

5. АТМОСФЕРА

5.1. Состав и строение атмосферы 5.2. Радиационный баланс 5.3. Ветер и циркуляция атмосферы 5.4. Воздушные массы, фронты, циклоны 5.5. Загрязнение атмосферы

Атмосфера – это воздушная оболочка Земли. Она окружает человека повседневно на протяжении всей истории человечества. С атмосферой связаны погодные явления, имеющие важное значение как для природной среды, так и для человеческой деятельности, особенно для сельского хозяйства и мореходства.

Атмосферу Земли изучает метеорология. Она зародилась еще в античности на основе наблюдений за погодой, однако особенно интенсивно метеорология стала развиваться после изобретения термометра и барометра в XVII веке. Применение этих приборов позволило делать точные измерения, результаты которых, по мере накопления, послужили материалом для последующих научных обобщений.

Изучение атмосферы имеет важное практическое значение – на его основе составляются прогнозы погоды. Современные синоптические прогнозы основываются на теории возникновения и развития циклонов, разработанной норвежскими учеными (В. Бьеркнес и др.) в первые десятилетия XX века.

Сегодня для предсказания погоды синоптики располагают большим выбором средств, чем в прежние времена. Данные о погоде поступают со спутников, с метеорадаров, с радиозондов, запускаемых в небо на воздушном шаре, с автоматических станций, установленных на кораблях и самолетах. Посредством компьютерной связи информация о погоде бы-



Рис. 5.1. Кругосветные путешественники на воздушном шаре передвигаются в верхних слоях атмосферы с помощью воздушных течений. Аэростат «Брейтлинг Орбитер-2» (1998).

стро попадает в метеорологические центры, где автоматически составляются карты погоды. Более того, на основе моделей компьютеры составляют прогнозы погоды. Поскольку атмосфера очень сложна и изменчива, то и сегодня невозможно достоверно предсказать погоду более, чем на неделю вперед.

5.1. Состав и строение атмосферы

Воздух – это смесь газов, состоящая из азота, кислорода, аргона, углекислого газа и других газов. Нынешний состав атмосферы сложился в ходе очень долгого развития земного шара (рис. 5.2).

Азот высвобождается при разложении органических веществ. Он необходим для роста растений. Кислород поступает в воздух в результате жизнедеятельности фотосинтезирующих организмов. Кислород необходим организмам для дыхания.

Углекислый газ попадает в воздух вследствие сжигания ископаемого топлива, извержений вулканов и дыхания организмов. Углекислый газ поглощает длинноволновую радиацию (тепловые волны), поэтому увеличение его количества в атмосфере вызывает потепление климата.

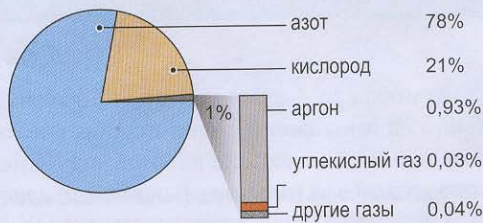


Рис. 5.2. Состав воздуха.

Количество водяного пара в воздухе очень сильно колеблется (от 0,5% до 4%); наиболее велико его содержание непосредственно у поверхности земли в экваториальном климатическом поясе, а с высотой его количество быстро уменьшается. Водяной пар поглощает как солнечное излучение, так и тепловое излучение поверхности земли, что ведет к уменьшению колебаний температуры воздуха. Кроме того, в воздухе встречаются крохотные частички пыли, золы, соли (попадающей в воздух вследствие испарения морской воды). Взвешенные в воздухе твердые и жидкие частицы носят общее название «аэрозоль».

В соответствии с распределением температуры с высотой, атмосфера делится на четыре слоя, каждый из которых характеризуется изменением температуры в определенном направлении: тропосферу, стратосферу, мезосферу и термосферу (рис. 5.3).

Тропосфера – самый нижний слой атмосферы, в котором находится большая часть (около 80%) массы атмосферы. В тропосфере происходит постепенное понижение температуры – в среднем на 6°C на каждый

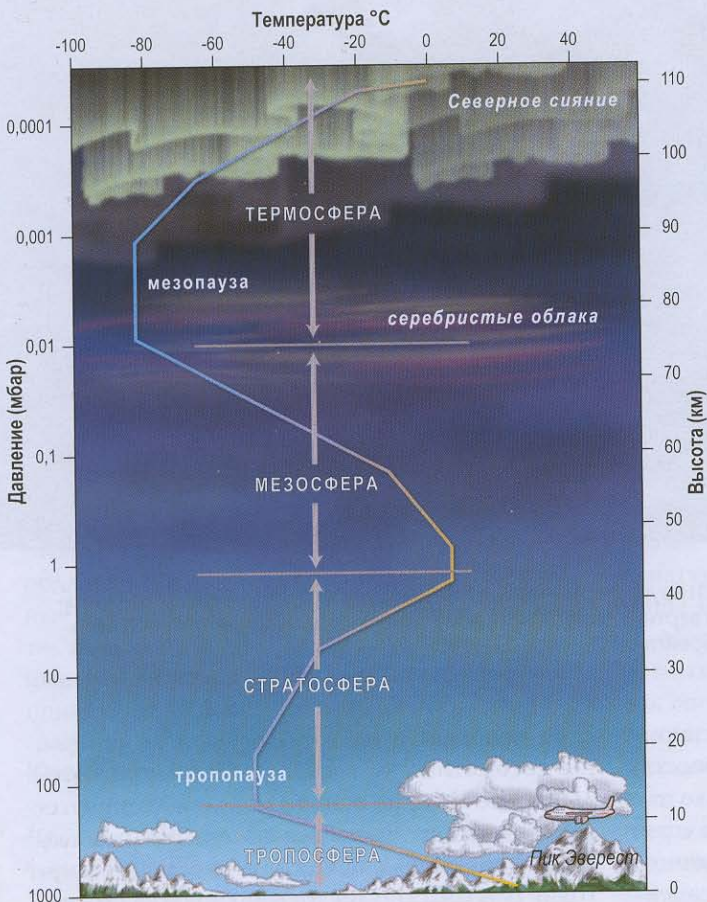


Рис. 5.3. Строение атмосферы и зависимость температуры от высоты.

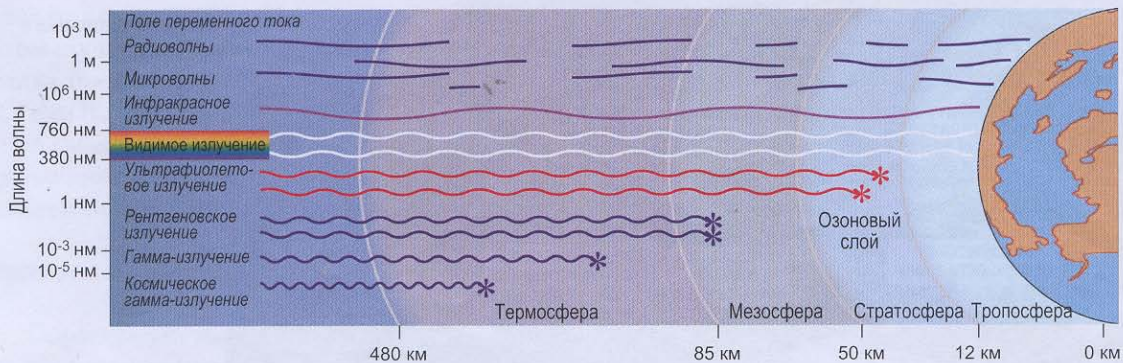


Рис. 5.4. Спектр электромагнитных волн.

километр. Над тропосферой находится тропопауза – слой воздуха, над которым температура не падает. В Заполярье тропопауза расположена на высоте 8–9 километров, над Эстонией – на высоте 11 километров. В направлении экватора она поднимается до высоты 15–16 километров. Изменения в толщине тропосферы на разных широтах происходят из-за центробежной силы, вызываемой вращением Земли. Эта сила накапливает больше воздуха в тропических районах, где она имеет максимальную величину. Именно в тропосфере происходят все основные погодные явления: возникают облака и осадки, происходит движение и постепенное смешивание воздуха, формируются погода и климат. Восходящие (конвективные) потоки воздуха могут достигать верхней границы тропосферы.

Стратосфера достигает высоты примерно 50 километров и составляет около 20% от массы атмосферы. В стратосфере температура воздуха с высотой возрастает. Это явление обусловлено в основном наличием в стратосфере озонового слоя. Озон почти полностью поглощает ультрафиолетовое солнечное излучение, вследствие этого воздух нагревается. Наличие озонового слоя обеспечивает сохранение жизни на Земле, т.к. излишки ультрафиолетовых лучей оказывают губительное воздействие на организмы. В последние десятилетия над полюсами обнаружены т.н. озоновые дыры.

В **мезосфере** (50–85 километров) озона больше нет, и температура с высотой быстро падает. В мезосфере воздух значительно разрежен.

В **термосфере**, расположенной над мезосферой, молекул воздуха настолько мало, что из-за их кинетической энергии температура опять поднимается. Термосфера плавно переходит в межпланетное пространство. Высшую границу атмосферы определить невозможно. Условной ее толщиной можно считать 1000 километров.

Спектральный состав солнечного излучения

Солнечное излучение (солнечная радиация) представляет собой электромагнитные волны, длина которых составляет от 0,1 до 4 микрометров. Спектр солнечного излучения разделяется на три основные части: ультрафиолетовый, видимый и инфракрасный. Наибольшее количество излучения, около 56%, приходится на видимый спектр (рис. 5.4). Ультрафиолетовое излучение составляет приблизительно 8% от солнечного излучения. Оно вызывает кожный загар. Избыточное облучение кожи наносит вред здоровью и может вызвать даже рак кожи. Особенно осторожно нужно загорать в полярных и близким к ним районах, особенно в южном полушарии, где озоновый слой тоньше. Опасно долго загорать и высоко в горах, где воздух более разрежен, чист и прозрачен, чем на равнинах. Наиболее длинные волны имеет инфракрасное излучение (36% от всего излучения). Оно не видимо человеческому глазу, но ощущается нами как тепло, и это не случайно, так как именно посредством инфракрасного излучения передается теплота.



Рис. 5.5. Распределение солнечного излучения в атмосфере.

Изменение солнечного излучения в атмосфере

Проходя сквозь атмосферу, количество солнечного излучения уменьшается. Часть его, отражаясь от облаков, возвращается в космос, часть поглощается атмосферой и превращается в тепловую энергию. Поглотителями солнечной радиации являются озон в стратосфере и водяной пар, облака и аэрозоли в тропосфере (рис 5.5).

Поверхности Земли достигает примерно половина проникающего в атмосферу солнечного излучения. Часть достигающего поверхности Земли солнечного излучения попадет прямо на землю, другая часть рассеивается облаками и попадает на землю в виде рассеянного излучения. В солнечную погоду доля прямого излучения больше, в облачную же погоду до земли доходит лишь рассеянное излучение. Прямое и рассеянное излучение составляют вместе суммарное излучение (рис. 5.6).

Большая часть излучения, достигшего поверхности Земли, поглощается, в результате чего ее поверхность нагревается. Другая часть отражается обратно в атмосферу. Чем темнее и влажнее поверхность, тем больше поглощаемая и тем меньше отражаемая часть. Больше всего излучения (более 90%) отража-

Рис. 5.6. Количество солнечного излучения при ясной и облачной погоде.

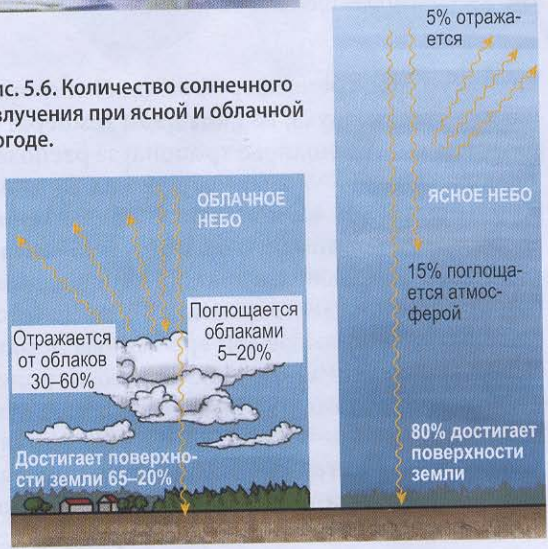
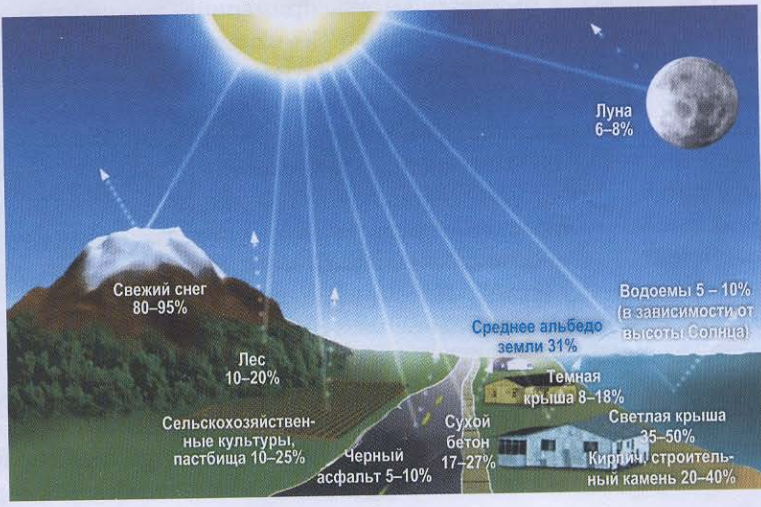


Рис.5.7. Значение альбедо разных поверхностей (% отражения).



ется от поверхности свежевыпавшего снега. В этом случае альbedo – отношение отраженной радиации к падающей радиации – составляет 0,9 или более.

Альbedo характеризует отражательную способность поверхности. Альbedo поверхности земли, покрытой растительностью, состав-

ляет 0,20–0,25, альbedo свежеспаханного поля – приблизительно 0,10–0,15. Одно из самых маленьких альbedo (0,05–0,10) имеет поверхность воды, когда солнце стоит высоко (рис. 5.7). Об этом свидетельствуют аэрофотоснимки, на которых водоемы кажутся темнее, чем поверхность земли.

Вопросы и задания

1. Охарактеризуйте атмосферу как систему.
2. Как зависит содержание водяного пара в воздухе от температуры?
3. Объясните роль CO_2 в атмосфере.
4. Изменялся ли состав атмосферы на протяжении истории Земли? Если да, то как?
5. Какова температура на уровне верхней границы тропосферы?
6. Как с высотой изменяется температура в стратосфере?
7. На какие основные части делится солнечное излучение?
8. Объясните при помощи рисунков учебника трансформацию солнечного излучения в атмосфере.
9. Как нагревание поверхности зависит от альbedo?