

## **ЛЕКЦИЯ. АТМОСФЕРА. КЛИМАТ И ПОГОДА**

**ЗАДАНИЕ:** Прочитать, предложенный для ознакомления, теоретический материал. Ответить на вопросы. Изучить понятийный аппарат.

Вопросы на повторение теоретического материала лекции:

1. Что такое атмосфера? Каково ее строение? Какова характеристика каждого слоя атмосферы?
2. Как происходит нагрев атмосферы? От чего зависят разные виды солнечной радиации?
3. Что атмосферное давление и как оно зависит от высоты местности?
4. Что такое ветер? Как тип ветра зависит от местности распространения?
5. Что такое осадки? Как связаны типы осадков и расположение территории?
6. От чего зависит климат территории?
7. От чего зависят погодные условия территории?
8. С чем связана циклональная погода?
9. С какими особенностями связана антициклональная погода?
10. Какие параметры погоды указывают в ее характеристике?
11. Каковы признаки хорошей погоды?
12. Каковы признаки плохой погоды?

**Основные понятия:** абсолютная влажность, антициклон, атмосфера, атмосферное давление, барометр, бора, бриз, ветер, влажность воздуха, воздух, воздушная масса, гололед, гололедица, изобары, изотермы, иней, ионосфера, испарение, испаряемость, климат, климатические пояса, конденсация, мезосфера, микроклимат, муссоны, пассаты, пурга, роса, облака, облачность, осадки, относительная влажность, погода, синоптик, синоптическая карта, смог, снег, снежная буря, солнечная радиация, стратосфера, сублимация водяных паров, суховей, температура, точка росы, тропосфера, туман, фён, циклон, штиль, экзосфера,

**Состав атмосферы.** Воздушная оболочка нашей планеты – атмосфера защищает земную поверхность от губительного воздействия на живые

организмы ультрафиолетового излучения Солнца. Предохраняет она Землю и от космических частиц – пыли и метеоритов.

Состоит атмосфера из механической смеси газов: 78 % ее объема составляет азот, 21 % – кислород и менее 1 % – гелий, аргон, криптон и другие инертные газы. Количество кислорода и азота в воздухе практически неизменно, потому что азот почти не вступает в соединения с другими веществами, а кислород, который хотя и очень активен и расходуется на дыхание, окисление и горение, все время пополняется растениями.

До высоты примерно 100 км процентное соотношение этих газов остается практически неизменным. Это обусловлено тем, что воздух постоянно перемешивается.

Кроме названных газов в атмосфере содержится около 0,03 % углекислого газа, который обычно концентрируется вблизи от земной поверхности и размещается неравномерно: в городах, промышленных центрах и районах вулканической активности его количество возрастает.

В атмосфере всегда находится некоторое количество примесей – водяного пара и пыли. Содержание водяного пара зависит от температуры воздуха: чем выше температура, тем больше пара вмещает воздух. Благодаря наличию в воздухе парообразной воды возможны такие атмосферные явления, как радуга, рефракция солнечных лучей и т. п.

Пыль в атмосферу поступает во время вулканических извержений, песчаных и пыльных бурь, при неполном сгорании топлива на ТЭЦ и т. д.

**Строение атмосферы.** Плотность атмосферы меняется с высотой: у поверхности Земли она наивысшая, с поднятием вверх уменьшается. Так, на высоте 5,5 км плотность атмосферы в 2 раза, а на высоте 11 км – в 4 раза меньше, чем в приземном слое.

В зависимости от плотности, состава и свойств газов атмосферу разделяют на пять концентрических слоев

**1. Нижний слой называют тропосферой.** Ее верхняя граница проходит на высоте 8-10 км на полюсах и 16–18 км – на экваторе. В тропосфере содержится до 80 % всей массы атмосферы и почти весь водяной пар.

Температура воздуха в тропосфере с высотой понижается на 0,6 °С через каждые 100 м и у верхней ее границы составляет -45-55 °С.

Воздух в тропосфере постоянно перемешивается, перемещается в разных направлениях. Только здесь наблюдаются туманы, дожди, снегопады, грозы, бури и другие погодные явления.

**2. Выше расположена стратосфера,** которая простирается до высоты 50–55 км. Плотность воздуха и давление в стратосфере незначительны. Разреженный воздух состоит из тех же газов, что и в тропосфере, но в нем

больше озона. Наибольшая концентрация озона наблюдается на высоте 15–30 км. Температура в стратосфере повышается с высотой и на верхней границе ее достигает 0 °С и выше. Это объясняется тем, что озон поглощает коротковолновую часть солнечной энергии, в результате чего воздух нагревается.

**3.** Над стратосферой лежит **мезосфера**, простирающаяся до высоты 80 км. В ней температура вновь понижается и достигает -90 °С. Плотность воздуха там в 200 раз меньше, чем у поверхности Земли.

**4.** Выше мезосферы располагается **термосфера** (от 80 до 800 км). Температура в этом слое повышается: на высоте 150 км до 220 °С; на высоте 600 км до 1500 °С. Газы атмосферы (азот и кислород) находятся в ионизированном состоянии. Под действием коротковолновой солнечной радиации отдельные электроны отрываются от оболочек атомов. В результате в данном слое – **ионосфере** возникают слои заряженных частиц. Самый плотный их слой находится на высоте 300–400 км. В связи с небольшой плотностью солнечные лучи там не рассеиваются, поэтому небо черное, на нем ярко светят звезды и планеты.

В ионосфере возникают **полярные сияния**, образуются мощные электрические токи, которые вызывают нарушения магнитного поля Земли.

**5.** Выше 800 км расположена внешняя оболочка – **экзосфера**. Скорость движения отдельных частиц в экзосфере приближается к критической – 11,2 мм/с, поэтому отдельные частицы могут преодолеть земное притяжение и уйти в мировое пространство.

**Значение атмосферы.** Роль атмосферы в жизни нашей планеты исключительно велика. Без нее Земля была бы мертва. Атмосфера предохраняет поверхность Земли от сильного нагревания и охлаждения. Ее влияние можно уподобить роли стекла в парниках: пропускать солнечные лучи и препятствовать отдаче тепла.

Атмосфера предохраняет живые организмы от коротковолновой и корпускулярной радиации Солнца. Атмосфера – среда, где происходят погодные явления, с которыми связана вся человеческая деятельность. Изучение этой оболочки производится на метеорологических станциях. Днем и ночью, в любую погоду метеорологи ведут наблюдения за состоянием нижнего слоя атмосферы. Четыре раза в сутки, а на многих станциях ежечасно измеряют температуру, давление, влажность воздуха, отмечают облачность, направление и скорость ветра, количество осадков, электрические и звуковые явления в атмосфере. Метеорологические станции расположены всюду: в Антарктиде и во влажных тропических

лесах, на высоких горах и на необозримых просторах тундры. Ведутся наблюдения и на океанах со специально построенных кораблей.

С 30-х гг. XX в. начались наблюдения в свободной атмосфере. Стали запускать радиозонды, которые поднимаются на высоту 25–35 км, и при помощи радиоаппаратуры передают на Землю сведения о температуре, давлении, влажности воздуха и скорости ветра. В наше время широко используют также метеорологические ракеты и спутники. Последние имеют телевизионные установки, передающие изображение земной поверхности и облаков.

### **Нагревание атмосферы**

Основным источником тепла, нагревающим земную поверхность и атмосферу, служит солнце. Другие источники – луна, звезды, разогретые недра Земли – поставляют столь малое количество тепла, что ими можно пренебречь.

Солнце излучает в мировое пространство колоссальную энергию в виде тепловых, световых, ультрафиолетовых и других лучей. Вся совокупность лучистой энергии Солнца называется **солнечной радиацией**. Земля получает ничтожную долю этой энергии – одну двухмиллиардную часть, которой, однако, достаточно не только для поддержания жизни, но и для осуществления экзогенных процессов в литосфере, физико-химических явлений в гидросфере и атмосфере.

Различают радиацию прямую, рассеянную и суммарную.

При ясной, безоблачной погоде поверхность Земли нагревается в основном **прямой радиацией**, которую мы ощущаем как теплые или горячие солнечные лучи.

Проходя через атмосферу, солнечные лучи отражаются от молекул воздуха, капелек воды, пылинок, отклоняются от прямолинейного пути и рассеиваются. Чем пасмурнее погода, тем плотнее облачность и тем большее количество радиации рассеивается в атмосфере. При сильной запыленности воздуха, например во время пыльных бурь или в промышленных центрах, рассеивание ослабляет радиацию на 40–45 %.

Значение **рассеянной радиации** в жизни Земли очень велико. Благодаря ей освещаются предметы, находящиеся в тени. Она же обуславливает цвет неба.

**Интенсивность радиации** зависит от угла падения солнечных лучей на земную поверхность. Когда солнце находится высоко над горизонтом, его лучи преодолевают атмосферу более коротким путем, следовательно, меньше рассеиваются и сильнее нагревают поверхность Земли. По этой причине в солнечную погоду утром и вечером всегда прохладнее, чем в полдень.

На распределение радиации на поверхности Земли огромное влияние оказывают ее шарообразность и наклон земной оси к плоскости орбиты. В экваториальных и тропических широтах солнце в течение всего года находится высоко над горизонтом, в средних широтах его высота меняется в зависимости от времени года, а в Арктике и Антарктике высоко над горизонтом оно не поднимается никогда. В результате в тропических широтах солнечные лучи рассеиваются меньше, а на единицу площади земной поверхности приходится их большее количество, чем в средних или высоких широтах. По этой причине количество радиации зависит от широты места: чем дальше от экватора, тем меньше ее поступает на земную поверхность.

Поступление лучистой энергии связано с годичным и суточным движением Земли. Так, в средних и высоких широтах ее количество зависит от времени года. На Северном полюсе, например, летом солнце не заходит за горизонт 186 дней, т. е. 6 месяцев, и количество поступающей радиации даже больше, чем на экваторе. Однако солнечные лучи имеют малый угол падения, и большая часть радиации рассеивается в атмосфере. В результате поверхность Земли нагревается незначительно.

Зимой солнце в Арктике находится за горизонтом, и прямая радиация на поверхность Земли не поступает.

На количество поступающей солнечной радиации влияет и рельеф земной поверхности. На склонах гор, холмов, оврагов и т. д., обращенных к солнцу, угол падения солнечных лучей увеличивается, и они сильнее нагреваются.

Совокупность всех этих факторов приводит к тому, что на земной поверхности нет места, где интенсивность радиации была бы постоянной.

Неодинаково происходит и нагревание суши и воды. Поверхность суши нагревается и охлаждается быстро. Вода же нагревается медленно, но зато дольше удерживает тепло. Объясняется это тем, что теплоемкость воды больше теплоемкости горных пород, слагающих сушу.

На суше солнечные лучи нагревают только поверхностный слой, а в прозрачной воде тепло проникает на значительную глубину, в результате чего нагревание происходит медленнее. На его скорость влияет и испарение, так как на него нужно много тепла. Вода остывает медленно, в основном потому, что объем прогреваемой воды во много раз больше объема нагревающейся суши; к тому же при ее охлаждении верхние, остывшие слои воды опускаются на дно, как более плотные и тяжелые, а на смену им из глубины водоема поднимается теплая вода.

Накопленное тепло вода расходует более равномерно. В результате море в среднем теплее суши, а колебания температуры воды никогда не бывают такими резкими, как колебания температуры суши.

### **Температура воздуха**

Солнечные лучи, проходя через прозрачные тела, нагревают их очень слабо. По этой причине прямые солнечные лучи почти не нагревают воздух атмосферы, а нагревают поверхность Земли, от которой прилегающим слоям воздуха передается тепло. Нагреваясь, воздух становится более легким и поднимается вверх, где перемешивается с более холодным, в свою очередь нагревая его.

По мере поднятия вверх воздух охлаждается. На высоте 10 км температура постоянно держится на отметке 40–45 °С.

Понижение температуры воздуха с высотой – это общая закономерность. Однако нередко наблюдается и повышение температуры по мере поднятия вверх. Такое явление называют **температурной инверсией**, т. е. перестановкой температур.

Возникают инверсии либо при быстром охлаждении земной поверхности и прилегающего воздуха, либо, наоборот, при стекании тяжелого холодного воздуха по склонам гор в долины. Там этот воздух застаивается и вытесняет более теплый вверх по склонам.

В течение суток температура воздуха не остается постоянной, а непрерывно изменяется. Днем поверхность Земли нагревается и нагревает прилегающий слой воздуха. Ночью Земля излучает тепло, охлаждается, и происходит охлаждение воздуха. Наиболее низкие температуры наблюдаются не ночью, а перед восходом солнца, когда земная поверхность уже отдала все тепло. Аналогично этому наиболее высокие температуры воздуха устанавливаются не в полдень, а около 15 ч.

На экваторе **суточный ход температур** однообразен, днем и ночью они почти одинаковы. Очень незначительны суточные амплитуды на морях и у морских побережий. А вот в пустынях днем поверхность земли часто нагревается до 50–60 °С, а ночью нередко охлаждается до 0 °С. Таким образом, суточные амплитуды превышают здесь 50–60 °С.

В умеренных широтах наибольшее количество солнечной радиации поступает на Землю в дни летних солнцестояний, т. е. 22 июня в Северном полушарии и 21 декабря в Южном. Однако самым жарким месяцем является не июнь (декабрь), а июль (январь), так как в день солнцестояния огромное количество радиации расходуется на нагревание земной поверхности. В июле (январе) радиация уменьшается, но эта убыль компенсируется сильно нагретой земной поверхностью.

Аналогично этому самый холодный месяц не июнь (декабрь), а июль (январь).

На море, в связи с тем что вода более медленно охлаждается и нагревается, смещение температур еще больше. Здесь самый жаркий месяц август, а самый холодный – февраль в Северном полушарии и соответственно самый жаркий – февраль и самый холодный – август в Южном.

**Годовая амплитуда** температур в значительной степени зависит от широты места. Так, на экваторе амплитуда в течение года остается почти постоянной и составляет 22–23 °С. Самые высокие годовые амплитуды характерны для территорий, расположенных в средних широтах в глубине континентов.

Любая местность характеризуется также абсолютными и средними температурами. **Абсолютные температуры** устанавливаются путем многолетних наблюдений на метеостанциях. Так, самое жаркое (+58 °С) место на Земле находится в Ливийской пустыне; самое холодное (-89,2 °С) – в Антарктиде на станции «Восток». В Северном полушарии самая низкая (-70,2 °С) температура отмечена в поселке Оймякон в Восточной Сибири.

**Средние температуры** определяют как среднеарифметическое нескольких показателей термометра. Так, чтобы определить среднесуточную температуру, производят измерения в 1; 7; 13 и 19 ч, т. е. 4 раза в сутки. Из полученных цифр находят среднеарифметическую величину, которая и будет среднесуточной температурой данной местности. Затем находят среднемесячные и среднегодовые температуры как среднеарифметическое среднесуточных и среднемесячных.

На карте можно обозначить точки с одинаковыми значениями температур и провести линии, соединяющие их. Эти линии называют изотермами. Наиболее показательны изотермы января и июля, т. е. самого холодного и самого теплого месяца в году. По изотермам можно определить, как распределяется тепло на Земле. При этом прослеживаются отчетливо выраженные закономерности.

1. Самые высокие температуры наблюдаются не на экваторе, а в тропических и субтропических пустынях, где преобладает прямая радиация.

2. В обоих полушариях температуры понижаются от тропических широт к полюсам.

3. В связи с преобладанием моря над сушей ход изотерм в Южном полушарии более плавный, а амплитуды температур между самым жарким и самым холодным месяцем меньше, чем в Северном.

Расположение изотерм позволяет выделить **7 тепловых поясов**:

**1 жаркий**, расположенный между годовыми изотермами  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  в Северном и Южном полушариях;

**2 умеренных**, заключенных между изотермами  $20$  и  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  самых теплых месяцев, т. е. июня и января;

**2 холодных**, расположенных между изотермами  $10$  и  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  также самых теплых месяцев;

**2 области вечного мороза**, в которых температура самого теплого месяца ниже  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Границы поясов освещенности, проходящие по тропикам и полярным кругам, не совпадают с границами тепловых поясов.

**Вода в атмосфере.** В воздухе атмосферы всегда содержится некоторое количество водяного пара, который образуется в результате испарения с поверхности суши и океана. Скорость испарения зависит прежде всего от температуры и ветра. Чем выше температура и больше емкость пара, там сильнее испарение.

*Количество воды, которое может испариться с той или иной поверхности, называется **испаряемостью**. Испаряемость зависит от температуры воздуха и количества в нем водяного пара. Чем выше температура воздуха и чем меньше он содержит водяного пара, тем выше испаряемость.*

В полярных странах при низкой температуре воздуха она ничтожна. Невелика она и на экваторе, где воздух содержит ограниченное количество водяного пара. Максимальна испаряемость в тропических пустынях, где она достигает  $3000\text{ м}$ .

Воздух может принимать водяной пар до известного предела, пока не станет **насыщенным**. Если насыщенный воздух нагреть, он вновь приобретет способность принимать водяной пар, т. е. опять станет **ненасыщенным**. При охлаждении ненасыщенного воздуха он приближается к насыщению. Таким образом, способность воздуха содержать в себе большее или меньшее количество водяного пара зависит от температуры (рис. 35).

*Количество водяного пара, которое содержится в воздухе в данный момент (в г на  $1\text{ м}^3$ ), называют **абсолютной влажностью**.*

*Отношение количества водяных паров, содержащихся в воздухе в данный момент к тому их количеству, которое он может вместить при данной температуре, называется **относительной влажностью** и измеряется в процентах.*

Момент перехода воздуха от ненасыщенного состояния к насыщенному называют **точкой росы**. Чем ниже температура воздуха, тем



меньше он может содержать водяного пара и тем выше относительная влажность. Это означает, что при холодном воздухе быстрее наступает точка росы.

При наступлении точки росы, т. е. при полном насыщении воздуха водяным паром, когда относительная влажность приближается к 100 %, происходит **конденсация водяных паров** – переход воды из газообразного состояния в жидкое.

Таким образом, процесс конденсации водяных паров происходит либо при сильном испарении влаги и насыщении воздуха водяным паром, либо при понижении температуры воздуха и относительной влажности. При отрицательных температурах водяной пар, минуя жидкое состояние, превращается в твердые кристаллики льда и снега. Этот процесс называется **сублимацией водяных паров**.

Конденсация и сублимация водяного пара определяют образование **осадков**.

**Образование облаков, осадки.** При конденсации водяного пара в атмосфере на высоте от нескольких десятков до сотен метров и даже километров образуются облака.

Это происходит в результате испарения водяного пара с поверхности Земли и его поднятия восходящими потоками теплого воздуха. В зависимости от своей температуры облака состоят из капелек воды или кристалликов льда и снега. Эти капли и кристаллы настолько малы, что их удерживают в атмосфере даже слабые восходящие потоки воздуха.

Форма облаков очень разнообразна и зависит от многих факторов: высоты, скорости ветра, влажности и т. д. Вместе с тем можно выделить группы облаков, сходных по форме и высоте. Наиболее известны из них кучевые, перистые и слоистые, а также их разновидности: слоисто-кучевые, перисто-слоистые, слоисто-дождевые и др. Облака, перенасыщенные водяным паром, имеющие темно-фиолетовый или почти черный оттенок, называют тучами.

*Степень покрытия неба облаками, выраженную в баллах (от 1 до 10), называют **облачностью**.*

Высокая степень облачности предвещает, как правило, выпадение осадков. Их выпадение наиболее вероятно из высокослоистых, кучево-дождевых и слоисто-дождевых облаков.

*Воду, выпавшую в твердом или жидком состоянии в виде дождя, снега, града или сконденсировавшуюся на поверхности различных тел в виде росы, инея, называют **атмосферными осадками**.*

Дождь образуется тогда, когда мельчайшие капельки влаги, содержащиеся в облаке, сливаются в более крупные и, преодолевая силу

восходящих потоков воздуха, под действием силы тяжести выпадают на Землю. Если в облаке оказываются мельчайшие частицы твердых тел, например пыль, то процесс конденсации ускоряется, поскольку пылинки играют роль **ядер конденсации**.

В пустынных районах при низкой относительной влажности конденсация водяного пара возможна только на большой высоте, где температура ниже, однако дождевики, не долетая до земли, испаряются в воздухе. Это явление получило название **сухих дождей**.

Если конденсация водяного пара в облаке происходит при отрицательных температурах, образуются осадки в виде **снега**.

Иногда снежинки из верхних слоев облака опускаются в нижнюю его часть, где температура выше и содержится огромное количество переохлажденных капель воды, удерживаемых в облаке восходящими потоками воздуха. Соединяясь с капельками воды, снежинки теряют форму, вес их увеличивается, и они выпадают на землю в виде **снежной пурги** – шарообразных снежных комочков диаметром 2–3 мм.

Необходимое условие образования **града** – наличие облака вертикального развития, нижний край которого находится в зоне положительных, а верхний – в зоне отрицательных температур. При этих условиях образовавшаяся снежная пурга восходящими потоками поднимается в зону отрицательных температур, где превращается в льдинку шарообразной формы – градину. Процесс поднятия и опускания градины может происходить многократно и сопровождаться увеличением ее массы и размера. Наконец градина, преодолевая сопротивление восходящих потоков воздуха, выпадает на землю. Градины неодинаковы по размеру: они могут быть величиной от горошины до куриного яйца.

Количество атмосферных осадков измеряют с помощью **осадкомера**. Многолетние наблюдения за количеством выпадающих осадков позволили установить общие закономерности их распространения по поверхности Земли. Наибольшее количество осадков выпадает в экваториальной полосе – в среднем 1500–2000 мм. В тропиках количество их снижается до 200–250 мм. В умеренных широтах происходит увеличение выпадающих осадков до 500–600 мм, а в полярных областях количество их не превышает 200 мм в год.

В пределах поясов также наблюдается значительная неравномерность в выпадении осадков. Она обусловлена направлением ветров и особенностями рельефа местности. Например, на западных склонах Скандинавских гор выпадает 1000 мм осадков, а на восточных – в два с лишним раза меньше. Есть на Земле места, где осадки практически отсутствуют. Например, в пустыне Атакама осадки выпадают раз в

несколько лет, а по многолетним данным, величина их не превышает 1 мм в год. Очень сухо и в Центральной Сахаре, где среднее ежегодное количество осадков менее 50 мм.

В то же время в некоторых местах выпадает гигантское количество осадков. Например, в Черрапунджи – на южных склонах Гималаев их выпадает до 12 000 мм, а в отдельные годы – до 23 000 мм, на склонах горы Камерун в Африке – до 10 000 мм.

Такие осадки, как роса, иней, туман, изморозь, гололед, образуются не в верхних слоях атмосферы, а в ее приземном слое. Охлаждаясь от поверхности Земли, воздух уже не может удерживать водяной пар, он конденсируется и оседает на окружающих предметах. Так образуется **роса**. При температуре предметов, расположенных у поверхности Земли, ниже 0 °С образуется **иней**.

При наступлении более теплого воздуха и его соприкосновении с холодными предметами (чаще всего проводами, ветками деревьев) выпадает изморозь – налет рыхлых кристалликов льда и снега.

При концентрации водяных паров в приземном слое атмосферы образуется **туман**. Особенно часты туманы в крупных промышленных центрах, где капельки воды, сливаясь с пылью и газами, образуют ядовитую смесь – **смог**.

Когда температура поверхности Земли ниже 0 °С, а из более верхних слоев выпадают осадки в виде дождя, начинается **гололедица**. Смерзаясь в воздухе и на предметах, капельки влаги образуют ледяную корку. Иногда льда так много, что под его тяжестью рвутся провода, ломаются ветки деревьев. Особенно опасна гололедица на дорогах и зимних пастбищах. Похож на гололедицу **гололед**. Но он формируется иначе: на землю выпадают жидкие осадки, а при понижении температуры ниже 0 °С вода на земле замерзает, образуя скользкую ледяную пленку.

**Давление атмосферы.** Масса 1 м<sup>3</sup> воздуха на уровне моря при температуре 4 °С в среднем составляет 1 кг 300 г, что обуславливает существование атмосферного давления. Живые организмы, в том числе и здоровый человек, не ощущают этого давления, так как оно уравновешивается внутренним давлением организма.

За давлением воздуха и его изменениями ведутся систематические наблюдения на метеостанциях. Давление измеряют **барометрами** – ртутными и пружинными (анероидами). Измеряется давление в паскалях (Па). Давление атмосферы на широте 45° на высоте 0 м над уровнем моря при температуре 4 °С считается нормальным, оно соответствует 1013 гПа, или 760 мм ртутного столба, или 1 атмосфере.

Давление с высотой уменьшается в среднем на 1 гПа на каждые 8 м высоты. Пользуясь этим, можно, зная давление у поверхности Земли и на какой-то высоте, вычислить эту высоту. Разница давлений, например в 300 гПа, означает, что предмет находится на высоте  $300 \times 8 = 2400$  м.

Давление атмосферы зависит не только от высоты, но и от плотности воздуха. Холодный воздух плотнее и тяжелее теплого. В зависимости от того, какие воздушные массы господствуют в данной местности, в ней устанавливается высокое или низкое атмосферное давление. На метеостанциях или в пунктах наблюдения оно фиксируется автоматическим прибором – **барографом**.

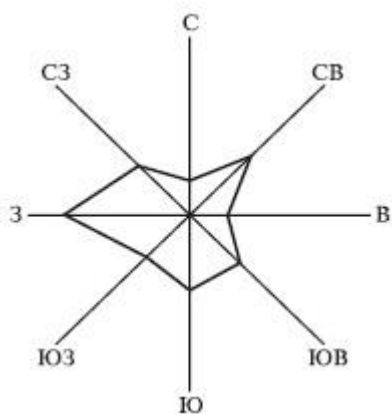
Если на карте соединить все точки с одинаковым давлением, то получившиеся линии – **изобары** покажут, как оно распределяется на поверхности Земли.

На картах изобар отчетливо проявляются две закономерности.

1. Давление изменяется от экватора к полюсам зонально. На экваторе оно пониженное, в тропических областях (особенно над океанами) – повышенное, в умеренных – переменное от сезона к сезону, а в полярных вновь повышается.

2. Над материками зимой устанавливается повышенное, а летом – пониженное давление. Это обусловлено тем, что суша зимой охлаждается и воздух над ней уплотняется, а летом, наоборот, над сушей воздух более теплый и менее плотный.

**Ветры, их виды.** Из области, где давление повышено, воздух перемещается, «течет» туда, где оно ниже. Движение воздуха называется ветром. Для наблюдения за ветром – его скоростью, направлением и силой – используют флюгер и анемометр. По результатам наблюдений за направлением ветра строят розу ветров (рис. 37) за месяц, сезон или год. Анализ розы ветров позволяет установить преобладающие направления ветров для данной местности.

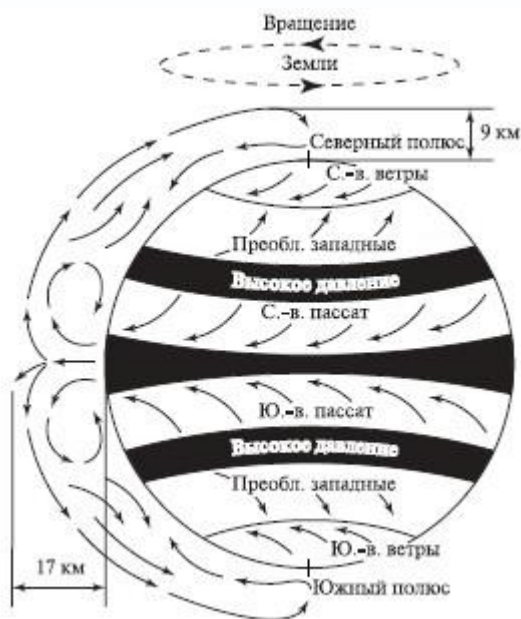


**Рис. 37.** Роза ветров

**Скорость ветра** измеряют в метрах в секунду. При **штиле** скорость ветра не превышает 0 м/с. Ветер, скорость которого более 29 м/с, называется **ураганом**. Самые сильные ураганы отмечены в Антарктиде, где скорость ветра достигала 100 м/с.

**Силу ветра** измеряют в баллах, она зависит от его скорости и плотности воздуха. По шкале Бофорта штилю соответствует 0 баллов, а урагану максимальное количество баллов – 12.

Зная общие закономерности распределения атмосферного давления, можно установить направление основных потоков воздуха в нижних слоях атмосферы Земли (рис. 38).



**Рис. 38.** Схема общей циркуляции атмосферы

**1.** Из тропических и субтропических областей повышенного давления основной поток воздуха устремляется к экватору, в область постоянно низкого давления. Под влиянием отклоняющей силы вращения Земли эти потоки отклоняются вправо в Северном полушарии и влево – в Южном. Эти постоянно дующие ветры называют **пассатами**.

**2.** Часть тропического воздуха перемещается в умеренные широты. Это движение особенно активизируется летом, когда там господствует более низкое давление. Эти потоки воздуха в Северном полушарии также отклоняются вправо и принимают вначале юго-западное, а затем и западное направление, а в Южном – северо-западное, переходящее в западное. Таким образом, в умеренных широтах обоих полушарий преобладает **западный перенос воздуха**.

3. Из полярных областей высокого давления воздух перемещается в умеренные широты, принимая северо-восточное направление в Северном и юго-восточное – в Южном полушариях.

Пассаты, западные ветры умеренных широт и ветры из полярных областей называются **планетарными** и распределяются зонально.

4. Это распределение нарушается на восточных побережьях материков Северного полушария в умеренных широтах. В результате сезонного изменения давления над сушей и прилегающей водной поверхностью океана зимой здесь дуют ветры с суши на море, а летом – с моря на сушу. Эти ветры, изменяющие свое направление по сезонам, называют **муссонами**. Под действием отклоняющего влияния вращающейся Земли летние муссоны принимают юго-восточное направление, а зимние – северо-западное. Муссонные ветры особенно характерны для Дальнего Востока и Восточного Китая, в меньшей мере они проявляются на восточном побережье Северной Америки.

5. Кроме планетарных ветров и муссонов имеются **локальные**, так называемые **местные ветры**. Они возникают из-за особенностей рельефа, неравномерности нагревания подстилающей поверхности.

**Бризы** – береговые ветры, наблюдающиеся в ясную погоду на берегах водоемов: океанов, морей, крупных озер, водохранилищ и даже рек. Днем они дуют с водной поверхности (морской бриз), ночью – с суши (береговой бриз). Днем суша нагревается сильнее, чем море. Воздух над сушей поднимается, потоки воздуха с моря устремляются на его место, образуя дневной бриз. В тропических широтах дневные бризы – довольно сильные ветры, приносящие влагу и прохладу с моря.

Ночью поверхность воды нагрета сильнее, чем суша. Воздух поднимается вверх, а на его место устремляется воздух с суши. Образуется ночной бриз. По силе он обычно уступает дневному.

В горах наблюдаются **фены** – теплые и сухие ветры, дующие по склонам.

Если на пути движущегося холодного воздуха поднимаются подобно плотине невысокие горы, может возникнуть **бора**. Холодный воздух, преодолев невысокий барьер, с огромной силой обрушивается вниз, причем при этом происходит резкое понижение температуры. Бора известна под разными названиями: на Байкале это сарма, в Северной Америке – чинук, во Франции – мистраль и т. д. В России бора особенной силы достигает в Новороссийске.

**Суховей** – это сухие и знойные ветры. Они характерны для засушливых районов земного шара. В Средней Азии суховей называют самумом, в Алжире – сирокко, в Египте – хатсином и т. д. Скорость ветра-

суховея достигает 20 м/с, а температура воздуха – 40 °С. Относительная влажность при суховее резко падает и понижается до 10 %. Растения, испаряя влагу, высыхают на корню. В пустынях суховеи нередко сопровождаются пыльными бурями.

Направление и силу ветра необходимо учитывать при строительстве населенных пунктов, промышленных предприятий, жилищ. Ветер – один из важнейших источников альтернативной энергии, его используют для выработки электроэнергии, а также для работы мельниц, водокачек и др.

**Погода и ее прогнозирование.** Погодой называют состояние нижнего слоя атмосферы в данное время и в данном месте.

Ее самая характерная особенность – изменчивость, нередко в течение суток погода меняется несколько раз.

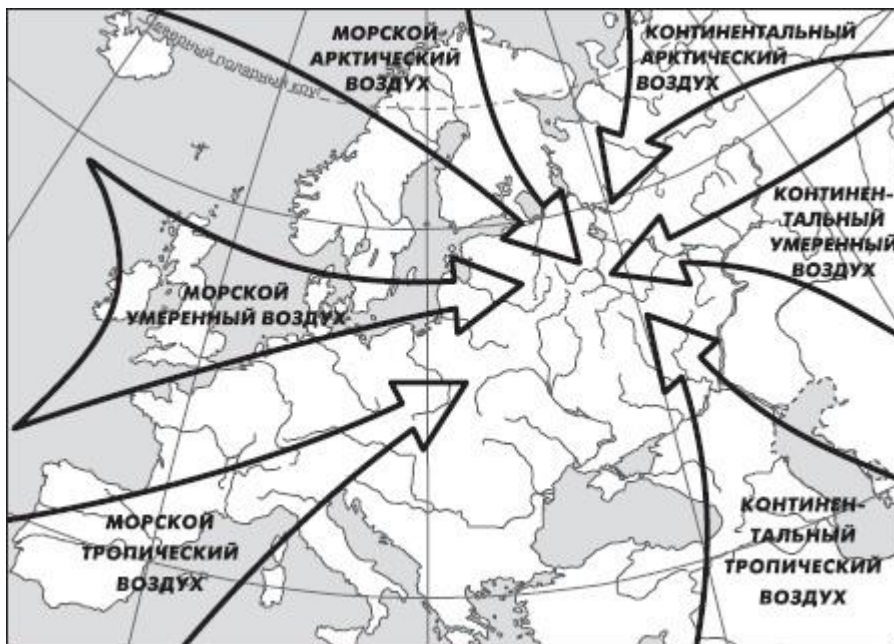
Резкие изменения в погоде чаще всего связаны со сменой воздушных масс.

***Воздушная масса** – это огромный движущийся объем воздуха с определенными физическими свойствами: температурой, плотностью, влажностью, прозрачностью.*

Нижние слои атмосферы, соприкасаясь с подстилающей поверхностью, приобретают некоторые ее свойства. Над разогретой поверхностью формируются теплые воздушные массы, над охлажденной – холодные. Чем дальше воздушная масса находится над поверхностью, с которой испаряется влага, тем больше становится ее влажность.

В зависимости от места формирования воздушные массы подразделяют на арктические, умеренные, тропические, экваториальные. Если формирование воздушных масс происходит над океаном, их называют морскими. Зимой они очень влажные и теплые, летом – прохладные. Континентальные воздушные массы имеют малую относительную влажность, более высокие температуры и отличаются сильной запыленностью.

Россия расположена в умеренном поясе, поэтому на западе преобладают морские умеренные воздушные массы, а над большей частью остальной территории – континентальные. За Северным полярным кругом формируются арктические воздушные массы (рис. 39).



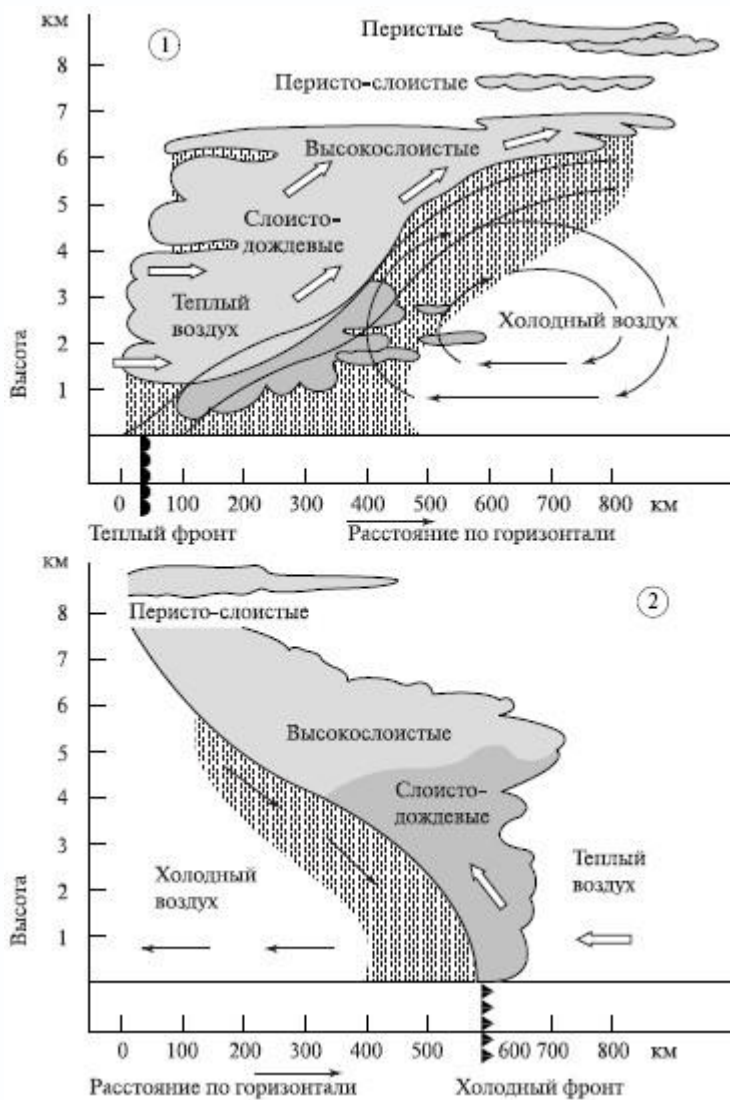
**Рис. 39.** Основные виды воздушных масс на европейской части России

При соприкосновении различных воздушных масс в тропосфере возникают переходные области – атмосферные фронты, длина их достигает 1000 км, а высота – нескольких сотен метров.

**Теплый фронт** (рис. 40, 1) образуется при активном движении теплого воздуха в сторону холодного. Тогда легкий теплый воздух натекает на отступающий клин холодного воздуха и поднимается по плоскости раздела. При подъеме он охлаждается. Это приводит к конденсации водяных паров и возникновению перистых и слоисто-дождевых облаков, а затем к выпадению осадков.

При приближении теплого фронта за сутки появляются его предвестники – перистые облака. Они плывут, как перья, на высоте 7-10 км. В это время атмосферное давление понижается. С приходом теплого фронта обычно связаны потепление и выпадение обложных, морозящих осадков.





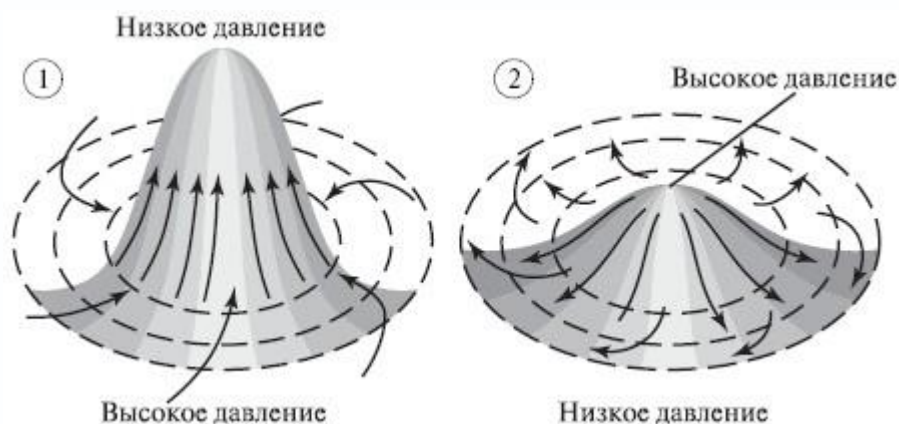
**Рис. 40.** Теплый (1) и холодный (2) фронты

**Холодный фронт** (рис. 40, 2) образуется при перемещении холодного воздуха в сторону теплого. Холодный воздух, как более тяжелый, подтекает под теплый и выталкивает его вверх. При этом возникают слоисто-кучевые дождевые облака, грозоздящиеся, как горы или башни, а осадки из них выпадают в виде ливней со шквалами и грозами. С прохождением холодного фронта связаны похолодание и усиление ветра.

На фронтах иногда образуются мощные завихрения воздуха, аналогично водоворотам при встрече двух потоков воды. Размеры этих воздушных завихрений могут достигать 2–3 тыс. км в поперечнике. Если давление в их центральных частях ниже, чем по краям, – это **циклон**.

В центральной части циклона воздух поднимается и растекается к его окраинам (рис. 41, 1). При подъеме воздух расширяется, охлаждается, конденсируются водяные пары и возникает облачность. При прохождении циклонов обычно наступает пасмурная погода с выпадением дождей летом и со снегопадами зимой.

Циклоны обычно перемещаются с запада на восток со средней скоростью около 30 км/ч, или 700 км в сутки.



**Рис. 41.** Схема движения воздуха в циклоне (1) и антициклоне (2)

Тропические циклоны отличаются от циклонов умеренных широт меньшими размерами и исключительно бурной погодой. Диаметр тропических циклонов обычно 200–500 км, давление в центре опускается до 960–970 гПа. Им сопутствуют ураганные ветры до 50 м/с, причем ширина штормовой зоны достигает 200–250 км. В тропических циклонах образуются мощные облака и выпадают обильные осадки (до 300–400 мм в сутки). Характерная особенность тропических циклонов – наличие в центре небольшой, с поперечником около 20 км, области затишья с ясной погодой.

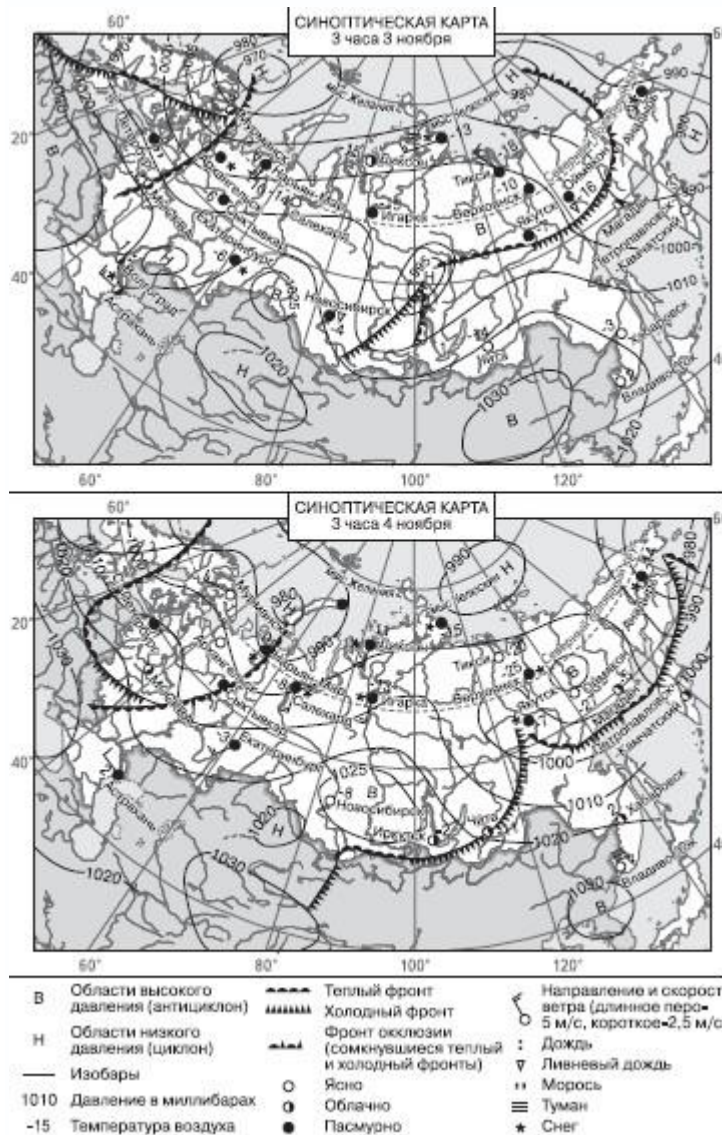
Если, наоборот, давление повышено в центре, то этот вихрь называют **антициклоном**. В антициклонах отток воздуха у поверхности Земли происходит от центра к краям, направляясь по движению часовой стрелки (рис. 41, 2). Одновременно с оттоком воздуха из антициклона в его центральную часть поступает воздух из верхних слоев атмосферы. Он при опускании нагревается, поглощая водяной пар, и облачность рассеивается. Поэтому в районах, где появляются антициклоны, устанавливается ясная, безоблачная погода со слабыми ветрами, жаркая летом и холодная зимой.

Антициклоны охватывают большие площади, чем циклоны. Они более устойчивы, двигаются с меньшей скоростью, медленнее разрушаются, часто долго задерживаются на одном месте. С приближением антициклона атмосферное давление повышается. Этот признак следует использовать при предсказании погоды.

По территории России непрерывно проходят серии циклонов и антициклонов. С этим и связана изменчивость погоды.

**Синоптическая карта** – карта погоды, составляемая на определенный срок. Составляется она несколько раз в день на основании данных,

получаемых от сети метеорологических станций Гидрометеорологической службы России и зарубежных стран. На этой карте цифрами и условными знаками показаны сведения о погоде – давление воздуха в миллибарах, температура воздуха, направление и скорость ветра, облачность, положение теплых и холодных фронтов, циклоны и антициклоны, характер осадков.



**Рис. 42.** Синоптические карты

Для прогнозирования погоды сопоставляют карты (например, на 3 и 4 ноября) и устанавливают изменения в положении теплых и холодных фронтов, смещения циклонов и антициклонов и характер погоды в каждом из них (рис. 42). В настоящее время для уточнения предсказаний погоды широко используют космические станции.

### Признаки устойчивой и ясной погоды

1. Давление воздуха высокое, почти не меняется или медленно повышается.

2. Резко выражен суточный ход температуры: днем жарко, ночью прохладно.

3. Ветер слабый, к полудню усиливается, вечером утихает.

4. Небо весь день безоблачно или покрыто кучевыми облаками, исчезающими к вечеру. Относительная влажность воздуха снижается днем и возрастает к ночи.

5. Днем небо ярко-синее, сумерки короткие, звезды слабо мерцают. Вечером заря желтая или оранжевая.

6. Сильные росы или иней ночью.

7. Туманы над низинами, усиливающиеся ночью и исчезающие днем.

8. Ночью в лесу теплее, чем в поле.

9. Дым из печных труб и костров поднимается вверх.

10. Ласточки летают высоко.

### **Признаки неустойчивой ненастной погоды**

1. Давление резко колеблется или непрерывно понижается.

2. Суточный ход температуры выражен слабо или с нарушением общего хода (например, ночью температура повышается).

3. Ветер усиливается, резко меняет свое направление, движение нижних слоев облаков не совпадает с движением верхних.

4. Облачность возрастает. На западной или юго-западной стороне горизонта появляются перисто-слоистые облака, которые распространяются по всему небосводу. Они сменяются высокостроистыми и слоисто-дождевыми облаками.

5. С утра душно. Кучевые облака растут вверх, превращаясь в кучево-дождевые, – к грозе.

6. Утренние и вечерние зори красные.

7. К ночи ветер не стихает, а усиливается.

8. Вокруг Солнца и Луны в перисто-слоистых облаках возникают светлые круги (гало). В облаках среднего яруса – венцы.

9. Утренней росы нет.

10. Ласточки летают низко. Муравьи прячутся в муравейники.

### **Понятие о климате**

*Климат* – это многолетний режим погоды, характерный для данной местности.

Климат оказывает влияние на режим рек, образование различных типов почв, растительность и животный мир. Так, в областях, где земная поверхность получает много тепла и влаги, растут влажные вечнозеленые леса. Области, расположенные около тропиков, тепла получают почти столько же, сколько на экваторе, а влаги – значительно меньше, поэтому они покрыты скудной пустынной растительностью. Большая часть нашей

страны занята хвойными лесами, которые приспособились к суровому климату: холодной и продолжительной зиме, короткому и умеренно теплomu лету, среднему увлажнению.

Формирование климата зависит от многих факторов, прежде всего от географического положения. Широта места определяет угол падения солнечных лучей и соответственно количество тепла, поступающего от Солнца. Количество тепла зависит также от характера подстилающей поверхности и от распределения суши и воды. Вода, как известно, медленно нагревается, но и медленно остывает. Суша, напротив, быстро нагревается и также быстро остывает. В результате над водной поверхностью и над сушей формируются различные режимы погоды.

Таблица 3

**Колебания температуры в городах, расположенных между 50 и 53° с. ш.**

Наименование пункта	Средняя температура месяца, °С		Средняя годовая температура, °С	Амплитуда, °С
	самого теплого	самого холодного		
Бантри	15,2	7,1	10,5	8,1
Ганновер	17,3	0,4	8,4	16,9
Варшава	18,9	-3,6	7,6	22,5
Курск	19,4	-9,3	5,2	28,7
Оренбург	22,0	-15,4	3,8	37,4
Нерчинск	22,7	-30,5	-3,9	53,2

Из этой таблицы видно, что Бантри на западном побережье Ирландии, находящийся под непосредственным влиянием Атлантического океана, имеет среднюю температуру самого теплого месяца 15,2 °С, а холодного – 7,1 °С, т. е. ее годовая амплитуда равна 8,1 °С. С удалением от океана повышается средняя температура самого теплого месяца и понижается самого холодного, т. е. растет амплитуда годовых температур. В Нерчинске она достигает 53,2 °С.

Большое влияние на климат оказывает рельеф: горные хребты и котловины, равнины, речные долины, овраги создают особые условия климата. Горы чаще всего являются климаторазделами.

Влияют на климат и морские течения. Теплые течения переносят огромное количество тепла из низких широт в более высокие, холодные – холод из более высоких широт в низкие. В местах, омываемых теплыми течениями, годовая температура воздуха выше на 5-10 °С, чем на этих же широтах, омываемых холодными течениями.

Таким образом, климат каждой территории зависит от широты места, подстилающей поверхности, морских течений, рельефа и высоты места над уровнем моря.

Русский ученый Б. П. Алисов разработал классификацию климатов земного шара. В основу ее положены типы воздушных масс, их формирование и изменение при движении под воздействием подстилающей поверхности.

**Климатические пояса.** В зависимости от преобладающего климата выделяют следующие климатические пояса: экваториальный, два тропических, два умеренных, два полярных (арктический, антарктический) и переходные – два субэкваториальных, два субтропических и два субполярных (субарктический и субантарктический).

**Экваториальный пояс** охватывает бассейны рек Конго и Амазонки, побережье Гвинейского залива, Зондские острова. Высокое положение солнца в течение круглого года обуславливает сильный нагрев поверхности. Среднегодовые температуры здесь от 25 до 28 °С. В дневные часы температура воздуха редко поднимается до 30 °С, но сохраняется высокая относительная влажность – 70–90 %. Нагретый воздух, насыщенный водяными парами, в условиях пониженного давления поднимается вверх. На небе появляются кучевые облака, которые к полудню закрывают все небо. Воздух продолжает подниматься, кучевые облака переходят в кучево-дождевые, из которых после полудня выпадают интенсивные ливневые дожди. В этом поясе годовое количество осадков превышает 2000 мм. Есть места, где их количество увеличивается до 5000 мм. Осадки в течение года распределяются равномерно.

Высокие температуры в течение круглого года, большое количество осадков создают условия для развития богатой растительности – влажных экваториальных лесов.

**Субэкваториальный пояс** занимает огромные пространства – Бразильское нагорье в Южной Америке, Центральную Африку к северу и востоку от бассейна Конго, большую часть полуостровов Индостан и Индокитай, а также Северную Австралию.

Самой характерной особенностью климата этого пояса является смена воздушных масс по сезонам: летом вся эта область занята экваториальным воздухом, зимой – тропическим. В результате этого выделяют два сезона – влажный (летний) и сухой (зимний). В летний сезон погода мало чем отличается от экваториальной. Теплый и влажный воздух поднимается вверх, что создает условия для образования облаков и обильного выпадения осадков. Именно в этом поясе расположены места с наибольшим количеством осадков (северо-восток Индии и Гавайские

острова). В зимний период условия резко изменяются, господствует сухой тропический воздух, устанавливается сухая погода. Травы выгорают, а деревья сбрасывают листву. Большую часть территорий субэкваториального пояса занимает зона саванн и редколесий.

**Тропический пояс** размещается по обе стороны от тропиков как на океанах, так и на материках. Здесь круглый год господствует тропический воздух. В условиях высокого давления и малой облачности он отличается высокими температурами. Средняя температура самого теплого месяца превышает 30 °С, а в отдельные дни поднимается до 50–55 °С.

Осадков на большей части территории выпадает мало (менее 200 мм), здесь располагаются величайшие пустыни в мире – Сахара, Западно-Австралийская, пустыня Аравийского полуострова.

Но не везде в тропических поясах климат засушлив. На восточных побережьях материков, там, где с океанов дуют пассаты, выпадает много осадков (Большие Антильские острова, восточное побережье Бразилии, восточное побережье Африки). Климат этих областей мало чем отличается от экваториального, хотя годовые колебания температуры значительны, так как велика разница в высоте солнца по сезонам. Благодаря большому количеству осадков и высоким температурам здесь растут влажные тропические леса.

**Субтропический пояс** занимает большие пространства между 25-й и 40-й параллелями северной и южной широты. Для этого пояса характерна смена воздушных масс по сезонам года: летом вся область занята тропическим воздухом, зимой – воздухом умеренных широт. Здесь выделяют три климатических района: западный, центральный и восточный. Западный климатический район охватывает западные части материков: побережье Средиземного моря, Калифорнию, центральную часть Анд, юго-запад Австралии. Летом сюда смещается тропический воздух, который создает область высокого давления. В результате устанавливается сухая и солнечная погода. Зима теплая, влажная. Такой климат иногда называют средиземноморским.

Совершенно другой климатический режим наблюдается в Восточной Азии и в юго-восточной части Северной Америки. Летом сюда поступают влажные массы тропического воздуха с океана (летние муссоны), принося большую облачность и осадки. А зимние муссоны приносят потоки сухого континентального воздуха умеренных широт. Температура самого холодного месяца выше 0 °С.

В центральном районе (Восточная Турция, Иран, Афганистан, Большой бассейн в Северной Америке) весь год преобладает сухой воздух: летом – тропический, зимой – континентальный воздух умеренных широт. Лето

здесь знойное, засушливое; зима короткая, влажная, хотя общее количество осадков не превышает 400 мм. Зимой бывают морозы, выпадает снег, но устойчивого снежного покрова не образуется. Суточные амплитуды температур велики (до 30 °С), большая разница и между самым теплым и самым холодным месяцами. Здесь, в центральных областях материков, расположены пустыни.

**Умеренный пояс** занимает области к северу и к югу от субтропиков примерно до полярных кругов. В Южном полушарии преобладает океанический климат, а в Северном выделяют три климатических района: западный, центральный и восточный.

На западе Европы и Канады, юге Анд преобладает влажный морской воздух умеренных широт, приносимый западными ветрами с океанов (500-1000 мм осадков в год). Осадки распределяются в течение года равномерно, засушливых периодов не наблюдается. Под влиянием океанов ход температур плавный, годовые амплитуды невелики. Похолодания приносят арктические (антарктические) массы воздуха, при поступлении которых температура зимой понижается. В это время наблюдаются обильные снегопады. Лето длинное, прохладное, резких изменений температур воздуха не бывает.

На востоке (северо-восток Китая, Дальний Восток) климат муссонный. Зимой поступают холодные континентальные массы воздуха, формирующиеся над материком. Температура самого холодного месяца колеблется от -5 до -25 °С. Летом влажные муссоны приносят на материк большое количество осадков.

В центре (средняя полоса России, Украина, север Казахстана, юг Канады) формируется континентальный воздух умеренных широт. Нередко зимой сюда поступает арктический воздух с очень низкими температурами. Зима длинная, морозная; снежный покров удерживается свыше трех месяцев. Лето дождливое, теплое. Количество осадков по мере продвижения в глубь континента уменьшается (с 700 до 200 мм). Самая характерная особенность климата этого района – резкие перепады температур в течение года, неравномерное распределение осадков, что иногда вызывает засухи.

**Субарктический и субантарктический пояса.** Эти переходные пояса расположены к северу от умеренного пояса (в Северном полушарии) и к югу от него (в Южном полушарии) – субарктический и субантарктический. Для них характерна смена воздушных масс по сезонам: летом – воздух умеренных широт, зимой – арктический (антарктический). Лето здесь короткое, прохладное, со средней температурой самого теплого месяца от 0 до 12 °С, с небольшим количеством осадков (в среднем 200 мм), с



частыми возвратами холодов. Зима длинная, морозная, с метелями и глубокими снегами. В Северном полушарии в этих широтах размещается зона тундры.

**Арктический и антарктический пояса.** В полярных поясах формируются холодные массы воздуха в условиях повышенного давления. Для этих поясов характерны длинные полярные ночи и полярные дни. Их продолжительность на полюсах доходит до шести месяцев. Хотя солнце летом и не заходит за горизонт, но поднимается оно невысоко, его лучи скользят по поверхности и дают мало тепла. За короткое лето снега и льды не успевают растаять, поэтому в этих областях сохраняется ледяной покров. Он покрывает мощным слоем Гренландию и Антарктиду, а ледяные горы – айсберги – плавают в приполярных районах океанов. Холодный воздух, скапливающийся над полярными областями, переносится сильными ветрами в умеренный пояс. На окраине Антарктиды ветры достигают скорости 100 м/с. Арктика и Антарктида – «холодильники» Земли.

На территории даже небольшого района климатические условия не бывают однородными. Под влиянием местных факторов: мелких форм рельефа, экспозиции склонов, почвенно-грунтовых особенностей, характера растительного покрова – создаются особые условия, получившие название **микроклимата**.

Изучение микроклимата имеет важное значение для развития многих отраслей сельского хозяйства, особенно полеводства, садоводства, овощеводства.