнозов, метеорологические центры образуют *Национальную метеорологическую службу* (рис. 3.54). Национальные метеорологические службы и региональные

метеорологические центры образуют *Всемирную метеорологическую службу*, возглавляемую Всемирной метеорологической организацией (ВМО) Организации Объединённых Наций, базирующейся в Женеве. Координация со Всемирной метеорологической службой осуществляется силами трёх мировых метеорологических центров, расположенных в Москве, Вашингтоне и Мельбурне, а также 25 региональных центров. В последние годы начался процесс создания Глобальной сети наблюдения за климатом.

Полученные данные используются в целях разработки метеорологических прогнозов, предупреждений о появлении и развитии опасных стихийных метеорологических явлений.

Для отражения пространственного распределения основных метеорологических данных конкретной территории на текущий момент используется *синоптическая карта*. Она представляет определённые метеорологические элементы, позволяющие создать общую картину о характеристиках погоды.

▼ Рис. 3.54
Здание Государственной гидрометеорологической службы Республики Молдова



Использование современных технических средств для прогнозирования погоды

Исходя из характерных метеорологических данных на тот или иной момент анализа развития синоптической обстановки и изучения периодичности некоторых явлений, можно осуществить прогноз эволюции погоды за определённый интервал времени. Для этих целей используются основные синоптические карты, на которых напротив метеорологических станций записаны закодированные значения основных метеорологических элементов, указаны элементы барического поля, зоны с осадками, воздушные массы и др. (рис. 3.55).

Основные синоптические карты (поверхности почвы и разных высот) дополняются специальными картами, которые включают частичные данные по конкретным аспектам эволюции некоторых метеорологических элементов.

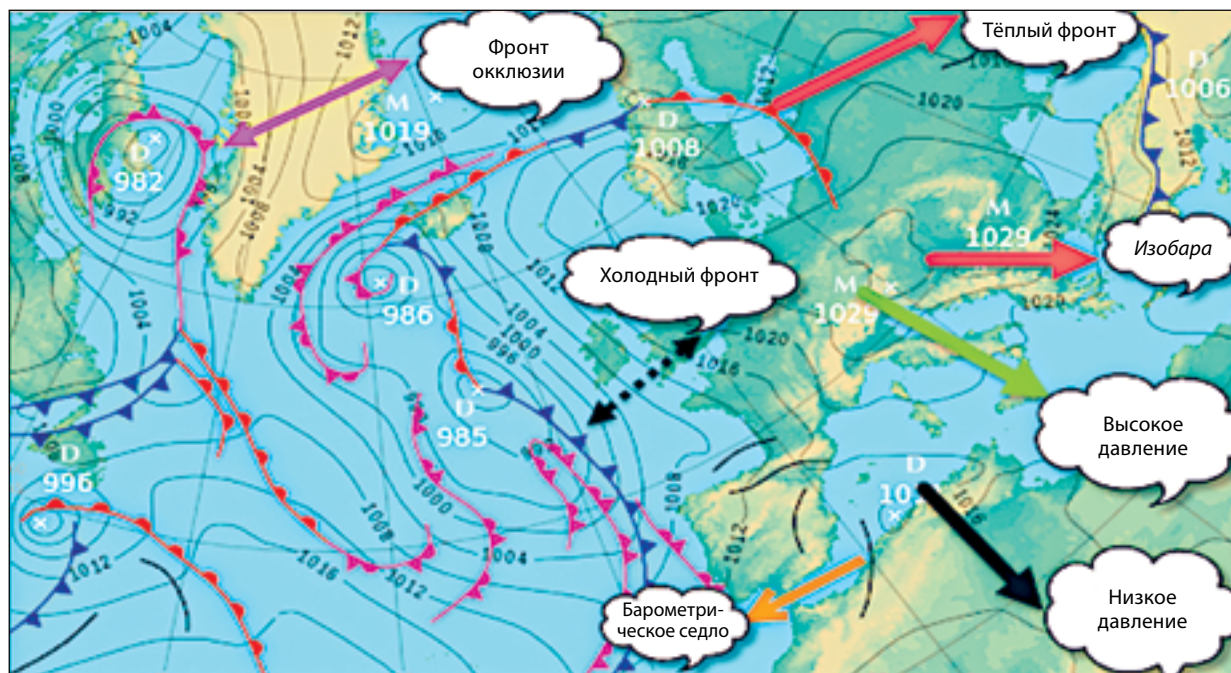
Синоптические карты составляют через определённые промежутки времени, чтобы отразить состояние сложных погодных явлений во времени и пространстве. Из анализа этих состояний можно делать ценные выводы относительно изменений погоды.

Метеорологический прогноз представляет собой прогноз погоды, то есть научный анализ развития метеорологических процессов и явлений на обширных территориях с составлением этих прогнозов на несколько часов, 24 часа или на 2, 3, 5, 7, 10 и более суток. В зависимости от продолжительности периода ожидания составляются краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные прогнозы. Чем дольше ожидание прогнозов, тем ниже их точность. Государственная гидрометеорологическая служба Республики Молдова готовит метеорологические прогнозы заблаговременностью до 7 суток.

Для наблюдения за эволюцией погоды и климата на земном шаре наряду с классическим оборудованием и устройствами в последнее время широко используется самая современная аппаратура и методы, такие как: автоматические метеостанции, радиозонды, авиационное зондирование, метеорологические радары и метеорологические спутники (рис. 3.56, 3.57).

Метеорологические спутники имеют большое значение для наблюдения за метеорологическими условиями в глобальном масштабе и для передачи информации

Рис. 3.55
Синоптическая карта
D – область низкого давления (циклон)
M – область высокого давления (антициклон)
1010 – изобара
Атмосферные фронты:
— тёплый
— холодный
— окклюзии





▲ Рис. 3.56
Запуск метеорологического радиозонда



▲ Рис. 3.57
Автоматическая метеостанция для фермеров

во все страны. Оборудование на борту спутников записывает и передает на землю две категории метеорологической информации: *визуальную* и *количественную*.

Для прогнозирования погоды национальные метеорологические службы используют информацию с метеорологических радаров, которая включает положение и количество воды в облачных образованиях, тип облаков, эволюцию фронтальных или орографических структур облаков, возникновение и распространение опасных явлений (грозы, град, ливневые дожди). Кроме того, с целью точного прогнозирования и выпуска разумно ожидаемых метеорологических предупреждений о потенциальном риске опасных погодных процессов и явлений запускают *радиозонды* со специальной аппаратурой, чтобы уточнить степень устойчивости атмосферы по вертикали.

Метеорологическое предупреждение – это официальное сообщение Национальной метеорологической службы о возможном ухудшении погоды или вероятности возникновения опасных метеорологических явлений.

Практическое значение прогноза погоды

Для различных отраслей национальной экономики, чья деятельность развивается в природных условиях, постоянный учёт распределения и развития метеорологических процессов и явлений представляет особый интерес. На его основе могут быть предприняты соответствующие меры по предотвращению или снижению ущерба от опасных метеорологических явлений с большим риском для природы и общества.

Прогноз погоды, а также штормовые предупреждения о внезапной смене погоды, прогноз метелей, ураганов, заморозков и морозов являются конкретными формами информирования населения, государственных учреждений, экономических агентов и т. д. метеорологическими службами.

Сельское хозяйство особенно уязвимо к неблагоприятным погодным условиям (засухи, заморозки, сильные морозы, сильный град, сильные ветры). Поэтому предоставление прогнозов погоды и штормовых предупреждений абсолютно необходимо, чтобы гарантировать размер и качество урожая. Знание режима погоды и прогноз неблагоприятных условий для жизнедеятельности растений (заморозки, ливни) имеют особое значение в агросекторе, но одинаково необходимы для всех видов транспорта, в первую очередь воздушного и морского судоходства, а также в строительстве, электроэнергетике, в сфере телекоммуникаций и связи.

В секторе воздушного транспорта требуется точное знание погодных условий на маршрутах полёта и в зоне аэропортов.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- синоптическая карта
- штормовое предупреждение
- прогноз погоды
- радиозондирование

2. Проверьте знания:

- Что вы понимаете под погодой и её развитием?
- Как погода влияет на нашу повседневную жизнь?
- Посредством каких средств информации вы обычно узнаете о погоде на следующий день?
- Какие подразделения входят в состав Государственной гидрометеорологической службы Республики Молдова?
- Какая информация и какие методы используются в прогнозировании погоды?
- Какие метеорологические характеристики содержит синоптическая карта?
- Каково практическое значение прогноза погоды?

3. Выполните задания:

- Перечислите глобальные и региональные метеорологические центры в Европе. Используя различные источники информации, подготовьте сообщение о деятельности регионального центра в Европе (по желанию).
- С помощью синоптической карты в учебнике объясните, как воздушные массы и атмосферные фронты будут развиваться через день или два.

4. Развивайте креативное мышление:

- Составьте синоптическую карту, аналогичную той, что приведена в учебнике, с отображением явлений (изобары, фронты, области с осадками), но заменив области максимального давления областями минимального давления и наоборот.

10 Климат. Климатообразующие факторы

Понятие климата. Климатические элементы

Климат – это многолетний погодный режим определённого региона, возникающий в результате взаимодействия радиационных, динамических и физико-географических факторов под всё возрастающим давлением деятельности человека. Его можно охарактеризовать данными метеорологических наблюдений за определенный период (минимум 30 лет). Климат определяется теми же элементами, что и погода. Они называются *климатическими элементами*: температура и влажность воздуха, облачность, атмосферные осадки, ветер и т. д.

Хотя эти элементы являются неотъемлемой частью климата, однако не все они одинаково значимы с точки зрения физического и географического воздействия. Температура и осадки намного превышают долю других элементов, и их совместное воздействие на географический ландшафт имеет решающее значение.

Климатообразующие факторы

Климат определяется тремя группами факторов, называемыми *климатообразующими факторами*: радиационными, динамическими и физико-географическими. Каждая категория проявляется рядом компонентов и условий, и их влияние на климатический режим и на климат в целом может быть самым разным.

Группа радиационных факторов представляет собой *поток лучистой энергии*, полученной или потерянной в виде различных видов солнечного излучения. Вариации интенсивности и распределения значений солнечной радиации, а также их тепловые эффекты обусловлены *астрономическими факторами* (шарообразностью, вращением и наклоном оси Земли к плоскости орбиты). Влияние всех астрономических факторов на земную поверхность выражается *географической широтой*. От неё зависит высота стояния Солнца над горизонтом в полдень, длина светового дня и ночи, тепловой баланс земной поверхности. Таким образом, группа радиационных факторов имеет решающее значение в возникновении самых разнообразных явлений и процессов на земной поверхности и в атмосфере.

Группа динамических факторов обусловлена *общей циркуляцией атмосферы* и проявляется в *продолжительности господства различных воздушных масс, повторяемости атмосферных фронтов, существовании циклонов и антициклонов*. Динамика атмосферы определяет распределение и степень активности барических центров, обеспечивает передачу солнечной радиации и влаги на земную поверхность.

Океанические течения играют роль, аналогичную динамике атмосферы, их тепловое воздействие распространяется на прибрежные районы.

Группа физико-географических факторов в своей совокупности определяет природу и разнообразие свойств подстилающей поверхности суши: *распределение суши и воды, рельеф* (форма, протяжённость, расположение, экспозиция), *характер горных пород и почвы, растительность и морские течения*. Влияние подстилающей поверхности определяет модификацию теплового воздействия солнечного сияния, от которого зависит ряд других физических процессов в воздухе с особой ролью погоды и климата.

Если первые две группы климатообразующих факторов (радиационные и динамические) обуславливают тип климата – умеренный, арктический, субтропический, то третья группа лишь определяет разнообразие внутри типа (например, умеренно-континентальный, умеренный морской).

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Республику Молдова называют «солнечным краем», потому что продолжительность солнечного сияния в течение года колеблется в среднем от 2 060 часов на севере до 2 330 часов на юге, что составляет 50–55% от максимально возможного значения.
- В тёплый период года (когда уровень солнечной радиации выше) продолжительность солнечного сияния достигает значений до 60–80% от возможного, по сравнению с 20–40% в холодный период.
- Среднемесячные показатели продолжительности солнечного сияния варьируют от 70 часов в декабре до 320 часов в июле.
- Длительное солнечное сияние благоприятно для роста и развития теплолюбивых сельскохозяйственных культур: винограда, фруктовых деревьев, сои и др.; для производства тепловой и электрической энергии; для отдыха и туризма.

11 Климатические пояса. Типы климата

Географические типы климата

Образование климатических поясов и типов климата определено комбинированным влиянием генетических факторов (радиационных, динамических и физико-географических).

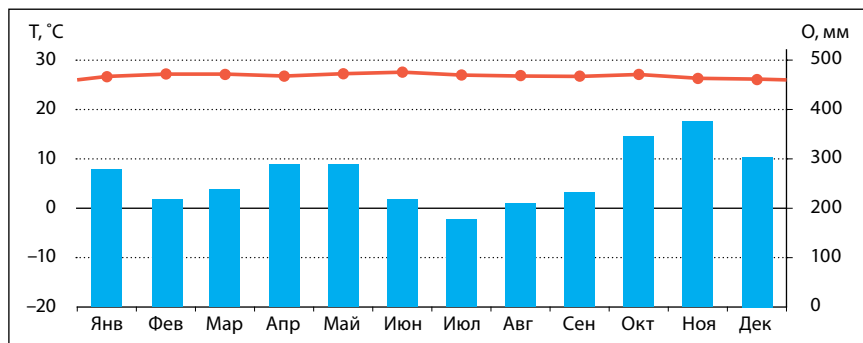
Зональность приземного климата обусловлена *формой Земли, вращением Земли вокруг Солнца, наклоном земной оси*, что служит причиной неравномерного распределения солнечной радиации по поверхности планеты.

В каждом полушарии выделяются по четыре основных типа воздушных масс. Там, где в течение всего года господствует арктический воздух, образуется *арктический пояс*, где доминирует умеренный воздух – *умеренный пояс*, где преобладает тропический – *тропический пояс*, где господствует экваториальный воздух – *экваториальный пояс*. Но, благодаря вращению Земли вокруг Солнца и наклону оси вращения Земли, Солнце более интенсивно освещает то северное, то южное полушарие. Одновременно с Солнцем мигрируют и воздушные массы. На Земле формируются пояса, где полгода господствует одна воздушная масса, а во втором полугодии – другая. Таким образом, в каждом полушарии образуются и по три переходных пояса: *субарктический (субантарктический), субтропический и субэкваториальный*. Следовательно, в каждом полушарии образуются семь климатических поясов – четыре основных и три промежуточных. Экваториальный пояс является общим для обоих полушарий.

Каждый основной пояс делится на четыре климатические области: *океанического климата* с господством в течение всего года морского воздуха; *континентального* с господством континентального воздуха; *западных окраин* материков; *восточных окраин* материков, частично находящихся под влиянием муссонов. Единственное исключение – экваториальный пояс, где всего две разновидности климата: экваториально-континентальный и экваториально-океанический.



▲ Рис. 3.58
Экваториальный лес



▲ Рис. 3.59
Климатграмма –
экваториальный
климат

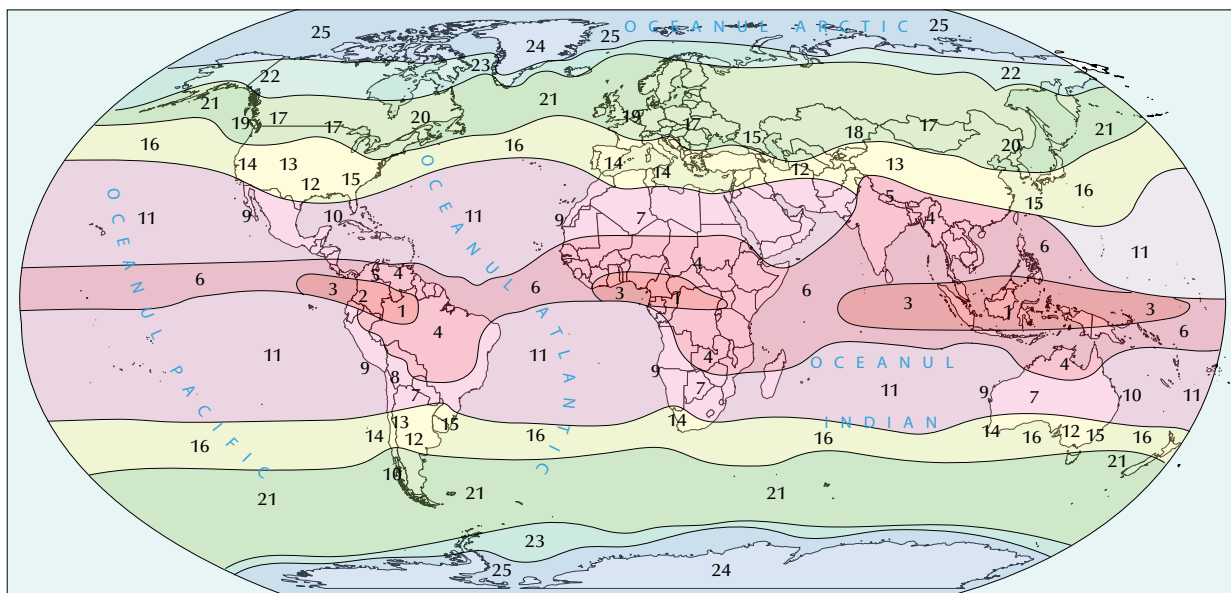
Экваториальный климат господствует в местах, где в течение всего года преобладает экваториальный воздух. Испарение и конденсация играют важную роль в температурном режиме и влагосодержании воздуха.

Годовой термический режим представлен слабыми сезонными колебаниями. Среднемесячные температу-

ры колеблются от 24 до 28° С – с двумя максимумами во время равноденствий и двумя минимумами во время солнцестояний.

Средняя амплитуда температур весьма мала (1–5° С), но суточные амплитуды могут достигать 10–15° С. Годовые суммы осадков колеблются между 1 000–3 000 мм, осадки имеют ярко выраженный ливневый характер (так называемые «зенитальные дожди»). Для воздуха характерно постоянное восходящее движение, создающее у поверхности область атмосферного безветрия (экваториальный штиль). Континентальный экваториальный климат мало чем отличается от океанического (рис. 3.58–3.60).

Субэкваториальный климат обусловлен сезонным характером атмосферной циркуляции на фоне сильной солнечной радиации. Летом господствует тёплый и влажный экваториальный воздух, зимой – тёплый и сухой тропический воздух, приносимый пассатами. Сезоны отличаются друг от друга не



I. Экваториальный пояс. Типы: 1 – континентальный, 2 – высокогорный, 3 – океанический; II. Субэкваториальные пояса. Типы: 4 – континентальный, 5 – высокогорный, 6 – океанический; III. Тропические пояса. Типы: 7 – континентальный, 8 – высокогорный, 9 – западных побережий материков, 10 – восточных побережий материков и островов, 11 – океанический; IV. Субтропические пояса. Типы: 12 – континентальный, 13 – высокогорный, 14 – западных побережий материков, 15 – восточных побережий материков, 16 – океанический; V. Умеренные пояса. Типы: 17 – континентальный (северное полушарие), 18 – высокогорный, 19 – западных побережий материков, 20 – восточных побережий материков, 21 – океанический; VI. Субарктический и субантарктический пояса. Типы: 22 – континентальный (северное полушарие), 23 – океанический; VII. Арктический и антарктический пояса. Типы: 24 – континентальный, 25 – океанический

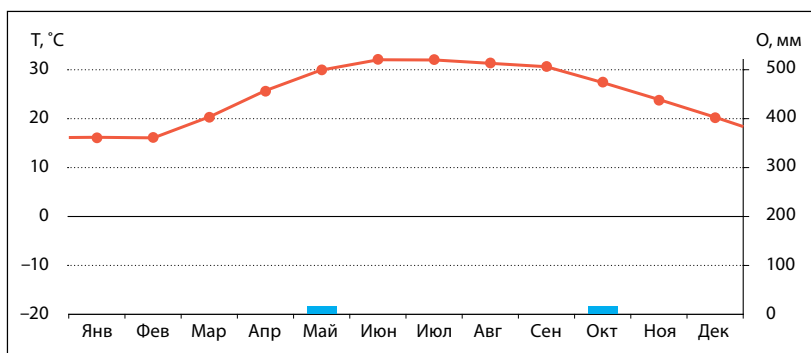
температурой воздуха, которая остаётся высокой как летом (25–30° C), так и зимой (20–25° C), а очень высокой влажностью летом (как на экваторе) и экстремально низкой зимой. Количество осадков составляет около 700–800 мм. Однако в горах их количество увеличивается до более 5 000 мм. На склонах Гималаев в регионе Ассам в Индии выпадает более 12 000 мм осадков.

Тропический климат характеризуется преобладанием тропического воздуха в течение всего года. Это самая сухая местность на Земле. Здесь господствуют антициклоны, пассаты, выпадает мало осадков (100–250 мм). На западной окраине, в соседстве с холодными морскими течениями, относительная влажность воздуха высока, иногда даже наблюдаются туманы. Тем не менее осадков выпадает очень мало. В пустыне Атакама (Южная Америка), в непосредственной близости от Перуанского течения (Гумбольдта) находится регион с наименьшим количеством осадков на Земле: менее 2 мм в год. Лето очень жаркое (30–35° C). В тропиках, в северной Сахаре, в воздухе зафиксирована температура +58° C – абсолютный максимум на земном шаре. Суточная и годовая амплитуда может достигать рекордных значений (рис. 3.61). Характерна пустынная растительность.

На восточных побережьях материков, в отличие от западных, существует более влажный вариант тропического климата, находящийся под влиянием тёплых тропических морских воздушных масс. Океанический вариант тропического климата характеризуется малыми суточными и годовыми амплитудами температур, повышенной влажностью воздуха, подобно экваториальному климату. Отличительной особенностью является устойчивость пассатов и термических инверсий, снижающих количество осадков.

▲ Рис. 3.60
Карта поясов и типов климата земного шара по Б.П. Алисову

▼ Рис. 3.61
Климатограмма – тропический климат



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Африка – континент с самым тёплым климатом на земном шаре, учитывая, что три четверти его поверхности находится в зоне тропиков.
- В Азии существует 11 типов зонального климата.
- Самый сильный и самый разрушительный тропический циклон в мире произошёл 12–13 ноября 1970 года в Бангладеш, унёсший жизни около миллиона человек.
- Самое чистое небо на земном шаре наблюдается в Чили.
- Антарктида – место на Земле, где зафиксировано самое высокое значение солнечной радиации – 120 000 кал/см².

Субтропический климат формируется в условиях, когда летом преобладает тропический воздух, а зимой – умеренный. Летом давление высокое, зимой относительно низкое. В западной части (средиземноморский климат) лето тёплое (20–30° С) и сухое, зима мягкая (5–8° С), дождливая, с частыми ветрами. Общее количество осадков – 800–1 000 мм, а в горах – 2 000–3 000 мм. В центре материков лето очень жаркое (30–35° С), зима холодная (0... + 5° С), осадков выпадает мало (250–300 мм).

В восточной части материков ощущается влияние муссонов. Выпадает больше осадков (1 000–1 200 мм). Зимой циклоны полярного фронта приносят дожди, летом – океанические муссоны. Температура воздуха летом 25–30° С, зимой 5–10° С.

Умеренный климат. В течение всего года господствует умеренный воздух и западные ветры. Летом радиационный баланс выражен положительно, он достигает значений, сопоставимых с тропиками. Зимой баланс отрицательный. Лето жаркое, зима холодная. Годовая амплитуда температур возрастает от 8–12° С (на западе) до 50–60° С (в центральной Евразии).

Осадков выпадает 600–800 мм на западе (на равнинах) и около 2 000–2 500 мм в горах. Они выпадают осенью и зимой в виде обложных и морсящих дождей. Климат влажный на севере и засушливый на юге. В южных районах количество осадков уменьшается до 300–400 мм; летом идут проливные дожди. На востоке материков под влиянием муссонов летом выпадает 800–1 000 мм осадков. Зима холодная и сухая (–15... –20° С) под влиянием Сибирского и Канадского антициклонов, лето тёплое и дождливое (16–20° С). Летом выпадает почти 9/10 осадков (рис. 3.62).

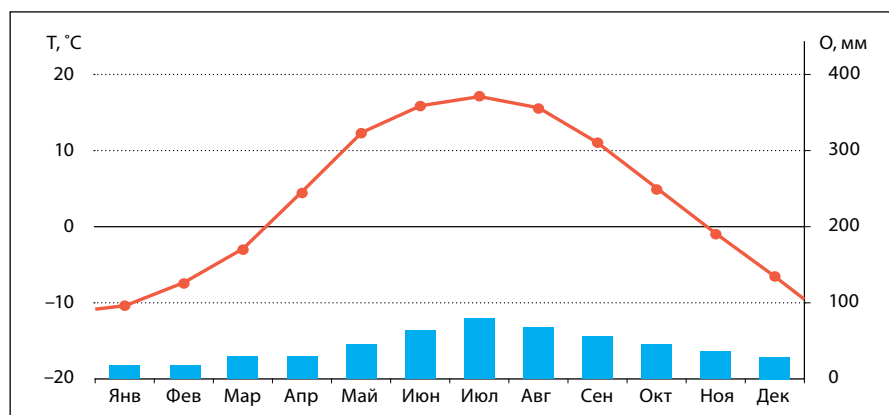
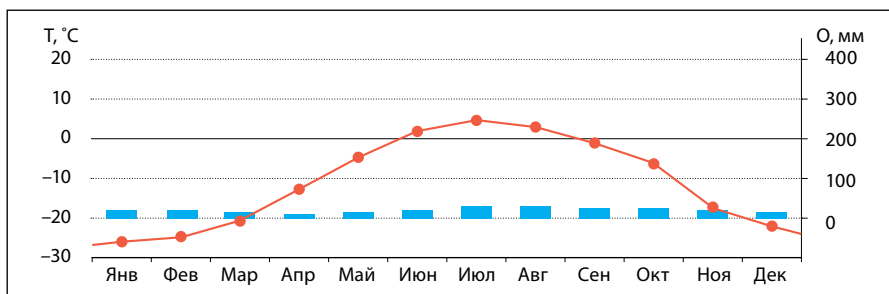


Рис. 3.62 ►
Климатограмма –
умеренный климат

Субарктический / субантарктический климат. Летом доминирует умеренный воздух, зимой – арктический или антарктический. Зима очень морозная (в январе до –40° С). Лето холодное и влажное, с температурой ниже 10° С. Летом дуют морские ветры, зимой – с материка. Выпадает относительно мало осадков – от 300 мм на западе до 100 мм на севере Сибири.

Арктический / антарктический климат. Климат полярных регионов является следствием специфического режима радиационных процессов. Постоянное присутствие ледяного покрова с высоким альбедо определяет отрицательный годовой радиационный баланс. Континентальный полярный климат отличается чрезвычайно суровой зимой и холодным летом. Все месяцы года характеризуются отрицательными среднемесячными температурами. Абсолютные минимумы в Центральной Антарктиде – самые низкие на Земле (станция Восток –89,2° С). Полярный океанический климат является более умеренным. Летом тепло, затрачиваемое на таяние льда и снега, поднимает температуру воздуха примерно до 0° С (рис. 3.63).

Количество осадков ограничено (100–200 мм в год) из-за медленного процесса круговорота воды в природе и её фазовых переходов.



Антропогенное влияние на климат

Человек оказывает большое влияние на климат. В связи с хозяйственной деятельностью (модификация активной поверхности в результате вырубки лесов, расчистки участков, сельскохозяйственных работ, орошения, осушения, образования искусственных озёр, строительства и т. д.; изменение состава атмосферы и тепловыделения) происходят основные изменения климата (рис. 3.64).

Большое количество тепла выделяется при сжигании различных видов ископаемого топлива, особенно в энергетической отрасли.

Повышение содержания углекислого газа в воздухе – важнейший антропогенный эффект. Ежегодно сжигается более 10 миллиардов тонн топлива. При этом при горении расходуется более 25 миллиардов тонн кислорода и более 10 миллиардов тонн углекислого газа выбрасывается в атмосферу. Увеличение количества углекислого газа может вызвать повышение температуры в тропосфере и уменьшение в стратосфере. Перспектива сокращения количества стратосферного озона за счёт прогрессирующего антропогенного загрязнения химически активными веществами также делает возможными глобальные изменения климата.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- климат
- климатические изменения

2. Проверьте знания:

- Каковы климатические элементы?
- Чем отличается климат от погоды?
- Какие физико-географические факторы влияют на климат и характеристики погоды?
- Что вы имеете в виду под колебаниями климата?
- Каковы причины колебаний климата?

3. Выполните задания:

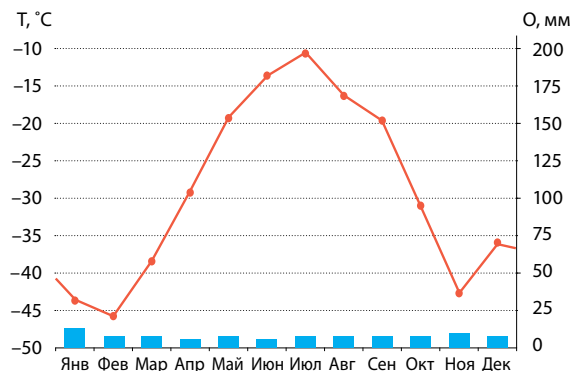
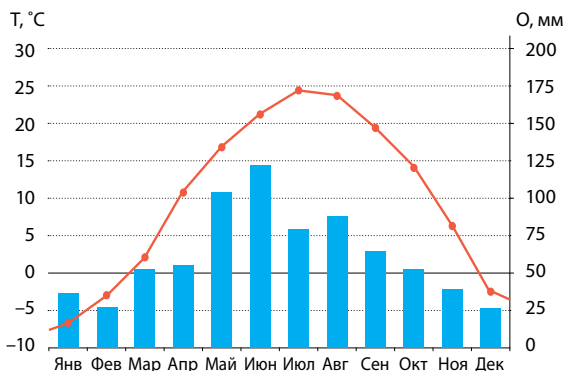
- Обоснуйте антропогенное влияние на изменение климата на Земле. Объясните последствия.

- Скопируйте в тетрадь приведённую ниже таблицу и заполните её, охарактеризовав основные географические типы климата по Б.П. Алисову.

Тип климата						
Температура						
Ветры						
Осадки						
Географическое распределение						

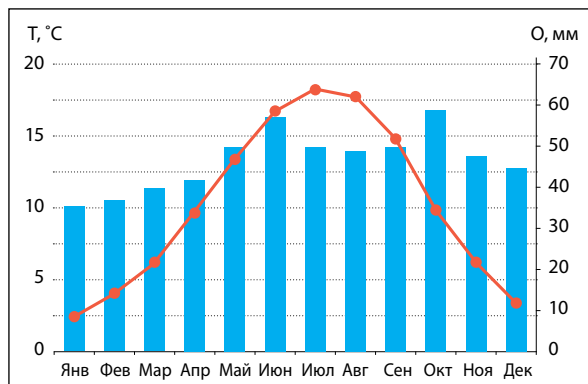
4. Развивайте креативное мышление:

- Проанализируйте климаграммы, приведённые ниже, и определите подходящий тип климата.



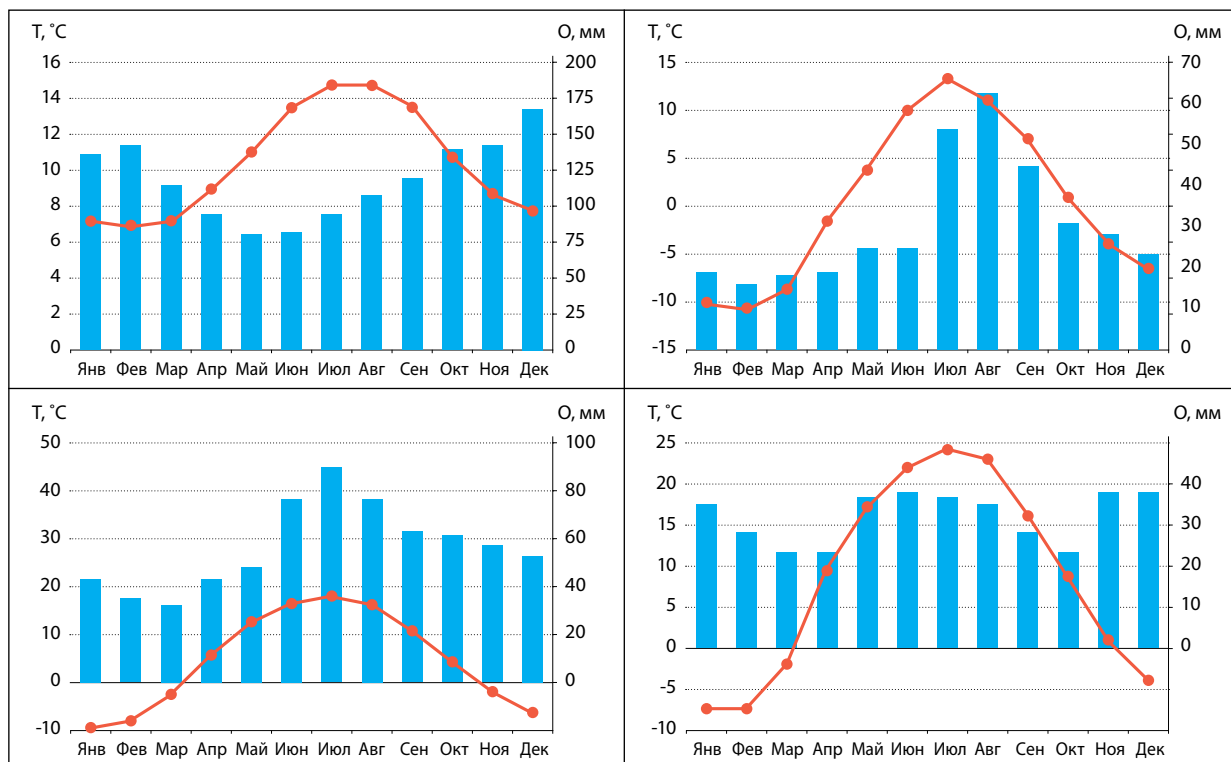
12 Климатические карты и климаграммы, используемые в описании климатического пояса (практическая работа)

- Проанализируйте соседнюю климаграмму по алгоритму и определите тип климата:
 - средняя температура самого тёплого месяца;
 - средняя температура самого холодного месяца;
 - годовая амплитуда температур;
 - тип режима осадков;
 - среднегодовая температура воздуха;
 - годовое количество осадков;
 - название типа климата.
- Проанализируйте приведённые ниже климаграммы (по известному алгоритму). Определите тип климата и характерную климатическую область данного типа климата. Скопируйте приведённую ниже таблицу и опишите особенности климатических областей.



▲ Рис. 3.65 Климатграмма

◀▶ Рис. 3.66 Климатграммы



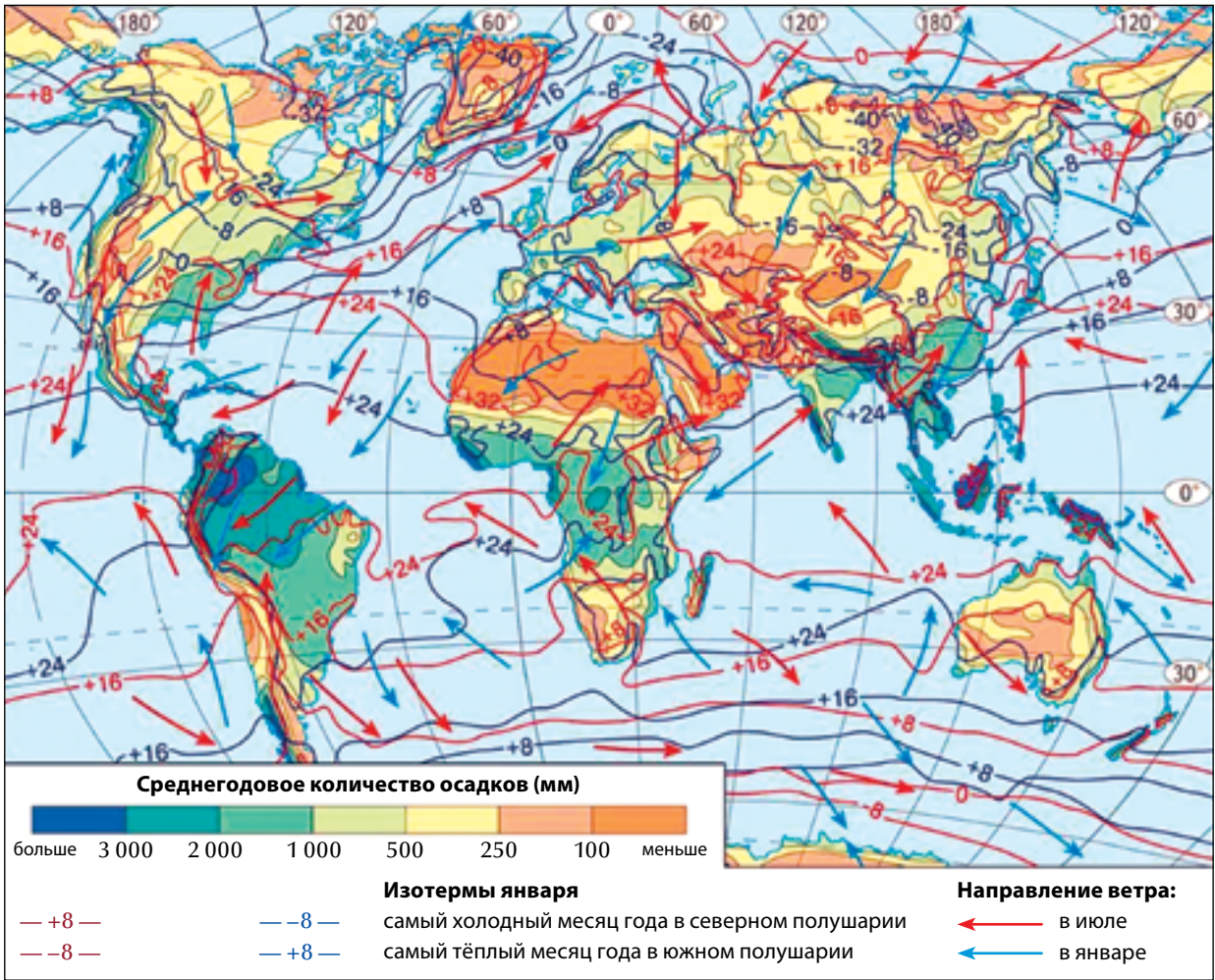
Климатические области	Положение на материках	Температура воздуха		Атмосферные осадки	
		Июль	Январь	мм/год	Годовой режим

3. Сравните климат Юго-Восточной Азии и климат Юго-Западной Азии, заполнив таблицу особенностями, характерными для этих областей. Используйте климатическую карту на **рис. 3.67** и географический атлас.

Особенности климата	Юго-Восточная Азия	Юго-Западная Азия
Тип климата		
Температура воздуха в июле		
Температура воздуха в январе		
Годовая амплитуда температур		
Среднегодовое количество осадков		
Преобладающие воздушные массы в зимний период		
Преобладающие воздушные массы в летний сезон		
Тип или типы климата		

4. Используя карту климатических поясов и типов климата, разработанную Б.П. Алисовым, нанесите на контурную карту мира климатические пояса и области по Алисову. Раскрасьте каждую область и климатическую область определённым цветом.

Рис. 3.67 Климатическая карта мира



13 Глобальное изменение климата

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Сегодня глобальная температура воздуха на $1,1^{\circ}\text{C}$ выше, чем в доиндустриальную эпоху (1850–1900), и на $0,2^{\circ}\text{C}$ выше, чем в 2011–2015 годах.
- Волны тепла затронули население всех материков и привели к наибольшему количеству смертей в период 2015–2019 гг. Из-за сильной жары летом 2003 года в Европе погибло более 70 000 человек.
- Повышенные температуры также способствуют распространению аллергенных растений, таких как амброзия. Она захватила Европу, а к 2050 году концентрация пыльцы ожидается в четыре раза выше.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Из различных источников информации подберите материалы о последних колебаниях и изменениях климата на земном шаре.

Проведя комплексные исследования в последние десятилетия, учёные пришли к выводу, что в течение геологических эпох климат Земли претерпевал радикальные изменения: от жаркого к холодному, с влажного на сухой и наоборот. Колебания и климатические изменения геологического прошлого Земли были вызваны *космическими и теллурическими силами* (земными токами).

К космическим силам, приводящим к колебаниям и изменениям климата, относятся *изменение интенсивности солнечного излучения, изменение наклона оси Земли по отношению к плоскости её орбиты* и др.

Наиболее важными теллурическими факторами, вызывающими существенные изменения климата Земли, являются: *орогенетические и эпейрогенетические движения, изменение поверхности суши, изменение внешнего вида, изменение направления и интенсивности океанских течений, дрейф материков, изменение состава атмосферы*, особенно уровня CO_2 и водяного пара.

В настоящее время самой серьёзной планетарной угрозой, ведущей к быстрой деградации окружающей среды, является изменение климата, которое происходит всё более и более интенсивно из-за увеличения выбросов парниковых газов антропогенного происхождения. Они улавливают и удерживают тепло с поверхности Земли, так что оно больше не выделяется обратно в космос.

Многие из этих газов существуют в атмосфере естественным образом, но деятельность человека привела к значительному увеличению концентрации некоторых из них, например:

- **Углекислый газ** – парниковый газ, наиболее часто образующийся в результате деятельности человека, являющийся причиной 63% глобального потепления, вызываемого людьми. Его концентрация в атмосфере сейчас на 40% выше, чем в доиндустриальный период.
- **Метан** вносит 19% вклада в глобальное антропогенное потепление.
- **Оксид азота** составляет 6% этого вклада.
- **Фторированные газы (галоидоуглероды)** – комбинации фтора, брома, хлора, углерода и водорода, которые обладают очень сильным нагревательным эффектом.

Изменение климата затрагивает все регионы мира и все компоненты окружающей среды, что ставит под угрозу целостность окружающей среды и само существование человека.

Основными последствиями изменения климата являются: таяние полярных шапок и, как следствие, повышение уровня Мирового океана с затоплением прибрежных районов и низменностей; увеличение частоты и интенсивности стихийных бедствий: ураганов, торнадо, града, засух; сокращение запасов пресной воды в ледниках за счёт их таяния; закисление океана (понижение pH); повышение температуры почвы и эрозия, лесные пожары; усиление негативного воздействия на флору и фауну, которое увеличивает их деградацию и утрату биоразнообразия.

В настоящее время глобальное потепление сопряжено с двумя основными проблемами для человечества:

- **необходимостью радикального сокращения выбросов парниковых газов** для стабилизации уровня концентрации этих газов в атмосфере, что позволит экосистемам адаптироваться естественным образом;
- **необходимостью адаптации** к последствиям изменения климата, учитывая, что они уже очевидны и неизбежны из-за инерции климатической системы.

14 Стихийные метеоклиматические процессы и явления

Метеорологические и климатические стихийные бедствия включают в себя широкий спектр явлений, которые различаются по происхождению и способу проявления, по изменению во времени и пространстве, по способу запуска и эволюции. Наиболее опасными являются: *тропические штормы, смерчи, засухи, гололёд, град, грозы* и т. д.

Кислотный дождь

При сжигании ископаемого топлива образуются выбросы оксидов серы, углерода и азота, которые в сочетании с влажностью воздуха образуют кислоты: серную, угольную и азотную. При выпадении осадков эти кислоты достигают земной поверхности в виде *кислотных дождей* (рис. 3.68).

Последствия кислотного дождя могут быть разрушительными для многих форм жизни, включая человека. Эти эффекты особенно вредоносны для озёр, рек и растительности. Кислотные дожди повышают общую кислотность почвы и вызывают ряд негативных последствий как для её состояния, так и для растений. Ожоги листьев растений зависят от продолжительности кислотного дождя, частоты, интервала между дождями, интенсивности дождя и размера капель.

Кислотный дождь также повреждает объекты под открытым небом, в том числе памятники истории и культуры (рис. 3.69). Ущерб от коррозии может быть очень большим, а в городах с историческими зданиями – даже с драматическими последствиями. Пирамиды в Египте интенсивно разрушаются из-за кислотных дождей.

В Республике Молдова кислотные дожди обусловлены локальными выбросами диоксида серы и диоксида азота от тепловых электростанций, транспортных средств, а также воздействием трансграничных загрязнений.

Стратегии борьбы с трансграничным загрязнением воздуха стали одной из причин принятия Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (Женева, 1979 г.) и связанных с ней протоколов. Республика Молдова является участником данной Конвенции.

Град

Град может нанести огромный ущерб сельскохозяйственным культурам, когда он выпадает в разгар вегетационного периода, так как поражает фруктовые деревья в фазе цветения, виноградную лозу в фазе формирования ягод, зерновые культуры в фазе образования колоса и т.д.; при сильном ветре; когда размер зерна превышает 10 мм в диаметре, и при затяжном ливне с градом.

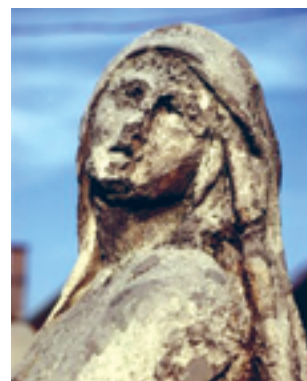
В редких случаях, когда ледяные гранулы достигают больших размеров, они могут повредить крыши зданий, окна и кузова автомобилей, травмировать животных и птиц, иногда даже приводят к человеческим жертвам.

Одним из наиболее пострадавших в этом плане регионов называют север Индии и Бангладеш, где в результате двух ливней погибло 300 человек. Многие страны умеренного пояса, в том числе Республика Молдова, также несут ущерб от града.

Согласно статистическим данным в Республике Молдова около 260 000 га сельскохозяйственных земель ежегодно страдают от града. В отдельные годы это стихийное бедствие может поражать до 25% всех сельскохозяйственных угодий в центральных районах республики. Например, общий материальный ущерб в 2012 г. после сильного града составил около 215,2 млн леев.



▲ Рис. 3.68
Лес, сильно пострадавший от кислотных дождей



▲ Рис. 3.69
Памятник культуры, пострадавший от кислотного дождя



▲ Рис. 3.70
Защита виноградников сетями от града



В большинстве стран, подверженных этой опасности, а в последнее время и в Республике Молдова, для борьбы с градом используются экологические меры и средства пассивного характера, заключающиеся в разграничении территорий, предрасположенных к этому явлению, и выращивании на них устойчивых к граду растений; укрытие сеткой (рис. 3.70) ценных сельскохозяйственных культур (фруктовые деревья, виноградники и т. д.); страхование сельскохозяйственных угодий.

В настоящее время предотвращение образования градовых облаков по-прежнему осуществляется методами активного вмешательства с применением противоградовых ракет. Однако этот метод не является ни эффективным, ни безвредным для окружающей среды.



▲ Рис. 3.71
Обледенение

Гололёд

Гололёд – это намерзание плотного стекловидного льда на поверхностях, растениях, проводах при выпадении переохлаждённых осадков при отрицательной температуре воздуха. Клеточный сок при этом замораживается, растительные ткани разрушаются, а осенние посевы под коркой льда задыхаются.

Гололёд представляет собой огромную опасность для дорожного, воздушного и даже пешеходного движения. Лёд, оседающий на проводах линий электропередачи, вызывает их разрыв, падение столбов, нарушение связи, повреждение крыш домов, садов и даже лесов (рис. 3.71).

Гололёд широко распространён и имеет серьёзные последствия на севере России, в Северной Европе и Северной Америке. В районе Великих озёр гололёд поражает огромные площади, превышающие 10 000 км², иногда нарушая движение на некоторых автомагистралях.

В Республике Молдова гололёд чаще всего наблюдается в районе Кодр, а также в северной части страны. Примеры катастрофических случаев включают гололёды 2000 года, 11 и 12 февраля 2010 года, которые нанесли колоссальный ущерб национальной экономике.

Так, с 26 по 28 ноября 2000 г. в северных и центральных районах республики были зарегистрированы масштабные гололёдные отложения. На электрических проводах формировалась «ледяная глазурь» диаметром 60–70 мм и весом около четырёх килограммов на погонный метр. Обледенение сопровождалось ветром со скоростью до 20 м/с, что увеличивало разрушительную силу стихийного бедствия. Негативные последствия были огромными: 51 000 га леса были уничтожены, большие площади фруктовых деревьев были повреждены или даже полностью погублены. В северной и частично центральной части Республики Молдова была разрушена инфраструктура, связанная с транспортировкой электроэнергии потребителям.



▲ Рис. 3.72
Торнадо в действии

Торнадо

Торнадо – это сильные вихревые штормы, которые происходят на материках между 20° и 60° северной и южной широты. Торнадо представляет собой узкий столб воздуха, который вращается с большой скоростью и состоит из кучево-дождевых облаков и пыли. Пыль придает облаку серый цвет (рис. 3.72, 3.73). Скорость ветра достигает от 60 до 300–400 км/ч. Диаметр спирали смерча составляет от нескольких десятков до нескольких сотен метров, а иногда достигает 200–300 км. Большинство торнадо образуется в центральной части США и Австралии. Торнадо может привести к гибели большого числа людей и значительному ущербу, особенно в густонаселённых районах.

В Соединённых Штатах ежегодно происходит от 800 до 1 200 торнадо. Рекорд был установлен в 1974 году (3–4 апреля), когда всего за 18 часов промчались 150 сильных торнадо, которые затронули 13 штатов США, привели



▲ Рис. 3.73
Внутренняя структура торнадо

к гибели 392 человек, причинив материальный ущерб на сумму 1 миллиард долларов (**Рис. 3.74**).

В Европе случаются торнадо меньших размера и интенсивности. Они образуются в тёплое время года при контакте воздушных масс умеренного климата с тропическими воздушными массами, вызывающем образование *кучево-дождевых облаков* и сильные восходящие, нисходящие и вращательные движения воздуха.

На территории Республики Молдова в последние годы участились вихри (торнадо небольших размера и интенсивности). Меры безопасности включают публикацию и доведение до ответственных служб предупреждений об осторожности и конкретных поведенческих инструкций для районов, находящихся под угрозой.

Засухи

Засухи характеризуются отсутствием осадков, а также увеличением потенциальной эвапотранспирации (суммарного испарения). Жаркие и сухие ветры (суховеи), сопровождающие засухи, способствуют увеличению эвапотранспирации и снижению влажности как в почве, так и в воздухе.

Засуха наносит огромный ущерб, уступая место только тропическим циклонам. По интенсивности и поражённым поверхностям можно выделить несколько типов засух: *катастрофические, очень сильные, сильные, умеренные и слабые*.

Летом 1921 года сильная засуха поразила юг Украины и Нижнее Поволжье, вызвав беспрецедентный голод 5,1 миллиона человек. По данным ООН, наиболее подверженными засухе континентами являются Африка и Азия. Великая засуха в Эфиопии и Судане в период с 1984 по 1985 год унесла жизни 1 миллиона человек.

В Европе страны Причерноморского бассейна, включая Республику Молдова, часто подвергаются засухе. Засуха 1946 года создала особо тяжёлое положение для населения республики, вызвав голод и смерть десятков тысяч человек во время двух послевоенных лет. В Республике Молдова за последние два десятилетия засухи стали более частыми и сокрушительными (2007, 2012, 2015, 2020). Засуха 2007 г. затронула более 80% территории республики и была одной из самых сильных, нанёсших ущерб экономике страны на сумму более одного миллиарда долларов (**рис. 3.75, 3.76**).

Наиболее эффективными мерами по снижению негативного воздействия засухи являются: орошение, селекция и улучшение сельскохозяйственных культур, эффективное управление водными ресурсами в сельском хозяйстве, внедрение передовых систем выращивания сельскохозяйственных растений и т. д.

Грозы

Молнии и громы вместе известны как *грозы* и являются световыми и звуковыми проявлениями электрических разрядов в атмосфере. Это самые непредсказуемые стихийные бедствия, последствия которых невозможно предсказать.

В атмосфере Земли происходит около 50 000 ударов молний в день, наибольшее их количество зарегистрировано в тропиках (**рис. 3.77**).

Электрический разряд между облаком и положительно заряженной земной поверхностью называется *молнией* и является чрезвычайно опасным явлением, вызывающим человеческие жертвы и наносящим материальный ущерб.

Больше всего от молний страдают горные вершины, остроконечные формы пересечённой местности, высокие деревья, потому что они усиливают разницу в электрическом потенциале.



▲ Рис. 3.74
Последствия торнадо



▲ Рис. 3.75
Кукурузное поле, сильно пострадавшее от засухи, июль 2007 г.



▲ Рис. 3.76
Поле подсолнечника, сильно пострадавшее от засухи, июль 2007 г.



▲ Рис. 3.77
Гроза



▲ Рис. 3.78
Электрический разряд
у земной поверхности
(молния), Кишинев, 2008 г.



▲ Рис. 3.79
Городской смог

В зоне умеренного климата грозы часто случаются летом, но также бывают весной, осенью и даже зимой.

На территории Республики Молдова наиболее часты грозы над возвышенностями в центральных и юго-восточных районах (55–60 дней с грозами) (рис. 3.78).

Во время грозы не рекомендуется прятаться под высокими и одинокими деревьями, быстро перемещаться, купаться, находиться на возвышенных формах рельефа. Находясь в доме, нельзя стоять перед открытым окном, следует избегать контакта с металлическими предметами.

Смог

Городской туман представляет собой смесь капель воды (или кристаллов льда) с твёрдыми частицами разного размера и различными загрязняющими газами. Англичане называли его смогом, то есть термином, полученным из сочетания слов *smoke* (дым) и *fog* (туман).

Фотохимический смог образуется при интенсивной солнечной радиации, очень высоких температурах и тепловых инверсиях в результате фотохимических реакций между веществами в воздухе. Это смесь нескольких газов и аэрозольных частиц, но чаще она состоит из озона, оксидов азота и серы, различных органических соединений, называемых вместе фотооксидантами.

Фотохимический окислительный смог раздражает дыхательные пути и слизистую глаз, снижает видимость, вызывает нарушения в нижних слоях атмосферы и в правильном протекании физиологических процессов (рис. 3.79).

Смог, образовавшийся в период с 4 по 9 декабря 1952 года в Лондоне, когда плотность тумана и концентрация различных загрязняющих веществ намного превышали максимально допустимые пределы, имел очень серьёзные последствия. Погибло более 4 000 человек, а количество госпитализированных в связи с заболеваниями дыхательной и кровеносной систем увеличилось в четыре раза. В последнее время это опасное явление получило распространение в Китае, Индии и некоторых странах Африки и Латинской Америки.

В случае смога рекомендуется сократить время нахождения на открытом воздухе. Пожилым людям и лицам с заболеваниями сердечно-сосудистой и дыхательной систем следует воздерживаться от физических нагрузок. В случае сильного смога хозяйствующие субъекты обязаны сократить выбросы в атмосферу в соответствии с заранее составленными планами, а в особо опасных ситуациях необходимо полностью прекратить хозяйственную деятельность. Дорожная полиция обязана предотвращать образование пробок, оптимально регулируя дорожное движение, и запрещать проезд через город большегрузных автомобилей.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- кислотный дождь
- смог
- гроза
- гололёд
- молния
- торнадо

2. Проверьте знания:

- Каковы причины кислотных дождей и каковы их последствия?
- Какой ущерб причиняет град?
- Каковы последствия смога?

3. Выполните задания:

- Оцените риск града для территории Республики Молдова:

- а) районы, наиболее часто поражаемые градом;
- б) наиболее эффективные меры по снижению негативного воздействия града.

• Примените полученные знания и объясните:

- а) причины засухи и её негативные последствия;
- б) наиболее эффективные меры по снижению негативных последствий засухи.

4. Развивайте воображение:

- Представьте, что к вашей местности приближается торнадо. Как вы поступите в этой ситуации?

15 Роль атмосферы в природе и для человеческого общества

Охрана атмосферного воздуха

Атмосфера – самая важная оболочка Земли из всех, покоящихся на литосфере. Без атмосферы не было бы других оболочек (гидросферы, биосферы, педосферы), а земная кора имела бы совершенно другой вид.

Атмосфера – это защитный покров и в то же время фильтр, пропускающий только определённую часть тепла и света Солнца.

В отсутствие атмосферы солнечные лучи днём нагревали бы поверхность Земли на несколько сотен градусов, а ночью она охлаждалась бы до -150°C и более. В этих условиях облака не образовывались бы и не было бы рек, морей и океанов. Горные породы разрушались бы, и метеориты, не встречая сопротивления на своём пути, падали бы на Землю, образуя кратеры разных размеров (наблюдалась бы метеорная эрозия, подобная той, что на Луне). Изменился бы не только рельеф, но и состав горных пород, так как не было бы минералов, образовавшихся в результате окисления горных пород из глубин Земли.

Важнейшее свойство атмосферной оболочки – наличие в её составе кислорода, без которого жизнь на Земле была бы невозможна. Колоссальное значение имеют другие газы в атмосфере, например, азот, углекислый газ, озон и др.

Атмосферный воздух находится в постоянном движении, он переносит огромное количество тепла, водяного пара и различных химических веществ из одного региона в другой.

Охрана атмосферного воздуха

Охрана атмосферного воздуха – весьма важный вопрос, к которому необходимо подходить с большой ответственностью и серьёзностью, чтобы отвести угрозу существованию человеческой цивилизации на Земле (рис. 3.80).

Загрязнение – это процесс загрязнения воздуха газообразными, жидкими и твёрдыми веществами, которые могут стать вредными для людей и всех других живых организмов, а также для зданий или технологических процессов.



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

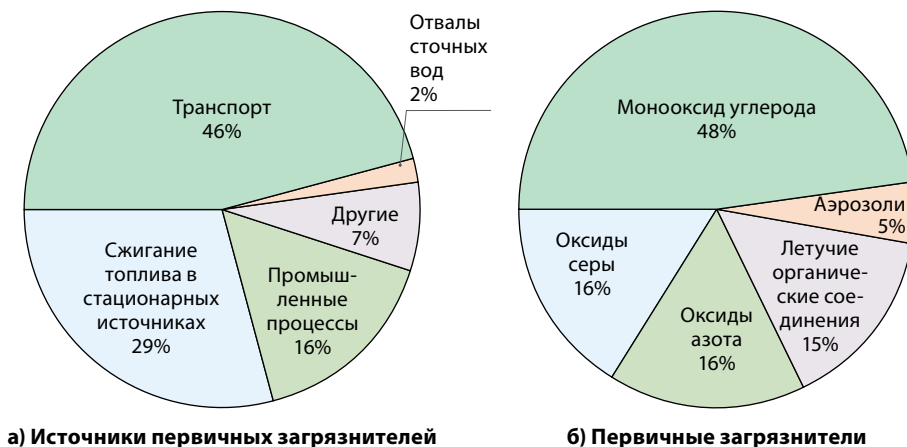
- На качество атмосферного воздуха в Республике Молдова влияют выбросы из трёх типов источников загрязнения:
 - стационарные источники, к которым относятся действующие тепловые электростанции (ТЭЦ) и котельные, промышленные предприятия;
 - мобильные источники, в том числе автомобильный, железнодорожный, воздушный и речной транспорт, и сельскохозяйственная техника;
 - трансграничный перенос токсинов.
- Наиболее важными загрязнителями, образующимися в результате этих процессов, являются: оксиды углерода, серы, азота, взвешенные частицы, формальдегид. Загрязнение воздуха от стационарных и мобильных источников неоднородно. Основным источником загрязнения атмосферного воздуха является автомобильный транспорт, на который приходится около 88% общих выбросов от источников загрязнения.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Расскажите о защитной роли атмосферы.
2. Объясните значение атмосферы для других геосфер Земли и для человеческого общества.

◀ **Рис. 3.80**
Борьба за чистый воздух продолжается

Рис. 3.81 ►
Основные источники
загрязнения (а) и первич-
ные загрязнители (б)



▲ Рис. 3.82
Пост для мониторинга
качества воздуха

Оценка степени загрязнения воздуха основана на измерениях и количественных показателях, связанных с единицей объёма. Исследования определили ряд максимально допустимых пределов или переносимости для каждого загрязнителя в зависимости от концентрации, которой он влияет или нет на здоровье живых существ, качество промышленных продуктов, правильное функционирование технологических процессов (рис. 3.82).

Источники загрязнения воздуха разнообразны и могут быть антропогенного или естественного происхождения (рис. 3.81, 3.83), из них наиболее значительными являются:

- сжигание ископаемого топлива при производстве электроэнергии, транспортом, в промышленности и в домохозяйствах;
- промышленные процессы, например, использование растворителей в химической и добывающей индустрии;
- сельское хозяйство;
- обработка отходов;
- извержения вулканов, переносимые по воздуху пыль и морская соль, выбросы летучих органических соединений растений – это примеры естественных источников атмосферного загрязнения.

Загрязнение воздушного бассейна наносит вред здоровью человека и окружающей среде. В Европе выбросы многих загрязнителей значительно снизились за последние десятилетия, что привело к улучшению качества воздуха на континенте. Однако в общем и целом концентрация загрязняющих

веществ в атмосфере остаётся очень большой, и проблемы с качеством воздуха сохраняются.

Взвешенная пыль, диоксид азота и приземный озон в настоящее время считаются тремя веществами, которые оказывают наиболее серьёзное влияние на здоровье человека. Около 90% городских жителей Европы подвергаются воздействию загрязнителей в концентрациях, превышающих все допустимые нормы. Например, *бензопирен* является канцерогеном, который во многих городских зонах Центральной и Восточной Европы используется в концентрациях, опасных для здоровья.



▼ Рис. 3.83
Промышленное
загрязнение



Вода – самый удивительный компонент природы. Без воды нет жизни. Она образует непрерывную оболочку, называемую *гидросферой*, которая возникла вместе с литосферой и атмосферой. Более 70% поверхности Земли покрыто водами Мирового океана, на которые приходится 73% объёма гидросферы. Только 27% водной оболочки – это вода суши. Из этой главы вы узнаете о распределении воды на Земле и её циркуляции в природе. Также изучите составные части Мирового океана, поверхностные и подземные воды суши, углубив свои знания об их значении и охране.

СОДЕРЖАНИЕ:

1. **Круговорот и распределение воды в природе. Компоненты гидросферы**
2. **Мировой океан. Химические и физические свойства океанских вод**
3. **Динамика вод Мирового океана**
4. **Реки**
5. **Озёра**
6. **Подземные воды
Болота. Ледники**
7. **Гидрологические
стихийные бедствия**
8. **Роль гидросферы в природе
и для человеческого общества
Охрана вод**



Рис. 4.2
Запасы воды
на Земле (км³)

реках (рис. 4.2). На долю океанской воды приходится 97,20%, на долю пресной воды – 2,80%. Почти 2,15% пресной воды сосредоточено в ледниках и только 0,65% находится в жидком состоянии в реках.

В северном полушарии суша занимает 39%, а в южном полушарии – 19%, исходя из этого северное полушарие считается материковым, а южное – океаническим (рис. 4.3).

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Проанализируйте рисунок 4.2 и прокомментируйте запасы воды на земном шаре.
2. Проанализируйте рисунок 4.3 и сравните распределение воды в различных полушариях.

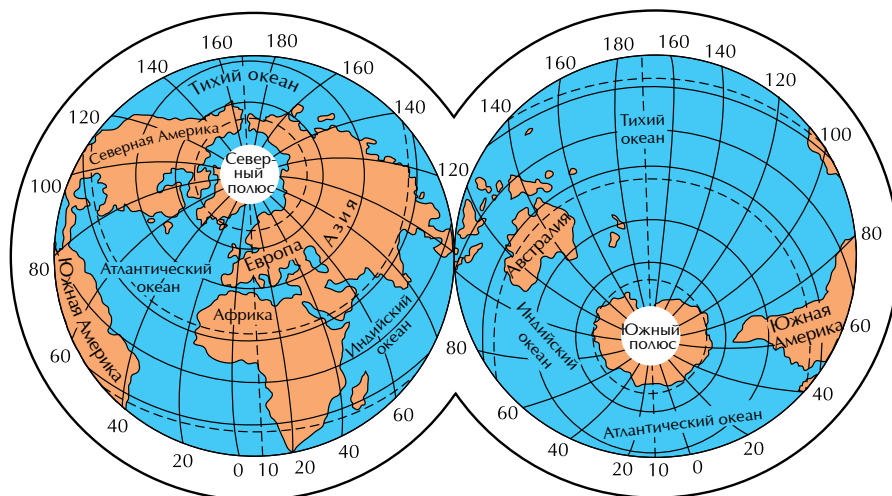


Рис. 4.3
Распределение суши
и воды на Земле

Компоненты гидросферы

В природе вода образует сплошную оболочку – гидросферу, состоящую из рек, озёр, подземных вод, болот, ледников, морей и океанов, связанных друг с другом. Существование всех этих водных единиц демонстрирует разнообразие форм гидросферы на Земле. Большая часть воды гидросферы находится в Мировом океане (97,1%). Далее следует вода из ледников (1,7%), подземные воды (1,2%), а затем вода из других компонентов гидросферы.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия

- гидросфера
- гидрология

2. Проверьте знания:

- В каком агрегатном состоянии находится вода в природе?
- При каких условиях вода переходит из одного агрегатного состояния в другое?

- Чем лёд и снег отличаются от воды?
- Каковы водные единицы гидросферы?

3. Развивайте критическое мышление:

- Представьте, что произошло бы на Земле, если бы вода не обладала свойством переходить из одного агрегатного состояния в другое.
- Продолжите сценарий: *какие изменения могут произойти на Земле, если не будет круговорота воды в природе...*

2 Мировой океан. Химические и физические свойства океанских вод

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Океан – обширные и объёмные пространства солёной воды, скопившейся в огромных впадинах земной коры, разделяющие континенты и сообщающиеся друг с другом.

Море – водный бассейн с солёной или солоноватой водой, отличающийся от океана меньшей площадью, меньшими глубинами и подверженный более значительному влиянию суши. Обычно сообщается с океаном через проливы или подводные пороги.

Мировой океан

Мировой океан представляет собой непрерывную водную оболочку Земли, состоящую из четырёх **океанов**, а также **морей, проливов и заливов**.

Из-за влияния огромной водной поверхности океаны имеют свой динамический и климатический режим. Если бы вода Мирового океана была равномерно распределена по поверхности Земли, она образовала бы слой толщиной 2 700 м.

Моря – это отдельные части Мирового океана, отличающиеся размерами, температурой, солёностью, плотностью, динамикой воды и др. Большинство морей расположено на материковом шельфе. Они окружены островами и полуостровами (Северное, Карское, Балтийское моря и др.).

По гидрологическому режиму и географическому положению моря классифицируются на: *внутренние (материковые), полуокраинные, окраинные и межостровные*.

Таблица 4.1

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОКЕАНОВ

Название океана	Площадь, включая прилегающие моря (млн км ²)	Объём, включая прилегающие моря (млн. км ³)	Площадь без прилегающих морей (млн км ²)	Объём без прилегающих морей (млн. км ³)	Средняя глубина океана (м)	Максимальная глубина океана (м)
Тихий океан	178,62	710,36	147,04	637,21	3 980	11 516 Филиппинский желоб
Атлантический океан	91,56	329,66	76,97	300,19	3 600	8 742 Желоб Пуэрто-Рико
Индийский океан	76,17	282,65	64,49	255,81	3 710	7 729 Яванский желоб
Северный Ледовитый океан	14,75	18,07	4,47	11,44	1 220	5 527 Гренландское море
Мировой океан	361,10	1 340,74	292,97	1 204,65	3 700	11 516 Филиппинский желоб

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Проанализируйте путём сравнения данные в таблице 4.1 и определите морфометрические/размерные показатели, характерные для каждого океана.
2. Назовите и покажите на физической карте мира самые большие моря и заливы каждого океана.
3. Назовите и покажите на физической карте мира моря, расположенные на континентальном шельфе, внутренние моря, полуокраинные, окраинные, межостровные.
4. Отметьте на контурной карте океаны, моря, заливы и проливы, указанные в тексте.

Внутренние моря окружены сушей и сообщаются с океаном через узкие проливы (Белое море, Средиземное море, Балтийское море, Азовское море, Чёрное море, Красное море).

Полуокраинные моря отделены от океана островами или полуостровами (Берингово море, Северное море, Охотское море, Жёлтое море, Южно-Китайское море, Карибское море и др.).

Окраинные моря расположены на периферии океанов и осуществляют свободный водообмен с прилегающими акваториями (Баренцево море, Карское море, море Лаптевых, море Росса, море Беллингаузена).

Межостровные моря окружены островами (море Сулавеси, море Банда, Яванское море).

Заливы являются частью океана (моря), которая обособлена конфигурацией берегов от прилегающих акваторий. Например, заливы: Мексиканский, Гудзонов, Персидский, Калифорнийский, Бискайский, Бенгальский, Карпентария.

Проливы – это узкие части океана или морей, разделяющие материки или острова и соединяющие моря или океаны. Самым длинным является Мозамбикский пролив (1 670 км), а самым широким (900 км) и самым глубоким (5 248 м) – пролив Дрейка.

Химические и физические свойства океанских вод

Важнейшими химическими и физическими свойствами морской воды являются: *солёность, содержание газов в воде, температура, плотность, прозрачность, светимость, цвет.*

Химические свойства вод океанов и морей

Солёность. Морская вода – это минеральный раствор, содержащий все известные химические элементы. Среди них преобладают *хлор, натрий, магний, сера*, в меньших количествах – *бром, стронций, бор* и др.

Средняя солёность вод Мирового океана составляет примерно 35‰, колеблясь от 32‰ до 37‰. В морях эти амплитуды довольно велики. В заливах Балтийского моря солёность достигает всего лишь от 6 до 22‰, а в Красном море – 42‰. Эта разница обусловлена климатом (количеством осадков и испарением), морскими течениями, притоком материковых вод.

На поверхности Мирового океана солёность изменяется зонально (рис. 4.4). На экваторе она достигает 34,5–35,5, в тропиках – 36–37 ‰ (из-за интенсивного испарения). В умеренных и северных широтах солёность снижается до 32 ‰.

Распределение солёности в некоторых случаях нарушается морскими течениями и речными водами, стекающими с материков.

Существуют морские акватории с меньшей солёностью, чем в открытом океане: Белое море (25–26‰), Чёрное море (17–18‰), Каспийское море (12–13‰), Азовское море (11‰). Это объясняется низким испарением в течение года и притоком пресных материковых вод. В некоторых акваториях, наоборот, солёность выше, чем в океане: Средиземное море (37–38‰), Персидский залив (38–40‰). Это прямой результат малого количества осадков и интенсивного испарения.

Соли, содержащиеся в морской воде в больших количествах, имеют экономическое значение для промышленности и пищевой индустрии. В засушливых регионах питьевая вода обеспечивается за счёт опреснения морской воды.

Газы, растворённые в воде океанов и морей, поступают из атмосферы, из вод, приносимых реками, в результате разложения органических веществ, а также в результате деятельности подводных вулканов. Способность морской воды растворять газы зависит от температуры, солёности и давления. Она содержит растворённый *кислород, двуокись углерода, сероводород, аммиак, метан* и др.

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Солёность – содержание растворённых солей в океанической, морской или озёрной воде.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Проанализируйте рисунок 4.4 и объясните, какие причины / факторы влияют на распределение солёности в поверхностных водах Мирового океана.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Красное море – самое тёплое море на земном шаре со среднегодовой температурой около 32°C.
- Балтийское море обладает самой низкой солёностью.

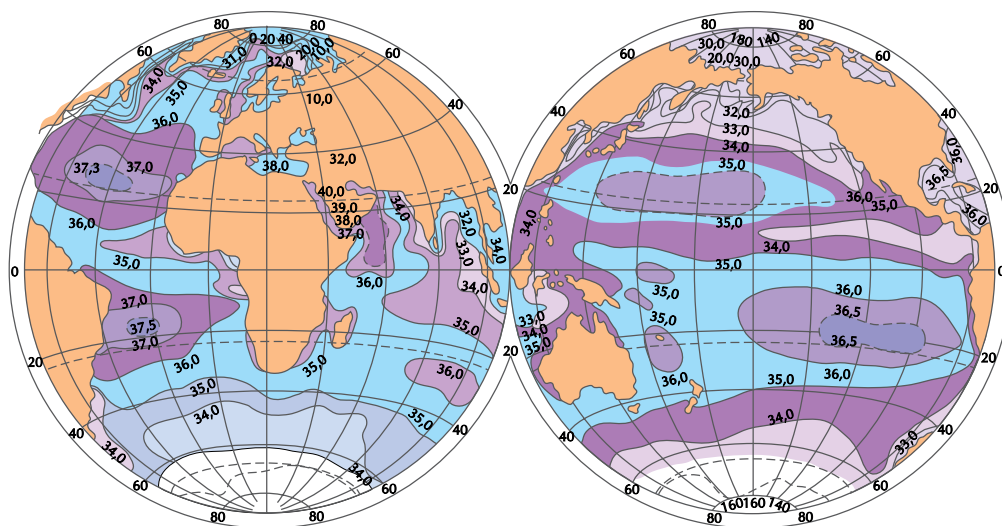
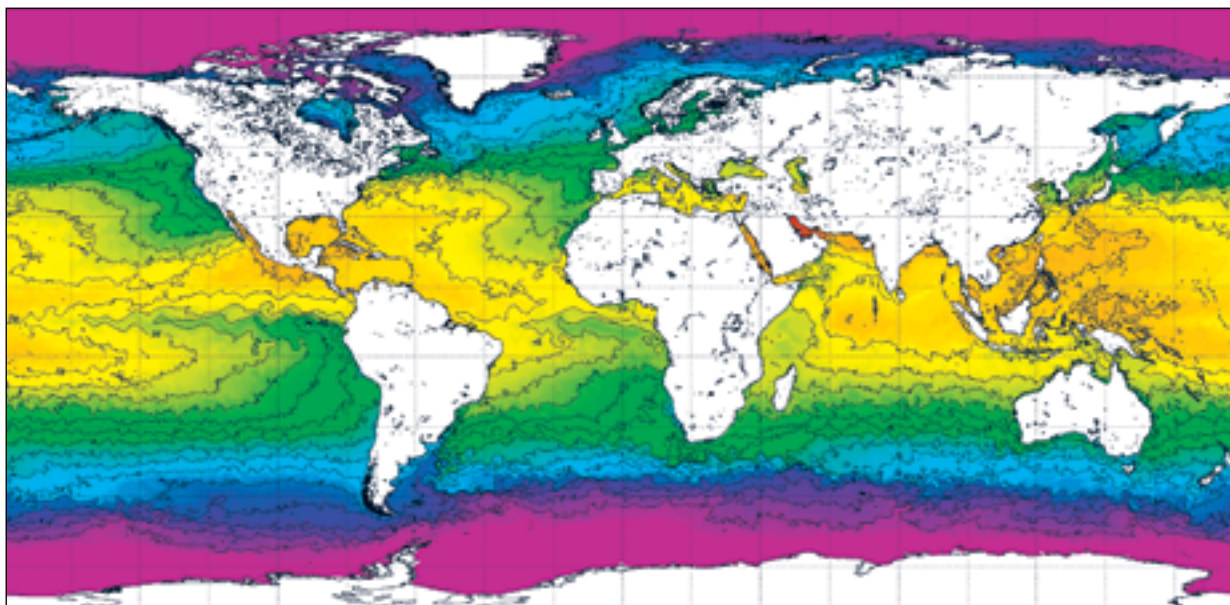


Рис. 4.4
Распределение солёности поверхностных вод Мирового океана



▲ Рис. 4.5
Распределение
температуры воды
в Мировом океане



ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Проанализируйте рисунок 4.5 и объясните причины колебаний температуры вод на поверхности океанов и морей.
2. Воды Мирового океана в южном полушарии холоднее, чем в северном. Почему?

Глубина (м)



▲ Рис. 4.6
Изменение температуры
воды (°C) в зависимости
от глубины

Физические свойства океанических и морских вод

Температура. Основным источником температуры воды в океане является солнечная радиация. На поверхности это также обусловлено повторяемостью ветров, циркуляцией морских течений, размерами акватории.

Распределение температуры воды на поверхности Мирового океана носит зональный характер.

В экваториальных широтах среднегодовая температура поверхностных вод составляет 27–28° С. Самые высокие температуры (35° С) были зафиксированы в Персидском заливе и Красном море.

В тропических широтах среднегодовая температура составляет 27° С, в умеренных достигает 10,5° С, а в полярных – 1,7° С, что считается самой низкой температурой океанических вод (рис. 4.5). С глубиной, как правило, температура воды понижается. Изменение температуры воды по вертикали отмечается до глубины 800 м, затем эти вариации становятся незначительными или температура воды достигает относительно постоянной величины. Летом в средних и высоких широтах ниже прогретого верхнего слоя находится слой воды, где температура резко падает. Он называется **термоклин** (рис. 4.6).

Ледовый режим вод океанов и морей. Температура замерзания солёной воды – ниже 0° С (от –1,4 до –1,7° С). Явление замерзания характерно для морей и океанов, расположенных в высоких широтах (моря Северного Ледовитого океана и моря вокруг Антарктиды). Слой льда, образующийся в течение года, достигает толщины 1–2,5 м. Летом лёд не успевает растаять, и его толщина увеличивается из года в год, образуя **ледяные поля** или **дрейфовые плавучие льды** (рис. 4.7). Они перемещаются под действием ветров и морских течений.

Ледяной покров имеет большое значение для климата Земли и жизни в Мировом океане. Лёд – это колоссальный запас пресной воды.

Плотность морских вод. В зависимости от температуры, давления и солёности плотность морских вод выше, чем пресных. Морская вода достигает максимальной плотности при температуре –3° С.

Плотность воды возрастает от экватора к полярным широтам, достигая максимума зимой в северной части Атлантического океана (1,0275 г/см³),

в Баренцевом море ($1,0272 \text{ г/см}^3$). Высокую плотность имеют и воды Красного моря ($1,0280 \text{ г/см}^3$), Средиземного моря ($1,0276 \text{ г/см}^3$), а также воды вокруг материка Антарктида ($1,0275 \text{ г/см}^3$). Малой плотностью отличаются воды Чёрного моря, Азовского моря, Каспийского моря, Балтийского моря ($1,0040\text{--}1,0100 \text{ г/см}^3$).

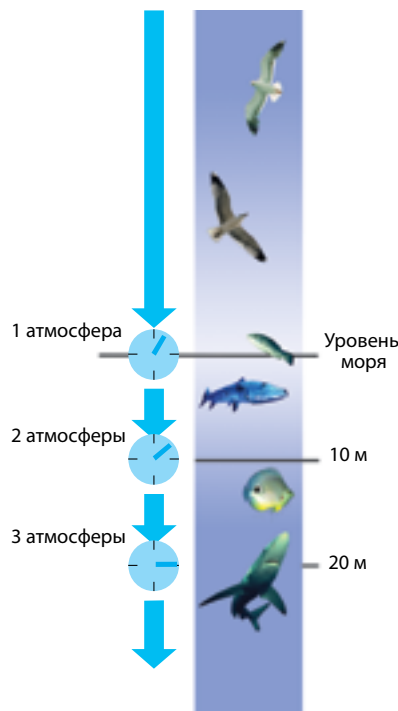
Давление. Каждый квадратный сантиметр поверхности Мирового океана испытывает давление атмосферы силой в 1 кг (одна атмосфера). Это соответствует водяному столбу высотой в 10,06 м. Иными словами, с каждыми 10 см глубины давление возрастает на одну атмосферу (**рис. 4.8**). Все процессы, происходящие на глубине, осуществляются при высоком давлении. Тем не менее, это не влияет на развитие органической жизни на больших глубинах.

Прозрачность морских вод. Прозрачность морской воды различается в зависимости от её чистоты, степени рассеивания и поглощения световых лучей. Из-за микроорганизмов и взвешенных частиц морская вода отличается ограниченной прозрачностью. Прозрачность морской воды варьирует от одной области к другой, а также по временам года. В Средиземном и Красном морях она достигает 60 м, а в Баренцевом и Карском морях – 10–12 м. Малая прозрачность в морях полярных и умеренных широт объясняется большим количеством зоо- и фитопланктона. Максимальная прозрачность зафиксирована в Саргассовом море (66,5 м). В слое воды ниже 400–500 м свет не проникает, и здесь царит вечная тьма. Прозрачность воды в морях и океанах измеряется с помощью диска Секки (**рис. 4.9**).

Цвет воды океанов и морей. Верхний слой океанской воды, поглощающий и рассеивающий солнечный свет, характеризуется синим цветом, который считается цветом «океанических пустынь». Зелёный оттенок воды определяется наличием взвешенных частиц и планктона. Из-за содержания взвешенных веществ вода может иметь желтоватый, иногда коричневатый оттенок. Зеленоватый цвет морских вод в полярных и умеренных регионах вызван обилием диатомовых водорослей.



▲ Рис. 4.7 Плавающие льды



▲ Рис. 4.8 Изменение давления воды в зависимости от глубины

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- пролив
- межостровное море
- прозрачность воды
- залив
- Диск Секки
- дрейфовые плавающие льды

2. Проверьте знания:

- Каков химический состав морской воды?
- От чего зависит солёность морской воды и в каких единицах она измеряется?
- Как изменяется солёность воды океана в зависимости от географической широты и глубины?
- От чего зависит прозрачность морской воды?

3. Выполните задания:

- Объясните значение ледяного покрова морей и океанов и его влияние на природу.
- Изучите физическую карту мира и объясните, почему вода в порту Мурманск зимой не замерзает, а Белое море, расположенное южнее, замерзает.
- Обратитесь к дополнительным источникам информации и объясните происхождение названий морей: Красное море, Жёлтое море, Белое море, Чёрное море.
- Представьте себе плавание на корабле вокруг Евразии из Одесского порта. Укажите пересекаемые моря, проливы и океаны. Воспользуйтесь школьным атласом.

4. Развивайте критическое мышление:

- Продолжите следующий сценарий, анализируя устойчивые изменения в природе: *изменение колебаний уровня воды океанов и морей...*



▲ Рис. 4.9 Диск Секки

3 Динамика вод Мирового океана

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Зыбь – колебательное движение воды на поверхности моря или океана, продолжающееся и после прекращения ветра, вызвавшего его.

Волна – колебательное движение на поверхности воды океанов и морей, вызванное ветром или землетрясением.

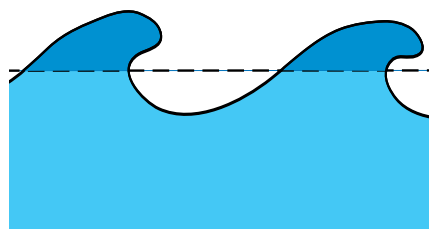
Морское течение – перемещение водной массы определённой толщины в морях и океанах из одной области в другую под влиянием различных факторов.

Вода морей и океанов находится в непрерывном движении, вызванном внутренними (землетрясения) и внешними факторами (ветер, силы притяжения Луны и Солнца и др.). Различают *колебательные движения (зыбь и волны), ритмичные движения (приливы и отливы) и поступательные движения (морские течения).*

Колебательные движения

Эти движения проявляются на поверхности воды вследствие волн. В зависимости от вызвавших их причин волны классифицируются на *ветровые, сейсмические*, а также *возникшие под влиянием других факторов (рис. 4.10).*

Ветровые волны



Зыбь

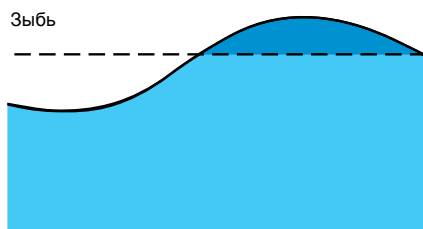


Рис. 4.10

Ветровые волны и зыбь

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Проанализируйте рисунок 4.11 и объясните, как формируются волны цунами. Укажите, в каких регионах это явление распространено.
2. Проанализируйте рисунок 4.12 и объясните, как и почему скорость волн цунами изменяется от гипоцентра к берегу. В каком районе по маршруту развёртывания волны цунами наиболее опасны?

Ветровые волны вызваны воздействием ветра и подразделяются на *волны открытого моря и прибрежные волны.*

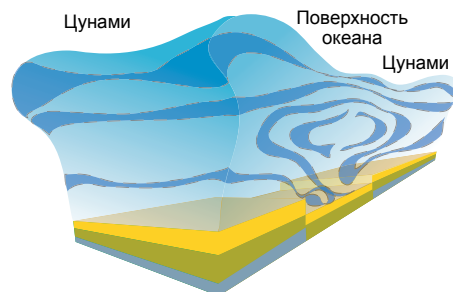
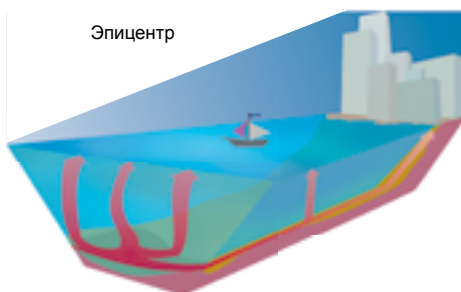
Волны открытого моря, имеющие параллельное расположение, называются *зыбью*. Если интенсивность ветра возрастает, волны принимают неправильную форму с пенистым гребнем – они называются *штормовыми*. Обычная высота волны, вызванной ветром, не превышает 8 м и достигает длины до 150 м.

Прибрежные волны проявляются по-разному в зависимости от характера берега, с которым сталкиваются. Если берег крутой, волны разбиваются об него и размывают, пока он не обрушится.

Сейсмические волны. *Цунами* (*tsu* – порт, *pami* – волна) вызываются подводными вулканическими извержениями и землетрясениями. Они движутся от эпицентра к поверхности, затем распространяются в водной массе океана, достигая высоты 25–40 м (рис. 4.11). Цунами чаще всего наблюдаются в области так называемого «Огненного кольца» Тихого океана. Они обладают огромной разрушительной силой, затопляя или сметая на своём пути все прибрежные населённые пункты (рис. 4.12).

Рис. 4.11

Образование цунами



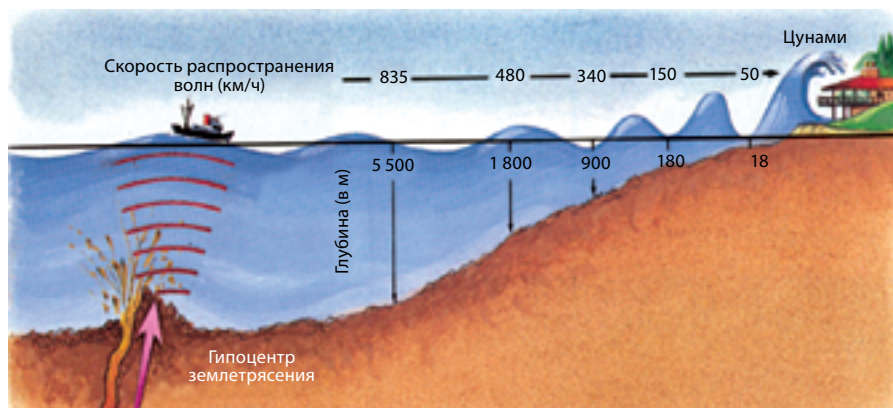


Рис. 4.12
Выброс цунами на берег

Ритмичные движения

Приливы и отливы представляют собой явление повышения и понижения уровня воды в прибрежной зоне, обусловленное силой притяжения Земли, Луны и Солнца, а также вращением Земли. В открытом океане приливы проявляются движением воды по вертикали, а в прибрежных зонах вода движется и по горизонтали. Наступление воды на берег называется *приливом*, а отступление – *отливом* (рис. 4.13).

Период от начала прилива до его отступления называется *периодом прилива*, или *часом порта*. Тогда в порт заходят крупные морские суда. Во время прилива высота волны может достигать 3–4 м, редко 15–20 м (в проливах и заливах). Установлено, что в течение суток происходят два прилива и два отлива. Приливные волны накатывают на большие расстояния в заливах и устьях рек. В устье Северной Двины эти волны проходят расстояние в 120 км, Гаронны – 161 км, Амазонки – 870 км. Эффект приливов лучше всего проявляется в прибрежной зоне, в заливах и эстуариях (в устьях крупных рек). Под воздействием приливов берега размываются, устья рек и заливы расширяются и углубляются. Это способствует интенсификации крупнотоннажной морской навигации, появляется возможность строить крупные речные порты внутри материков (Гамбург, Лондон, Роттердам и др.).

Ещё с древних времён энергия приливов использовалась в практических целях. В эстуариях строились мельницы, использовавшие энергию приливов и отливов. Позже приливной энергии нашлось применение на гидроэлектростанциях.



Рис. 4.13
Прилив и отлив

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Самый высокий прилив в мире (16,3 м) зафиксирован в заливе Фанди на восточном побережье Канады.
- Наиболее характерное явление приливов и отливов можно наблюдать на острове Мон-Сен-Мишель в Ла-Манше.

Поступательные движения в Мировом океане

Морские течения. Под влиянием внешних сил происходит перенос водных масс из одной области Мирового океана в другую, называемый *морскими/океаническими течениями*. Образование морских течений обусловлено постоянными и периодическими ветрами, гравитационными и приливообразующими силами, разницей в уровнях морей и океанов, в температуре и плотности воды.

По происхождению различают *дрейфовые* и *стоковые течения*. Дрейфовые течения образуются в верхних слоях (100–200 м толщины) вод Мирового океана под длительным воздействием ветра. Эти течения, благодаря вращению Земли, отклоняются на поверхности моря вправо в северном полушарии и влево – в

южном. Стоковые течения возникают по причине неравномерного распределения температур, солёности и плотности воды, обильных осадков и стока с суши (рис. 4.14).

По температуре воды морские течения делятся на *тёплые, холодные и нейтральные* (рис. 4.15).

Тёплыми считаются те, чья вода теплее, чем вода прилегающей акватории. Как правило, они образуются у экватора и перемещают свои воды в сторону полюсов.

Холодные течения переносят воду от полюсов в сторону экватора. Нейтральные морские течения имеют ту же температуру, что и воды прилегающей акватории и, как правило, текут в широтном направлении.

В *Тихом океане*, в экваториальном поясе акваторию пересекают *Северо-Экваториальное* и *Южно-Экваториальное течения*. Северо-Экваториальное течение возникает в летнее время вблизи берегов Центральной Америки (Панамский залив) под влиянием *пассатов*. Воды этого течения движутся с востока на запад. Вблизи Филиппинских островов это течение способствует образованию течения *Курисио*. В северо-восточной части азиатского побережья образуются два холодных течения, текущие с севера на юг: *Камчатское* и *Ойясио*.

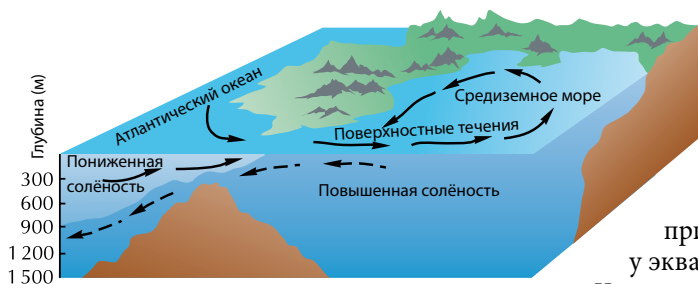
Вблизи Галапагосских островов образуется *Южно-Экваториальное* течение, которое пересекает Тихий океан до меридиана 142° з.д. Ветвь Южно-Экваториального течения достигает побережья Восточной Австралии и называется *Восточно-Австралийским течением*.

В *Атлантическом океане* также существуют *Северо- и Южно-Экваториальное* течения, которые пересекают океан с востока на запад. Северо-Экваториальное течение образует ряд ветвей: *Антильское, Гвианское, Карибское* течения. Ещё одним ответвлением является *Флоридское* течение, которое впоследствии объединяется с *Антильским* и образует течение *Гольфстрим*. Последнее протекает параллельно берегам Северной Америки и имеет ширину 500 км. Из моря Баффина на юг направляется холодное *Лабрадорское* течение.

Южно-Экваториальное течение образуется под влиянием пассатов. У восточных берегов Южной Америки оно разделяется на две ветви: северную – *Гвианское* течение, направляющееся к Карибскому морю, и южную – *Бразильское* течение.

В *Индийском океане* возникает мощное *Южно-Экваториальное* течение, которое несёт свои воды с востока на запад. К западу оно делится на три ветви: *Сомалийское, Мозамбикское и Мадагаскарское* течения. К югу от Мадагаскара два последних объединяются и образуют мощное течение *Мыса Игольного (Агульяс)*, которое достигает юга Африки. Холодное *Западно-Австралийское* течение формирует ветвь Южно-Экваториального течения, возникшую благодаря западным ветрам. В северной части Индийского океана в зимнее время действует зимнее *Муссонное* течение.

В *Северном Ледовитом океане* течения образуются за счёт речного стока великих сибирских рек. Большую роль в образовании течений играют ветры.



▲ Рис. 4.14
Стоковые течения

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Одним из самых мощных океанских течений является Гольфстрим – тёплое течение шириной от 75 до 500 км с температурой 24–26 °С. Ощущается на глубине 1 000 м.

4 Реки

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Дельта – форма рельефа в виде треугольника, созданная разделением реки на несколько рукавов при её впадении в море или океан, где отсутствуют приливы и прибрежные течения.

Эстуарий – однорукавное, воронкообразное устье реки, образующееся в области сильных приливов.

Лиман – затопленное водами моря, не подвергающееся действию прилива расширенное устье реки, превратившееся в мелко-водный залив.

Элементы реки

Река – это поток текущей воды, образовавшийся при слиянии нескольких ручьёв и вследствие уклона рельефа впадающий в другую реку, море, океан. Место, откуда она берёт свое начало, называется *истоком*, а место её впадения – *устьем*. Исток реки определяется условно и понимается как место слияния нескольких ручьёв или небольших речек, как болото, ледники, сеть оврагов, где вскрываются горизонты грунтовых вод.

Течение реки условно делят на три части: *верхнее, среднее и нижнее*. Верхнее течение начинается от истока и характеризуется высокими скоростями и расходами, сильной эрозией, которая больше проявляется в вертикальном плане. В верхнем течении русла реки образуются стремнины, быстрины, пороги, водопады.

Среднее течение, по сравнению с верхним, характеризуется уменьшением скорости течения воды, расширением русла, снижением эрозии в вертикальном плане и её усилением в боковой плоскости.

В нижнем течении река имеет низкий расход, уменьшение эрозии в вертикальной плоскости, а в боковой преобладание. Часто, когда река впадает в море или в озеро, образуется **дельта** (рис. 4.16). Другие реки при впадении образуют **эстуарии** или **лиманы** (рис. 4.17).

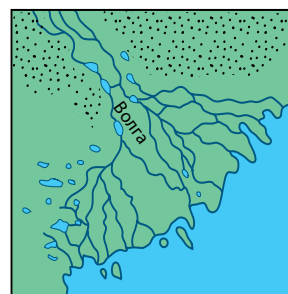
Рис. 4.16 ►
Типы дельт



Дельта реки Дунай



Дельта реки Миссисипи



Дельта реки Волга

▼ Рис. 4.18
Схема речной системы

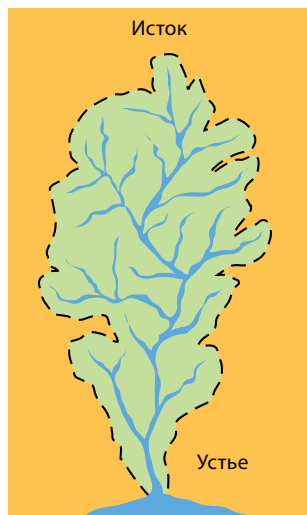


Рис. 4.17 ►
Лиман и эстуарий



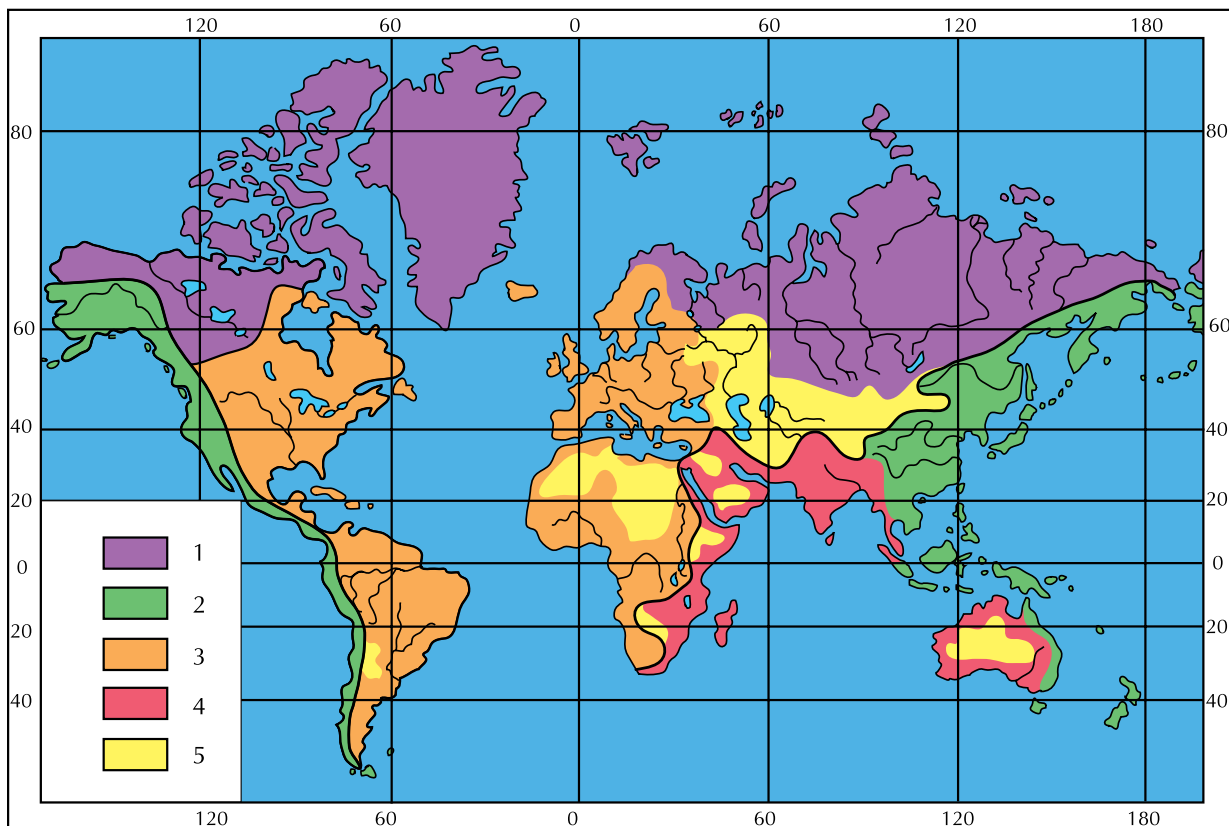
Днестровский лиман



Эстуарий Эльбы

Гидрографические сети и речные системы

Главная река и её притоки образуют *речную систему* (рис. 4.18). У главной реки есть притоки I порядка, притоки этих притоков считаются притоками II порядка и т. д. Площадь, с которой стекают воды речной системы, называется *речным бассейном*, или *речным водосбором*. Бассейн речной системы состоит из бассейнов притоков. Речные бассейны входят в бассейны морей и океанов и отделены друг от друга *водоразделами*, которые в горах совпадают с вершинами горных хребтов. В равнинных областях водоразделы проявляются



слабее, чем в горах. Водораздел разграничивает бассейны рек, морей и океанов. Главными считаются бассейны океанов, которые разделены водоразделами планетарного масштаба (рис. 4.19).

Источники питания рек

Режим питания рек зависит от многих физико-географических факторов: климатических условий, орографии, растительности, геологического строения, уровня заболаченности, количества озёр и др. В зависимости от этих факторов реки питаются *дождевой, талой, ледниковой водой*, а также *подземными водами*.

Дождевое питание характерно для областей с экваториальным, морским тропическим, субтропическим и умеренным климатом. Реки умеренных и холодных поясов питаются за счёт снегов и ледников, которые, тая весной, вызывают в них подъём уровня. Летом в горных областях в связи с таянием снегов и ледников наблюдаются быстрые и частые увеличения стока воды в реках. Некоторые реки питаются грунтовыми и глубинными подземными водами. Самым распространённым является смешанный тип питания.

Режим речного стока

Режим стока рек определяется двумя группами факторов: **природными** (физико-географическими) и **антропогенными**. Группу природных факторов формируют *климатические факторы* (атмосферные осадки, испарение) и *характер активной поверхности* (рельеф, геологическое строение, растительный покров, водоёмы, почвы). Антропогенные факторы представляют собой: орошение сельскохозяйственных земель, осушение болот, строительство накопительных озёр (водохранилищ), применение передовых агротехнических методов, коммунальное водоснабжение, вырубка или восстановление лесов.

▲ Рис. 4.19
Океанические бассейны и планетарный водораздел
1 – Северного Ледовитого океана
2 – Тихого океана
3 – Атлантического океана
4 – Индийского океана
5 – внутренних и бессточных (замкнутых) областей

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Проанализируйте рисунок 4.19 и определите бассейны океанов. Определите положение планетарного водораздела наземных вод.
2. Проведите наблюдения на физической карте мира и представьте себе положение главного планетарного водораздела. Прокомментируйте свой маршрут.

Эти факторы также обуславливают и **расход** (дебит) воды в реке. *Расход* – это количество воды, которое протекает в единицу времени через живое сечение реки (выражаемое в м³/с). В течение года расход реки меняется. Весной и в дождливые периоды сток увеличивается. Регулирование дренажа и режима стока осуществляется путём строительства водохранилищ с целью обеспечения оптимального режима работы гидроэлектростанций, водоснабжения городов, промышленных предприятий, организации оросительных, сплавных и противопаводковых работ.



▲ Рис. 4.20
Лесосплав

Значение рек и их охрана

Реки являются естественными водными ресурсами Земли и имеют большое значение для экономики и жизни человека. Они влияют на климат, изменяют рельеф, способствуют накоплению аллювиальных отложений, в которых встречаются россыпные месторождения полезных ископаемых (золото, платина, алмазы и др.). Реки воздействуют на растительность, почвы и подземные воды.

Речные воды использовались людьми в качестве источника питания с древних времён. Становление и развитие древних цивилизаций, т.н. «речных цивилизаций», было связано с долинами великих рек (Нил, Евфрат, Тигр и др.). Реки всегда использовались как средство передвижения.

Речные воды – очень важный источник энергии. Они применяются для орошения, лесосплава (рис. 4.20), во многих отраслях промышленности.

Речные потоки загрязняются при транспортировке нефтепродуктов, а также при лесосплаве. Много древесины гниёт, что приводит к изменению газового состава речных вод, а это, в свою очередь, отрицательно влияет на органический мир. Большое количество пестицидов, нитратов, азота и других вредных веществ попадает в реки с сельскохозяйственных угодий. Отходы и загрязняющие вещества животноводческих ферм и скотобоев также являются источниками загрязнения воды. В городах и крупных промышленных центрах некоторые речные воды интенсивно загрязняются промышленными отходами и токсичными веществами.

Охрана речной воды – одна из актуальнейших глобальных проблем. С этой целью в зонах промышленных предприятий, животноводческих комплексов и т. д. необходимо строительство большего количества очистных сооружений.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- приток
- лиман
- речная система
- эстуарий
- дельта
- расход воды в реке

2. Проверьте знания:

- Что такое река?
- Каковы её элементы?
- С какой целью регулируется речной сток?

3. Выполните задания:

- Охарактеризуйте режимы питания рек. Приведите примеры.
- Проведите исследование реки, протекающей через вашу местность: а) – *Используйте поплавки, чтобы измерить скорость воды*

в реке. Повторите измерения после дождливого и засушливого периодов. Запишите полученные наблюдения и попытайтесь их объяснить; б) – Определите тип питания реки; в) – Определите источники её загрязнения; г) – Обоснуйте значение реки и применение водоохраных мер.

- Обозначьте на карте Европы водоразделы крупных рек.

4. Развивайте критическое мышление:

- Прокомментируйте, что происходит с расходом воды реки в засушливые годы.
- Объясните, какие экономические проблемы могут возникнуть при резком уменьшении или увеличении расхода воды реки.

5 Озёра

Общие характеристики

Озёра представляют собой водоёмы, образовавшиеся в понижениях рельефа. Они занимают 1,8% площади суши. Самое большое по площади озеро в мире – Каспийское море. Самые глубокие в мире озёра имеют тектоническое происхождение: Байкал (1 620 м), Танганьика (1 435 м), Малави (706 м). Больше всего озёр находится в зонах с влажным климатом. В пустынных и полупустынных регионах количество озёр намного меньше, они обладают малыми объёмами, солёные и бессточные.

Происхождение озёрной воды различно, но наибольшее её количество накапливается в озере в результате выпадения дождей, таяния снега, а также за счёт подземных вод. Можно утверждать, что озёрная вода имеет континентальное происхождение. Хотя встречаются и реликтовые озёра, которые являются остатками морей, существовавших в геологическом прошлом – Каспийское и Аральское моря.

Классификация озёр

Чаще всего озёра классифицируют по происхождению котловин. В образовании озёрных котловин участвуют как *эндогенные*, так и *экзогенные* факторы.

Озёра, имеющие котловины эндогенного происхождения:

Озёра *тектонического происхождения* расположены в синклиналях в районах складчатых гор или в грабенах в горах глыбового строения, например, Байкал (рис. 4.21), Балхаш, Иссык-Куль, Танганьика, Альберт, Малави.

Озёра *вулканического происхождения* образуются в вулканических кратерах: Святой Анны (рис. 4.22), Хонсю, Масуко, Лобнор, Топорован, Туман-Хель, Арпа-Хель.



◀ Рис. 4.21 Озеро Байкал



▲ Рис. 4.22
Озеро Святой Анны

Озёра, имеющие котловины экзогенного происхождения:

Озёра, *возникшие под действием текущих (речных) вод*, которые появляются в долинах или на речных террасах вследствие преграждения излучин или второстепенных рукавов речными наносами. Они встречаются в нижнем течении рек Дунай, Днепр, Волга.

Озёра, *образовавшиеся в результате воздействия морских вод* путём преграждения заливов, лагун, устьев рек песчаными косами, которые отделяют их от моря. Такие озёра встречаются в нижнем течении реки Дунай (оз. Разим) (рис. 4.23), на побережьях Азовского, Чёрного, Балтийского и др. морей.



▲ Рис. 4.23 Озеро Разим

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Самое высокогорное озеро – Охос-дель-Саладо – расположено на одноимённой вулканической горе в Аргентине на высоте 6 930 м.



▲ Рис. 4.24
Карстовое озеро
Зэтонул Мик



▲ Рис. 4.25
Ледниковое озеро



▲ Рис. 4.26
Водохранилище
Костешть-Стынка

Озёра карстового происхождения (рис. 4.24) расположены во впадинах, образованных вследствие растворяющего воздействия воды на легкорастворимые горные породы, например, озёра Урсу, Зэтонул Мик в Румынии.

Ледниковые озёра образовались в результате действия горных и покровных ледников (рис. 4.25). Встречаются в Скандинавии, Карелии, Канаде, в Северной Азии.

Эоловые озёра образуются в результате действия ветра. Они, как правило, расположены в понижениях между дюнами, появившихся в результате дефляции. Эти озёра имеют вытянутую форму, носят временный характер и занимают ограниченные площади. Они встречаются в пустынях Намиб, Калахари, а также в пустынях Техаса, Невады, Аризоны.

Антропогенные озёра – водохранилища, построенные из соображений экономической целесообразности (для рыбоводства, орошения, водоснабжения и т. д.). В Республике Молдова из-за засушливого климата образовалось много небольших озёр, называемых прудами. Были созданы и большие озёра, например, водохранилище Костешть-Стынка на реке Прут (рис. 4.26).

Значение озёр в природе и в жизнедеятельности человека

Озёра непосредственно влияют на элементы окружающей среды. Испарение озёрной воды увеличивает влажность воздуха над сушей. Озёра питают реки, определяя их водный режим. Колебания уровня рек, питающихся озёрными водами, относительно невелики (Нева, Рейн, Ангара и др.). Озёра влияют на температуру воды вытекающих из них рек, изменяя тем самым их ледовый режим.

В солёных озёрах образуются отложения с очень высоким содержанием солей, которые зачастую осваиваются человеком. Например, большое количество соли добывается из озёр Эльтон и Баскунчак.

Озёра имеют большое экономическое значение. Крупные озёра на Земле (Каспийское море, Ладожское, Онежское, Великие озёра в Северной Америке) используются для судоходной транспортировки грузов и пассажиров. Большинство озёр являются важным источником рыболовства.

Горные озёра используются в лесосплаве, для водоснабжения населения и обеспечения предприятий технической водой. Они представляют интерес для туризма, обустройства курортов. Озёрная растительность используется для изготовления предметов домашнего обихода.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- озеро
- тектоническое озеро
- вулканическое озеро
- карстовое озеро

2. Проверьте знания:

- На какие типы подразделяются озёрные котловины по происхождению?
- Какое значение имеют озёра в природе и в жизнедеятельности человека? Приведите примеры.

3. Выполните задания:

- Найдите озеро Балхаш на физической карте мира. Его воды имеют низкую солёность на западе, а на востоке – высокую. Почему?

- Найдите на физической карте мира озёра, упомянутые в тексте.
- Исследуйте озеро или водохранилище в своей местности по алгоритму: *местоположение озера; его размеры; озёрная растительность; источники загрязнения; значение озера; меры по охране озера (водохранилища).*

4. Дайте характеристику озёр по происхождению их котловин и заполните приведённую ниже таблицу:

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ОЗЁРНЫХ КОТЛОВИН

Озёра				
Тектонические	Вулканические	Ледниковые	Эоловые	Антропогенные

6 Подземные воды. Болота. Ледники

Подземные воды

Подземные воды – это часть земной коры, находящаяся в активном взаимодействии с атмосферой, биосферой и поверхностными водами (океаны, моря, реки, озёра и болота). Они участвуют в круговороте воды в природе и существуют в *жидком, твёрдом и газообразном состоянии*.

Водоносные горизонты земной коры

Часть атмосферных осадков проникает в земную кору и заполняет трещины и пустоты горных пород, пока не достигнет водонепроницаемого слоя. Просочившаяся вода образует *подземный сток*. Вследствие подземного стока вода вновь возвращается в Мировой океан.

Наличие и движение воды в горных породах зависит от их пористости, проницаемости, плотности и влагёмкости. Вода просачивается в земную кору, пока не встречает *водоупорный слой водонепроницаемых горных пород*. Постоянно насыщенный водой грунт, находящийся над водоупорным слоем, образует *водоносный горизонт*, или *горизонт подземных вод*.

По расположению в земной коре водоносные горизонты делятся на *грунтовые (свободные)* и *межпластовые воды*.

Грунтовые (свободные) воды

Грунтовые, или свободные водоносные горизонты (**рис. 4.27**) находятся над первым водоупорным слоем водонепроницаемых горных пород. Свободные воды питаются за счёт атмосферных осадков, талых вод или инфильтрованных речных вод. Горизонты *грунтовых вод* залегают на различных глубинах (1,5–60,0 м).

Глубина от поверхности до насыщенных водой горизонтов горных пород называется *гидростатическим уровнем*, который колеблется в течение года. В периоды обильных дождей гидростатический уровень подходит близко к земной поверхности, а в засушливые – опускается на десятки метров в глубину. Создание плотин и водохранилищ ведёт к повышению уровня грунтовых вод, а сооружение каналов и колодцев – к его понижению. Скорость движения воды зависит от угла наклона горизонтов горных пород и от их характера. Так, скорость движения грунтовых вод в крупнозернистых песках составляет 1,5–2,0 м/сутки, в мелкозернистых – 0,5–1,0 м/сутки, а в лёссовых глинах – 0,1–0,3 м/сутки.

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Подземные воды – вода, накопленная в порах и трещинах горных пород или в подземных пустотах.

Межпластовые воды – залегающие между двумя водоупорными слоями, которые под давлением поднимаются вверх, но не выходят на поверхность.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Приведите примеры пористых, проницаемых, водонепроницаемых, компактных (плотных), рыхлых горных пород. Объясните роль этих типов пород в формировании водоносных горизонтов.
2. Проанализируйте рисунок 4.27 и объясните, как образуются водоносные горизонты.

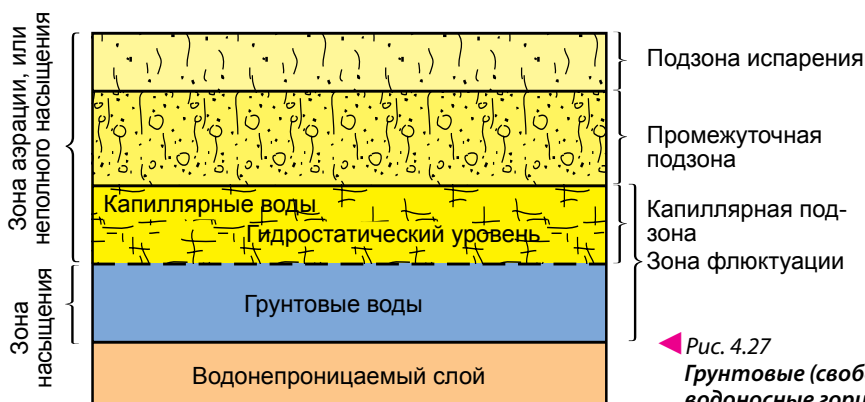


Рис. 4.27
Грунтовые (свободные)
водоносные горизонты

Межпластовые воды

Они расположены между двумя водоупорными слоями горных пород и питаются атмосферными осадками в местах, где верхний водоупорный слой отсутствует или разрушен. Межпластовые воды делятся на две категории: *безнапорные*, которые заполняют водоносный горизонт не полностью и стекают по уклону, подобно грунтовым водам, и *напорные*, которые при их вскрытии (например, бурении скважины) поднимаются выше водоносного горизонта. Их называют также *артезианскими*. Они часто изливаются (фонтанируют) на поверхность (рис. 4.28).

Рис. 4.28
Разрез артезианского бассейна
1 – глина
2 – песок с галькой
3 – известняк



Верхние слои артезианских вод, расположенные на глубине 100–600 м, являются пресными или слабоминерализованными. Артезианские воды, находящиеся на больших глубинах, очень сильно минерализованы (50 г/л) и представляют собой рассолы. Межпластовые воды менее загрязнены, чем грунтовые.

Минеральные воды

В природе не существует чистой воды. *Пресными водами* считаются те, у которых содержание растворённых солей не превышает 0,5 г/л. Если этот показатель превышен, воды считаются *минеральными* (солёными). Минеральные воды отличаются весьма разнообразным составом, в который входят одновременно различные соли и газы. Самыми распространёнными солями являются *хлориды, бромиды, йодистые соли, сульфаты, фосфаты, бикарбонаты, сульфиды натрия, кальция, калия, магния*. Они содержатся одновременно в растворённом и газообразном состоянии. Из газов наиболее распространены *кислород, углекислый газ, сероводород* и т. д.

По физико-химическим показателям минеральные воды подразделяются на следующие группы: *серные, сернистые, йодистые, железистые, хлоридные, гидрокарбонатные, радиоактивные (радоновые)*.

Родники

Водоносные породы часто подвержены эрозии, и вода выходит на поверхность в виде родников, которые возникают на склонах, на берегах и в руслах рек, на поверхности почвы.

По температуре родники подразделяются на *холодные* и *термальные*, по способу выхода на поверхность – на *восходящие* и *нисходящие*, по количеству растворённых солей – на *пресные* и *минеральные*.

Холодными родниками принято считать те, у которых температура воды равна среднегодовой температуре воздуха данной области. Тёплые, или термальные источники – те, у которых температура воды выше средней самого тёплого месяца года данной местности (превышает 20° С).

Нисходящие источники образуются, когда направление стока грунтовых вод совпадает с направлением склона, а вода выходит на поверхность в направлении действия силы тяжести (рис. 4.29).

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Почему межпластовые воды менее загрязнены, чем грунтовые?

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Самые горячие в мире термальные источники с температурой 97°С находятся в Венесуэле и Мексике.

Восходящие источники характерны для горных областей и имеют постоянный расход. Они образуются в тех случаях, когда водоносный горизонт расположен между двумя водоупорными пластами: верхний пласт подвержен эрозии, вода выходит на поверхность вопреки силе гравитации. В природе, особенно в вулканических районах, существуют артезианские восходящие источники, называемые *гейзерами* (рис. 4.30). Гейзеры встречаются в Исландии и Новой Зеландии, на Камчатке, в США (Йеллоустонский национальный парк).

Значение подземных вод

Подземные воды питают реки и озёра. Подземный сток способствует миграции химических элементов внутри земной коры, образованию и накоплению ряда новых минералов и горных пород. Подземные воды участвуют в видоизменении рельефа. Под их влиянием происходят оползни, карстовые и суффозионные процессы. Они приводят к заболачиванию территории, снабжают влагой растительный покров.

Подземные воды представляют собой очень ценный природный продукт. Они являются основным источником обеспечения населения питьевой водой.

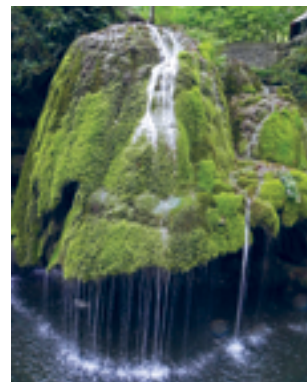
Термальные воды обладают терапевтическими свойствами и широко используются в бальнеологических целях.

Подземные воды широко применяются в различных отраслях экономики (так называемая техническая вода), а также для орошения. Из минеральных подземных вод добываются громадные количества ценных химических веществ: *глауберова соль, йод, борная кислота, бор, натрий, марганец, стронций, мышьяк, рубидий*, редкие металлы (*торий, литий, радий*) и др.

В ряде стран (Исландия, Италия, Россия, Япония, Новая Зеландия) термальные воды служат в качестве источника тепловой энергии, которая применяется для отопления жилых помещений, теплиц, бань. В некоторых из перечисленных стран на основе термальной энергии работают теплоэлектростанции.

Загрязнение подземных вод

В последние десятилетия подземные воды, особенно грунтовые, становятся всё более загрязнёнными. В эти горизонты подземных вод путём инфильтрации поверхностных вод попадает большое количество пестицидов. Другой источник загрязнения – это смывание поверхностными водами мусорных свалок и отходов животноводческих комплексов. Таким образом в грунтовые воды попадает значительное количество вредных веществ. Большое количество токсичных веществ проникает в подземные воды в результате сброса отходов промышленных предприятий (консервных, пивоваренных, молочных, табачных, сахарных) и скотобоен.



▲ Рис. 4.29
Нисходящий родник



▲ Рис. 4.30 Гейзер

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- подземные воды
- артезианские воды
- грунтовые воды
- минеральные воды

2. Проверьте знания:

- Какие факторы определяют циркуляцию подземных вод?
- Что такое грунтовые воды?
- Что такое артезианские воды?

3. Выполните задания:

- Определите, какие из указанных пород – водопроницаемые: *гранит, песок, гравий, известняк, мрамор, мергель*.

- Перечислите различия между грунтовыми водами и межпластовыми водами.

- Подготовьте и представьте сообщение о минеральных водах в Республике Молдова.

- Проведите исследование источников в своей местности, обратив внимание на: *количество источников, расход воды в источнике, температуру и вкус воды, использование воды из источника, причины загрязнения и заиливания*.

4. Развивайте критическое мышление:

- Прокомментируйте на конкретных примерах аспекты значения подземных вод для природы, человека и общества.

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Гигрофильная растительность – растительные сообщества, характерные для заболоченных мест с избыточным увлажнением.

Торфообразование – совокупность процессов образования торфа.

Заиление – отложение взвешенных частиц, заболачивание озера.

Сапропель – многовековые илистые органические отложения.



▲ Рис. 4.31
Болото

Рис. 4.32 ►
Образование торфяников:
1 – мховый торф
2 – злаковый торф
3 – сапрофитный торф
4 – сапропель

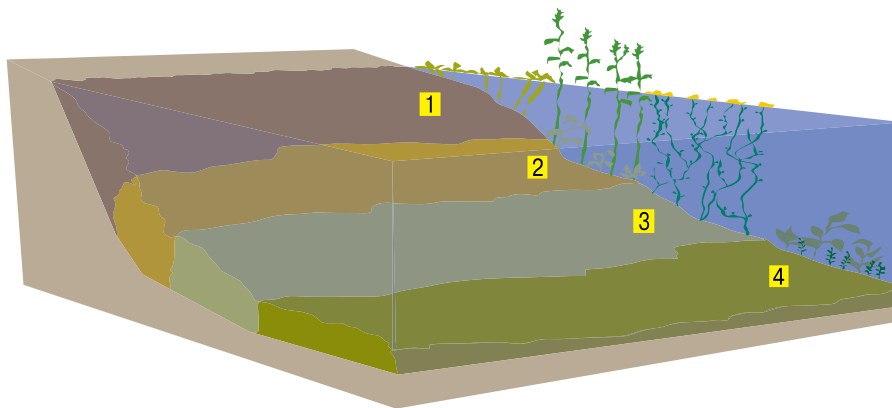
Болота

Болота представляют собой участки суши с избыточным увлажнением и малым испарением. В их основе залегают водоупорные породы, и для них характерно отсутствие стока. Болота покрыты гигрофильной растительностью, которая благоприятствует процессам торфообразования. В конечном итоге образуется торф – скопления остатков не полностью разложившихся, преимущественно растительных организмов. Болота содержат 87–97% воды и только на 3–13% состоят из сухих веществ (торф).

Условия образования и типы болот

Болота образуются в заиленных озёрных котловинах, в долинах рек, в лесных массивах, на склонах холмов и гор, на территории междуречий. Вследствие процесса заиления в озёрах интенсивно развивается водная растительность. Со временем вместо озера возникает болото с травянистой растительностью, состоящей из осоки и мхов, которая постепенно заменяется древесными растениями (кустарниками), а последние, в свою очередь, замещаются *сфагновыми мхами* (рис. 4.31).

Образованию болот на суше способствует постоянное или периодическое накопление влаги в почве в условиях обильных осадков, слабого испарения и отсутствия стока. Избыток увлажнения ослабляет питание растений кислородом и минеральными веществами, вследствие чего развивается гигрофильная растительность. Отсутствие кислорода тормозит процессы разложения остатков растительности, и они постепенно превращаются в *торф* (рис. 4.32)



ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Проанализируйте рисунок 4.32 и объясните, как протекают процессы образования торфа.

По условиям водного питания и составу растительного покрова болота делятся на три группы.

Эвтрофные (низовые) болота характерны для озёрных котловин или пойм рек. Они питаются атмосферными осадками, поверхностными и подземными водами. Эти болота богаты минеральными веществами, а их поверхность является ровной или вогнутой. Растительность представлена *рогозом*, *осокой*, *камышом*, *тростником*. Эвтрофные болота широко распространены в нижнем течении Дуная, Днестра, Прута, в поймах рек Западной Сибири.

Олиготрофные болота часто встречаются во влажных областях умеренного прохладного климата. Основной источник их питания – атмосферные осадки. Они бедны минеральными веществами. Главным элементом влаголюбивой растительности являются *сфагновые мхи*. Благодаря моховому ковру олиготрофные болота имеют выпуклую поверхность. Они распространены в междуречьях.

Мезотрофные болота занимают переходное положение между эвтрофными и олиготрофными болотами как по характеру питания, так и по минерализации воды, и по растительности.

Значение болот

Болота представляют собой промежуточное биогеографическое образование между наземной и водной средой. Они неравномерно распределены по материкам. В них содержится значительный объём воды из мировых запасов пресной воды. Болота имеют большое хозяйственное значение. Залежи торфа представляют собой источник тепловой энергии, служат в качестве топлива для теплоэлектростанций.

Торф используется при выплавке чугуна высшего качества, потому что содержит мало примесей. Он употребляется и как удобрение в сельском хозяйстве. В прессованном виде применяется в качестве строительного материала, теплоизолятора, а волокна из торфяной пыли используются в качестве упаковки для хрупких изделий. Из торфа производят различные химические продукты: смолы, дёготь, спирт, медицинский уголь. Болотный ил, т.н. сапропель, образующийся особенно вокруг горячих источников, находит своё применение в медицине.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- гигрофильная растительность
- заиление
- сапропель
- торфообразование
- эвтрофные болота
- олиготрофные болота

2. Проверьте знания:

- Каковы условия, факторы образования и распространения болот на земном шаре?
- Какие встречаются типы болот?

- Каково значение болот в природе и жизнедеятельности человека?

3. Выполните задания:

- Определите на физической карте мира районы распространения болот, используя условный знак изображения болот на карте. Охарактеризуйте, сравнив, эвтрофные, олиготрофные и мезотрофные болота.
- Проведите исследование в своей местности. Если вы заметили заболоченные места, объясните причину их образования, определите их растительность и т. д.

Ледники

Образование ледников

Ледники представляют собой массивы подвижного льда, образовавшегося в результате аккумуляции и трансформации твёрдых атмосферных осадков. Снежный и ледниковый покровы в настоящее время занимают 20% площади земного шара и 11% площади суши. Полоса ледников и вечных снегов называется *криосферой*. Часть тропосферы, расположенная между верхним и нижним пределом нулевого баланса, способствующего зарождению и существованию льдов и вечных снегов, называется *хионосферой* (от греч. *chion* – снег и *spháira* – шар). Нижний уровень хионосферы носит также название *границы вечных снегов*. Например, на Кавказе граница снегов проходит на высоте 3 700 м, в Гималаях – 4 900–5 000 м, в Африке – 4 400–5 200 м (вулкан Килиманджаро), в Андах – 6 400 м. Образование льда зависит от климатических факторов. На больших высотах низкие температуры сохраняются в течение всего года, значительные количества твёрдых осадков не успевают растаять и испариться. Эти условия способствуют накоплению вечных снегов. В тропических и субтропических широтах ледники формируются только на высоких горных хребтах. Со временем снег становится плотным и превращается в гранулированную массу под названием *фирн*. В полярных областях фирн может достигать толщины в сотни метров. При постоянном и длительном уплотнении фирн теряет пористость и превращается в лёд, приобретает компактную структуру и синеватый цвет, затем становится прозрачным. Превращение снега в лёд – это длительный процесс, охватывающий десятки лет, а в полярных областях – значительно больше (в Антарктиде более 1 000 лет).

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Криосфера – постоянный снежный и ледниковый покров суши, морей и океанов.

Вечные снега – многолетние скопления снега и льда в полярных районах, а также в горах выше снеговой линии.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Самый длинный ледник в мире – это ледник Ламберта в Антарктиде, длина которого составляет 400 км, ширина 100 км и толщина 2 500 м.



▲ Рис. 4.33
Айсберг



▲ Рис. 4.34
Горный ледник

Типы ледников

По условиям образования ледники делятся на *покровные* и *горные*.

Покровные, или платформенные **ледники** занимают значительные площади суши (Антарктида, Гренландия). Они имеют почти плоскую форму. Эти ледники образуют ледяной покров толщиной от 1 500 до 3 000 м со слегка выпуклой поверхностью. На периферии ледяной покров образует много языков, которые внедряются в шельфовую зону морей и океанов. Здесь они откалываются, образуя большие плавающие ледяные глыбы, называемые *айсбергами* (рис. 4.33).

Горные ледники, в отличие от покровных ледников, встречаются спорадически и отличаются меньшими размерами (рис. 4.34). Их форма зависит от рельефа, а скорость стока – от угла наклона склонов. Они классифицируются на *долинные*, *цирковые* и *нагорные ледники*. Ледники, возникшие на крутых склонах, называются *подвешенными*, а образовавшиеся в склоновых понижениях – *каровыми*.

Значение ледников

Ледники представляют собой большие запасы пресной воды в твёрдом состоянии, накопившиеся за длительный период времени. Вода, образовавшаяся в результате таяния ледников, питает реки и подземные воды. Поэтому у альпийских рек летом длительное время (2–3 месяца) наблюдается повышенный уровень. Талые ледниковые воды широко используются при орошении. Ледники оказывают большое влияние на климат. В некоторых областях они определяют ход и характер климатических процессов, обуславливают распределение атмосферных осадков.

Ледники способствуют изменению структуры и морфологии земной коры, образуя ряд новых эрозионных и аккумулятивных форм ледникового рельефа. (*Вспомните ледниковые формы рельефа*).

Ледники играют значительную роль в обеспечении круговорота воды в природе. Их таяние ведёт к сглаживанию контраста между климатическими поясами, а также к увеличению акватории Мирового океана, к уменьшению веса земной коры и, как следствие, к её поднятию. Увеличение площади ледников способно дать и обратный эффект: из круговорота воды в природе может быть изъято большое количество воды, что вызвало бы значительные изменения в структуре природной среды.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- криосфера
- хионосфера
- подвешенные ледники
- покровные ледники

2. Проверьте знания:

- Охарактеризуйте процесс формирования покровных и горных ледников.

- Создайте презентацию «Сравнительная характеристика покровных и горных ледников».
- Объясните значение ледников и их влияние на развитие природных процессов.

3. Развивайте критическое мышление:

- Продолжите следующий сценарий: *что произойдёт на Земле, если ледники в Антарктиде и Гренландии растают?*

7 Гидрологические стихийные бедствия

Гидрологические стихийные бедствия охватывают широкий спектр грозных явлений и распространены по всему миру. Наиболее опасными являются: *сильные ветровые волны, волны цунами, айсберги, наводнения.*

Ветровые волны

Распространение больших ветровых волн в Мировом океане зависит от распространения морских штормов, особенно в северной части Атлантического и Тихого океанов, в акватории к югу от 40° широты в южном полушарии. Ветровые волны высотой более 18 м были зафиксированы в северной части Тихого океана во время длительного шторма. В 1958 г. в водах Антарктики была зарегистрирована волна высотой 24,5 м. Максимальная длина ветрового волнения может достигать 400 м (рис. 4.35).

Ветровые волны в океанах и морях представляют большую опасность для морского судоходства. Из-за огромных волн многие корабли терпят крушение. Этого бедствия можно избежать с помощью современных систем предупреждения, которые позволяют судам обходить опасные районы.

Вблизи берега ветровые волны могут вызвать бедствия. Во время шторма 23 декабря 1913 года у острова Тринидад огромная волна, ударившись о маяк у берега, поднялась на высоту 60 м. На таких высотах сила волн наносит колоссальный урон. Подобные случаи известны и в Чёрном море – в городе Поти (Грузия) ветровыми волнами были перемещены бетонные блоки весом 20 тонн, в Одессе (Украина) – более 13 тонн. Непрерывное воздействие волн, даже небольших, приводит к эрозии берега, позволяя морю «продвигаться» по суше и постепенно разрушать постройки на берегу.

Волны цунами

Цунами – это огромные разрушительные волны, вызванные землетрясениями или извержениями вулканов, происходящими в океане/ море или в прибрежной зоне.

С начала инструментальных измерений зафиксировано более 1 000 случаев цунами, которые полностью разрушили прибрежные населённые пункты.

Оповещение о цунами направляется населению и всем морским судам у побережья, в противном случае они могут быть выброшены на берег, как это произошло в 1883 году после извержения вулкана Кракатау или в декабре 2004 года после землетрясения в Индийском океане.

26 декабря 2004 г. индонезийское побережье Индийского океана было затоплено серией волн цунами с чрезвычайно серьёзными последствиями (рис. 4.36, 4.37). В течение нескольких часов более 225 000 человек погибли, более 1 миллиона остались без крова. Цунами 2004 года покрыло расстояние от Северной Суматры



▲ Рис. 4.35
Разрушительные ветровые волны



▲ Рис. 4.36
Волна цунами



▲ Рис. 4.37
Человек попал в волну цунами

и Андаманских островов до Шри-Ланки, Индии и Мальдив менее чем за 3 часа, а за 11 часов волна прошла 8 000 км, достигнув Южной Африки. Подводное землетрясение силой 9,3 градуса подняло участок дна Индийского океана на 8 м (площадью 1 200 км²), в результате чего поднялись тысячи кубометров воды. В Тихом океане, где формируется 85% всех волн цунами, современные «цунамометры» могут обнаруживать гигантские волны у побережья задолго до того, как они достигают берега.



▲ Рис. 4.38
Айсберг оторвался
от берега

Айсберги

Огромные глыбы льда, которые отрываются от континентальных ледников и затем свободно дрейфуют в океане, гонимые ветрами и океанскими течениями, называются *айсбергами* (рис. 4.38).

Хотя айсберги выглядят эффектно, они могут быть очень опасными для судов. Только 1/6 – 1/10 массы айсберга поднимается над водой. Если эта глыба льда возвышается над уровнем воды примерно на 30 м, то под ней – не менее 200 м льда.

Современное морское судно рядом с такой плавающей ледя-

ной горой похоже на коробок спичек по сравнению с домом. Но самая большая опасность для судов состоит в том, что айсберг тает гораздо сильнее в своей подводной части; так что в какой-то момент он смещает свой центр тяжести и переворачивается. Дно айсберга способно уничтожить любой корабль в непосредственной близости. Кроме того, при его переворачивании образуется водная воронка, способная «поглотить» всё вокруг. Особую опасность айсберги представляют для океанских судов. Всем известно о гибели «Титаника», который ночью в 1912 году, пересекая Атлантический океан, столкнулся с громадным айсбергом.

Наводнения

Наводнения – самая распространённая опасность на Земле, сопровождаемая многочисленными жертвами и значительным материальным ущербом. Самые крупные наводнения происходят в Юго-Восточной Азии. Они возникают из-за проливных дождей, приносимых муссонами. Периодически 30% поверхности Бангладеш покрывается водой. Крупномасштабные наводнения также происходят в Китае, вдоль рек Хуанхэ и Янцзы, где площадь затопления превышает миллион квадратных километров и где проживает почти половина населения страны. В 1968 году Китай пережил катастрофическое наводнение, от которого пострадали 230 миллионов жителей, погибло 3 656 человек.

Значительными были наводнения августа 2002 года, в результате которых пострадали жители шести европейских государств (Германии, Чехии, Словакии, Австрии, Румынии и Венгрии). Всего тогда погибли 57 человек,

109 получили ранения, материальный ущерб превысил 15 миллиардов долларов.

Республика Молдова расположена в зоне сильных дождей, что создаёт благоприятные условия для крупных наводнений, особенно на малых реках (рис. 4.39). Это явление зафиксировано в 1994, 1998, 1999, 2005, 2008, 2010 годах. Катастрофические наводнения на реках Днестр и Прут носят эпизодический характер и часто вызваны вмешательством человека. Затопливает большие площади. За последние 40 лет вдоль этих рек было зарегистрировано четыре крупномасштабных наводнения, самые разрушительные из которых произошли в 1980, 2008, 2010 и летом 2020 года.

Наводнения июля-августа 2008 г. на территории Республики Молдова были катастрофическими. Воды вышли на поймы, сельскохозяйственные угодья и населённые пункты на берегах Днестра и Прута были затоплены (рис. 4.40).

Летом 2010 г. также произошли крупные наводнения. Они были вызваны ливнями в мае, июне и июле. Уровень воды на реке Прут за июнь-июль поднялся на некоторых участках на 1,5–5,5 м.

Смягчение и уменьшение последствий наводнений

Для смягчения и снижения риска наводнений необходимо принятие следующих мер:

- рациональное сочетание инженерных и организационных методов (строительство дамб, запрет на вырубку лесов, сокращение или запрет хозяйственной деятельности в зонах возможного затопления и др.);
- организация развитой системы прогноза наводнений и предупреждения населения (время возникновения паводка, максимально возможные высоты, продолжительность).



▲ Рис. 4.39
Последствия ураганных ливней на малых реках в Республике Молдова



▲ Рис. 4.40
Последствия дождевых паводков на реке Днестр, 2008 г

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Проверьте знания:

- Какие гидрологические стихийные бедствия являются наиболее опасными?
- Каковы причины наводнений?

2. Выполните задания:

- Исследуйте подтопляемые площади в своём населённом пункте и пострадавшие от весенне-летних паводков.

- Разработайте групповой проект по рискам наводнений в вашей местности.

3. Развивайте критическое мышление:

- Представьте следующую ситуацию и продолжите позитивный сценарий: вы находитесь на берегу Индийского океана. Вдруг вы замечаете, что вода океана внезапно отступает от берега в открытое море. Объясните явление. Что надо делать немедленно?

8 Роль гидросферы в природе и для человеческого общества. Охрана вод

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

1. Аргументируйте на примерах идею: почему без воды не может быть жизни?
2. Объясните взаимодействие между гидросферой, литосферой, атмосферой и биосферой.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- В Саудовской Аравии нет поверхностного стока, запасы пресной воды поступают из опреснённых или грунтовых вод.
- Исследователями изучены и исследованы только 5% окружающей среды океана.
- Если бы соли из морской воды выпали на дно Мирового океана, то образовался бы слой толщиной около 60 метров.

Гидросфера играет очень важную роль, потому что вода является основным элементом для поддержания жизни. Жизнь изначально возникла в воде. Она в высшей степени воздействует на растительный и животный мир. Благодаря своей текучести вода переносит питательные вещества в организмы растений и животных, формируя растительный сок, лимфу и кровь. Она растворяет множество элементов в живом организме, перераспределяет их, выводит отходы и обеспечивает гигиену тела. Многие растительные и животные организмы приспособлены к водной среде обитания.

Вода обеспечивает одну из самых важных циркуляций в природе – круговорот воды, сохраняя тем самым равновесие между его компонентами.

Атмосферная вода в большинстве случаев происходит из гидросферы. Наличие водяного пара в атмосфере вызывает такие процессы, как образование облаков, тумана, атмосферных осадков, а также электрические и оптические явления. Конденсация водяного пара играет важную роль в нагревании атмосферы, а биом вода-атмосфера регулирует и делает более разнообразным климат Земли.

Вода в жидком или твёрдом состоянии является главным элементом, который посредством эрозии, переноса и накопления моделирует рельеф земной коры, создавая различные его типы. Проникая в земную кору на различные глубины, вода механически и химически воздействует на горные породы, видоизменяя их свойства.

Жизнедеятельность человека тесно связана с водой. Она обеспечивает питание, орошение, навигацию, добычу электричества гидроэнергетикой. Развитие сельского хозяйства и промышленности невозможно без водной среды. Поэтому как в настоящее время, так и в будущем необходимо использовать водные ресурсы нашей планеты более рационально и эффективно.

Для защиты качества воды и сокращения её расточительства необходимо разработать такие меры, как:

- выявление источников загрязнения воды и их локализация;
- использование современных технологий очистки воды (механическая, химическая, биологическая очистки);
- очистка малых рек, родников, колодцев;
- обустройство зелёных насаждений у воды;
- применение законодательных мер против предприятий-загрязнителей;
- постоянный мониторинг качества воды.

Вода – чудо и суть жизни на Земле ►





Биосфера – сфера жизни. Это новейшая и самая неоднородная оболочка Земли. Биосфера представляет собой непрерывную оболочку, сформированную живыми организмами. Любое изменение одной из оболочек Земли может иметь драматические, а иногда и необратимые последствия для биосферы. Следовательно, биосферу необходимо защищать и сохранять.

Почва – новейшая часть земной коры, полностью преобразованная живыми организмами. Она возникла в результате взаимодействия литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы в течение длительного периода времени. Продуктивное качество почвы обеспечивает развитие сельского и лесного хозяйств, пищевой промышленности. Наука, изучающая формирование, эволюцию, классификацию и географическое распространение почв, называется почвоведением.

СОДЕРЖАНИЕ:

1. Биосфера. Факторы распространения органического мира
2. Биологические стихийные бедствия
3. Роль биосферы в природе и для человеческого общества. Охрана биоразнообразия
4. Почва. Факторы почвообразования
5. Основные типы почв на Земле
6. Роль почвы в природе и для человеческого общества. Охрана почв

1 Биосфера. Факторы распространения органического мира

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Экосистема – единая природная система, результат взаимодействия между живыми организмами и средой их обитания.

Эдафический фактор – относящийся к почве

Биосфера – это оболочка Земли, представляющая собой совокупность всех живых организмов и их среды обитания. Между ними устанавливаются разнообразные отношения и взаимодействия, которые создают экосистему.

Общие характеристики

Биосфера имеет очень сложный и организованный состав, так как объединяет самые разные живые организмы – от одноклеточных (бактерии, простейшие и т. д.) до гигантов растительности (секвойя) и животного мира (кит, слон, анаконда и т. д.). С момента своего появления живой мир претерпевал непрерывный эволюционный процесс. В настоящее время разнообразие органического мира определяется огромным количеством видов растений (около 500 000) и животных (порядка 1 500 000) и разнообразием природных факторов. Растения и животные не существуют изолированно, между ними складываются сложные взаимозависимые отношения. Например, *взаимополезные отношения* устанавливаются между цветковыми растениями и насекомыми, которые их опыляют (рис. 5.1), *симбиоз* – между растениями (рис. 5.2), *отношения конкуренции* между животными для эволюции и выживания (рис. 5.3).

Границы биосферы постепенно расширялись по мере роста разнообразия живых организмов. Пространственная экспансия биосферы обусловлена расширением физических границ жизни. Верхний возможный предел распространения организмов совпадает с максимальным слоем концентрации озона (25–30 км). Нижняя граница биосферы соответствует наибольшим глубинам океана, а в земной коре нижняя граница проходит на глубине около 3 км, где были обнаружены только анаэробные бактерии (рис. 5.4). Большинство живых существ живёт в гораздо меньших пределах: от 200 м глубины океанов – границы проникновения солнечного света – до 5 000 м в тропосфере.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Обсудите, почему верхний предел распространения организмов составляет 25–30 км.

Рис. 5.1 ►
Взаимополезные отношения между насекомыми и цветами



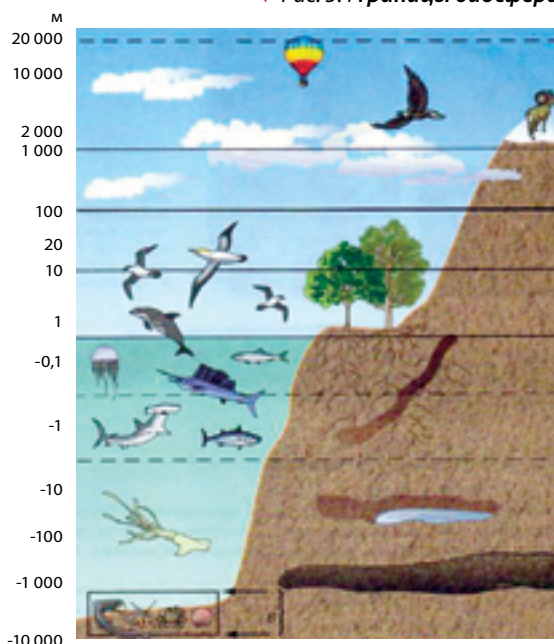
Рис. 5.2 ►
Симбиоз между растениями



Рис. 5.3 ►
Конкурентные отношения между животными



Рис. 5.4 Границы биосферы



Факторы распространения органического мира

На Земле – живой планете – существует огромное разнообразие условий жизни. На распространение и жизнь живых организмов влияют факторы окружающей среды: **климатические** (воздух, свет, тепло, влажность), **геоморфологические** (рельеф), **гидрологические** (температура, солёность, прозрачность, динамика, давление воды), **эдафические** (почва), **антропогенные** (человек).

Климатические факторы. Воздух. Состав и физическое состояние воздуха очень важны для жизни организмов. Воздух содержит кислород (O_2), который жизненно необходим для дыхания; углекислый газ (CO_2), являющийся основой синтеза органических веществ в процессе фотосинтеза; азот (N), который некоторые бактерии фиксируют в виде соединений. Огромное влияние на жизнь организмов оказывает движущийся воздух, то есть *ветер*. В регионах с сильными ветрами эвапотранспирация усиливается. В результате потеря большого количества воды может привести к гибели организмов. В ветреных регионах или на вершинах гор, где дуют сильные и постоянные ветры, деревья приспособились – они карликовые, с кривыми, иногда даже ползучими стеблями, с асимметричной кроной (**рис. 5.5**). На некоторых океанических островах, где дует сильный ветер, у многих насекомых нет крыльев или появились специальные крепления, чтобы их не унёс ветер. Ветер играет важную роль в распространении пыльцы, семян и плодов.

Свет незаменим в процессе фотосинтеза. Он играет важную роль и в жизни животных. Потребность в свете варьирует от организма к организму. Поскольку растения в лесу образуют несколько этажей, определённые животные соответственно обитают внутри них. Избыток или недостаток света обуславливает появление специфических приспособлений организмов. Животные, обитающие в темноте, не имеют пигментов, глаза у них маленькие или совсем отсутствуют (**рис. 5.6**). Таким образом, мы можем вести речь о *дневных животных* (активных в течение дня) и *ночных* (активных ночью: летучие мыши, совы). Растения, адаптированные к интенсивному свету, образуют группу *гелиофитов* (**рис. 5.7**), а приспособленные к более слабому свету и меньшей продолжительности дня – группу *сциофитов* (**рис. 5.8**).

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Леса производят 2/3 количества кислорода, потребляемого живым миром.

▼ **Рис. 5.5**
Деревья, приспособившиеся к сильным ветрам





▲ Рис. 5.6
Крот



▲ Рис. 5.7
Гелиофильное растение баобаб



▲ Рис. 5.8
Тенелюбивое растение сциофит

Тепло. Температура окружающей среды сильно влияет на развитие организмов, поэтому они адаптировались и могут жить только в определённых температурных пределах. Чтобы выжить в условиях больших перепадов температур, в холодное время года некоторые животные впадают в спячку или накапливают слой жира (медведь, ёж). Птицы мигрируют в тёплые края. Некоторые высшие растения теряют листья, а низшие зимуют в виде спор. Организмы, которые выдерживают большие колебания температуры, называются *эвритермическими животными*, например, некоторые виды птиц и млекопитающих (лиса, олень). Другие животные, называемые *стенотермами* (обезьяны, термиты, тюлени), не могут выдерживать даже небольших температурных колебаний. Есть также *мегатермные животные*, которые выдерживают очень высокие температуры (рис. 5.9). В тёплых регионах также развиваются *мегатермные растения*: банан, эвкалипт, пальма (рис. 5.10), а в холодных местностях – *микротермные растения*, например, хвойные (рис. 5.11).



▲ Рис. 5.9
Мегатермные животные

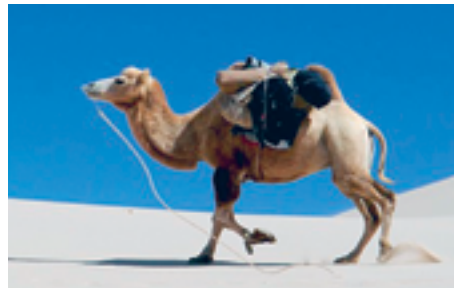
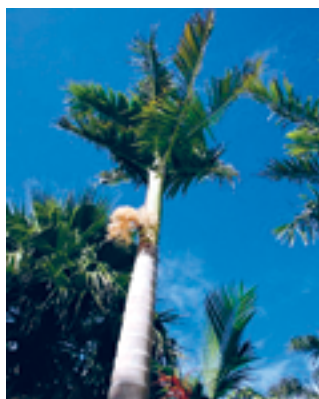


Рис. 5.10 Пальмы ▶



▲ Рис. 5.11 Хвойный лес (тайга)

Влажность. Все жизненные процессы обусловлены циркуляцией воды в организме. Вода, являясь хорошим растворителем, обеспечивает проникновение в организм многих химических элементов; она регулирует температуру тела и др. Организмы приспосабливаются к режиму влажности. Например,

для снижения интенсивности эвапотранспирации некоторые растения в засушливый период теряют листья или накапливают в них воду, например, **суккуленты** – агавы, кактусы (**рис. 5.12**). Встречаются слабоустойчивые к засухе **гидрофитные** растения, произрастающие в среде с избытком влаги (**рис. 5.13**), **мезофиты**, которые растут в средних по влажности условиях (злаковые), и **ксерофиты** (кактусы), адаптированные к условиям с небольшой влажностью (**рис. 5.14**). Крокодил – одно из гидрофитных животных. Некоторые животные выдерживают высокие колебания влажности (птицы, насекомые, млекопитающие), другие реагируют даже на малейшие изменения.



▲ ► **Рис. 5.12**
Суккуленты (агава, кактусы)

▲ ► **Рис. 5.13**
Гидрофитные растения

Геоморфологические факторы (рельеф). Рельеф земной коры как совокупность возвышенностей, равнин и гор является местом обитания большинства земных организмов. Высота, экспозиция, крутизна рельефа определяют стратификацию растительности и животного мира. Так, формы горного рельефа могут быть препятствием для распространения организмов. Во многих других случаях рельеф служит убежищем для растений и животных.

Эдафические (почвенные) факторы. Почва оказывает особое влияние на растения. Они извлекают воду из почвы вместе с необходимыми питательными веществами. Почва определяет распространение растительных сообществ. Некоторые растения адаптированы к определённым типам почвы. Эти растения называются **галофитными** и встречаются на засоленных почвах (**рис. 5.15**). В пустыне обитают **растения песчаных почв** (**рис. 5.16**).

Антропогенный фактор связан с прямым влиянием деятельности человека на окружающую среду. В большинстве случаев это отрицательный результат. Антропогенный фактор стал одной из основных причин уменьшения биологического разнообразия. Всего лишь часть примеров: нерациональная вырубка лесов, незаконный сбор редких растений, браконьерство. Бесконтрольная вырубка лесов приводит к появлению больших дисбалансов в природе за счёт изменения режима осадков (засухи), изменения движения воздушных потоков, деградации и эрозии почв, усиления наводнений, потери биоразнообразия, вызванной исчезновением видов растений и животных.

Положительное влияние человека на биоразнообразие находит своё отражение в озеленении (насаждении лесозащитных полос) и защите растений и животных.



▲ **Рис. 5.14**
Ксерофитное растение



▲ ► **Рис. 5.15**
Галофитные растения

▲ **Рис. 5.16**
Растения песчаных почв

Гидрологические факторы. *Солёность* воды в морях и океанах варьируется в зависимости от широты и глубины. Одни организмы адаптировались и живут в водах с низкой солёностью (солонатоводные), другим нужна вода с повышенной солёностью. Виды, которые легко выдерживают колебания солёности, называются *эвригалинными организмами*, а переносящие лишь небольшие колебания солёности – *стеногалинными*.

Температура сильно влияет на жизнь водных обитателей. Некоторые организмы (*эвритермные*) без труда переносят колебания температуры, например, обитающие в прибрежных и пелагических районах кашалоты (рис. 5.17), тогда как другие не выдерживают их – *стенотермные* организмы, такие, как рифовые кораллы, обитающие только в водах с температурой не ниже 20° С (рис. 5.18).



▲ Рис. 5.17 Кашалот

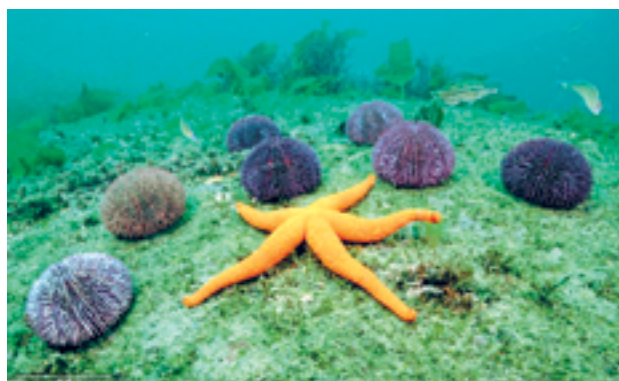


▲ Рис. 5.18 Кораллы

Прозрачность играет важную роль в распределении морских организмов по вертикали, особенно растительности. Даже в прозрачной воде солнечные лучи не проникают глубже 400 м. Поэтому фотосинтезирующие морские растения растут лишь до этих глубин (рис. 5.19). Глубже живут только животные и микроорганизмы. Придонные животные приспособились к недостатку света (рис. 5.20), а у некоторых сформировались свои собственные светящиеся (фосфоресцирующие) органы.



▲ Рис. 5.19
Водоросли



▲ Рис. 5.20
Организмы бентоса

Динамика воды. Вода в океане постоянно движется, влияя на жизнь морских организмов. В водах с очень активной динамикой организмы адаптировались к окружающей среде: у них развились плавательные органы (рис. 5.21) или органы прочной фиксации к субстрату; эластичные или твёрдые скелеты, выдерживающие удары волн; некоторые организмы зарываются в ил на морском дне (рис. 5.22).

Давление в океанах увеличивается на атмосферу каждые 10 метров в глубину, поэтому большинство живых существ не могут жить на больших глубинах. Морские организмы значительно отличаются друг от друга как размерами, так и образом жизни. Некоторые проводят всю свою жизнь в свободном плавании, другие активно перемещаются по всему водному пространству или живут на дне. Таким образом, в морской среде различают три основные группы организмов в зависимости от глубины их обитания: *планктон*, *нектон* и *бентос* (рис. 5.23).

Планктон состоит из организмов, пассивно дрейфующих и не способных противостоять переносу волнами и течениями. В состав планктона входит ряд мелких организмов (диатомовые водоросли, ракообразные, инфузории, медузы и др.), у которых нет фиксирующих органов. Планктон интенсивнее развивается на глубине до 2–3 м, но может встречаться и на глубине до 200 м. Планктон иногда стремительно размножается, что вызывает изменение цвета воды. Так, в Красном море водоросли после гибели приобретают красноватый цвет, что придаёт воде соответствующий оттенок.

Нектон включает животных, хорошо плавающих и на поверхности, и на глубине, с развитыми плавательными органами и обтекаемым веретенообразным телом. В эту группу входят рыбы, киты, дельфины, некоторые моллюски, ракообразные.

Бентос – это организмы, живущие на дне океана, как прикрепленные ко дну, так и свободно перемещающиеся. В эту группу входят некоторые водоросли, губки, кораллы, определённые моллюски и придонные рыбы. Абсолютная темнота дна океана привела к развитию у этих животных тактильных органов. Органы зрения полностью атрофированы или очень плохо развиты. Приспособление к темноте связано с появлением у многих глубоководных животных фосфоресцирующих органов.



Рис. 5.21
Дельфины



Рис. 5.22
Европейский удильщик,
или европейский
морской чёрт



Рис. 5.23
Группы морских
организмов

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- экосистема
- растения – гелиофиты
- сциофитные растения
- гидрофитные растения
- ксерофитные растения
- галофитные растения

2. Проверьте знания:

- Каков состав биосферы?

- Каковы пределы биосферы? Приведите аргументы.

3. Выполните задания:

- Объясните роль факторов окружающей среды для континентальных, а затем и водных организмов. Приведите примеры.

4. Развивайте критическое мышление:

- Представьте себе процесс адаптации живых существ к усилению парникового эффекта на Земле.

2 Биологические стихийные бедствия

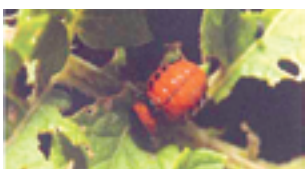
КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Эпидемия – массовое распространение инфекционного заболевания в определённом регионе за короткое время.

Пандемия – быстрое и широкое распространение эпидемии на территории страны, нескольких стран или по всему миру.



▲ Рис. 5.24
Нашествие саранчи



▲ Рис. 5.25
Колорадский жук



▲ Рис. 5.26
Волосатая гусеница шелковицы



▲ Рис. 5.27
Химическая обработка сельскохозяйственных культур

Стихийные бедствия биологического характера – это проявления природных явлений с участием живых организмов. Они негативно влияют на человеческое общество в целом, а зачастую и на природу. Эти явления проявляются в виде нашествия вредителей (*насекомых, грызунов, сорняков* и др.), а также распространения инфекционных заболеваний (*эпидемии, пандемии, эпизоотии*).

Нашествие вредных насекомых

Вредители вызывают потери урожая в сельском хозяйстве: 5–10% для зерновых, 15–20% для пропашных и 25% для многолетних культур. Ущерб оценивается по его объёму, в *количественном* отношении (рост заболеваемости или смертности людей, уменьшение урожая или поголовья домашних животных и т. д.) и *качественном* (снижение качества сельскохозяйственной продукции, задержка развития и замедление производительности труда). Нашествия саранчи наносят огромный ущерб сельскому хозяйству, уничтожая крупные посевы в Африке, Азии, Восточной Европе и Северной Америке. Стаи саранчи часто встречаются в полупустынях и саваннах Африки, их присутствие усиливает засуху (рис. 5.24).

На территории Республики Молдова часты вспышки массового размножения и нашествия вредных насекомых, таких как гусеницы, жуки, тля, мухи, бабочки, блохи, черви и др. Широкое распространение получили т.н. карантинные виды: колорадский жук (рис. 5.25), американская белая бабочка (рис. 5.26), калифорнийская щитовка, средиземноморская плодовая муха и др.

Большой ущерб также наносят различные заболевания, вызываемые вирусами, бактериями, грибами. Среди них: милдью (ложная мучнистая роса винограда) (*Plasmopara viticola*), мучнистая роса (*Uncinula necator*) и т. д., а также нематоды и сорняки.

Амброзия (*Ambrosia artemisifolia* L.) быстро распространилась среди сорняков, о чём впервые на территории Республики Молдова было сообщено в 1970 году. Амброзия наносит большой ущерб сельскому хозяйству. Она также вредна для здоровья человека, поскольку её пыльца вызывает заболевание аллергического характера, называемое поллинозом, поражающее органы дыхания.

Методы борьбы с вредителями

Человек – значительный фактор, способствующий распространению вредителей, болезней и сорняков, особенно в связи с развитием международной торговли. В борьбе с вредителями важную роль играет законодательство, регулирующее международную торговлю продуктами растительного и животного происхождения. Были подписаны многочисленные международные соглашения и конвенции по фитосанитарному карантину для остановки распространения вредителей, болезней, сорняков из других стран или ограничения их распространения внутри страны. Для борьбы с вредителями могут применяться различные методы и меры с целью уменьшения их количества (рис. 5.27). Борьба с вредителями необходима, но с приоритетом применения *биологических методов*. Они основаны на использовании видов животных для сокращения числа других видов, а также на применении бактерий, вирусов и грибов, созданных человеком. Например, насекомые-энтомофаги, которые питаются другими насекомыми или живут в их телах, могут быть в этом смысле очень полезными. С древних времён человек использовал некоторых насекомых для борьбы с вредными видами. Например, в Древнем Китае против вредителей использовали один из видов муравьёв.

Эпидемии

Вирусы могут вызывать эпидемии, поражающие людей, растения и животных. Многие болезни передаются переносчиками, например, комарами (малярия, жёлтая лихорадка), мухой цеце (сонная болезнь), блохами и вшами (брюшной тиф) и т. д. Крупномасштабные эпидемии, называемые пандемиями, известны в истории как самые опасные бедствия, унесшие миллионы жертв. Так, в четырнадцатом веке в Европе от бубонной чумы умерло около 1/3 населения. Во время пандемии гриппа (испанки) с 1918 по 1920 год от вируса пострадало около 500 миллионов человек, более 20 миллионов умерли. В настоящее время, по статистике Всемирной организации здравоохранения, на земном шаре зарегистрированы эпидемии малярии, холеры, полиомиелита, менингита, жёлтой лихорадки и др. Самый распространённый вирус – грипп. Заболевание отличается высокой контагиозностью (заразительностью). Периодически вспыхивают эпидемии гриппа. Например, в период с 1957 по 1958 год от пандемии азиатского гриппа пострадало 2 миллиарда человек, или около 2/3 населения мира в то время.

В 2000 году произошла вспышка птичьего гриппа, вызванная мутацией вируса типа А. Первоначально она случилась в Юго-Восточной Азии, но вскоре вирус распространился на десятки стран, что привело к гибели или уничтожению десятков миллионов домашних птиц. В Республике Молдова случаев заболевания этой разновидностью птичьего гриппа зарегистрировано не было. Вирус А также очень опасен, потому что передается человеку.

Особую тревогу вызывают статистические данные о СПИДе (синдром приобретённого иммунодефицита), о последней пандемии, вызванной вирусом ВИЧ, при передаче половым путем или при переливании крови. На земном шаре в среднем регистрируется 6 новых заболеваний в минуту, наихудшая ситуация наблюдается в Африке. Ежегодно 95% новых зарегистрированных случаев приходится на развивающиеся страны.

Человечество столкнулось с пандемией COVID-19, вызванной новым вирусом из группы коронавирусов. Он поражает как животных, так и людей. Впервые вирус был выявлен в декабре 2019 года во время вспышки пневмонии в Китае (город Ухань, провинция Хубэй). Об этой неклоточной форме жизни у человека на тот момент было очень мало информации.

Меры по борьбе с эпидемиями включают следующие мероприятия:

• Вакцинация населения; • соблюдение мер гигиены в школе и в семье; • немедленная консультация врача в момент появления первых симптомов и строгое соблюдение предложенного им лечения; • локализация очагов эпидемии и введение карантинного режима; • иммунизация животных или убой заболевших; • борьба с возбудителями болезней (комары, клещи и другие насекомые) путем принятия комплексных мер.

У человека пока нет эффективных методов профилактики и борьбы с вирусами высокой степени заразительности, такими как грипп, эпидемический гепатит и т. д.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- эпидемия
- пандемия

2. Проверьте знания:

- Какова роль биосферы в природе и для человеческого общества?
- Какие стихийные бедствия биологического характера вам известны?
- Почему многие виды растений и животных находятся под угрозой исчезновения?
- Какие специальные меры по защите и сохранению биоразнообразия вам известны?

3. Выполните задания:

- Проведите в своём населённом пункте исследование по охране биоразнообразия. Приведите примеры влияния антропогенного фактора на компоненты биосферы вашей местности.
- Назовите меры защиты от эпидемий и пандемий.

4. Развивайте критическое мышление:

- Представьте себе позитивный сценарий исчезновения стихийных бедствий биологического характера. Будет ли биоразнообразие в ближайшем будущем таким, каким вы его видите сегодня? Спорить....

3 Роль биосферы в природе и для человеческого общества. Охрана биоразнообразия

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Один гектар хвойного леса ежегодно улавливает 50 тонн CO_2 и при этом выделяет 25–30 тонн кислорода.

Роль биосферы в природе и для человеческого общества

Будучи продуктом взаимодействия геосфер Земли (земной коры, атмосферы, гидросферы), биосфера оказывает на них сильное влияние, что подчеркивает важную роль, которую она играет в природе и для человеческого общества.

Субстратом живых организмов является земная кора. Растения, животные и микроорганизмы способствуют дезинтеграции и преобразованию горных пород, изменению рельефа, образованию горных пород и полезных минеральных веществ. Уголь образовался в результате накопления и преобразования растительного органического вещества, полученного от наземных растений, особенно высших. Организмы оказывают значительное влияние на формирование форм рельефа земной коры. Термиты с помощью своих построек, которые могут достигать нескольких метров в высоту, изменяют внешний вид земной коры. Подземные животные роют в более рыхлом грунте ходы, поднимают насыпи. Бобры, помимо галерей, часто перегораживают реки плотинами из брёвен и глины высотой до 2 м. Колонии кораллов образуют коралловые острова (рис. 5.28), коралловые рифы, атоллы. Растительность косвенно нейтрализует негативное действие других экзогенных факторов. Так, сплошной, хорошо развитый растительный ковер уменьшает или предотвращает поверхностную эрозию, способствует уменьшению процессов на склонах (оползни, илистый сток и т. д.).

В процессе дыхания живые организмы потребляют кислород из атмосферы и выделяют углекислый газ. В процессе фотосинтеза под действием солнечного света зелёные растения поглощают углекислый газ и выделяют кислород. Таким образом, благодаря биосфере в атмосфере сохраняется свободный кислород. В регионах с более богатой флорой влажность воздуха из-за эвапотранспирации выше, чем в регионах с более бедной. Растительность влияет на динамику атмосферы, так как замедляет скорость ветра, особенно в лесных районах. Таким образом, характер растительного ковра определяет большое разнообразие фитоклиматов.

Живые организмы, находящиеся в водах гидросферы, поддерживают интенсивный обмен веществ с водой, в которой они живут. В процессе дыхания организмов вода океана обогащается углекислым газом, а в процессе фотосинтеза зелёных растений – кислородом. Некоторые морские / океанические существа влияют на цвет и прозрачность воды. Вследствие накопления известковых скелетов фораминифер, губок, кораллов, раковин моллюсков образуются осадочные породы, например, органогенные известняки (рис. 5.29).

Организмы водоёмов суши приводят к их засорению, превращению в болота и торфяники.

Растительный покров регулирует температуру почвы, снижает испарение. Почвенные организмы способствуют разрыхлению почвы, обеспечивая более



▲ Рис. 5.28
Коралловый остров



▲ Рис. 5.29
Известняк-ракушечник

интенсивную циркуляцию воды и воздуха через почву. Микроорганизмы за счёт разложения органических веществ участвуют в образовании гумуса, что способствует повышению плодородия почвы.

С древних времен компоненты биосферы служили убежищем для человека (лес), источником пищи и основой для развития скотоводства. Высшие растения дают людям сырьё для развития различных отраслей промышленности. Человек использует древесину для строительства, изготовления мебели и т. д. Собирает лекарственные растения для изготовления лекарств, осуществляет промысел морских животных для пищевой промышленности. Лес – благоприятная среда для отдыха, развития экологического туризма и т. д.

Защита биоразнообразия

В настоящее время мы наблюдаем неуклонное и вызывающее тревогу сокращение биоразнообразия, имеющее серьёзные последствия для природы и благосостояния людей.

Биоразнообразие жизни – основа развития социально-экономических систем. Следовательно, его поддержание необходимо для выживания любой формы жизни. В целях обеспечения особых мер по защите и сохранению биоразнообразия устанавливается дифференцированный режим по категориям охраняемых природных территорий:

- *международного значения*: геопарки, водно-болотные угодья общественного значения, биосферные заповедники;
- *национального значения*: заповедники, национальные парки, природные, ландшафтные и биосферные заповедники.

Более 19 000 видов растений и 5 000 видов животных на земном шаре классифицируются как находящиеся под угрозой исчезновения. Несколько тысяч других видов ежегодно оказываются на грани исчезновения, прежде чем биологи смогут их идентифицировать. Основными причинами исчезновения видов растений и животных являются: разрушение среды обитания, коммерческая эксплуатация (сбор растений, нерациональная охота и браконьерство), нарушения, вызванные акклиматизированными видами, загрязнение окружающей среды.

Уничтожение среды обитания представляет собой величайшую угрозу для исчезающих видов.

Защита биоразнообразия должна стать национальным приоритетом в каждой стране. Обнародование информации о находящихся под угрозой исчезновения животных и растений должно ещё раз убедить сообщества в нашей ответственности за защиту животного и растительного мира.

Панды питаются только побегами бамбука (рис. 5.30). На них охотятся из-за их меха. Ареал их распространения сокращается из-за вырубки лесов.

Испанская пиренейская рысь находится в опасности, потому что большая часть лесов, в которых она жила, вырублены. Испанские рыси теперь охраняются в резервации Кото-Доньяна.

Ягуарам грозит исчезновение, потому что на них охотятся из-за их меха.

На **носорогов** охотятся из-за рогов. В Африке аборигены отрезают рога носорога в ритуальных целях, якобы для собственной защиты.

На **тигра** охотятся из-за его шерсти и костей, используемых в китайской медицине. Однако с 1970 года, когда была запрещена охота на тигров, их количество увеличилось вдвое (рис. 5.31).

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- В течение своей жизни дуб производит кислород, необходимый человеку на протяжении 20 лет.



▲ Рис. 5.30
Большая панда



▲ Рис. 5.31
Тигр



▲ Рис. 5.32
Дюгонь (ламантин)

Голубые киты – самые крупные животные на Земле, их длина превышает 30 метров. На них охотились ради мяса и жира, и они почти исчезли.

Дюгонь, также называемый **ламантином**, обитает в тропических океанах (рис. 5.32). Во Флориде есть специальные резервации, где лодкам запрещено плавать, чтобы не травмировать этих животных.

В целях защиты животного мира запрещено продавать кожу аллигатора, викуны и коалы, изделия из слоновой кости, панцири черепах и т.д.; однако эти законы не всегда соблюдаются.

Многие виды растений находятся на грани исчезновения: *печёночница трансильванская*, *жёлтый мак*, *эдельвейс альпийский*, *орхидея нигрителла* и пр.

Во второе издание Красной книги Республики Молдова было включено 126 видов исчезающих растений и грибов (*Венерин башмачок* – *колокольчик Анжелеску*, *пушица*, *лесной пион*, *папоротник*, *рябчик шахматный*, *башмачок настоящий*) и 116 видов животных, среди которых: *европейская норка*, *выдра*, *курносый ушан*, *большая сова*, *дрофа*, *степной орёл*, *лебедь-шипун*, *чёрный аист*, *разноцветная ящерка*, *пеликан обыкновенный*.

Значительное сокращение биоразнообразия серьёзно сказывается на уровне жизни людей. Здоровые экосистемы обеспечивают пищу, чистый воздух, воду и плодородную почву для сельского хозяйства. 40% лекарств получают из растений и животных. Человек – главная причина исчезновения видов растений и животных. Так что его долг – положить конец этой критической ситуации. От нас зависит будущее планеты!

Это интересно...

Морской конёк. Несмотря на свои своеобразные формы и имя, морской конёк – рыба. Независимо от того, плавает он или отдыхает, он всегда сохраняет вертикальное положение.

Крокодилы могут оставаться на дне водоёмов в течение нескольких часов без дыхания, необходимого для кровоснабжения головного мозга и работы сердечной мышцы. Известный своей жестокостью крокодил, разрывая добычу, может одолеть бегемота или даже слона, если схватит его за хобот. Он сосуществует в симбиозе с египетским бегунком (крокодиловым сторожем) – птицей, которая питается пиявками на спине крокодила и очищает его дёсны и зубы от остатков мяса и паразитов.

Верблюды, т.н. «корабли пустыни» – крупные млекопитающие, стройные, с длинными ногами, выносливые и упрямые животные. Могут обходиться 25 дней зимой и 5 дней летом без питьевой воды. Перед дальней дорогой верблюду дают много жидкости, которая трансформируется в горбах в жир, позволяющий ему долгое время не нуждаться в воде.



4 Почва. Факторы почвообразования

Почва – особое природное тело, образовавшееся на поверхности суши вследствие выветривания горных пород под влиянием климатических, гидрологических, биологических факторов, развивающееся во времени. Специфической особенностью почвы является её плодородие – способность обеспечить растение водой, питательными веществами (органическими и минеральными), воздухом и теплом.

Почвообразующие факторы

Почвообразующими факторами являются: *горные породы, климат, рельеф, живые организмы и человек.*

Материнская горная порода своими свойствами определяет интенсивность процессов почвообразования. Вследствие разрушения и выветривания горных пород возникла кора выветривания, которая представляет собой основу для образования почвы. Породы являются источником формирования минеральной (неорганической) составляющей почвы.

Климат – один из важнейших факторов в процессе почвообразования. Он оказывает влияние на распределение температур воздуха и атмосферных осадков, от которых зависит термический и водный режим почвы, а также определяет интенсивность разрушения и выветривания горных пород, равно как и её минеральный состав. Климат влияет и на биологическую активность почвенных организмов и микроорганизмов, то есть на создание органической массы.

Рельеф представляет собой субстрат, на котором развиваются почвы, он определяет вертикальную зональность климата и растительности, а также соответствующую вертикальную зональность почв. Уклон склонов влияет на поверхностный сток и инфильтрацию воды в почву. На крутых склонах поверхностный сток вызывает быструю эрозию почвы, в то время как пологие склоны благоприятствуют инфильтрации воды, возникновению и углублению генетических горизонтов почвы.

Живые организмы играют существенную роль при образовании почвы. Посредством своей корневой системы растительные организмы способствуют разрушению и выветриванию пород; растительные остатки служат источником аккумуляции органического вещества в почве. Различные микроорганизмы (бактерии, грибы), которые находят в ней благоприятную среду обитания, разлагают органические останки, превращая их в гумус. Подземные животные разрыхляют почву, содействуя таким образом проникновению воды и воздуха в неё. Дождевые черви, пропуская почву через свой пищеварительный тракт, делают её структурной и повышают её плодородие.

Человек влияет на процесс почвообразования своей практической деятельностью. В результате орошения или осушения почв, использования удобрений, гербицидов, пестицидов изменяются водный режим и химический состав почв. При вырубке леса, неправильной распашке, нерациональном использовании угодий человек способствует ускорению эрозионных и других процессов деградации почв.

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Гумус – органическое вещество почвы, образующееся в результате разложения растительных и животных остатков под воздействием микроорганизмов, что в значительной мере обеспечивает её плодородие.

Почвенный горизонт – однородный слой почвы, образующийся в результате естественного расчленения почвы по вертикали в процессе её развития.

Почвогенезис – процесс образования и эволюции почвы вследствие взаимодействия почвообразующих факторов.

Почвенный профиль – чередование почвенных горизонтов, образовавшихся естественным путём.

Водный режим почвы – совокупность процессов поступления, передвижения и расхода влаги в почве.

Характеристики почвы

Компоненты почвы

Почва состоит из *неорганического вещества* (минеральная часть), *органического вещества*, *воды* и *газов*.

Неорганическое (минеральное) вещество происходит из материнской породы и представляет собой обломки пород различных размеров: галька, песок, глина. Очень мелкие минеральные частицы формируют минеральные коллоиды почвы.

Органическое вещество в почве образуется из растительных и животных останков (с преобладанием первых). Органическая часть почвы, возникшая в результате разложения органических остатков при участии микроорганизмов, называется **гумусом**. Он играет особую роль в формировании плодородия почвы и в обеспечении растений питательными веществами.

Вода. В почве постоянно находится определённое количество воды, в которой растворены различные органические, неорганические вещества и газы. Почвенной воде отводится главная роль в круговороте питательных веществ.

Газы. В почвенных порах накапливается воздух. Он отличается по своему составу от атмосферного, так как содержит больше углекислого газа, образовавшегося в результате разложения органического вещества и дыхания подземных организмов. Воздух абсолютно необходим для дыхания корней растений, для прорастания семян и для других почвенных процессов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Проанализируйте рисунок 5.33 и проследите за дифференциацией почвы по горизонтам и формированием почвенного профиля.

Почвенный профиль

На естественном вертикальном разрезе заметно, что почва неоднородна. Можно выделить несколько горизонтов, которые отличаются цветом, толщиной и другими свойствами.

Благодаря циркуляции воды в почве происходит перемещение растворённых веществ и их отложение на определённых глубинах. Вследствие этого некоторые горизонты обогащаются свежими органическими и минеральными веществами, принесёнными с других горизонтов, которые лишаются

этих компонентов. Следовательно, почва состоит из нескольких горизонтов со специфическими свойствами.

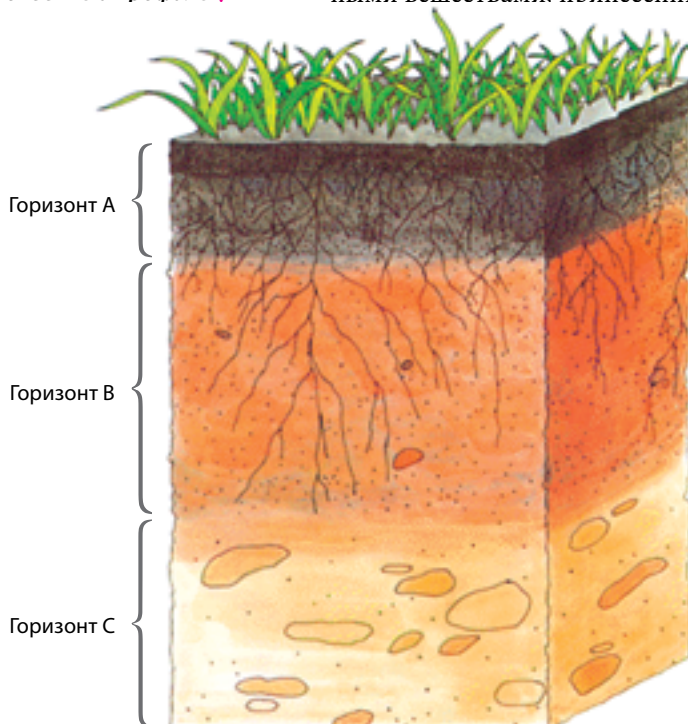
Почвенный профиль представляет собой чередование горизонтов почвы, образованных естественным путём за длительный период времени. От поверхности почвы по направлению к материнской породе выделяются три основных горизонта, обозначенные буквами **А, В, С** (рис. 5.33).

Горизонт А расположен на поверхности почвы, где происходят основные процессы почвообразования. Он характеризуется накоплением гумуса, чёрным или тёмно-бурым цветом. Это пахотный горизонт.

Горизонт В является промежуточным, то есть переходным от материнской породы. Он состоит из преимущественно неорганического вещества и элементов, переместившихся из горизонта А (посредством вымывания). Его ещё называют *иллювиальным горизонтом*.

Рис. 5.33

Почвенный профиль ▼



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Один грамм почвы может содержать до 100 миллионов микробов.

Горизонт С представляет собой материнскую породу, которая служит исходным субстратом для образования почвы. Различные горизонты почвы могут быть более или менее выраженными, могут быть разделены чёткими границами или постепенными переходами, могут быть однородными или состоять из нескольких подгоризонтов и т.д. Почвенный профиль отражает определённый этап процесса почвообразования.

Основные свойства почвы

Плодородие – важнейшая характеристика почвы. Она заключается в способности почвы предоставлять растениям воду и питательные вещества. Плодородие почвы обеспечивает урожай, зависящий от количества и качества гумуса, абиотической среды, внесения удобрений и пестицидов, орошения, применения агротехнических методов, эффективной защиты от вредителей. На неё влияют структура, текстура и пористость почвы, которые определяют циркуляцию воды и воздуха в почве.

Цвет почвы различен и обусловлен количеством гумуса и других компонентов. Чёрный и бурый цвета горизонта А зависят от количества гумуса. Красный, жёлтый, оранжевый цвета обусловлены соединениями железа. Белёсый цвет указывает на наличие карбонатов и силикатных соединений. Цвет почвы часто используется в названиях её типов (*бурые лесные, серые пустынные*).

Текстура, или **механический состав почвы** представляет собой соотношение частиц различных размеров, входящих в её состав (песок, глина). Текстура зависит от природы материнской породы. По текстуре можно выделить *глинистые, суглинистые и супесчаные почвы*.

Структура почв. В процессе образования почвы мелкие частицы объединяются, образуя так называемые агрегаты различных форм и размеров, которые составляют структуру почвы. В зависимости от этого различают несколько типов структур: *кубическая, призматическая, плитчатая, ореховатая* и др. При образовании структуры почвы важную роль играет корневая система растений. От структуры почвы зависит циркуляция влаги и воздуха в ней, а также её обработка.

Пористость почвы выражает соотношение между объёмом пустот в почве (поры, капилляры, трещины) и её общим объёмом. Пористость позволяет воздуху и воде проникать в почву, обеспечивая доступность влаги для растений.

Проницаемость почвы – это свойство пропускать воду, на которое влияют её текстура, структура и пористость. Мелкозернистые и неструктурированные почвы имеют очень низкую проницаемость. В случае орошения важно знать степень водопроницаемости почвы, чтобы рассчитать количество воды, чтобы она полностью просачивалась в почву.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- процесс почвообразования
- водный режим почвы
- почвенный горизонт
- почвенный профиль

2. Проверьте знания:

- Что такое почва?
- Каков состав почвы?
- Каковы основные горизонты почвы?
- Каковы основные свойства почвы?

3. Выполните задания:

- Во время географической экскурсии по полям своей местности изучите профиль почвы по алгоритму: цвет; её текстура и структура; тип почвы, её использование.

4. Развивайте критическое мышление:

- Возьмите образец почвы. Каким опытом можно показать, что в почве содержатся органические вещества, минералы и соли? Проведите эксперимент.
- Возьмите образец почвы. Каким опытом можно продемонстрировать наличие воздуха в почве? Проведите эксперимент, чтобы убедиться в этом.

5 Основные типы почв на Земле

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Количество листьев, которые ежегодно остаются в почве, составляет около 20 тонн на 1 га леса.

Разнообразие природных условий и почвообразующих факторов определяют и формирование различных типов почв, каждый из которых образовался в сходных климатических, гидрологических и биохимических условиях, на схожих материнских породах и под одним и тем же растительным покровом. Так как климат и растительность носят зональный характер, тенденция к зональности проявляется и в распределении типов почв на Земле.

Зональные типы почв

Почвенный покров Земли разнообразен. От высоких широт к экватору чередуются следующие зональные (главные) типы почв.

Тундровые почвы образуются в условиях холодного климата с вечной мерзлотой под тундровой растительностью. Это маломощные почвы, недостаточно развитые, со слабо выраженными генетическими горизонтами (рис. 5.34).

Подзолистые почвы формируются под хвойными лесами в условиях холодного и влажного климата. Как правило, они бедны гумусом и минеральными компонентами, их плодородность низка. Под тонким гумусовым горизонтом выделяется белёсый горизонт, который по цвету напоминает золу, от чего и происходит название почвы (рис. 5.35).

Серые лесные и бурые лесные почвы. *Серые лесные почвы* образуются под широколиственными лесами в регионах с влажным умеренно-континентальным климатом. В этих почвах ниже подстилки следует горизонт А толщиной в 20–30 см серого цвета, под которым развивается горизонт В толщиной около 50 см (рис. 5.36). *Бурые лесные почвы* формируются под лиственными лесами, в умеренно-морском климате с повышенной влажностью. Ниже тонкой подстилки следует гумусовый горизонт А толщиной около 15–20 см, коричневый. Горизонт В имеет мощность более 50 см. Горизонт С в некоторых случаях отсутствует. Эти почвы характеризуются хорошо выраженным гумусовым горизонтом.

Серые и бурые лесные почвы широко распространены в Кодрах Молдовы.

Чернозёмные почвы характерны для степной местности (прерии, пампасы). Образуются в регионах с сухим умеренно-континентальным климатом, под травянистым покровом (рис. 5.37). Травы дают большое количество органических



▲ Рис. 5.34
Тундрово-глеевая
почва



▲ Рис. 5.35
Подзолистая
почва



▲ Рис. 5.36
Серая лесная
почва



▲ Рис. 5.37
Чернозём

веществ. Под действием бактерий органическое вещество превращается в гумус. Это наиболее плодородные почвы, характеризующиеся значительным содержанием гумуса горизонта А. В более засушливых степях чернозёмы не имеют горизонта В, а в лесостепях из-за повышенной влажности также появляется этот горизонт. На территории Республики Молдова очень плодородные чернозёмные почвы.

Каштановые почвы. Они встречаются в засушливых степных регионах, где климат более сухой и травянистый ковер непостоянен. Процент перегноя небольшой.

Бурые почвы полупустынь (рис. 5.38) и коричнево-серые почвы (рис. 5.39) образуются в полупустынных и пустынных районах умеренного пояса, под ковром невысокой растительности. В некоторых случаях горизонт А имеет высокое содержание соли, образуя пустынную корку на поверхности земной коры. Эти почвы бедны гумусом, что придаёт им светлый белёсый цвет.

Красные почвы / краснозёмы (рис. 5.40) и жёлтые почвы / желтозёмы распространены во влажных субтропических регионах с низким накоплением гумуса в верхней части профиля (горизонт А). Во втором горизонте (В) эти почвы содержат большое количество оксидов железа, алюминия и марганца.

Красно-жёлтые латеритные почвы образуются под вечнозелёными экваториальными лесами, при высоких температурах и обильных осадках. Эти условия окружающей среды способствуют быстрому изменению минеральной части и разложению органических веществ вплоть до минерализации. Продукты преобразования растворяются и выводятся водой, оставляя место для оксидов и гидроксидов железа и алюминия. Эти соединения железа и алюминия определяют красноватый оттенок почвы.

В пределах зональных типов почв встречаются интразональные / аazonальные типы – **солончаки (рис. 5.41), аллювиальные почвы.**

Солончаки – почвы, содержащие большое количество минеральных солей в верхнем горизонте. Ближе к низу – сильно глеевый горизонт. Иногда на солончаках появляется тонкая корочка растворимых солей. Засоление почв может быть достигнуто вмешательством человека в случае ирригационного орошения богатыми солей водами. На этих почвах произрастают *галофитные* растения. Солончаки широко распространены на юге Республики Молдова.

Аллювиальные почвы – аazonальный тип почв, образующийся при намывании, периодическом затоплении и наличии грунтовых вод на небольшой глубине. Чаще встречаются в поймах рек. На этих почвах развивается богатый травяной покров, а также характерные деревья (гидрофиты: ива, тополь, ольха).



▲ Рис. 5.38
Бурые почвы
полупустынь

▲ Рис. 5.39
Коричнево-серые
почвы пустынь

▲ Рис. 5.40
Краснозёмы

▲ Рис. 5.41
Солончак

6 Роль почвы в природе и для человеческого общества. Охрана почв

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

- Слой почвы толщиной в один сантиметр формируется за 80–100 лет.
- Ежегодно в мире забрасывается более 70 000 км² земель из-за почв, которые больше не могут использоваться для сельского хозяйства.

Почва, являясь прямым продуктом взаимодействия геосфер, взаимодействует и оказывает влияние на все компоненты окружающей среды. Так, благодаря своим тепловым свойствам она нагревает атмосферу и выделяет водяной пар и твёрдые частицы. Природа почвы имеет важные особенности для биосферы как среды обитания для растений и животных, включая наземных животных. Благодаря содержанию гумуса почва является основной связью в пищевых цепях биологического цикла. Проницаемость почвы влияет на инфильтрацию воды от дождя и тающего снега, поэтому она обеспечивает самоподачу грунтовых вод. Химические свойства почвы влияют на химический состав инфильтрированных вод, поскольку в них растворяются различные минеральные и органические вещества, присутствующие в почве. Если почва имеет низкую водопроницаемость, атмосферные осадки стекают в основном на её поверхности, питая поверхностные проточные воды. Почва также влияет на земную кору, защищая горные породы от солнечной радиации, усиления температурных колебаний, от разрушения и изменений.

Почва имеет особое значение в жизни человека, являясь основным средством сельскохозяйственного производства и основой сельского хозяйства. Плодородие почвы обеспечивает богатство урожаев сельскохозяйственных культур.

Как и вода, почва – национальное достояние. Очень важно рационально использовать её ресурсы и защищать её. Применение современных технологий обработки почвы, соблюдение севооборотов – реальных экологических ниш – способствуют защите и сохранению продуктивности почвы.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- подзолистые почвы
- солончаки
- гумус
- аллювиальные почвы

2. Проверьте знания:

- Какие зональные типы почв встречаются на Земле?
- При каких условиях образуются солончаки?
- Чем серые лесные почвы отличаются от бурых лесных?
- В каких условиях формируются чернозёмные почвы?
- Какие азональные типы почв можно наблюдать в границах зональных почв?

3. Выполните задания:

- По степени плодородия упорядочьте следующие типы почв: подзолистые почвы, серые лесные почвы, чернозёмы, солончаки.

- Исследуйте профиль почвы непосредственно в природе. Опишите почвенный профиль с помощью алгоритма:

- выделение генетических горизонтов;
- цвет почвы;
- текстура почвы;
- структура почвы;
- пористость;
- плодородие.

- Понаблюдайте за источниками загрязнения почвы в вашей местности. Предложите меры охраны почвы

4. Развивайте критическое мышление:

- Прокомментируйте на конкретных примерах аспекты значения почвы для природы и человеческого общества.



Географическая среда – это сложная, специфическая для Земли система сочетания и взаимодействия всех компонентов планеты – *литосферы, атмосферы, гидросферы, биосферы, педосферы*, включая человека и его деятельность. В ходе геологической эволюции Земли между её компонентами возникли множественные причинно-следственные связи, временные, динамические, пространственные и т. д., которые породили физические, химические, биотические, антропогенные процессы, приводящие к формированию различных типов географических сред. В этом учебном разделе вы изучите конкретные характеристики каждого типа среды.

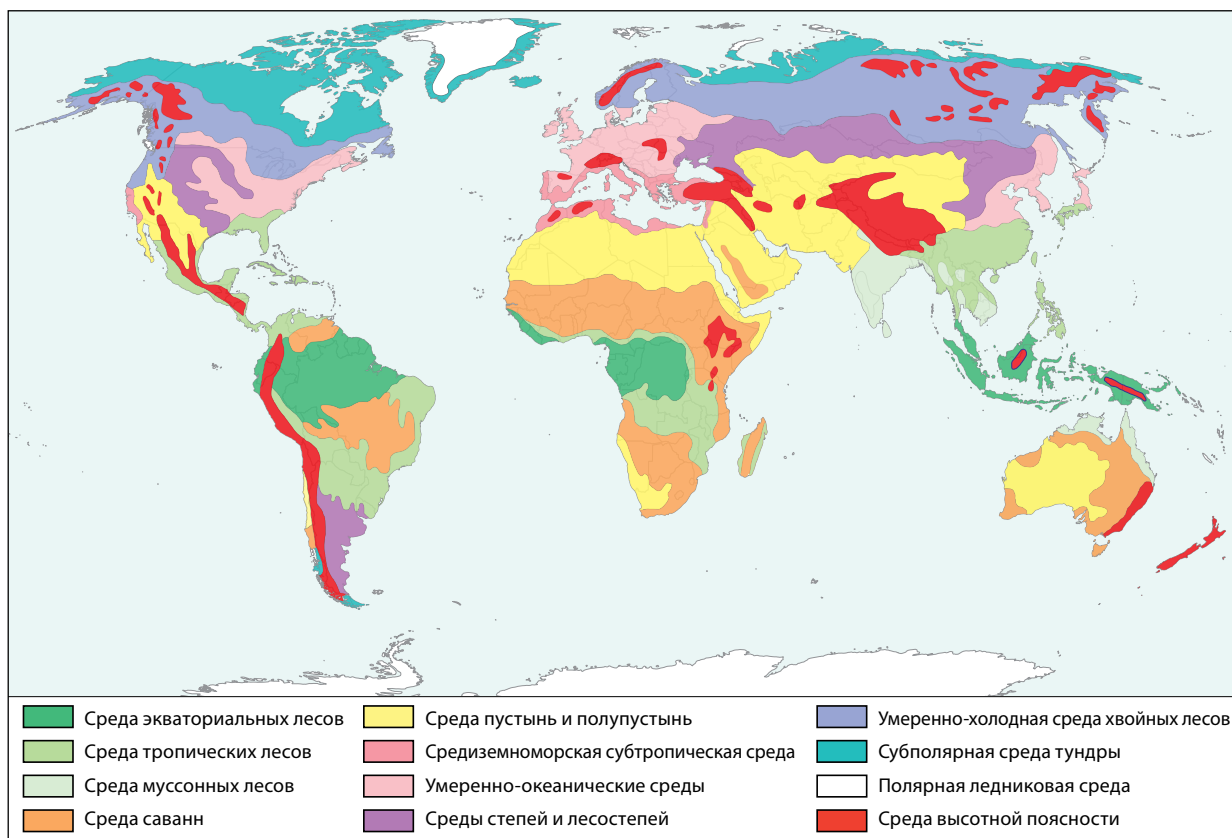
СОДЕРЖАНИЕ:

1. Географическая среда: общая характеристика
2. Экваториальная и субэкваториальная среды
3. Тропическая и субтропическая среды
4. Умеренные среды
5. Субполярная и полярная среды

1 Географическая среда: общая характеристика

На планете Земля – огромное разнообразие сред. Формирование и обособление каждого их типа является результатом эволюции отношений между компонентами окружающей среды в течение геологического времени. **Географическая среда – это особая оболочка Земли или её регионов, возникшая в результате сочетания и глубокого взаимодействия всех её компонентов** – литосферы, атмосферы, гидросферы, биосферы, педосферы и человеческого общества. Географическая среда состоит из трёх групп компонентов: *первичных абиотических* (горные породы, рельеф, воздух, вода), *производных биотических* (растительный и животный мир, к которым добавляются почвы) и *антропогенных*, которые сформировались после появления человека, в результате его деятельности в сфере сельского хозяйства, промышленности, транспорта и др. Географические среды различаются по типам в зависимости от нескольких факторов: *географической широты, климата, рельефа, растительности, животного мира, почв и человека*. Таким образом, в пределах географической среды её компоненты (абиотические, биотические, антропогенные) по-разному сочетаются, образуя типы сред различных размеров, протяжённости и характеристик. В континентальной географической среде выделяются следующие типы: *экваториальный и субэкваториальный; тропический и субтропический; умеренный; субполярный и полярный (рис. 6.1)*. Географическая среда изменяется во времени и пространстве вслед за эволюцией элементов окружающей среды и развитием человеческого общества.

▼ Рис. 6.1
Континентальные
географические среды
на земном шаре

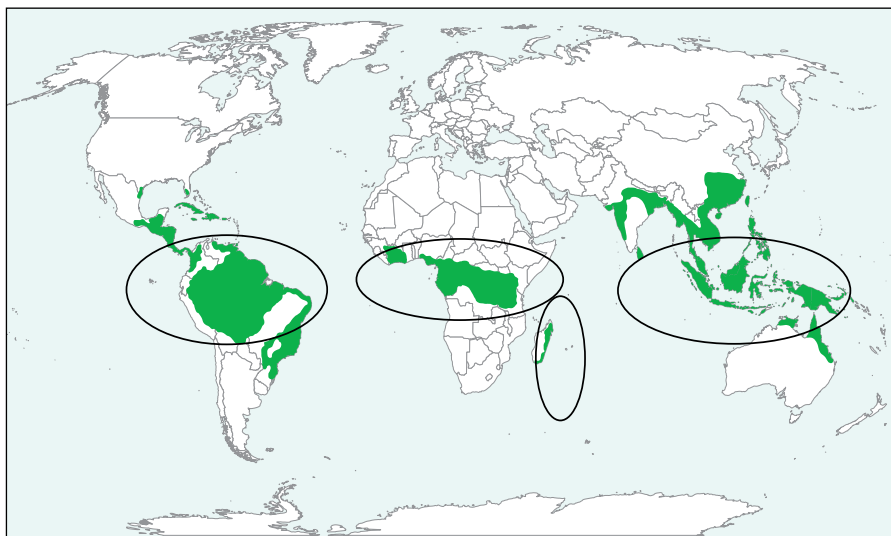


2 Экваториальная и субэкваториальная среды

Экваториальная среда

Характеристики факторов среды

Расположение. Экваториальные среды располагаются на земном шаре вдоль экватора между параллелями 5° северной и 5° южной широты. Наиболее обширные площади они занимают в Африке – бассейн реки Конго (Заир), на побережье Гвинейского залива, в восточной части острова Мадагаскар; в Южной Америке – бассейн Амазонки; Гвианское плоскогорье; северная часть Бразильского плоскогорья; в Азии и Океании – Малайский и Филиппинский архипелаги (рис. 6.2).



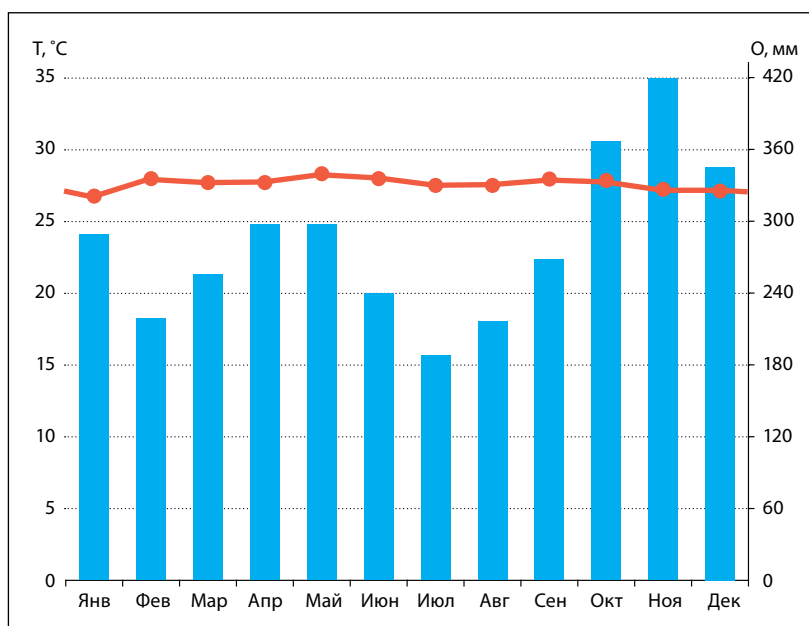
КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Мангровы – вечнозелёные лиственные леса, произрастающие в приливно-отливной полосе морских побережий в экваториальной и влажной тропической зонах. Они состоят из деревьев и кустарников с придаточными воздушными корнями, приспособленными к закреплению на болотистом субстрате. Мангровые леса играют важную роль в защите земель от эрозии.

Рис. 6.2
Расположение
экваториальной среды

Рис. 6.3
Климатграмма
экваториальной среды

Климат. Экваториальный климат характеризуется преобладанием тёплых и влажных экваториальных воздушных масс. Он не имеет чётко различимых времён года, температурные значения и осадки почти идентичны как летом, так и зимой, дни похожи один на другой и по продолжительности равны ночам. Влажная, устойчиво жаркая погода царит в течение всего года без значительных перерывов на сухой период. Среднегодовые значения температуры колеблются от 25° до 28° С. Солнце всегда стоит высоко над горизонтом. Влажность более 85%, осадки обильные, от 1 000 до 3 000 мм/год (рис. 6.3), дожди практически идут ежедневно.



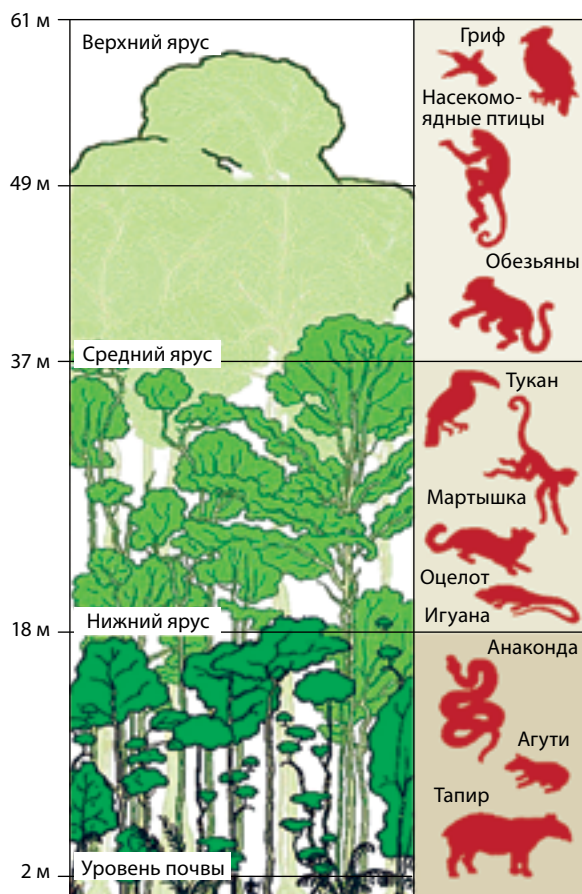
Рельеф. Климатические условия (очень высокие температуры и влажность) способствуют биохимическому выветриванию горных пород, особенно активному в поверхностном слое земной коры. В результате здесь образуется мощная *кора выветривания*, богатая оксидами железа и алюминия. В её основании – слой, богатый глинистыми элементами. Он становится ложем для оползней при большом уклоне склонов. В экваториальных регионах монотонность рельефа является результатом небольших высот и перекрытия древних платформ, покрытых трещинами и широкими выступами. Здесь формируются формы рельефа с особым морфологическим строением. К примеру, скопления выпуклых, конических скал, называемых «сахарными головами» лишённых растительности (**рис. 6.4**).



▲ Рис. 6.4 «Сахарный конус/голова»



▲ Рис. 6.5 Экваториальный лес



Растительность. Вследствие благоприятных условий экваториальная среда характеризуется как разнообразием, так и богатством видов уникальной растительности на земном шаре. Во влажном вечно-зелёном экваториальном лесу (**рис. 6.5**) образуется многоярусное распределение растительности на 3–4 ярусах (**рис. 6.6**). Деревья и кустарники в этих лесах имеют экономическую ценность: *каучуковое дерево*,

▲ Рис. 6.6

▼ Ярусность /стратификация флоры и фауны экваториального леса



кофейное, какао-дерево, винная пальма, масличная пальма, красное дерево, чёрное дерево, розовое дерево, манго, коричневое дерево, бамбук.

Между ярусами деревьев вьются лианы длиной до 200 метров, эпифитные растения, а у основания – папоротники, орхидеи, мхи, грибы и т. д. Богатство и разнообразие видов затрудняют экономическую эксплуатацию этих лесов (на площади в 1 га растёт более 40 различных деревьев). Экваториальный лес известен под разными названиями: *сельва* (в Бразилии), *гиля*, *босанес* (в Центральной Америке). Лианы и другая эпифитная флора, включая орхидеи, густо обвивают стволы деревьев. В прибрежной зоне растут *мангровые леса* (деревья с воздушными корнями), мощная корневая система которых очень эффективна при погашении волн во время штормов и приливов, что является примером адаптации к затопляемой прибрежной зоне (рис. 6.7).

Животный мир так же богат и разнообразен, как и растительность, дифференцированная в зависимости от лесных ярусов. Адаптация к древесному образу жизни – одна из особенностей фауны этих лесов. На верхнем ярусе преобладают приматы: шимпанзе, бабуины, павианы. На нижнем обитают гориллы, мелкие копытные животные, такие, как тапир, африканский олень, карликовая антилопа. Из рептилий встречаются крокодилы, анаконды, удавы, питоны. Насекомых и птиц – великое множество (райская птица, попугаи, птица-носорог, колибри (рис. 6.8–6.10) и др.).

Гидрографическая сеть – плотная, чему способствуют обильные осадки. Реки с обширными бассейнами (Амазонка, Конго/Заир) имеют постоянный высокий сток и почти не различаются по месяцам года. Если реки пересекают несколько типов климата, сток может уменьшаться (в сухой сезон). Реки быстро углубляют свои русла, где породы, слагающие дно – мягкие, рыхлые. В местах выхода твёрдых пород эрозия идёт медленно, образуя пороги и водопады. Берега покрыты растительностью, которая их защищает.

Почвы в экваториальной среде красные, *латеритные*, богатые оксидами железа и алюминия из-за очень интенсивного выветривания. В них мало гумуса, но они богаты органическими веществами.

Благодаря участию **человека** крупные площади влажных экваториальных лесов (особенно в Юго-Восточной Азии) были расчищены и заменены антропогенной средой, где выращиваются рис, маниока, какао, хинное и каучуковое (гевея) деревья, бананы (рис. 6.11). В прибрежных районах преобладают портовые сооружения, крупные густонаселённые города (рис. 6.12), масштабные модернизированные транспортные артерии. В Амазонии было проложено **Трансамазонское шоссе** протяжённостью 6 300 км, соединяющее запад и восток континента.



▲ Рис. 6.7 Мангровы



▲ Рис. 6.8 Райская птица



▲ Рис. 6.9 Попугай



▲ Рис. 6.10 Колибри

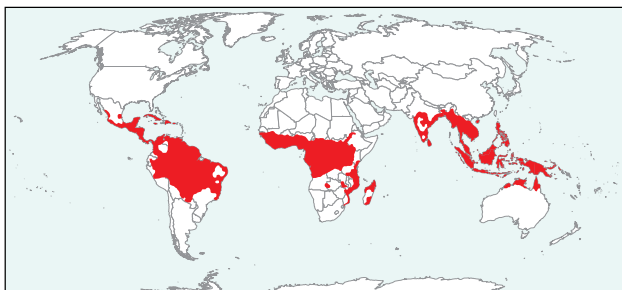


▲ Рис. 6.11 Банановая плантация

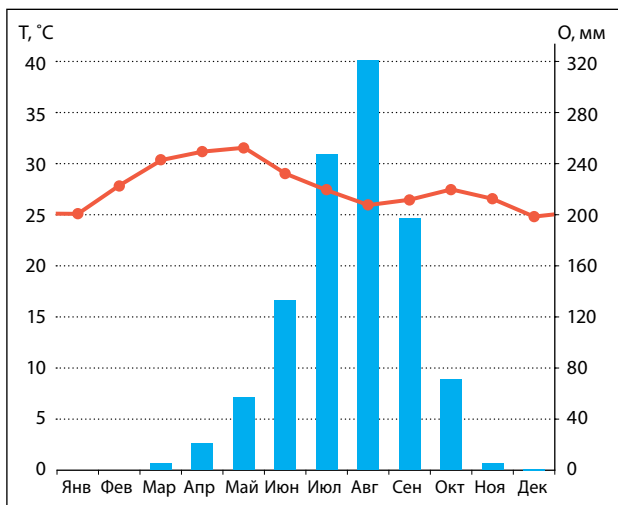


▲▲ Рис. 6.12 Сильно антрополизованная прибрежная зона





▲ Рис. 6.13 Расположение субэкваториальной и экваториальной среды



▲ Рис. 6.14 Климаграмма субэкваториальной среды



▲ Рис. 6.15 Инзельберги



▲ Рис. 6.16 Саванна

Субэкваториальная среда

Характеристики факторов среды

Расположение. Субэкваториальная среда распространена в обоих полушариях между 5° и 20° северной и южной широты (местами достигает 30–35°). Занимает большую часть Центральной Африки, Центральной Америки, восточной Бразилии, Индии, Индокитая, юго-восток Китая, север Австралии (рис. 6.13).

Климат этой среды субэкваториальный, характеризующийся наличием двух различных сезонов: жаркого (температура 20–25° С) дождливого (1 000–1 500 мм) лета, обусловленного экваториальным штилем и западных воздушных масс, и жаркой сухой зимы (когда ощущается влияние пассатов). Продолжительность засушливого сезона отличается по широтам, зависит от близости экватора: 3–4 месяца в экваториальной зоне и до 8 месяцев вблизи пустынной зоны. Температуры высокие – круглый год с амплитудами от 5° до 7° С между сезонами (рис. 6.14).

Рельеф субэкваториальной среды занимает районы древних платформ, представленные плоскогорьями, плато, равнинами. Характерными для этой среды формами рельефа являются *инзельберги* – изолированные холмы, свидетельства эрозии, образовавшиеся в результате обнажения горного массива (рис. 6.15). Сезонные колебания климата приводят к специфическому моделированию рельефа в этой среде. Летом вблизи леса

преобладает химическое выветривание. На склонах в засушливую зиму происходит чередование механической денудации с поверхностной эрозией и стоком в сезон дождей. Во влажный период обостряются оползневые процессы.

Гидрографическую сеть в этой среде отличает низкая плотность. Реки в сезон дождей имеют высокий дебит, часто сопровождающийся паводками и наводнениями. В засушливый период речные потоки уменьшаются, а небольшие реки могут вовсе пересохнуть.

Растительность приспособлена к колебаниям влажности. Специфические растительные сообщества – это леса с опадающими листьями (вблизи экваториальной среды) и саванны (рис. 6.16). Экваториальная лесная зона вдоль рек переходит в галерейные леса. В сезон дождей в саванне появляются заросли, образованные густыми травянистыми растениями высотой 2–3 м, особенно ксерофильными травами – *слоновой травой*, *императой*. Там, где количество осадков выше и влага в почве больше задерживается, встречаются группы деревьев и кустарников с кривыми и узловатыми стеблями, с глубокими корнями (*акация*, *саванная пальма*). Типичная саванна характерна для Африки, где она занимает около 40% площади материка. Выделяются *баобабы* и *акации*. В Южной Америке, в Бразилии саванны называют *кампус-серрадос*, в бассейне реки Ориноко – *каатинга*.

Животный мир богат и разнообразен видами, среди которых преобладают крупные травоядные: *слоны* (рис. 6.17), *жирафы* (рис. 6.18), *антилопы*, *носороги*, *зебры*, *газели*, *буйволы*. В засушливый сезон стада травоядных мигрируют на большие расстояния в поисках воды и корма. Среди крупных хищников встречаются: *лев*, *пантера*, *гепард*, *гиена*, *бенгальский тигр*. В речных водах обитают

крокодилы и различные виды рыб. У водоёмов живут бегемоты и колонии птиц: фламинго, пеликаны. Среди крупных птиц: в Африке – африканский страус (рис. 6.19), в Австралии – страус эму, в Южной Америке – страус нанду (рис. 6.20). В саваннах Австралии обитают травоядные виды сумчатых: кенгуру (рис. 6.21), сумчатый волк. Среди рептилий – множество змей и ящериц.

Почвы саванны относятся к типу ферраллитных (латеритных), богатых оксидами железа и алюминия. Они желтоватого или красноватого цвета. Это плодородные почвы.

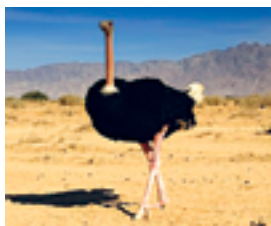
Антропогенное вмешательство в субэкваториальную среду проявляется во введении больших площадей в сельскохозяйственный оборот, что привело к исчезновению некоторых видов животных и растений. В районах разработки месторождений полезных ископаемых на больших территориях сформировались антропогенные ландшафты.



▲ Рис. 6.17 Слон



▲ Рис. 6.18 Жирафа



▲ Рис. 6.19 Африканский страус



▲ Рис. 6.20 Страус нанду



▲ Рис. 6.21 Кенгуру

Это интересно...

Национальный парк Амазонии защищает зелёные насаждения вдоль реки с пальмами высотой более 20 м, лианами, орхидеями (40 000 видов растений), фауной, богатой птицами (6 700 видов) и млекопитающими (450 видов). В водах Амазонки водится 20 000 видов рыб, 6 000 видов рептилий (в том числе анаконда – самая длинная водная змея в мире, достигающая 10–11 м). В джунглях растёт дерево *пау-бразил*, отсюда и название страны – Бразилия. Его древесина используется для производства роскошной мебели. В настоящее время это дерево охраняется законом.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- географическая среда
- инзельберг
- мангровые заросли

2. Проверьте знания:

- Какие типы окружающей среды дифференцируются на Земле? Приведите примеры.
- Что собой представляет географическая среда?
- Какие факторы способствовали формированию географической среды?
- Где находятся экваториальные и субэкваториальные среды на земном шаре?
- Каковы существенные различия между экваториальной и субэкваториальной средой?
- Какие типы почв формируются в экваториальной и субэкваториальной среде? Охарактеризуйте специфические свойства этих почв.

3. Выполните задания:

- Изучите рисунок 6.6 на странице 166. Объясните явление дифференциации /многоярусного распределения растительности экваториального леса. Определите высоту деревьев в соответствии с ярусом растительности.

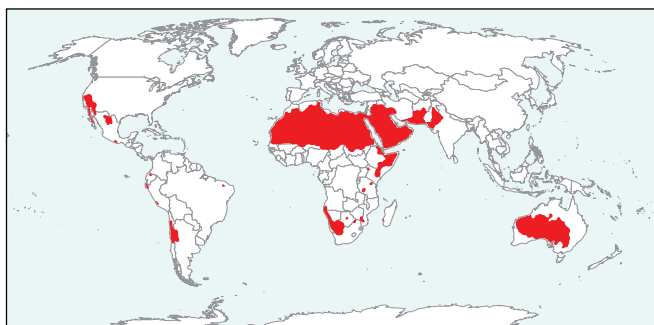
Перечислите животных, характерных для каждого яруса растительности.

- Охарактеризуйте экваториальную и субэкваториальную среду в соответствии со следующим алгоритмом: *географическое положение, характерные элементы для обоих типов окружающей среды, климатические условия, экзогенные процессы и рельеф, гидрологический режим рек, растительность и животный мир, адаптации органического мира к условиям окружающей среды, почвы, антропогенное воздействие.*

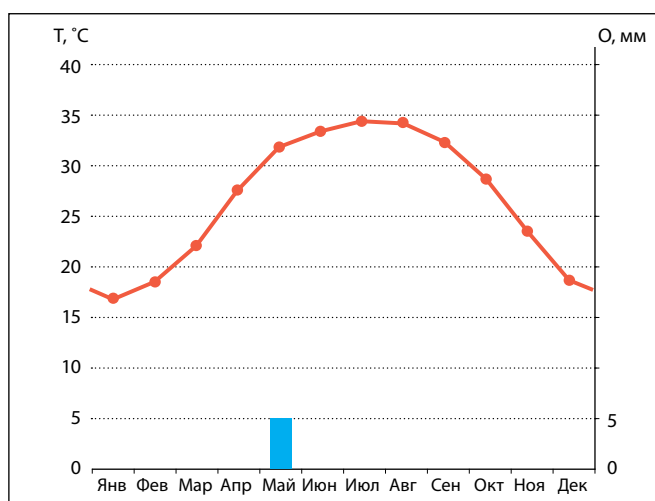
4. Развивайте критическое мышление:

- Найдите дополнительную информацию и выскажите свою точку зрения относительно строительства Трансамазонской автомагистрали. Напомните об экологическом ущербе, нанесённом её строительством.
- Прокомментируйте утверждение: *лес – природный фильтр.*
- Поразмышляйте над вопросом: *какие последствия для планеты Земля будут иметь массовая вырубка экваториальных лесов?*

3 Тропическая и субтропическая среды



▲ Рис. 6.22 Расположение тропической засушливой среды



▲ Рис. 6.23 Климатическая диаграмма тропической засушливой среды



▲ Рис. 6.24 Гамады



▲ Рис. 6.25 Эрги

Тропическая засушливая среда

Характеристики факторов среды

Расположение. Тропическая среда пустынь и полупустынь занимает континентальные районы тропических широт, между 15–30° северной и южной широты. Наибольшие площади, занятые тропическими пустынями, находятся в Африке (Сахара, Калахари, Намиб); в Азии (полуостров Аравия – Руб-эль-Хали, Нефуд; Иран, Пакистан, полуостров Индостан – Тар); в Южной Америке (Атакама – самая засушливая пустыня на земном шаре); в Северной Америке (Мохаве-Сонора); в Австралии (Большая пустыня Виктория, пустыня Гибсона). Полупустыни располагаются на границе пустынь, переходя в соседние регионы (рис. 6.22).

Климат – тропический аридный (из-за нисходящего движения воздуха), при котором испарение превышает количество осадков. Годовая амплитуда температур составляет 17–22°С, а суточная часто достигает 22–35°С. Это явление объясняется быстрой потерей тепла в ясные ночи. Во внутренних районах материков количество осадков чрезвычайно мало – менее 50 мм/год, а на периферии пустынных областей – около 150 мм/год и 150–300 мм/год в полупустынных районах (рис. 6.23). Преобладают пассаты.

Рельеф сформировался в результате выветривания горных пород, эрозии и ветровой аккумуляции, проливного стока из-за редких ливневых дождей. Тропические пустыни занимают преимущественно районы древних платформ включая равнины и низкие плато с высотой до 500 м, а также впадины и горы-останцы со скоплениями обломков у основания (Ахаггар, Тибести в Африке, горы в Иране, Афганистане). В Сахаре образовались скалистые плато, называемые *гамадами* (рис. 6.24), и поля движущихся дюн – *эрги* (рис. 6.25). Сильные ветры часто вызывают песчаные бури.

Гидрографическая сеть. Небольшое количество осадков и интенсивное испарение вызывают дезорганизацию речной сети. Реки редко достигают побережий материков. Большинство из них заканчиваются в предгорьях или в бессточных котловинах. Русла рек часто пересыхают, в Африке их называют *вади*. Только крупные реки (Нил, Сенегал, Муррей-Дарлинг), берущие свои истоки в соседних регионах, богатых осадками, при пересечении пустынь хоть и сокращают свой сток, но не высыхают, чем создают благоприятные условия для жизни.

Растительность. В засушливом климате количество видов флоры сокращается. Растительность крайне редка, она характеризуется редкими зарослями ксерофильных растений с различными приспособлениями к засушливому климату. У растений очень длинные корни, короткие чешуйчатые стебли (которые часто выполняют функцию фотосинтеза), зелёные ветви и чешуйчатые или редуцированные в колючки листья с коротким вегетативным циклом. Выживание видов зависит от устойчивости семян. Доминируют растения-суккуленты: **кактусы (рис. 6.26)**, **агавы**. На низменных участках с постоянным увлажнением развиваются виды *финиковых, лиандровых, пальмовых* и **ксерофитные травы (рис. 6.27)**.



▲ Рис. 6.26 Кактусы



▲ Рис. 6.27
Ксерофитная растительность пустыни



▲ Рис. 6.28 Дромадер



▲ Рис. 6.29 Антилопа Орикс



▲ Рис. 6.30 Пустынная корка

Почвы в условиях пустыни – скелетные, серые пустынные, слабогумусные. В них содержится большое количество солей, которые, выходя на поверхность, образуют твёрдые *корки (рис. 6.30)*.

Антропогенное вмешательство относительно невелико, оно заметно в оазисах (рис. 6.31). Только в них, где уровень грунтовых вод находится на небольшой глубине, встречаются виды культурных растений: *финики (рис. 6.32)*, *леандры, фисташки*, другие растения, необходимые для питания. Оазисы – это среда, благоприятная для населённых пунктов и антропогенной деятельности. Самое сильное влияние человека на ландшафт – окраины пустыни. Наиболее убедительным примером в этом отношении является регион *Сахеля*, развивающийся к югу от Сахары. По-арабски «Сахель» означает «изменение». Кочующие животноводы порождают чрезмерный выпас/перевыпас, а земледельцы в регионе Сахеля, постоянно используя землю, способствуют продвижению пустыни вглубь саванны.



▲ Рис. 6.31 Оазис в пустыне



▲ Рис. 6.32 Плантация фиников



КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Гаррига – заросли низкорослых кустарников на известковых почвах в средиземноморском регионе Испании и Франции. Составляют из карликового дуба с вечнозелёной листвой, карликовой пальмы, розмарина, лаванды, тимьяна.

Маквис – кустарниковые заросли. Преобладают розмарин, фисташковое дерево, пробковый дуб, карликовая пальма. Характерны для острова Корсика, скалистого побережья Средиземного моря на юге Франции.

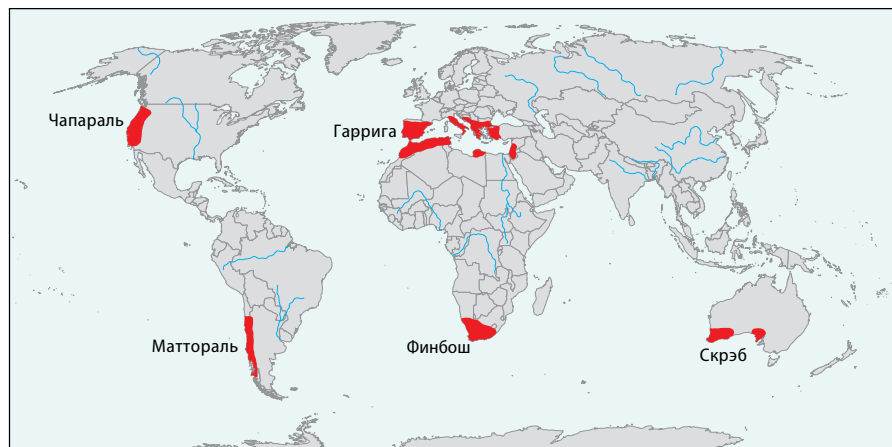
Чапараль – субтропические кустарниковые ассоциации с преобладанием вечнозелёных дубов. Характерны для субтропических районов Мексики и Калифорнии.

Маттораль – субтропические низкорослые леса, состоящие из кактусов и карликовых кустарников. Встречаются в Чили.

Субтропическая влажная (средиземноморская) среда

Характеристики факторов среды

Расположение. Субтропическая влажная среда размещена в обоих полушариях между 30°–40° северной и южной широты, что соответствует определённым регионам: Южная Европа (побережье Средиземного моря); Северная Африка; юго-запад Африки; юг и юго-запад Австралии; юг полуострова Калифорния, запад Южной Америки (центральная часть Чили), юго-восток Китая (рис. 6.33).



▲ Рис. 6.33 Расположение субтропической влажной (средиземноморской) среды

Климат. Определяющим элементом климата является чередование и взаимодействие умеренных и тропических воздушных масс. Климат характеризуется двумя отчётливыми сезонами с короткими переходными периодами. Это жаркое и засушливое лето со средней температурой 20–25° С, когда преобладает действие тропических центров высокого давления (*пассатов*). Зима, наоборот, – влажная и прохладная, со средней температурой 10–15° С и низкими годовыми амплитудами температур 10° С. Дуют западные ветры, приносящие значительное количество осадков. Годовое количество осадков колеблется между 500 и 1 000 мм, местами достигает значений более 1 500 мм или очень малых – ниже 350 мм (рис. 6.34). Распределение осадков в течение года крайне неравномерно. Действуют и местные чередующиеся ветры (*мистраль* – холодный ветер на юге Франции, *бора* – холодный и сухой ветер, дующий с гор на море в Хорватии).

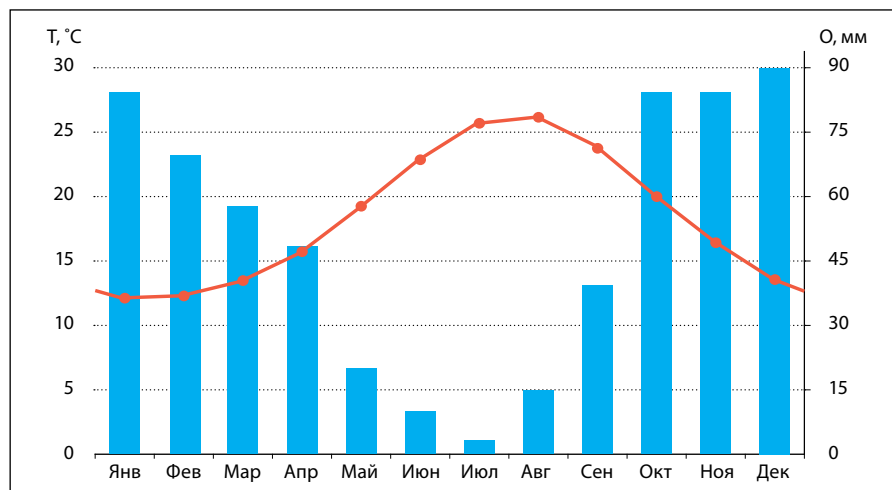


Рис. 6.34

Климаграмма субтропической влажной среды (Средиземноморье)

Рельеф разнообразен: от узких равнин до пересечённой местности, сильно фрагментированной высокими молодыми горами. Породы земной коры играют важную роль в формировании рельефа. В известняковых массивах развит карстовый рельеф с различными формами экзокарста (*карры, воронки, поля*) и эндокарста (*пещеры, карстовые колодцы*). После вырубki лесов рельеф подвергается сильной дифференцированной проливной эрозии, которая приводит к образованию *борозд, оврагов*, «бесплодных, пустых земель» (*бедлендов*). Вследствие перемещения горных пород распространены оползни и сели. В результате сильного оголения склонов создаётся разнообразный микрорельеф (заблоченные долины, конусы выноса).

Гидрографическая сеть. Климат и рельеф имеют решающее значение в специфике расширения речных бассейнов и течения рек. Во время летней засухи почти пересыхают крупные реки, поймы и русла рек напоминают гравийную мостовую. Напротив, зимой, когда идут дожди, реки внезапно наполняются водой, и их сток в 200–300 раз превышает средний летний показатель. Разрушительные наводнения случаются особенно в декабре и феврале (в северном Средиземноморье). На юге наводнения происходят в основном в феврале. Во время летней засухи почва, кора выветривания, карстовые щели надолго задерживают воду. Также под аллювием русла продолжают протечки.

Растительность является результатом благоприятных климатических условий, но также и следствием антропогенного вмешательства. Лесные, кустарниковые и травяные заросли адаптированы к летней жаре и засухе: их толстые листья часто покрыты восковыми волосками для уменьшения эвапотранспирации. Ксерофитные леса образованы деревьями и кустарниками с вечнозелеными листьями: дубом каменным, дикой оливой, кипарисом, олеандром, миртом, фикусом, розмарином, лавром и др. В Австралии растут эвкалипт и акация. В настоящее время средиземноморские леса в значительной степени уничтожены, и на их месте появились заросли колючих кустарников с региональными различиями, которые носят разные названия. В южной Европе: *маквис* и *гаррига* (рис. 6.35) – олива, акация, карликовая пальма, дуб каменный, пробковый дуб (рис. 6.36); в Калифорнии: *чапараль* (рис. 6.37); в Австралии: *скрэб* – карликовый эвкалипт и акация; в Чили: *маттораль* – кактусы, карликовые кустарники (рис. 6.38).



▲ Рис. 6.35 Маквис. Гаррига



▲ Рис. 6.36 Пробковый дуб



▲ Рис. 6.37 Чапараль



▲ Рис. 6.38 Маттораль

Животный мир. С сокращением лесов исчезают из этой среды обитания местные животные. Среди них есть млекопитающие, рептилии, грызуны, птицы и многие виды насекомых. Наиболее часто встречающиеся *шакал* (рис. 6.39), *гиена*, *рогатая гадюка* (рис. 6.40), *черепаха*, *магот* и др.

Почвы. После вырубki лесов, начавшейся в древности, почвы стали более хрупкими, сильно эродировали и деградировали. Они превратились в почвы типа *terra rossa* (*красная почва*), богатые оксидами железа и отличающиеся низким содержанием гумуса, что приводит к снижению плодородности и более интенсивному использованию земель в качестве выпаса для скота. На известняковом субстрате формируются *рендзины* (скелетные почвы).

Антропогенное вмешательство на этих территориях весьма ощутимо, поскольку регион был густо заселён ещё с древнейших времён. Цивилизации и культуры развивались здесь с эпохи ранней античности. Естественная растительность претерпела сильные изменения в результате обезлесения с целью расширения пастбищ или сельскохозяйственных работ (рис. 6.41). Средиземное море было средой интенсивных обменов и торговых связей, которые способствовали появлению множества портовых городов, сетей туристических центров и морских курортов.



▲ Рис. 6.39 Шакал



▲ Рис. 6.40 Рогатая гадюка



▲ Рис. 6.41
Антропогенное вмешательство
во влажную субтропическую среду

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- гаррига (маквис)
- скрэб
- чапараль

2. Проверьте знания:

- Где на земном шаре расположены тропические засушливые и субтропические влажные (средиземноморские) среды? Определите их местоположение на карте.
- Каковы существенные различия между тропической засушливой и субтропической влажной средой?
- Какие типы почв образуются в тропических засушливых и субтропических влажных средах?
- Что означает степень антропоизации субтропической влажной среды?

3. Выполните задания:

- Проанализируйте рисунок 6.22 и объясните более высокую долю тропических засушливых регионов в северном полушарии, чем в южном.
- Проанализируйте климаграммы (рис. 6.23 и рис. 6.34) и укажите различия, отражённые в климатических характеристиках данных сред. Сделайте выводы.
- Изучите рисунки 6.35–6.38 и определите различия между зарослями гарриги, матторалья и

чапаралья. Где распространены эти растительные ассоциации?

- Объясните частоту и устойчивость растений в среде тропических пустынь. Приведите примеры.
- Укажите периоды разрушительных наводнений рек в субтропической влажной (средиземноморской) среде в течение года.
- Охарактеризуйте тропическую и субтропическую влажную среду, применив алгоритм: *географическое положение, характерные элементы для обоих типов окружающей среды, климатические условия, экзогенные процессы и рельеф, гидрологический режим рек, растительность и животный мир, адаптации органического мира к условиям окружающей среды, почвы, антропогенное воздействие на среду.*

4. Развивайте критическое мышление:

- Найдите дополнительную информацию и подумайте над вопросом: *какое влияние на Землю может оказать интенсивное расширение Сахеля?*
- Найдите дополнительную информацию об антропогенном воздействии на влажную субтропическую среду. Выявите, как взаимодействие между человеком и этой средой развивалось во времени и пространстве.

4 Умеренные среды

Общие характеристики

Умеренные среды наиболее распространены на земном шаре. Они простираются между 40° – 60° северной и южной широты, покрывая обширную территорию на материках северного полушария. В пределах умеренных сред существует большое разнообразие типов сред. Сложность и дифференциация умеренной среды обусловлены большой протяжённостью материков в северном полушарии, разнообразием климата (наличие четырёх сезонов), присутствием крупных единиц рельефа (равнины, плоскогорья, горы), разнообразием растительности. Характерные регионы: Европа, Азия, Северная Америка, юг Южной Америки, южная оконечность Африки, юго-восток Австралии, Новая Зеландия. Умеренный климат находится под влиянием циркуляции западных ветров, обширного присутствия суши и океанов, горных хребтов по краям материков (Скалистые горы, Анды, Альпы, Гималаи и т. д.). Климатические условия, в свою очередь, приводят к формированию и дифференциации основных типов умеренной среды: **умеренно-океанической** и **умеренно-континентальной**, каждая из которых имеет свои специфические и отличительные характеристики.

Умеренно-океаническая среда

Характеристики факторов среды

Расположение. Умеренно-океаническая среда расположена на 40° – 55° северной широты; в равнинных и холмистых районах (в Западной Европе), в Восточной Азии, на востоке Северной Америки (рис. 6.42). В южном полушарии этот тип среды занимает меньшие площади – в юго-западной части Южной Америки и в Новой Зеландии.

Климат умеренно-океанической среды встречается на островах и в континентальных частях в непосредственной близости от океанов и в значительной степени зависит от циркуляции океанических воздушных масс, преобладающих в этих районах, масс с высокой влажностью, с небольшими амплитудами температур (прохладное лето и мягкие зимы). Годовые амплитуды температур колеблются в пределах 10° – 15° C. Обильные осадки, приносимые западными ветрами, составляют более 1 000 мм/год и выпадают равномерно в течение года (рис. 6.43).

Рис. 6.42

Расположение умеренно-океанической среды

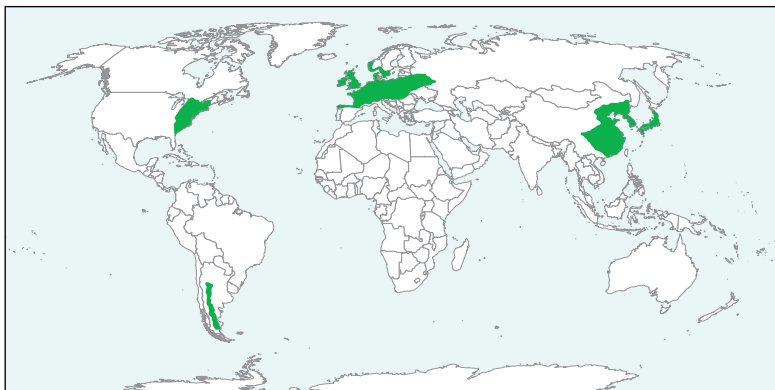
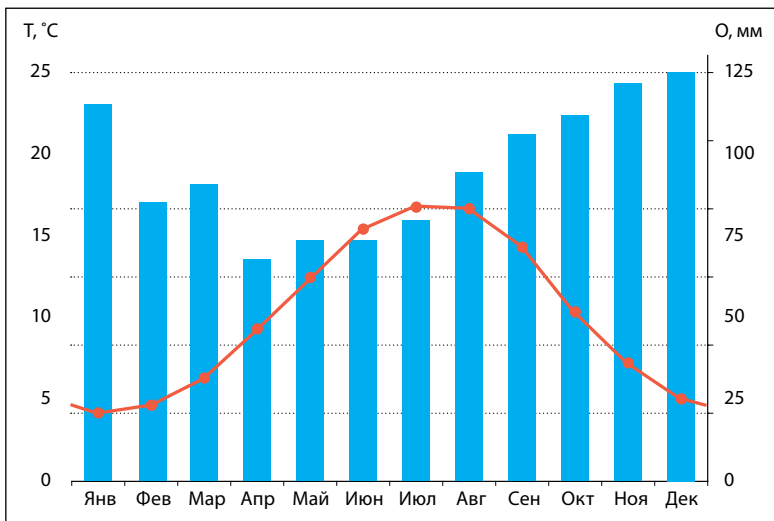


Рис. 6.43

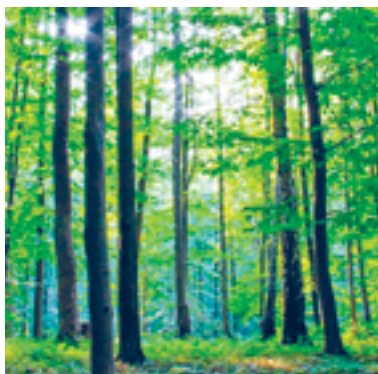
Климаграмма умеренно-океанической среды



Рельеф представлен равнинами, холмами, плоскогорьями, а также значительными горными цепями. Формирование рельефа имеет разные характеристики в зависимости от факторов, которые его определяют. Участки малой и средней высоты, покрытые лесом, моделируются медленнее. Весной на крутых склонах наблюдаются интенсификация плоскостной эрозии и оползневых процессов вследствие ливневых осадков.

Гидрографическая сеть. Климат и разнообразный рельеф привели к образованию бассейнов малых рек, в которых замечается определённая однородность. В сезон дождей сток рек увеличивается. Крупные речные артерии, бассейны которых также включают высокогорные районы, имеют более сложный режим стока (Рейн, Рона, Дунай) за счёт поступления дождевых, талых и ледниковых вод.

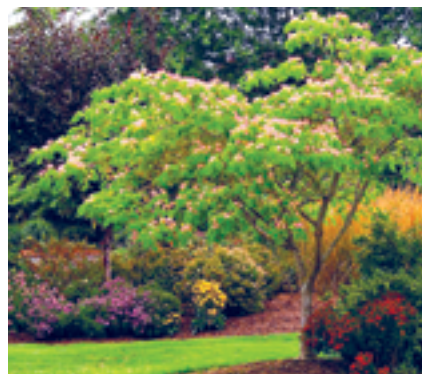
Растительность представлена лиственными лесами, деревья в которых сбрасывают листья в холодное время года. Это растительные формации, в которых под кроной деревьев встречаются кусты и травы. В европейские леса произрастают бук (рис. 6.44), дуб черешчатый (рис. 6.45), дуб скальный, ясень, вяз, клён, берёза, липа, граб. Характерные кустарники: боярышник, кизил, лещина, ольха, бузина, терновник. В Восточной Азии специфическими лесными породами являются: бархатное дерево (рис. 6.46), магнолия. В Северной Америке преобладают белый дуб, красный дуб, чёрный дуб, каштан, тюльпанное дерево (рис. 6.47).



▲ Рис. 6.44 Буковый лес



▲ Рис. 6.45 Дубовая ветка



▲ Рис. 6.46 Бархатное дерево



▲ Рис. 6.47 Тюльпанное дерево



Цветок тюльпанного дерева

Животный мир богат благодаря значительным пищевым ресурсам. Специфическим является ряд травоядных животных, самые известные из которых – *косуля* (рис. 6.48), *олень*; среди хищников: *волк*, *бурый медведь* (рис. 6.49), *лиса*, *кабан*. Есть также грызуны, птицы, насекомые-фитофаги.

Почвы. В почвенном покрове преобладают лесные почвы – серые и бурые, для которых характерно умеренное содержание гумуса.

Антропогенное вмешательство. Лесная среда представляет собой благоприятную основу для развития человеческого общества, поэтому антропогенное влияние здесь огромно, вырубка лесов ведётся на больших территориях. В настоящее время леса представляют собой сильно антропоизированную, адаптированную под человека среду, освоенную агропромышленными, городскими, сельскими, туристическими объектами (рис. 6.50).

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Проверьте знания:

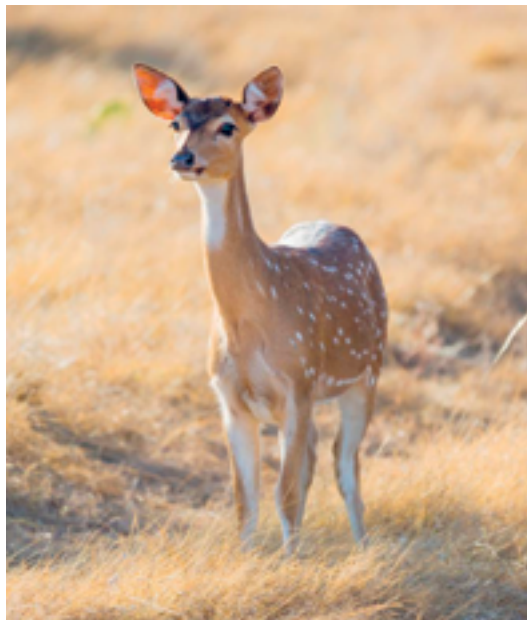
- Какие факторы определяют очертания и дифференциацию основных типов умеренной среды? Назовите типы умеренных сред.
- Где на земном шаре распространена умеренная океаническая среда? Определите положение на карте.
- Каковы особые характеристики умеренной океанической среды?
- Чем объясняется сильная степень антропоизации умеренной среды?

2. Выполните задания:

- Изучите и интерпретируйте климаграмму (рис. 6.43). Укажите особенности умеренно-океанической среды. Сделайте выводы.
- Проанализируйте физическую карту мира и определите крупные реки, которые пересекают умеренную среду.
- Проанализируйте флористический состав лесов в условиях умеренной океанической среды и укажите виды деревьев, характерные для лесов Европы, Восточной Азии и Северной Америки.
- Охарактеризуйте умеренную океаническую среду, применяя алгоритм: *географическое положение, климатические условия, экзогенные процессы и рельеф, гидрологический режим рек, растительность и животный мир, почвы, антропогенное вмешательство в среду*.

3. Развивайте критическое мышление:

- Найдите дополнительную информацию и подумайте над вопросом: *какими могут быть последствия массовой вырубки лесов в северном полушарии?*
- Найдите дополнительную информацию об антропогенном воздействии на умеренную океаническую среду. Объясните, как взаимодействие между деятельностью человека и средой развивалось во времени и пространстве.



▲ Рис. 6.48 Косуля



▲ Рис. 6.49 Бурый медведь



▲ Рис. 6.50 Сильно антропоизированная среда

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Пампа – травянистая (степная) равнина в умеренном поясе Аргентины.

Прерия – степные равнины Северной Америки между Скалистыми горами и Миссисипской низменностью.

Умеренно-континентальная среда

Общие характеристики

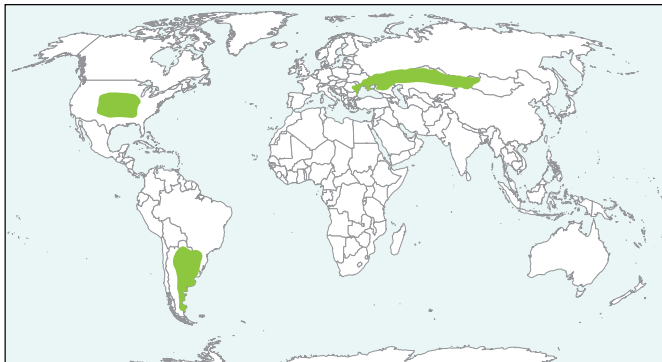
Умеренно-континентальные среды характерны для центральных частей материков. Они расположены примерно на 38–50° широты, на большом удалении от океанских бассейнов и обрамлены горными системами. Встречаются по большей части в Европе, Азии и Северной Америке. Выделение основных типов умеренно-континентальной среды производится по климатическим условиям, рельефу, растительности. Таким образом, выделяются три отдельные субсреды: умеренная полусасушливая среда степей и лесостепей; умеренная засушливая среда пустынь; умеренная лесная среда.

Умеренная полусасушливая среда степей и лесостепей

Характеристики факторов среды

Рис. 6.51

Расположение умеренной полусасушливой среды степей и лесостепей



Расположение. Умеренные полусасушливые среды степей и лесостепей занимают большие площади в Европе (Венгрия, Украина), Средней Азии, России – к северу от Каспийского моря до Алтайского края, к югу от озера Байкал, в Монголии, Северной Америке (к востоку от Скалистых гор), в Южной Америке – на востоке Аргентины и на юге Уругвая (рис. 6.51).

Климат. Умеренная полусасушливая среда степей и лесостепей формируется в условиях умеренно-континентального климата с четырьмя чётко выраженными сезонами, с холодной зимой и жарким летом, с высокими годовыми амплитудами температур 20–30° С. Осадков мало, от 300 до 500 мм год (рис. 6.52). Летом здесь преобладают западные ветры, а зимой – холодные северные.

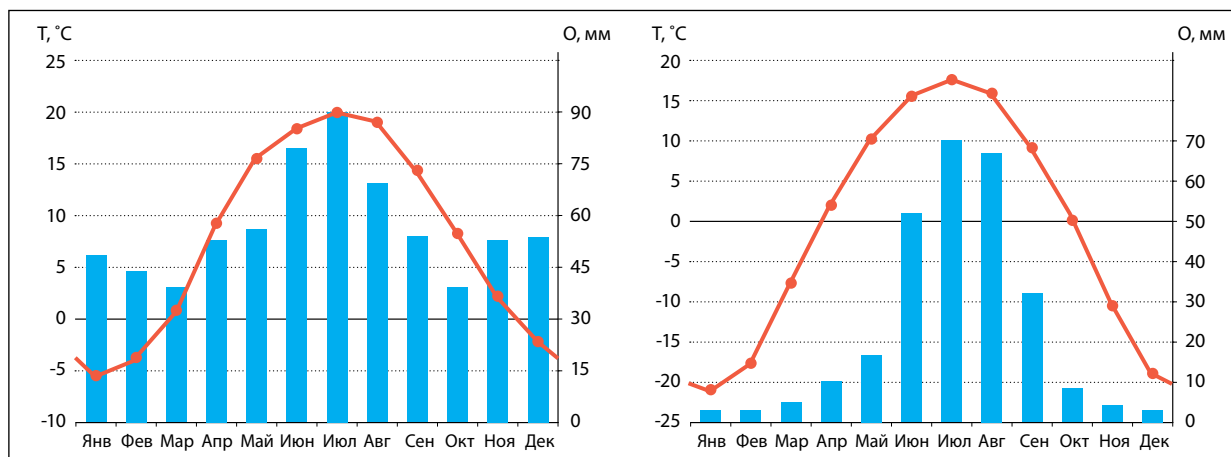


Рис. 6.52

Климатогаммы умеренной полусасушливой среды степей и лесостепей

Рельеф. Из-за ровных и пологих поверхностей в умеренной засушливой среде преобладает равнинный, возвышенный и холмистый рельеф. Эволюция рельефа обусловлена биохимическими процессами с сезонной ритмичностью, проливными и флювиальными процессами. На склонах, в зависимости от величины уклона и состава субстрата, наблюдаются поверхностная и глубинная эрозия (с появлением проливных форм), оползни. Карстовый рельеф развивается на известняковом субстрате.

Гидрографическая сеть. Реки с меньшими бассейнами имеют приток дождевых вод с более высокими и продолжительными стоками – весной и в начале лета, их становится меньше в конце лета, осенью и зимой. Явление пересыхания малых рек – обычное явление. Крупные реки с обширными бассейнами и горами, где выпадает больше осадков, имеют гораздо более сложный режим стока.

Растительность состоит из ксерофильных и мезоксерофильных ассоциаций травянистых растений с вкраплениями участков леса или кустарников. У этих растительных ассоциаций разные названия. В Европе и Азии их называют *степями* (в Европе степи также имеют местные названия: *пушта*, *бэраган*), в Северной Америке – *прерии* (рис. 6.53), в Южной Америке – *пампасы*. Естественная растительность представлена преимущественно злаками, устойчивыми к засухе. У них длинные разветвленные корни, узкие листья, умеренное потребление влаги. Для северных районов типичных степей характерно богатое сочетание различных трав. Южнее в растительном покрове преобладают ассоциации *ковыля*, *овсяницы* и *полыни* (рис. 6.54).

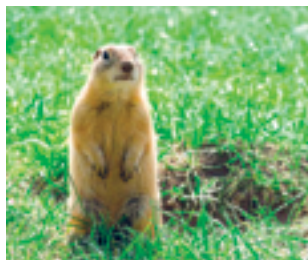
Животный мир. В степи преобладают грызуны: *хомяк*, *сурок* (рис. 6.55), *тушканчик*, *полевые мыши*, *обыкновенная кутора*, *степной хорёк*. В прошлом в степях обитали дикие лошади (*тарпаны*). *Антилопа сайгак*, *кулан* до сих пор обитают в степях. Среди птиц – *степной аист*, *куропатка*, *перепел*, *орёл*, *петух*, *степной орёл* (рис. 6.56) и др. В настоящее время стали очень редкими крупные степные птицы, такие как *стрепет* и *дрофа* (рис. 6.57), занесённые в Красную книгу Республики Молдова. Здесь также обитают различные рептилии (*степная гадюка* (рис. 6.58) и многочисленные виды насекомых.



▲ Рис. 6.53
Североамериканские прерии



▲ Рис. 6.54
Степная растительность



▲ Рис. 6.55 **Сурок**



▲ Рис. 6.56 **Степной орёл**



▲ Рис. 6.57 **Дрофа**



▲ Рис. 6.58 **Степная гадюка**

Почвы. В степи преобладают мощные чернозёмы, хорошо аэрируемые за счет корней и наземных животных, которые зимуют в норах. Чернозёмные почвы очень плодородны, так как богаты гумусом, образовавшимся в результате разложения трав.

Антропогенное вмешательство в растительный и животный мир степи оказалось разрушительным. По вине человека исчезли не только богато расцвеченные флористические ковры степей, но и многие виды животных. Степная среда была преобразована в поля с монокультурами – *пшеницей*, *кукурузой*, *соей* (рис. 6.59) и в пастбища. Применение новых сельскохозяйственных технологий ускорило процессы уплотнения, просадки грунта, развешивания почвы при засухах, а также её заболачивания, засоления и загрязнения.



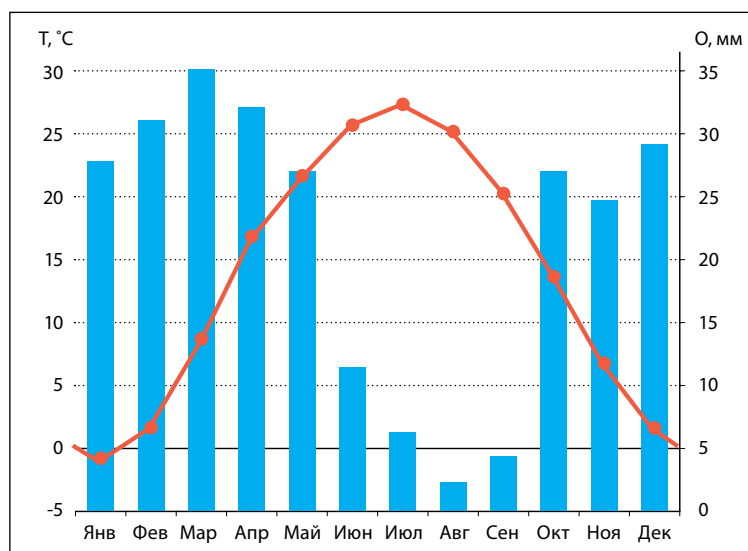
▲ Рис. 6.59 **Сельскохозяйственные поля**

Умеренная засушливая среда пустынь

Характеристики факторов среды



▲ Рис. 6.60
Расположение умеренной засушливой среды пустынь



▲ Рис. 6.61
Климатграмма умеренной засушливой среды пустынь

▼ Рис. 6.62
Сухая долина



Расположение. Умеренная засушливая среда пустынь сформировалась, в частности, в Центральной Азии, Северной Америке на большом удалении от океанических бассейнов, обычно разделённых горными хребтами (рис. 6.60). Она включает в себя пустыни Средней Азии (Каракумы, Кызылкум, Такла-Макан), Китая и Монголии (пустыня Гоби), Северной Америки, между Тихоокеанским побережьем и Скалистыми горами (Большой бассейн).

Климат умеренной засушливой среды пустынь характеризуется минимумом осадков, продолжительным жарким и сухим летом и холодной морозной зимой с отрицательными температурами. Среднегодовые значения температур составляют от 4° до 12° С, в январе от -5° до -18° С, в июле между 20° и 30° С. В действительности экстремальные температуры намного выше и суточные амплитуды температур – более высокие. Осадков выпадает очень мало, менее 100 мм/год (рис. 6.61).

Рельеф умеренной засушливой среды пустынь – преимущественно равнинный. Эоловые равнины формируются под влиянием выветривания, дефляции и эоловой аккумуляции, это наиболее характерные процессы, которые создают рельеф дюн и барханов

огромных размеров. Другими элементами рельефа в ландшафте некоторых пустынь являются: микровпадины с солончаками, холмистые или горные вершины с крутыми склонами, инзельберги, сухие долины, по которым осуществляется лишь кратковременный сток и через большие промежутки времени (рис. 6.62).

Гидрографическая сеть. Поверхностные воды – редкие и пересекают поверхность пустынь на разных расстояниях. В Центральной Азии важнейшими реками являются Амударья и Сырдарья. Весной у них более высокий сток из-за таяния снега в горных районах. Из-за сильного испарения малые реки могут пересыхать летом, осенью и в начале зимы. Глубина залегания грунтовых вод отличается в различных регионах. В непосредственной близости от гор грунтовые воды находятся на меньшей глубине. По мере продвижения к центру пустынь, грунтовые воды залегают на большей глубине.

Растительность умеренной засушливой среды пустынь бедна и не образует сплошного покрова. Здесь растут устойчивые к засухе ксерофитные растения с длинными разветвлёнными корнями, поглощающие воду с большой глубины. У них маленькие узкие листья, иногда редуцированные в шипы или покрытые слоем воска, чтобы уменьшить испарение с поверхности.

Типичными растениями умеренной засушливой пустынной среды Евразии являются *саксаул* (рис. 6.63), *карагач*, *верблюжья колючка*, *литопс*, *рогоз* и т. д. В пустынях Северной Америки растут мясистые и колючие растения без листьев – *кактусы* (рис. 6.64).

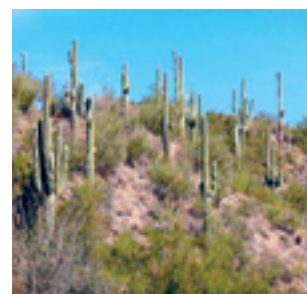
Животный мир специфичен и самобытен. Представители фауны здесь хорошо приспособились к среде обитания. Живут в норах или зарываются в песок, некоторые летом впадают в спячку. Есть животные, которые не страдают от жажды благодаря воде в растениях, которыми они питаются. В пустыне обитают многочисленные грызуны и рептилии. Характерное животное для пустыни – *верблюд*. В пустыне Гоби обитают *лошадь Пржевальского*, *кулан*. В песчаных пустынях водится огромная ящерица *варан*, длина которой может достигать 1,5 м (рис. 6.65). Среди копытных млекопитающих наиболее распространён пустынный вид *антилопа джейран* – грациозное животное, способное в случае опасности развивать скорость до 60 км/час. Некоторые пустынные животные – джейран, кулан (рис. 6.66) и лошадь Пржевальского – занесены в Красную книгу.

Почвы. В умеренной засушливой среде пустынь по большей части отсутствуют почвы. По краям пустынь встречаются скелетные, бурые и коричнево-серые пустынные небольшой толщины, пылеватые почвы с очень малым содержанием гумуса, однако богатые солями. Почвы сильно засоляются – покрываются толстой, твёрдой коркой соли, когда подземный водоносный горизонт находится ближе к поверхности.

Антропогенное вмешательство. Человеческие поселения по большей части расположены в долинах и на берегах рек, у подножия близлежащих гор и в оазисах. Эти площади используются как сельскохозяйственные угодья.



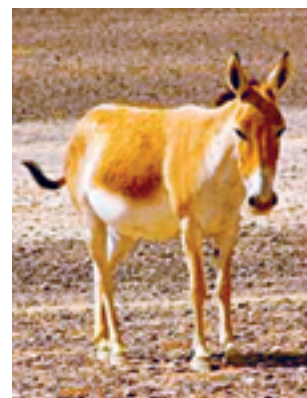
▲ Рис. 6.63 Саксаул



▲ Рис. 6.64 Кактусы (Североамериканская пустыня)



▲ Рис. 6.65 Варан



▲ Рис. 6.66 Кулан

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Проверьте знания:

- Где на земном шаре расположены умеренные полусухие среды степей, лесостепей и пустынь? Определите положение на карте.
- Каковы особенности умеренной полусухой среды степей и лесостепей?
- Каковы особенности умеренной сухой среды пустынь?
- Почему в тропических пустынях мало населённых пунктов?

2. Выполните задания:

- Проанализируйте климатограммы (рис. 6.52 и рис. 6.61) и укажите различия, отражённые в климатических характеристиках этих сред. Сделайте выводы.
- Проанализируйте и сравните состав растительного покрова в умеренной среде степей и пустынь. Обсудите различия между растительным покровом этих двух сред. Объясните устойчивость растений в пустыне. Назовите виды растений, характерные для каждой из этих сред.
- Проанализируйте и сравните сообщества животного мира в умеренной среде степей и пустынь. Определите, как животные приспособились к этим средам обитания. Назовите виды животных, которые живут в каждой из этих сред.
- Проанализируйте физическую карту мира, определите и назовите крупнейшие пустыни в умеренной сухой среде.
- Охарактеризуйте умеренные сухие и полусухие среды с помощью алгоритма: *географическое положение, климатические условия, экзогенные процессы и рельеф, гидрологический режим рек, растительный и животный мир, почвы*.

3. Развивайте критическое мышление:

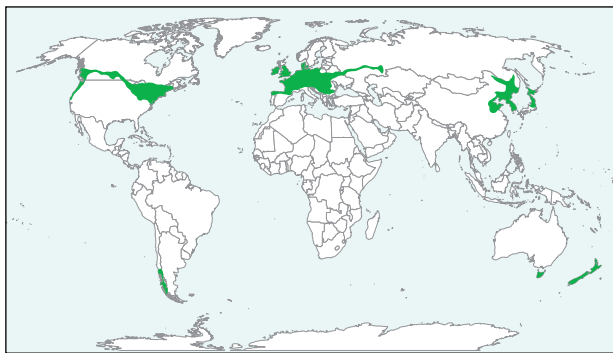
- Сравните умеренную среду степей со средой пустынь и объясните различия, вызванные антропогенным вмешательством в эти среды.

Умеренная лесная среда

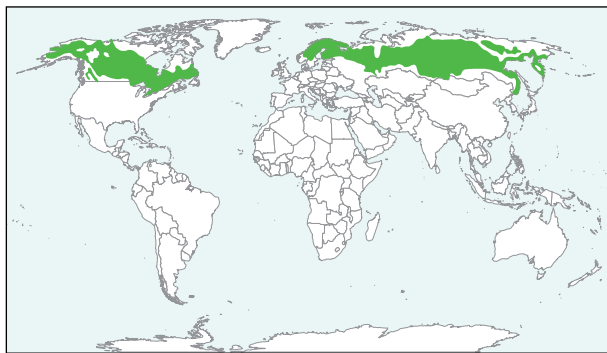
Характеристики факторов среды

Умеренная лесная среда состоит из широколиственных, смешанных и хвойных лесов.

Расположение. Умеренная лесная среда простирается между 50°–60° северной и южной широты, занимая огромные территории на материках северного полушария (северная часть Северной Америки, Европы, Азии) и небольшие участки в Южной Америке и Новой Зеландии (рис. 6.67).



а Широколиственные леса



б Хвойные леса

Рис. 6.67
Расположение умеренной лесной среды
а – широколиственные леса,
б – хвойные леса

Климат. В умеренной лесной среде климат разнообразен (рис. 6.68). Для него характерны четыре различных сезона с холодной зимой и температурой ниже – 30° С (в Сибири был зарегистрирован абсолютный минимум северного полушария: –77,8° С, в Оймяконе); с жарким летом, температурой до 20° С и редкими дождями; с подчеркнутой изменчивостью погоды. Годовые амплитуды температур велики: –5°...–20° С. Осадки колеблются от 300 мм/год до 800 мм/год, при продвижении вглубь материка их количество уменьшается. Преобладают умеренный воздух и западные ветры, но распространяются также арктические и полярные воздушные массы.

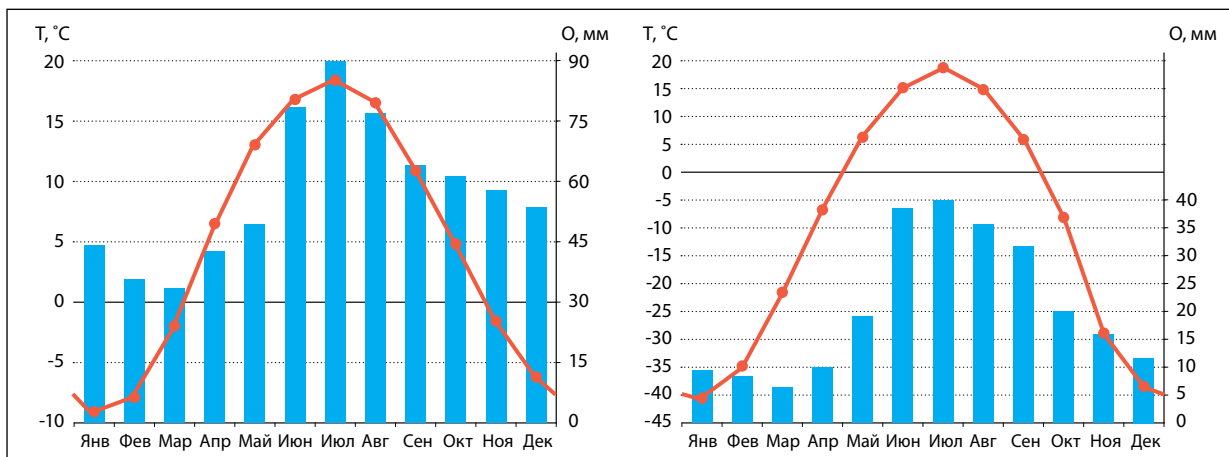


Рис. 6.68
Климаграммы умеренной лесной среды

Гидрографическая сеть. Крупные реки в умеренной лесной среде образуют обширные бассейны с широкими долинами и поймами. У рек с дождевым питанием пик расхода приходится на март–апрель. Внезапный подъём уровня воды в реках вызывает паводки и наводнения – характерное явление для этой среды. Реки с истоками на юге и устьями на крайнем севере (Обь, Енисей, Лена) кардинально отличаются от других. Таяние в верхнем бассейне происходит на 1–1,2 месяца раньше, чем в нижнем. В результате в устье формируются

ледяные заторы, что приводит к переполнениям рек и сильным наводнениям. Подземные воды питают множество чистых источников, которые обеспечивают постоянную гидрографическую сеть.

Рельеф умеренной лесной среды характеризуется относительно небольшими высотами. Доминируют равнины и возвышенности, а горы обычно достигают максимальной высоты 1 000 м. Хотя степень расчленённости рельефа очевидна, в лесных условиях эрозия замедляется, уменьшая поверхностный сток. Боковая речная эрозия в руслах рек усиливается весной и летом. Процессы эрозии и перемещения массы грунтов на склонах становятся более активными в результате вырубки лесов или других действий человека. Процессы замораживания и оттаивания особенно активны в начале и конце тёплого сезона.

Широколиственные леса и смешанные леса

Растительность. Эти леса больше распространены в северном полушарии, в Западной и Центральной Европе, продолжаясь узкой полосой до Урала, в восточной Азии и на востоке Северной Америки. Их меньше в южном полушарии – на юге Южной Америки и в Новой Зеландии. По составу растений широколиственные леса различаются по материкам. В Западной и Центральной Европе преимущественно представлен бук, который на востоке сменяется грабом и дубом (рис. 6.69). Здесь растут липа, клён, вяз и ясень. В Северной Америке широколиственные леса состоят из белого дуба, чёрного дуба, тополя, вяза, ясеня, клёна, граба, платана, тюльпанного дерева. В широколиственных лесах хорошо развит подлесок и травяной ковер. В смешанных лесах растут деревья и травянистые растения, характерные как для тайги, так и для лиственных лесов. Листопадные деревья к зиме сбрасывают листья.

Животный мир лиственных и смешанных лесов очень богат, он представлен благородным оленем (рис. 6.70), косулей, кабаном, волком, дикой кошкой (рис. 6.71), белкой, бурым медведем, куницей и т. д. Разнообразен здесь и мир птиц.

Хвойные леса

Хвойные леса образуют самый большой лесной массив в мире. Они распространены только в северном полушарии: в Северной Америке, Северной Европе, Азии. Состоят из вечнозелёных (смена листвы происходит постепенно) деревьев с игольчатыми листьями, приспособленными к низким температурам. Однако существуют региональные различия в составе и внешнем облике видов хвойных по материкам. Канадский хвойный лес состоит из белой ели, пихты, сосны, горного тополя, берёзы (американские породы). Хвойные леса северной Евразии носят название тайга (рис. 6.72). В европейской части преобладают пихта и сосна, восточнее – лиственница, ель, кедровая сосна, в Восточной Сибири наиболее распространены лиственница, ежегодно сбрасывающая листья, сосна, кедр, ель.



▲ Рис. 6.69 Дубовый лес



▲ Рис. 6.70 Благородный олень



▲ Рис. 6.71 Дикая кошка



◀ Рис. 6.72 Тайга

Животный мир. В хвойных лесах обитают разные животные: *северный олень, лось, соболь, горностай, бурый медведь, куница (рис. 6.73), белка-летяга, бобр* и др. и птицы: *глухарь (рис. 6.74), рябчик, дятел, тетерев, клёст-еловик* и т. д. В канадских лесах обитают *канадский олень (рис. 6.75), чёрный медведь, выдра* и др.



▲ Рис. 6.73 Куница



▲ Рис. 6.74 Глухарь



▲ Рис. 6.75 Канадский олень

Почвы. Широколиственные леса произрастают на *серых лесных и бурых лесных почвах* тёмного цвета, имеющих низкую степень вымывания, покрытых толстым слоем лиственного опада, вследствие чего образуется горизонт, богатый гумусом. Это плодородные почвы. Хвойные леса растут на *подзолистых почвах*, часто заболоченных и слабоплодородных.

▼ Рис. 6.76
Вырубка хвойного леса



Антропогенное вмешательство в умеренную лесную среду носит множественный характер. Оно проявляется, прежде всего, в *вырубке лесов (рис. 6.76)* или *пожарах* (с различными последствиями). После *вырубки лесов* следует *вспашка*, превращающая соответствующие места в *широкие сельскохозяйственные угодья*, а впоследствии – в *деградированные земли*. Промышленность активно использует *огромные лесные ресурсы* этой среды, а также некоторые *месторождения полезных ископаемых и гидроэнергетические ресурсы*. Заготавливается много древесины, которая перерабатывается в целлюлозу и бумагу. В этих зонах были построены населённые пункты и дороги, связавшие месторождения полезных ископаемых, исследовательские центры, места охоты и т. д.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Проверьте знания:

- Где на земном шаре находится умеренная лесная среда? Определите положение на карте.
- Каковы особенности умеренной лесной среды?
- Какие породы деревьев преобладают в лиственных лесах?
- В чём разница между растительностью хвойных лесов в Европе, Азии и Северной Америке?

2. Выполните задания:

- Умеренная среда очень сложная и различается по всему миру. Определите факторы, которые повлияли на умеренную среду. Назовите среды, характерные для умеренного климата.
- Тщательно проанализируйте климаграмму умеренной лесной среды (рис. 6.68) и объясните

различия, отражённые в характеристиках климата в разных регионах среды. Сделайте выводы.

- Охарактеризуйте умеренную среду лесов, применяя алгоритм: *географическое положение, климатические условия, экзогенные процессы и рельеф, гидрологический режим рек, растительность и животный мир, почвы*.

3. Развивайте критическое мышление:

- Определите, где и почему в условиях умеренной лесной среды наблюдается высокий уровень антропоизации?
- Продолжите сценарий, следуя немедленным или длительным, прямым или косвенным преобразованиям в элементах среды: *деградации земель, непрерывному обезлесению вследствие бездумной эксплуатации лесов будут способствовать....*

5 Субполярная и полярная среды

Общие характеристики

Субполярные и полярные среды находятся между 60° – 90° северной и южной широты; на крайнем северо-востоке Канады, в Гренландии, в Северной Европе и Азии, на северных архипелагах (Шпицберген, Франца-Иосифа, Северная Земля, Новая Земля), в Антарктиде. Существует два типа данной окружающей среды: **субполярная среда тундры** (60 – 66° северной широты) и **полярная ледниковая среда** (66 – 90° северной и южной широты). Зима здесь длится 10–11 месяцев с отрицательными температурами, лето короткое и прохладное.

Субполярная среда тундры

Характеристики факторов среды

Расположение. На земном шаре субполярная среда тундры находится между 60 – 70° северной и южной широты. Она занимает большие площади в северном полушарии (рис. 6.77): в Северной Америке (север Канады, Аляска), на берегах Гренландии, на севере Европы (Исландия, северная Скандинавия, север Восточно-Европейской равнины), на севере Азии (Сибирь). В южном полушарии среда типична для островов Антарктики: Фолклендские, Южные Шетлэндские острова.

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Северное сияние – электрооптическое (световое) явление, которое образуется в полярных широтах в результате ионизации верхних слоёв атмосферы под действием ультрафиолетового излучения, испускаемого Солнцем. Может принимать разнообразные формы (полос, колонн, лучей, дуг, лент, драпри, корон).

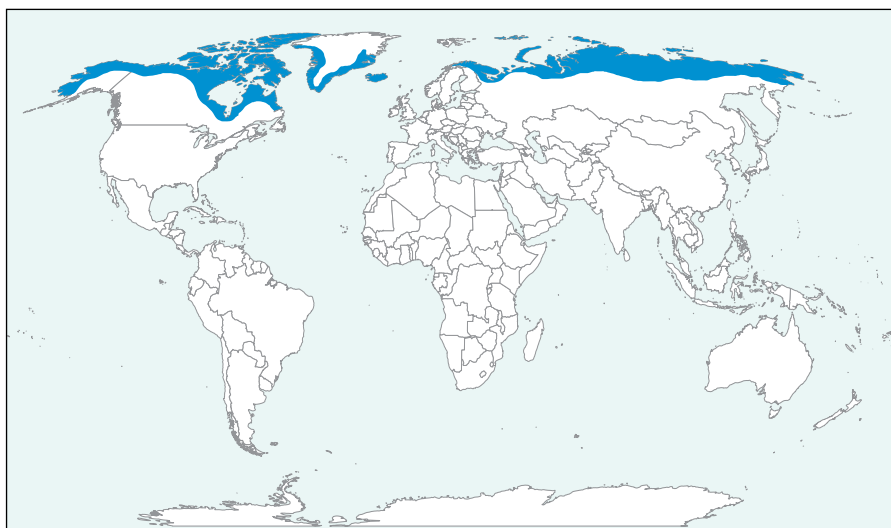
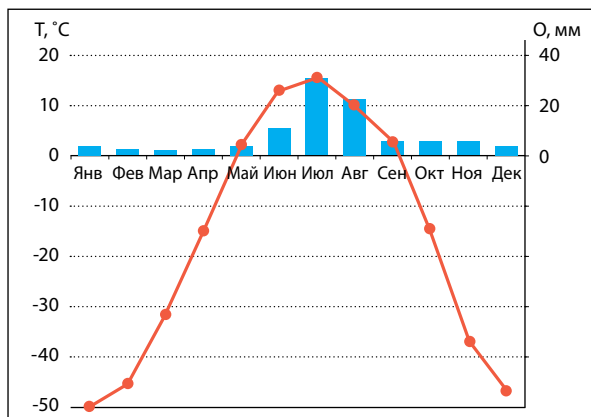
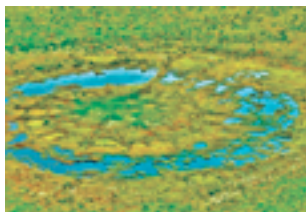


Рис. 6.77
Расположение субполярной среды тундры

Климат субполярной среды, с продолжительным (9 месяцев в году), очень холодным (температуры ниже -30°C) зимним периодом и коротким летним сезоном (температура до 10°C). Годовые амплитуды температур велики. Весна короткая, с внезапными потеплениями и похолоданиями. Осень похожа на весну. Количество атмосферных осадков невелико (200 – 400 мм/год), они выпадают в основном летом и при смене сезонов (рис. 6.78). Преобладают сильные и тяжело переносимые полярные ветры. На побережье климат более влажный, с частыми туманами и более неустойчивой погодой. Летом, когда тает снег, случаются наводнения, способствующие заболачиванию территорий.

Рис. 6.78
Климаграмма субполярной среды тундры





▲ Рис. 6.79
Каменные кольца



▲ Рис. 6.80 Пинго

Рис. 6.81 ►
Растительность
тундры

Гидрографическая сеть. Субполярную среду тундры пересекают крупные реки, берущие начало в более низких широтах (в тайге) и впадающие в Северный Ледовитый океан. Многие из этих рек образовали дельты в устьях. Летом расход воды в реках высокий после медленного таяния снега и дождей. Может внезапно подняться уровень воды, что приводит к затоплению обширных территорий. Сток и ледовый режим больших рек различаются. На юге реки освобождаются ото льда раньше (апрель – май). Малые реки свободны ото льда с конца мая по сентябрь, в остальное время они пересыхают или полностью замерзают (особенно в Сибири).

Рельеф субполярной среды тундры преимущественно низковывсо́тный, представлен равнинами и холмами, но также и не очень высокими горами. Замерзание–таяние, гравитационные процессы и ветер создают на склонах различные формы рельефа – *каменные реки, каменные осыпи*. На слегка наклонных поверхностях появляются каменные многоугольники и кольца (рис. 6.79). *Пинго* (на эскимосском языке означает «коническая форма») имеет вид курганов высотой 10–12 метров (рис. 6.80), которые встречаются группами или изолированно. Пинго состоят из мягких пород, аллювия. В горных районах по берегам встречаются фьорды.

Растительность. Видовой состав растительного покрова чрезвычайно беден, он представлен ассоциациями трав, мхов, лишайников и карликовых кустарников: *берёза карликовая, ива карликовая, ягодные кустарники – черника, клюква, ежевика*. Растения приспособлены к суровым условиям, имеют непродолжительный вегетационный период. Они небольшой высоты, растут гроздьями или в виде подушек, другие имеют стелющиеся стебли и прицепляются к субстрату, чтобы противостоять ветру. Летом появляются травяные луга, усыпанные цветами (рис. 6.81), встречается *арктический мак*.



Животный мир. У животных тундры – густой мех, часто белый, и подкожный слой жира. Представители: *овцебык (рис. 6.82), северный олень, полярный кролик, лемминг, песец, черношапочный сурок* и др. Среди наиболее распространённых птиц – *белая куропатка, полярная сова, ушастая сова, канюк, полярная чайка*. Летом плавающие птицы возвращаются в тундру. На зиму многие пернатые мигрируют в умеренную среду, некоторые животные впадают в спячку.

Почвы. Почва – тундровая, глеевая, слабообразованная, малоплодородная. Большие площади тундры покрыты торфяными болотами.

Антропогенное вмешательство – очень ограниченное. Здесь мало населённых пунктов, в основном они сконцентрированы в регионах месторождений полезных ископаемых (нефть на Аляске, уголь и руды в Евразии) или в районах с пастбищами для животноводства (олени, ездовые собаки). В прибрежных областях, благодаря фьордам, развивается туризм.



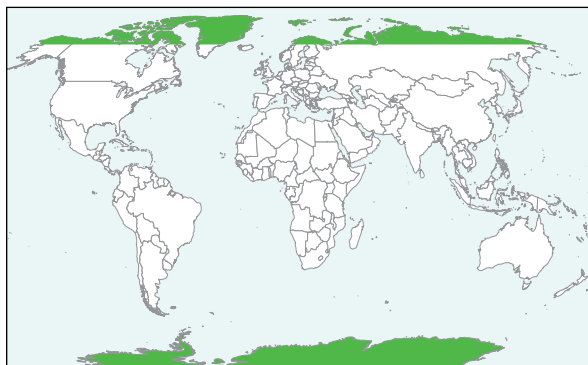
▼ Рис. 6.82
Овцебык

Полярная ледниковая среда

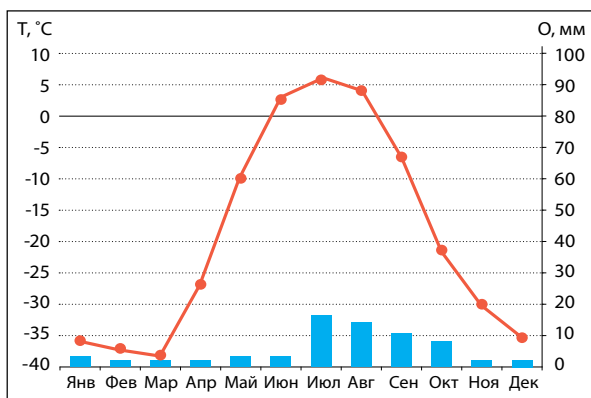
Характеристики факторов среды

Расположение. Полярная ледниковая среда находится между 70°– 90° северной и южной широты. Занимает единое пространство, но развивается преимущественно на воде — в Северном Ледовитом океане. Включает большую часть Гренландии, крайний северо-восток Канады, северные архипелаги (Шпицберген, Франца-Иосифа, Северная Земля, Новая Земля) и Антарктиду (рис. 6.83). Огромные площади покрыты мощными льдами, или покровными ледниками.

Климат полярный со средними температурами от –20° С до –40° С в январе, в июне температура воздуха повышается до 0° С в центральной части Гренландии и примерно до 10° С на периферии. Самая низкая температура была зафиксирована на станции Восток в Антарктиде (–89,3° С). Отрицательный радиационный баланс определяет стойкость снежного покрова. Осадков в виде снега выпадает очень мало (рис. 6.84). Арктика – более влажная, чем Антарктида, отсюда более высокая частота туманов. Ледяные щиты в Антарктиде и Гренландии достигают толщины более 2 000 м. Преобладают полярные ветры, которые иногда достигают скорости 100 км/ч, что вызывает метели. Для этой среды характерны *полярные сияния* (рис. 6.85).



▲ Рис. 6.83
Расположение полярной ледниковой среды



▲ Рис. 6.84 Климатграмма полярной среды



▲ Рис. 6.85 Полярное сияние

Основной **рельеф** формируется на щитах и древних докембрийских платформах, деформированных мощными ледяными шапками. Хорошо развитый эрозионный рельеф и ледниковая аккумуляция представлены *ледниковыми долинами, моренами*. В Гренландии и особенно в Антарктиде есть хребты и вершины, возвышающиеся над ледяным покровом, называемые *нунатаками* (рис. 6.86). В более влажной прибрежной среде развиваются приливные и флювиальные процессы, особенно накопление аллювия и боковая эрозия. Берега – сильно фрагментированные и раздробленные.

Растительность. Поверхностная оттепель в короткий летний сезон приводит к взрывному развитию в прибрежной зоне и на близлежащих островах низкой растительности, представленной *водорослями, мхами и лишайниками*.



▲ Рис. 6.86 Нунатаки в Гренландии



▲ Рис. 6.87
Белый (полярный)
медведь

Животный мир адаптирован к суровым условиям жизни. В арктических условиях обитают *белый медведь* (рис. 6.87), *песец*, *полярная сова*. В прибрежной зоне водятся *тюлени*, *моржи* (рис. 6.88). На короткое лето в эти края прилетают птицы: *кайры*, *гагары*, *утки*, которые образуют большие колонии – настоящие птичьи базары.

В Антарктике животный мир тесно связан с океаном. Здесь встречаются *синий кит* (рис. 6.89), *дельфин*, *кашалот*. Мир птиц в основном представлен *пингвинами* (рис. 6.90).



▲ Рис. 6.88 Морж



▲ Рис. 6.89 Синий кит



▲ Рис. 6.90 Императорские пингвины



Почвы в ледниковой полярной среде отсутствуют. Лишь в некоторых местах каменистые поверхности, образовавшиеся в результате разрушения замораживанием/оттаиванием, покрыты пятнами тонкой почвы.

Антропогенное вмешательство очень ограничено – практически отсутствует. В Антарктиде находятся только научно-исследовательские станции, принадлежащие США, России (рис. 6.91), Австралии, Великобритании и др.

◀ Рис. 6.91 Станция Восток в Антарктиде

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясните понятия:

- пинго
- нунатак

2. Проверьте знания:

- Где на земном шаре расположены субполярные и полярные среды? Определите их положение на карте.
- Каковы особенности субполярной и полярной среды? Почему материковые ледники сохраняются в ледниковой полярной среде?
- Как растительность тундры адаптирована к условиям окружающей среды? Какие виды растений преобладают в тундре?
- В чем разница между животным миром полярной среды северного и южного полушарий?

3. Выполните задания:

- Субполярная тундра в северном полушарии простирается на севере Северной Америки и севере Евразии. Проанализируйте рисунок 6.77 и объясните возникновение субполярной среды тундры на полуострове Лабрадор на более низких широтах по сравнению с теми, между которыми субполярной среды расположена в северной Евразии.

- В южном полушарии только на Фолклендских и Южных Шетландских островах (вокруг Антарктиды) широко распространена тундровая среда. Объясните небольшую протяженность тундры в южном полушарии по сравнению с северным.
- Тщательно проанализируйте климаграммы, характерные для субполярной среды тундры и полярной ледниковой среды (рис. 6.78, рис. 6.84), и объясните различия, отраженные в климатических характеристиках этих сред. Сделайте выводы.
- Охарактеризуйте субполярную и полярную среду, применяя алгоритм: *географическое положение, климатические условия, экзогенные процессы и рельеф, растительность и животный мир, почвы, антропогенное вмешательство*.

4. Развивайте воображение:

- Продолжите сценарий событий, произошедших после немедленных или длительных, прямых или косвенных преобразований в субполярной и полярной средах: *глобальное изменение климата может вызвать...*

Планета Земля

Возраст	4–5 млрд лет	Площадь водной поверхности (океаны, моря) (70,8%)	361 млн. км ²
Прохождение перигелия	1 января	Объём	1,083 x 10 ¹² км ³
Прохождение афелия	1 июля	Масса	6 x 1 021 т
Наклон экватора к плоскости эклиптики	23°30'	Средняя плотность	5,5 г/см ³
Экваториальный радиус	6 378 км	Длина орбиты	940 млн км
Полярный радиус	6 357 км	Среднее расстояние от Земли до Солнца	149,5 млн км
Средний радиус	6 370 км	Расстояние от Земли до Солнца в афелии	152 млн км
Сплюснутость Земли (полярное сжатие)	1/298	Расстояние от Земли до Солнца в перигелии	147 млн км
Длина экватора	40 075 км	Среднее расстояние от Земли до Луны	384 403 км
Длина меридионального круга	40 008 км	Период оборота вокруг своей оси (звёздные сутки)	23 ч, 56 м, 04 с
Длина дуги в один градус экватора	111,342 км	Скорость вращения на экваторе	465 м/с
Средняя длина дуги в один градус меридиана	111,136 км	Период обращения Земли вокруг Солнца: <i>Тропический год</i>	365 сут, 5 ч, 48 м, 46 с
Площадь земного шара	510 млн км ²	<i>Звёздный год</i>	365 сут, 6 ч, 9 м, 9 с
Площадь суши (29,2%)	149 млн км ²	Средняя скорость движения Земли по орбите (вокруг Солнца)	30 км/с

Географические рекорды

Самая высокая гора:

Джомолунгма (Эверест), Гималаи, 8 848 м (Азия)

Самый высокий вулкан:

Охос-дель-Саладо, Анды, 6 880 м (Южная Америка)

Наибольшая глубина океана:

к юго-западу от Марианских островов (Тихий океан), 11 034 м

Самая глубокая впадина:

уровень Мёртвого моря – 396 м (Азия)

Самое глубокое озеро:

Байкал, 1 620 м (Россия)

Самое большое озеро:

Каспийское море, 371 000 км²

Самая длинная река:

Нил (с Кагерой), 6 671 км (Африка)

Река с самым большим расходом воды:

Амазонка, 120 000–200 000 м³/с (Южная Америка)

Самая большая часть света:

Азия, 44 382 000 км²

Самый большой остров:

Гренландия, 2 176 000 км² (Северная Америка)

Самый большой океан:

Тихий океан, 179 240 000 км²

Максимальная температура, зафиксированная на Земле:

+58° С в Эль-Азизия (Ливия), 1922 год

Минимальная температура, зафиксированная на земном шаре:

–89,2° С на станции Восток, Антарктида, 1960 г.

Максимальное количество осадков за год:

**На суше – более 12 000 мм, Черрапунджи (Индия)
В океане: более 14 000 мм, Гавайи.**

МОРЕ

Адриатическое, Азовское, Андаманское, Балтийское, Баренцево, Белое, Берингово, Восточно-Китайское, Восточно-Сибирское, Жёлтое, Ионическое, Карское, Карибское, Красное, Лаптевых, Мраморное, Норвежское, Охотское, Саргассово, Северное, Средиземное, Тирренское, Чёрное, Эгейское, Южно-Китайское, Яванское, Японское

ОКЕАНСКИЕ ЖЕЛОБА

Марианский, Пуэрто-Рико, Филиппинский, Яванский

ЗАЛИВЫ

Аденский, Бенгальский, Бискайский, Ботнический, Большой Австралийский, Гвинейский, Гудзонов, Калифорнийский, Мексиканский, Персидский, Финский

ПРОЛИВЫ

Баб-эль-Мандебский, Берингов, Босфор, Гибралтарский, Гудзонов, Дарданеллы, Дрейка, Дэвисов, Магелланов, Малаккский, Мозамбикский

ОСТРОВА

Бали, Большие Антильские, Великобритания, Виктория, Гавайские, Гаити, Гренландия, Ирландия, Исландия, Калимантан, Канарские, Кипр, Корсика, Крит, Куба, Лусон, Мадагаскар, Мадейра, Малайский архипелаг, Минданао, Новая Гвинея, Новая Зеландия, Новая Земля, Огненная Земля, Пуэрто-Рико, Сахалин, Сардиния, Северная Земля, Св. Елены, Сикоку, Сицилия, Сулавеси, Суматра, Филиппинские, Хоккайдо, Хонсю, Шри-Ланка, Ява, Ямайка, Ян-Майен, Японские

ПОЛУОСТРОВА

Аляска, Апеннинский, Аравия, Балканский, Бретань, Калифорния, Иберийский, Индостан, Индокитай, Камчатка, Канин, Кольский, Корея, Корнуолл, Крымский, Малая Азия, Лабрадор, Малакка, Скандинавский, Синайский, Сомали, Таймыр, Флорида, Чукотка, Юкатан, Ютландия,

ГОРЫ

Австралийские Альпы, Альпы, Анды, Апеннины, Аппалачи, Атлас, Большой Водораздельный

хребет, Вогезы, Гималаи, Гиндукуш, Динара, Кавказ, Капские, Карпаты, Карпаты Западные, Каракорум, Кордильеры, Памир, Пиренеи, Понтийские, Скандинавские, Скалистые, Судеты, Сьерра-Невада, Тавр, Татры, Тянь-Шань, Уральские, Хибины, Южные Карпаты

ВУЛКАНЫ

Везувий, Гекла, Камерун, Кения, Килиманджаро, Ключевская Сопка, Котопахи, Кракатау, Орисаба, Попокатепетль, Стромболи, Эльбрус, Этна

НАГОРЬЯ, ПЛОСКОГОРЬЯ, ВОЗВЫШЕННОСТИ

Анатолийское, Бразильское, Бырладулуй, Валдайская, Восточно-Африканское, Гоби, Декан, Западно-Австралийское, Иранское, Колорадо, Патагония, Сомешан, Среднерусская, Тырнавелор, Тибет, Трансильванское, Центрально-Молдовская, Центральный Французский массив, Эфиопское

РАВНИНЫ, НИЗМЕННОСТИ

Амазонкская, Бэрэган, Великая Китайская, Великая равнина Австралии, Восточно-Европейская, Западно-Сибирская, Ла-Плата, Месопотамская, Миссисипская, Молдова, Паннонская, Прикаспийская, Причерноморская, Румынская

ПУСТЫНИ

Атакама, Большой Восточный Эрг, Большой Нефуд, Великая пустыня Виктория, Великая песчаная пустыня, Гибсона, Гоби, Каракумы, Мойынкум, Намиб, Руб-эль-Хали, Сахара, Тар

РЕКИ

Амазонка, Амударья, Волга, Ганг, Днестр, Днепр, Дунай, Евфрат, Замбези, Инд, Колорадо, Конго, Лена, Миссисипи, Муррей, Нигер, Нил, Обь, Ориноко, Парана, Прут, Рэут, Рейн, Сена, Святого Лаврентия, Сырдарья, Сирет, Тигр, Хуанхе, Янцзы

ОЗЁРА

Арал, Байкал, Балатон, Балеа, Балхаш, Белеу, Большое Солёное, Великие озёра, Виктория, Виннипег, Верхнее, Ладожское, Манта, Мичиган, Онтарио, Разим, Святая Анна, Танганьика, Титикака, Чад, Эльтон, Эйр

СОДЕРЖАНИЕ

Единица содержания 1

ЗЕМЛЯ ВО ВСЕЛЕННОЙ	3
1. Вселенная и Солнечная система	4
2. Солнце и его влияние на Землю	7
3. Характеристики и физические свойства Земли	10
4. Вращение Земли вокруг своей оси и обращение вокруг Солнца	14
5. Картографическое изображение земной поверхности	20
6. Вычисление времени на Земле с использованием градусной сети/карты часовых поясов (практическая работа)	25

Единица содержания 2

ЛИТОСФЕРА	27
1. Внутреннее строение Земли	28
2. Химический, минералогический и петрографический состав земной коры, практическое значение	31
3. Динамика земной коры. Эндогенные процессы. Современные тектонические движения	37
4. Вулканизм. Землетрясения	39
5. Литосферные плиты и их динамика	43
6. Рельеф: общая характеристика, классификация рельефа	46
7. Крупные формы рельефа материков и океанических бассейнов ...	47
8. Экзогенные процессы и созданные ими типы рельефа	51
9. Стихийные процессы и явления в литосфере	63
10. Роль земной коры в природе и для человеческого общества	66

Единица содержания 3

АТМОСФЕРА ЗЕМЛИ	67
1. Состав и строение атмосферы	68
2. Солнечная радиация и её влияние на Землю	71
3. Температура воздуха. Вертикальное изменение температуры воздуха. Географическое распределение температуры воздуха	74
4. Атмосферное давление. Географическое распределение атмосферного давления	79
5. Ветер. Типы ветров и их значение	82
6. Влажность воздуха. Формы конденсации водяного пара	87
7. Атмосферные осадки. Географическое распределение атмосферных осадков	90
8. Воздушные массы и атмосферные фронты	95
9. Погода и прогноз погоды	102

10. Климат. Климатообразующие факторы	105
11. Климатические пояса. Типы климата	106
12. Климатические карты и климаграммы, используемые в описании климатического пояса (практическая работа)	110
13. Глобальное изменение климата	112
14. Стихийные метеоклиматические процессы и явления	113
15. Роль атмосферы в природе и для человеческого общества Охрана атмосферного воздуха	117

Единица содержания 4

ГИДРОСФЕРА 119

1. Круговорот и распределение воды в природе Компоненты гидросферы	120
2. Мировой океан. Химические и физические свойства океанских вод	122
3. Динамика вод Мирового океана	126
4. Реки	130
5. Озёра	133
6. Подземные воды. Болота. Ледники	135
7. Гидрологические стихийные бедствия	141
8. Роль гидросферы в природе и для человеческого общества. Охрана вод	144

Единица содержания 5

БИОСФЕРА. ПОЧВА 145

1. Биосфера. Факторы распространения органического мира	146
2. Биологические стихийные бедствия	152
3. Роль биосферы в природе и для человеческого общества Охрана биоразнообразия	154
4. Почва. Факторы почвообразования	157
5. Основные типы почв на Земле	160
6. Роль почвы в природе и для человеческого общества Охрана почв	162

Единица содержания 6

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ СРЕДЫ 163

1. Географическая среда: общая характеристика	164
2. Экваториальная и субэкваториальная среды	165
3. Тропическая и субтропическая среды	170
4. Умеренные среды	175
5. Субполярная и полярная среды	185

Приложения. Планета Земля. Географические рекорды 189

Географическая номенклатура 190