

Атмосфера.

**Тепловые процессы в
атмосфере.**

**Динамика атмосферы.
Влагооборот**

Лекция 9-10

Литература

- 1. Гледко, Ю.А. Общее землеведение: Учебное пособие / Ю. А. Гледко. – Минск.: Вышэйшая школа, 2015. - 320 с.
- 2. Изменение климата: последствия, смягчение, адаптация: учеб-метод. комплекс/М.Ю. Бобрик [и др.]. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2015. – 424 с.
- 3. Хромов, С.П. Метеорология и климатология/С.П. Хромов, М. А. Петросянц.– М., 2006. – 528 с.
- 4. Логинов, В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия./В.Ф. Логинов. – Мн., 2008. – 496 с.
- 5. Федоров В.М. Причины изменения глобального климата Земли в современную эпоху / В.М. Федоров // География в школе – 2015. - № 6. – С. 16-26.
- 6. Гусакова, М.А. Оценка вклада парниковых газов, водяного пара и облачности в изменение глобальной приповерхностной температуры воздуха /М.А. Гусакова, Л.Н. Карлин // Метеорология и гидрология. - 2014 - № 3. - С. 19-25.

- **Атмосфера** – это газовая оболочка Земли с содержащимися в ней аэрозольными частицами, движущаяся вместе с Землей в мировом пространстве как единое целое и одновременно принимающая участие во вращении Земли.

Газовый состав атмосферы

Газ		Содержание в сухом воздухе, %
N_2	азот	78,08
O_2	кислород	20,95
Ar	аргон	0,93
CO_2	углекислый газ	0,03
Ne	неон	0,0018
He	гелий	0,0005
Kr	криптон	0,0001
H_2	водород	0,00005
Xe	ксенон	0,000009

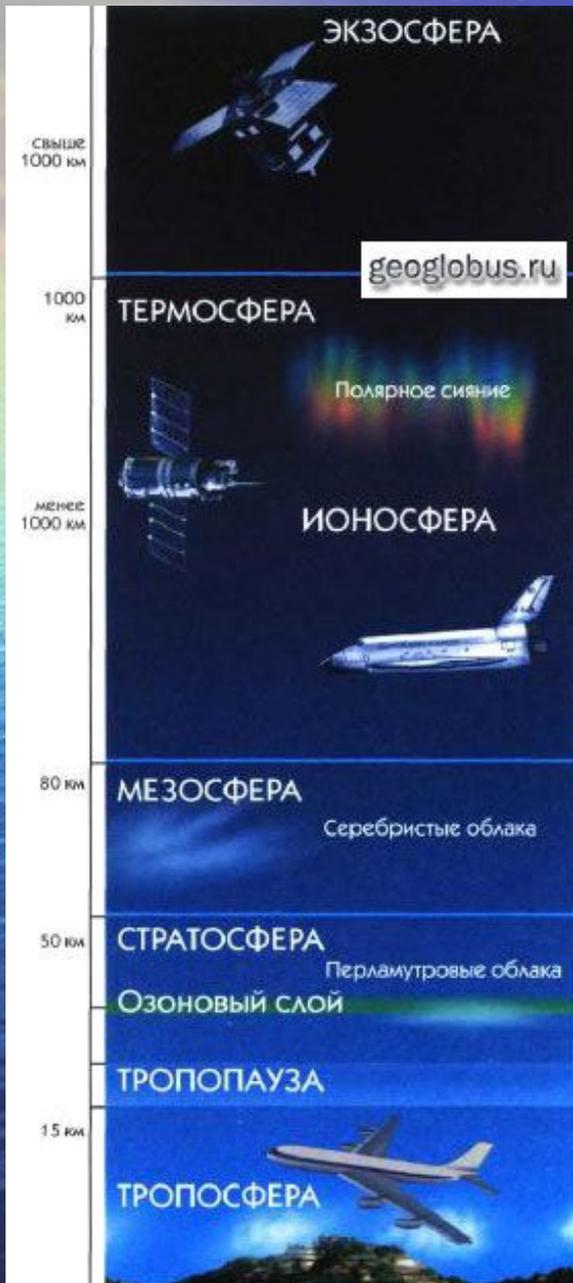
Некоторые малые газовые составляющие в атмосфере, содержание которых наиболее подвержено антропогенному влиянию [Атмосфера, 1991]

Газ	Название	Концентрация у поверхности, млн ⁻¹	Тренд концентрации в атмосфере, % в год	Время жизни в атмосфере, число лет
CO ₂	Диоксид углерода	358	~0,4	50-200
CH ₄	Метан	1,72	~0,6	10-12
CO	Оксид углерода	0,12 сев.п/ш 0,06 юж.п/ш 0,31 глоб.	~1 сев.п/ш ~ 0 юж. п/ш ~0,3 глоб	~0,3
N ₂ O	Оксид азота	0,31	~0,3	~150
NO _x = NO+NO ₂	Суммарные оксиды азота	(1-20) 10 ⁻⁵	Неизвестно	≤0,02
CFCl ₃	Фреон-11	2,6 10 ⁻⁴	~4	70
CF ₂ Cl ₂	Фреон-12	4,4 10 ⁻⁴	~4	120
C ₂ Cl ₃ F ₃	Фреон-113	3,2 10 ⁻⁵	~10	90
CH ₃ CCl ₃	Метилхлороформ	1,2 10 ⁻⁴	~4,5	6
CF ₂ ClBr	Ha-1211	1 10 ⁻⁶	~12	~12-15
CF ₃ Br	Ha-1301	1 10 ⁻⁶	~12	~12-15
SO ₂	Оксид серы	(1-20) 10 ⁻⁵	Неизвестно	~0,02
COS	Карбонил серы	5 10 ⁻⁴	<3	2-2,5

Основные типы аэрозолей и примерная мощность источников [Современные глобальные изменения природной среды, 2006]

Типы аэрозоля	Основные химические соединения	Примерная мощность источника, т/год
Почвенный аэрозоль	Кремний, глиноземы, карбонаты, кальциты, окислы железа и марганца, различные соли, органические вещества (не более 10%)	10^9
Морской аэрозоль	Хлорид натрия (78%), хлорид магния (11%), сульфаты кальция, натрия, калия (11%), частицы из органического вещества	$\sim 10^9$
Растительность	Слабоокисленные углеводороды	10^8
Вулканический стратосферный аэрозоль	Сернокислотные и сульфатные частицы	10^8
Внеземная пыль	Кислород (33%), железо (29%), кремний (17%), магний (14%), сера (2,1%), и др.	10^6
Дымовой аэрозоль	Сажа, соединения кремния, кальция	10^8
Антропогенный аэрозоль	Сажа (27-48%), соединения кремния и кальция, соединения железа, свинца, цинка, соли сульфатов и нитратов, продукты сгорания авиационного топлива и др.	10^8

Строение атмосферы



1. Тропосфера – 16-18 км в экваториально-тропических широтах, 8-9 км над полюсами.

Понижение температуры на 0,6 С на каждые 100 м – **вертикальный температурный градиент**

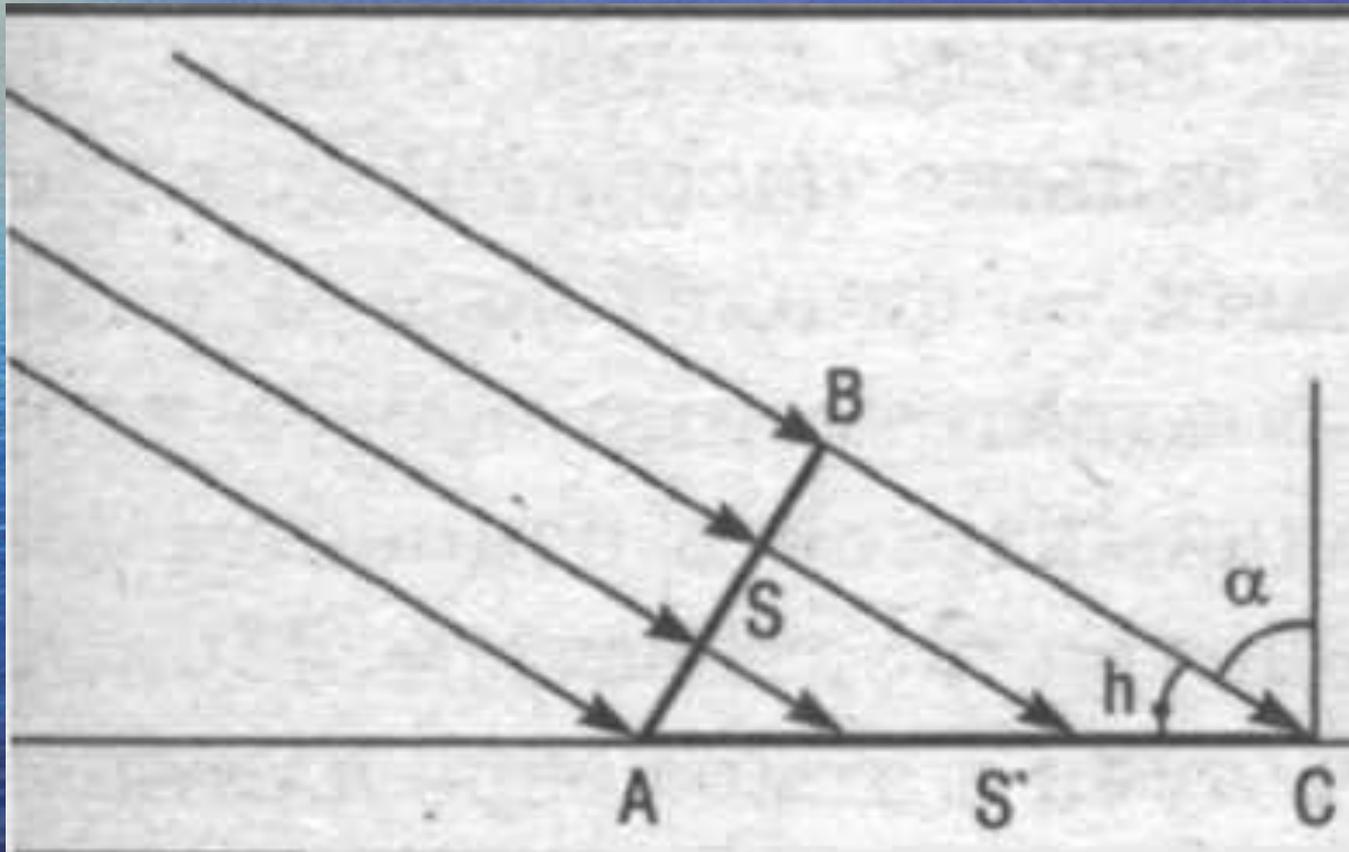
2. Стратосфера – до 50-55 км
На высоте 22-25 км расположен **ОЗОНОВЫЙ СЛОЙ**

3. Мезосфера – до 80 км.

4. Термосфера – до 800 км.

5. Экзосфера – выше 800 км.

*Приток солнечной радиации на поверхность АВ,
перпендикулярную к лучам, и на горизонтальную
поверхность АС*



Виды солнечной радиации

- **Солнечная радиация** – поток электромагнитного излучения, поступающий от Солнца. Она в основном коротковолновая и состоит из невидимой ультрафиолетовой радиации $\sim 9\%$, видимой световой $\sim 47\%$ и невидимой инфракрасной $\sim 44\%$

Солнечная постоянная (S_0 , Вт/м², кВт/м²) – энергетическая освещенность солнечной радиации, падающей на верхней границе атмосферы на единицу площади, перпендикулярной к солнечным лучам, при среднем расстоянии Земли от Солнца

(1,367 кВт/м²)

Климат на верхней границе атмосферы называют **радиационным или солярным**. Он рассчитывается теоретически, исходя из угла наклона солнечных лучей на горизонтальную поверхность.

- В общих чертах солярный климат находит отражение на земной поверхности. В то же время реальная радиация и температура на Земле существенно отличаются от солярного климата за счет различных земных факторов. **Главный из них – ослабление радиации в атмосфере за счет отражения, поглощения и рассеяния, а также в результате отражения радиации от земной поверхности.**

Виды солнечной радиации

- На верхнюю границу атмосферы вся радиация приходит в виде **прямой радиации**.
- По данным С. П. Хромова и М. А. Петросянца, 21% ее отражается от облаков и воздуха назад в космическое пространство. Остальная радиация поступает в атмосферу, где прямая радиация частично поглощается и рассеивается. Оставшаяся прямая радиация (24%) достигает земной поверхности, однако при этом ослабляется. Закономерности ослабления ее в атмосфере выражаются законом Бугера:

- $S = S_0 * p^m$ (Дж, или кал/см², в мин),

- где S – количество прямой солнечной радиации, достигшей земной поверхности, на единицу площади (см²), расположенной перпендикулярно солнечным лучам, S_0 – солнечная постоянная, p – коэффициент прозрачности в долях от единицы, показывающий, какая часть радиации достигала земной поверхности, m – длина пути луча в атмосфере
- **1. Прямая солнечная радиация** – радиация, приходящая к Земле непосредственно от солнечного диска.
- - на перпендикулярную поверхность
- - на горизонтальную поверхность

Инсоляция – поток прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность ($S' = S \sin h^\circ$)

Количество солнечной радиации, получаемое Землей, зависит:

- 1. От расстояния между Землей и Солнцем:** ближе всего к Солнцу Земля в начале января, дальше всего – в начале июля; разница между двумя этими расстояниями – 5 млн км, вследствие чего Земля в первом случае получает на 3,4% больше, а во втором – на 3,5% меньше радиации, чем при среднем расстоянии от Земли до Солнца в начале апреля и в начале октября.
- 2. От угла падения солнечных лучей на земную поверхность,** зависящего, в свою очередь, от географической широты, высоты солнца над горизонтом (меняющейся в течение суток и по временам года), характера рельефа земной поверхности.
- 3. От преобразования лучистой энергии в атмосфере** (рассеяние, поглощение, отражение обратно в мировое пространство) и на поверхности Земли (среднее альbedo Земли – 43%).

Виды солнечной радиации

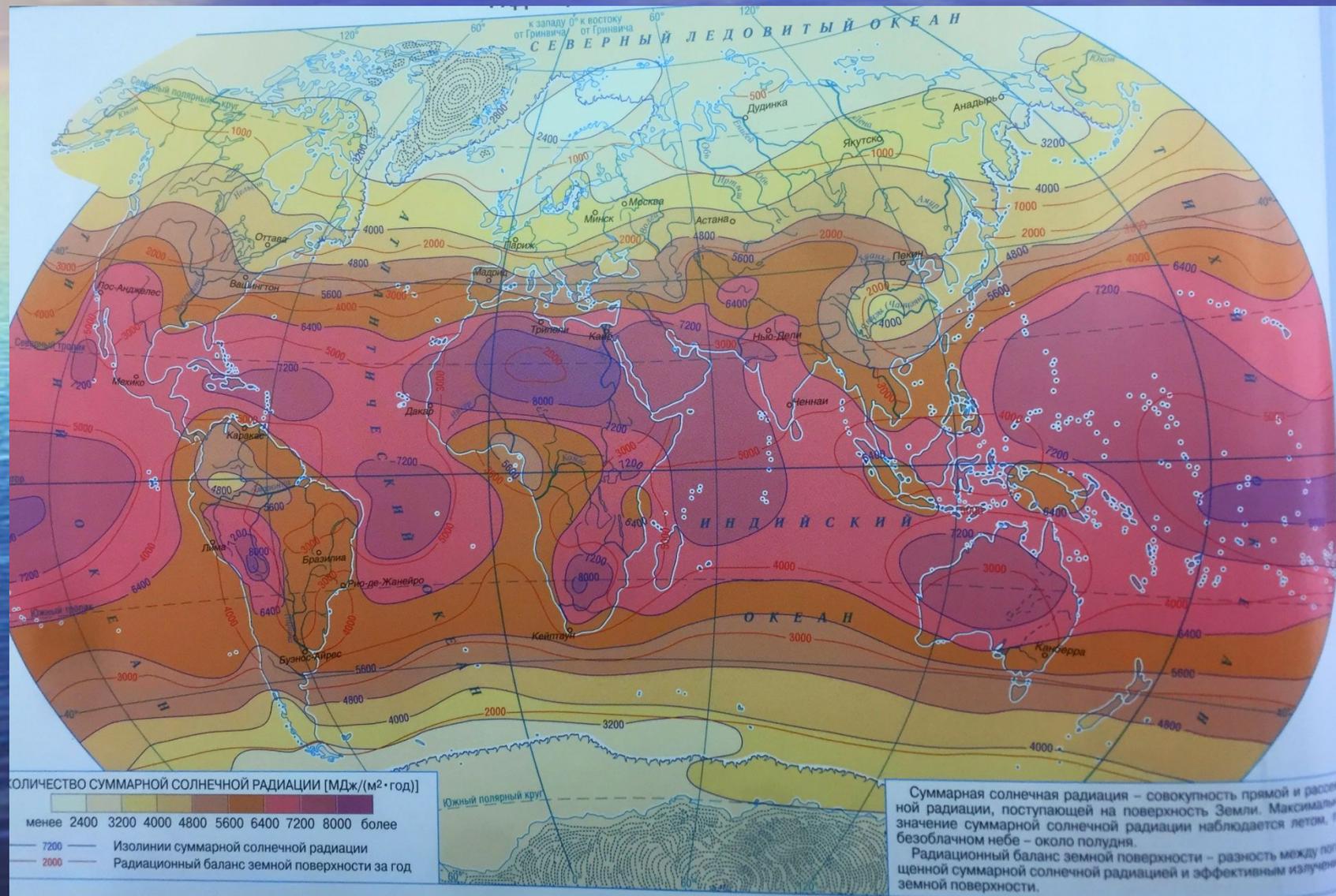
- В атмосфере поглощается около 23% и рассеивается около 32% прямой солнечной радиации, входящей в атмосферу, причем 26% рассеянной радиации приходит затем к земной поверхности, а 6% уходит в Космос.
- **2. Рассеянная радиация (D , Вт/м², к Вт/м²)** (рассеяние – отклонение световых лучей во все стороны от первоначального направления) приходит к земной поверхности не от солнечного диска, а от всего небесного свода.
- **3. Суммарная радиация** – вся солнечная радиация, приходящая к земной поверхности – прямая и рассеянная (составляет 50% от всей радиации, приходящей к верхней границе атмосферы):

$$Q = S \sin h^\circ + D$$

Годовое количество суммарной солнечной радиации (МДж/(м² год))

- **Суммарная радиация** распределяется **зонально**, убывая от экваториально-тропических широт к полюсам в соответствии с уменьшением угла падения солнечных лучей. Отклонения от зонального распределения объясняются **различной облачностью и прозрачностью атмосферы**.
- Наибольшие годовые величины суммарной радиации 7200– 7500 МДж/м² в год приходятся на тропические широты, где малая облачность и небольшая влажность воздуха. Во внутриконтинентальных тропических пустынях (Сахара, Аравия), где обилие прямой радиации и почти нет облаков, суммарная солнечная радиация достигает даже более 8000 МДж/м² в год.
- Материки получают больше суммарной радиации, чем океаны, благодаря меньшей (на 15 – 30%) облачности над континентами. Исключение составляют лишь приэкваториальные широты, поскольку днем над океаном конвективная облачность меньше, чем над сушей.
- В северном, более материковом полушарии суммарная радиация в целом больше, нежели в южном океаническом.

Зональное распределение суммарной солнечной радиации



Виды солнечной радиации

Суммарная солнечная радиация, приходящая на земную поверхность, частично от нее отражается и теряется ею (отраженная радиация), частично поглощается верхним слоем почвы или воды (поглощенная радиация).

- **4. Отраженная радиация (R_k)** – около 3 %

$$(S \sin h^\circ + D)A$$

$$A - \text{альbedo поверхности} = R_k / Q \cdot 100\%$$

- 5. Поглощенная радиация (47 %)**

$$Q - R_k \text{ или } (S \sin h^\circ + D) (1 - A)$$

Излучение земной поверхности и атмосферы

Поглощая радиацию, земная поверхность сама излучает длинноволновую радиацию

- **1. Собственное излучение земной поверхности E_z .**

Атмосфера нагревается, поглощая как солнечную радиацию (15%), так и собственное излучение земной поверхности. Нагретая атмосфера сама излучает длинноволновую радиацию.

- **2. Атмосферную радиацию, приходящую к земной поверхности, называют **встречным излучением E_a .****

- **3. Разность между собственным излучением земной поверхности и встречным излучением атмосферы – **эффективное излучение $E_{эф} = E_z - E_a$****

Виды солнечной радиации

- Солнечная радиация – это коротковолновая радиация

Баланс коротковолновой радиации

$$B_k = (S \sin h + D) - R_k$$

Излучение земли – длинноволновая радиация

Баланс длинноволновой радиации

$$B_d = E_a - E_z$$

- $B = (S \sin h + D) + E_a - R_k - E_z$

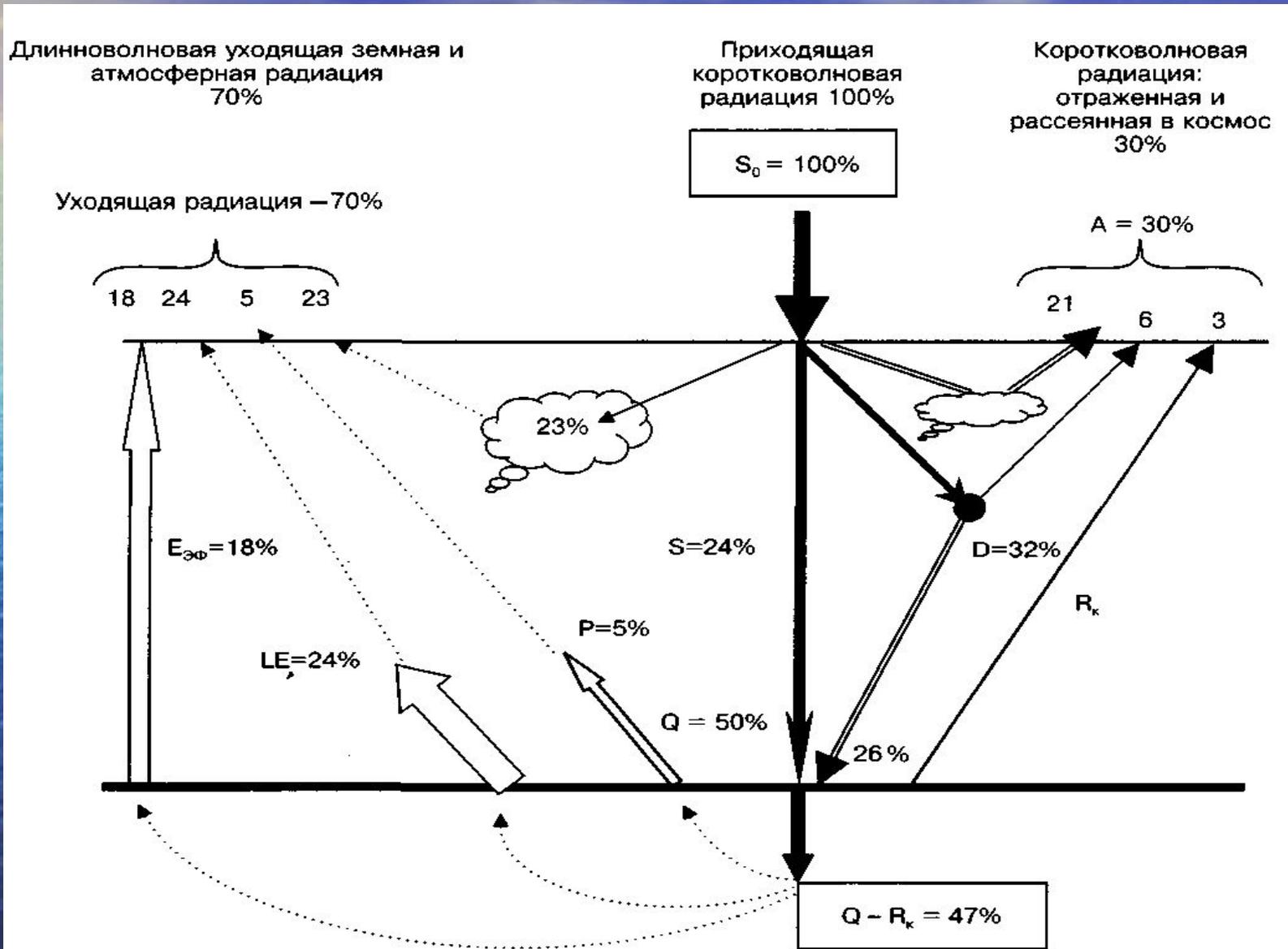
$$B = Q - E_{эф} - R_k$$

Радиационный баланс земной поверхности

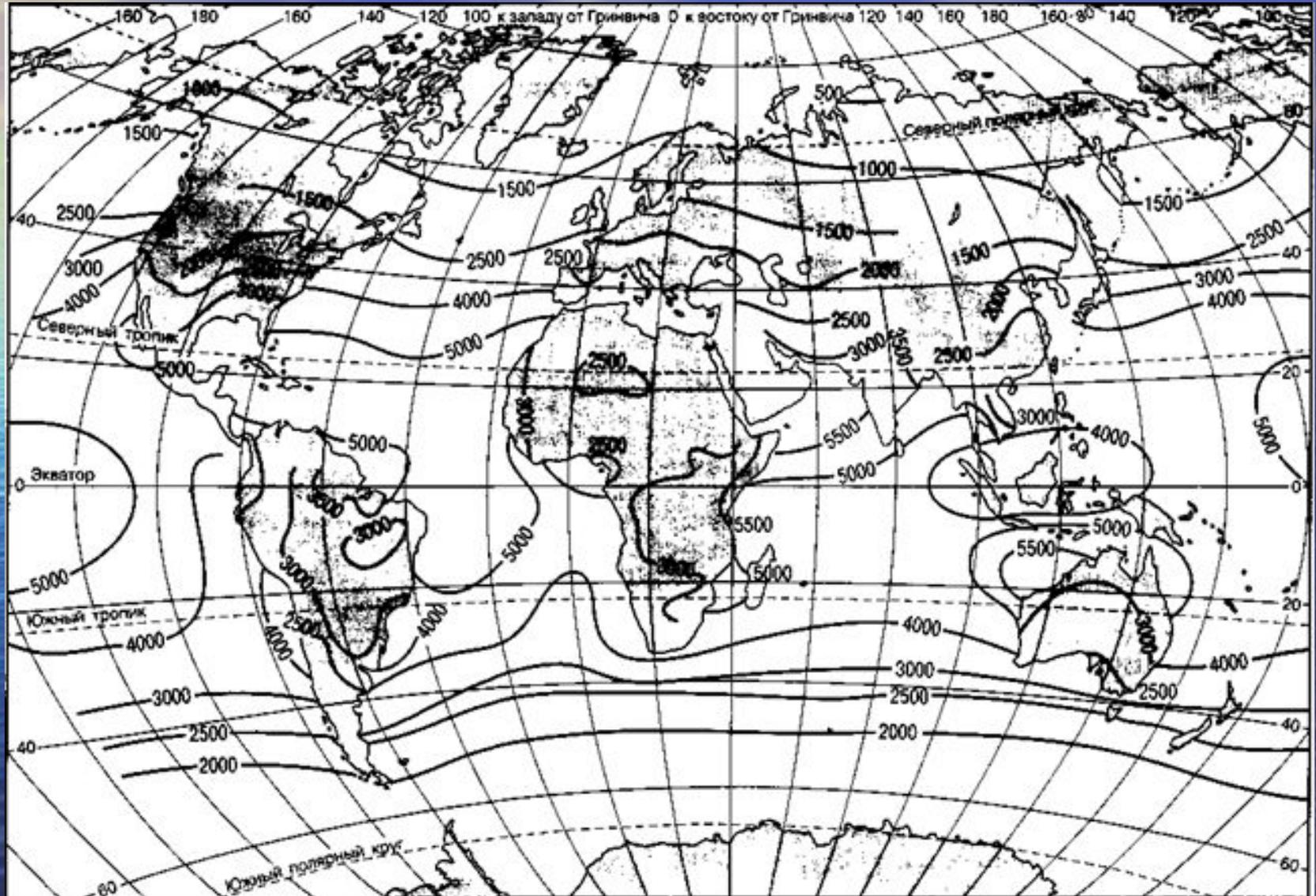
- Разность между поглощенной радиацией и эффективным излучением называют **радиационным балансом земной поверхности**

$$B = Q - R_k - E_{эф}$$

Схема радиационного и теплового балансов земной поверхности (по К. Я. Кондратьеву)



Радиационный баланс земной поверхности за год [МДж/(м² год)] (по С. П. Хромову и М. А. Петросянцу)



Радиационный баланс атмосферы

- Приход радиации в атмосферу осуществляется за счет поглощения как коротковолновой солнечной радиации, так и длинноволнового земного излучения. Расходуется радиация атмосферой при встречном излучении, которое полностью компенсируется земным излучением, и за счет уходящей радиации.

- $$-R_{\text{б}} = E_{\text{эф}} - E_{\text{а}} + R_{\text{п}}.$$

- По расчетам специалистов, радиационный баланс атмосферы отрицательный (-29%).
- В целом радиационный баланс поверхности и атмосферы Земли равен 0, т. е. Земля находится в состоянии лучистого равновесия.
- **Нерадиационные** способы передачи тепла уравнивают радиационные балансы земной поверхности и атмосферы, приводя и тот и другой к нулю и не допуская перегрева поверхности и переохлаждения атмосферы Земли. Земная поверхность теряет 24% радиации в результате испарения воды (а атмосфера соответственно столько же получает за счет последующей конденсации и сублимации водяного пара в виде облаков и туманов) и 5% радиации при нагреве атмосферы от земной поверхности. В сумме это составляет те самые 29% радиации, которые избыточны на земной поверхности и которых недостает атмосфере.

Выводы:

- Единственным источником энергии, имеющим практическое значение для хода экзогенных процессов в ГО, является Солнце. Тепло от Солнца поступает в мировое пространство в форме **лучистой энергии**, которая затем, поглощенная Землей, превращается в **энергию тепловую**.
- Солнечный луч на своем пути подвергается многочисленным воздействиям (рассеяние, поглощение, отражение) со стороны различных элементов пронизываемой им среды и тех поверхностей, на которые он падает.

Выводы:

- На распределение солнечной радиации влияют расстояние между Землей и Солнцем, угол падения солнечных лучей, форма Земли (предопределяет убывание интенсивности радиации от экватора к полюсам). В этом **основная причина выделения тепловых поясов и, следовательно, причина существования климатических зон.**
- Влияние широты местности на распределение тепла корректируется рядом факторов: рельеф, распределение суши и моря, влияние холодных и теплых морских течений, циркуляция атмосферы.
- Распределение солнечной теплоты осложняется еще и тем, что на закономерности горизонтального (вдоль земной поверхности) распределения радиации и тепла накладываются закономерности и особенности вертикального распределения.

Тепловой режим земной поверхности

- Непосредственно солнечными лучами нагревается земная поверхность, а уже от нее – атмосфера.
- Поверхность, получающая и отдающая теплоту, называется **деятельной поверхностью**.
- В температурном режиме поверхности выделяется **суточный и годовой ход температур**.

Тепловой режим атмосферы

- *Атмосфера нагревается от подстилающей поверхности.*
- Теплота в атмосферу передается
- конвекцией,
- адвекцией,
- конденсацией водяного пара.

Тепловой режим атмосферы

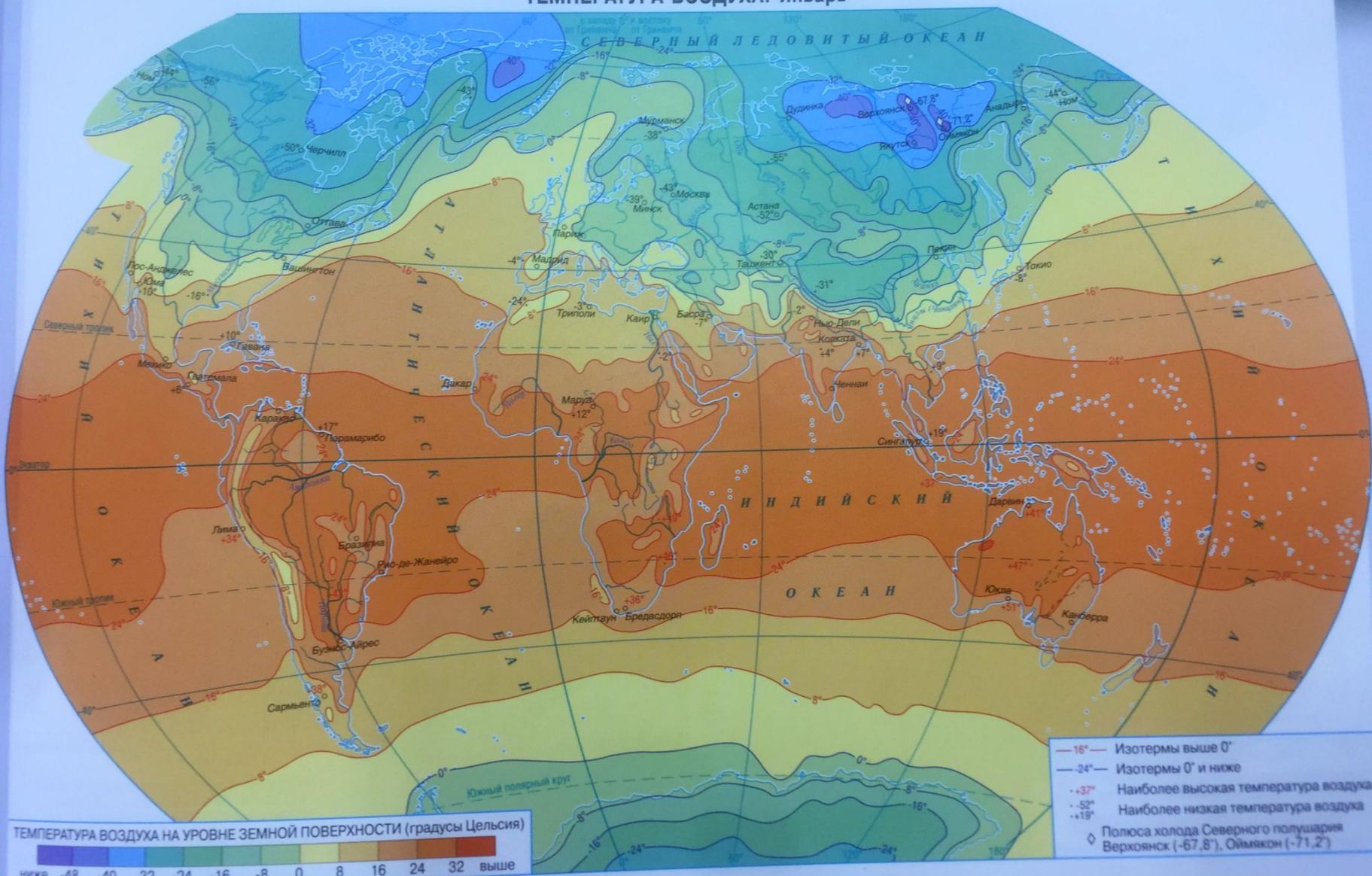
- **Вертикальный температурный градиент** - изменение температуры воздуха на единицу расстояния (с высотой температура убывает).
- В среднем он равен $0,6^{\circ}$ на 100 м.
- **Изотермы** – линии, соединяющие на карте точки с одинаковыми температурами.
- **Термический экватор** - самая теплая параллель (в среднем за год) 10° с.ш. с температурой $+27^{\circ}\text{C}$

Тепло по земной поверхности
распределено **зонально-регионально** и
зависит от:

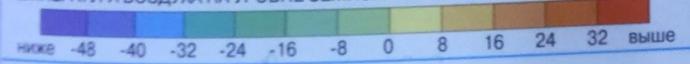
- **географической широты,**
- **распределения суши и моря,**
- **рельефа,**
- **высоты местности над уровнем моря,**
- **распределения морских и воздушных течений.**

- Средняя годовая температура СП $+15,2$ °С, ЮП $+13,2$ °С.
- Минимальная температура в СП достигала -77 °С (Оймякон) (абсолютный минимум СП) и $-67,8$ °С (Верхоянск).
- В ЮП минимальные температуры гораздо ниже: на станциях «Советская» и «**Восток**» была отмечена температура $-89,2$ °С (абсолютный минимум ЮП).
- Самые высокие температуры наблюдаются в пустынях тропического пояса: **в Триполи $+57,8$ °С**, в Калифорнии в Долине Смерти отмечена температура $+56,7$ °С.

ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА. Январь



ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА НА УРОВНЕ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ (градусы Цельсия)



- 16° — Изотермы выше 0°
- 24° — Изотермы 0° и ниже
- +37° — Наиболее высокая температура воздуха
- -52° — Наиболее низкая температура воздуха
- +19° —
- ◊ Полюса холода Северного полушария
Верхоянск (-67,8°), Оймякон (-71,2°)

Тепловые пояса Земли

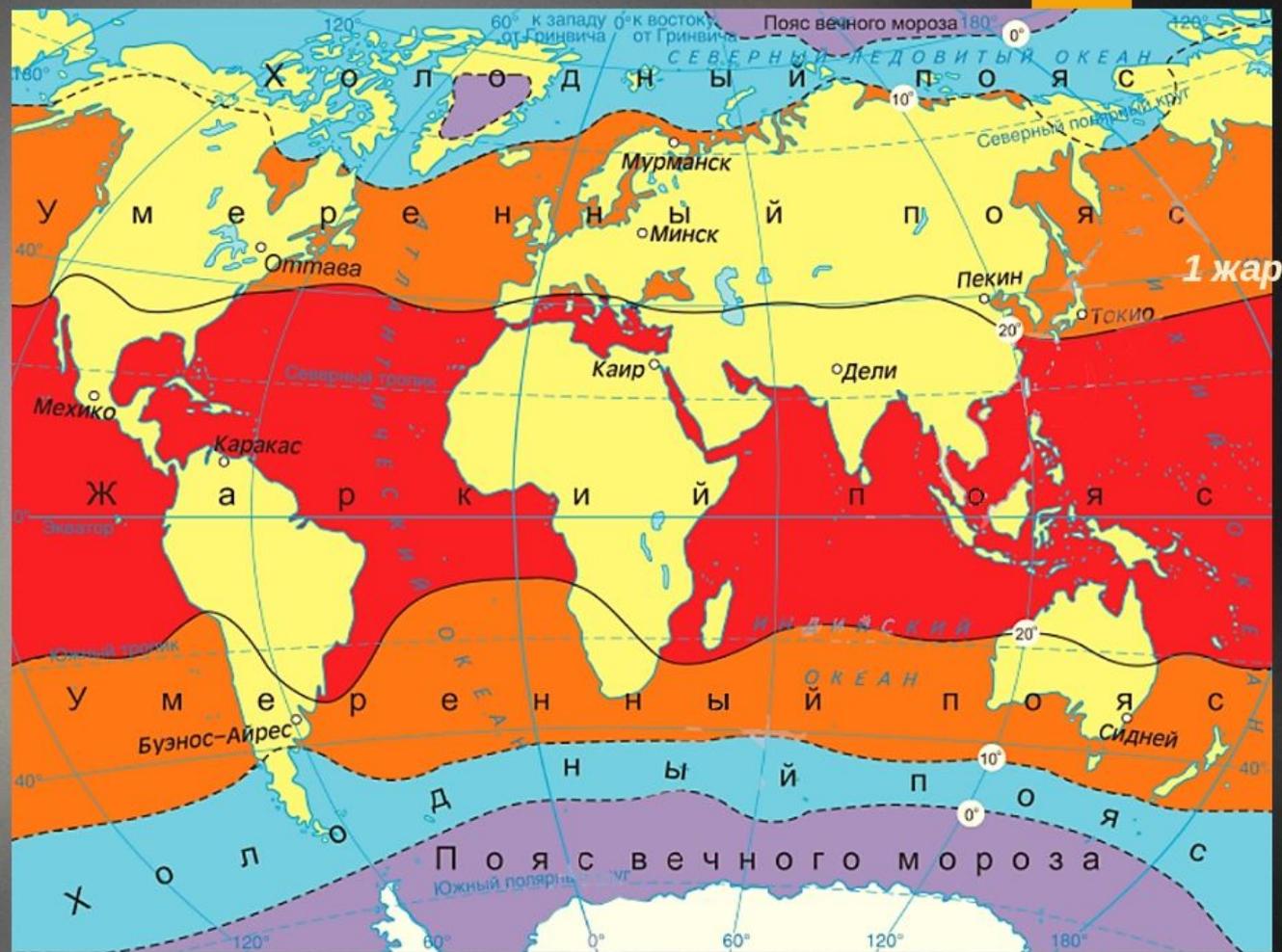
Тепловые пояса

1 жаркий

2 умеренных

2 холодных

2 вечного мороза



Атмосферное давление

- **Давление** – сила, приходящаяся на единицу площади, направленная перпендикулярно к ней:
 - $p = F / S$
- В каждой точке атмосферы имеется определенное атмосферное давление или **давление воздуха**.
- **Нормальное атмосферное давление** – вес атмосферного столба сечением 1 см^2 на уровне моря при 0°C на широте 45° , уравнивается высотой ртутного столба 760 мм .
- **Н.а.д. = $1013,3 \text{ гПа}$**
- **Единицы измерения в СИ – Па** (давление силой в 1 ньютон, приходящееся на площадь 1 м^2)
 - **$1 \text{ мбар} = 100 \text{ Па} = 1 \text{ гПа}$**

Атмосферное давление

- *Барическая ступень* - расстояние в метрах, на которое надо подняться или опуститься, чтобы атмосферное давление изменилось на 1 гПа.
- *Вертикальный барический градиент* - это изменение давления на единицу расстояния (за единицу расстояния принимается 100 м).

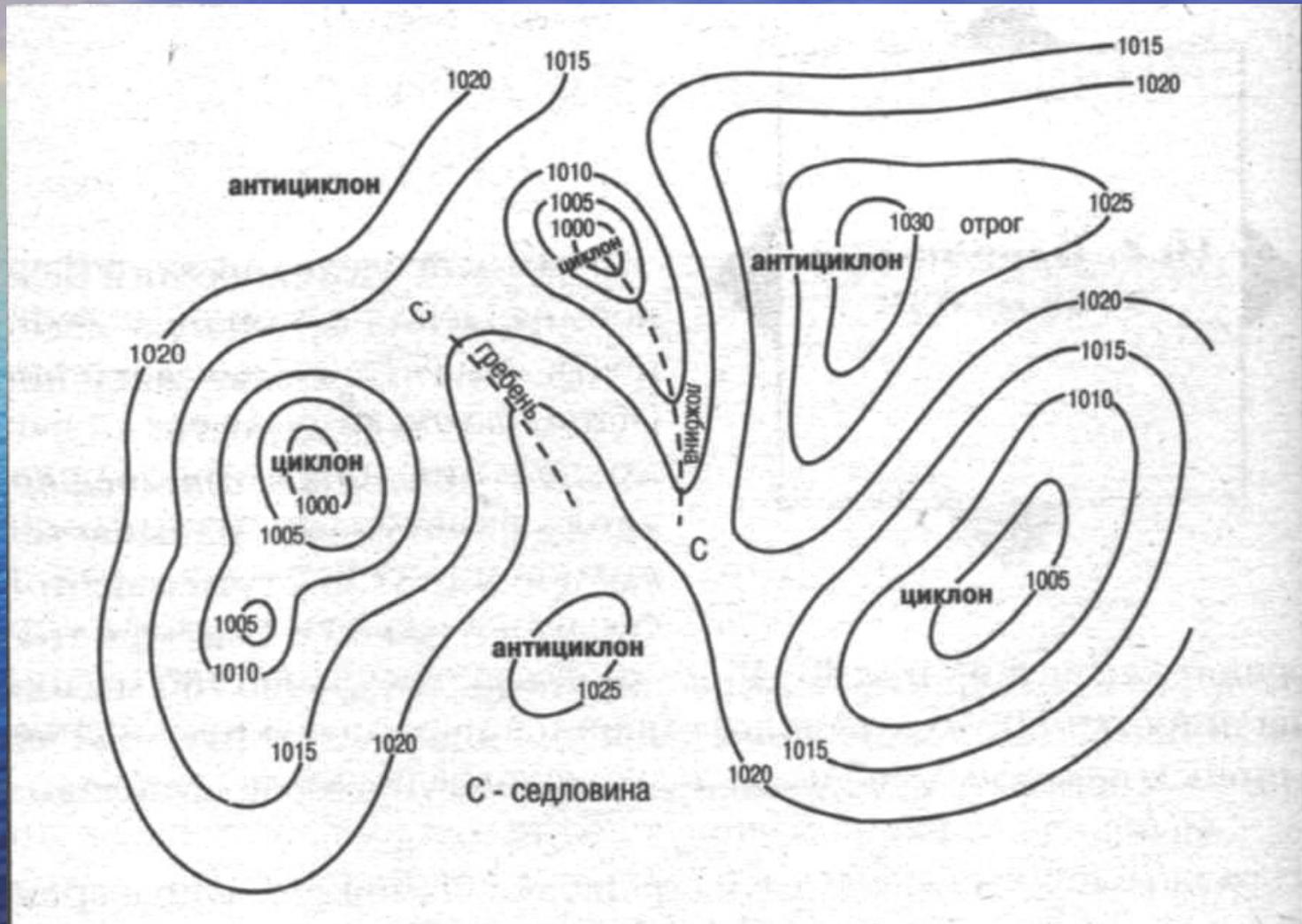


БАРИЧЕСКИЙ ГРАДИЕНТ

- Барический градиент – вектор, характеризующий степень изменения атмосферного давления в пространстве

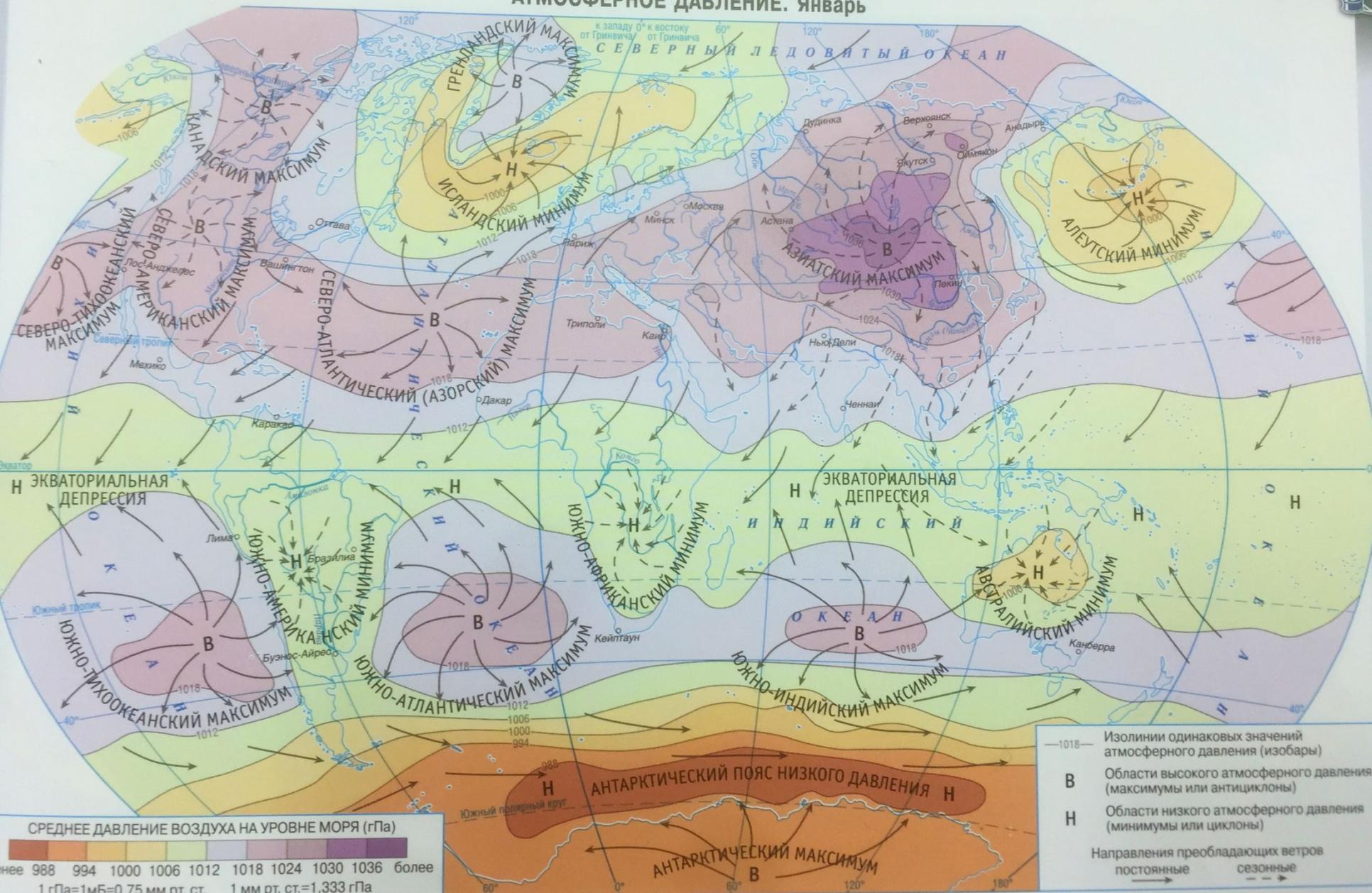


Барические системы



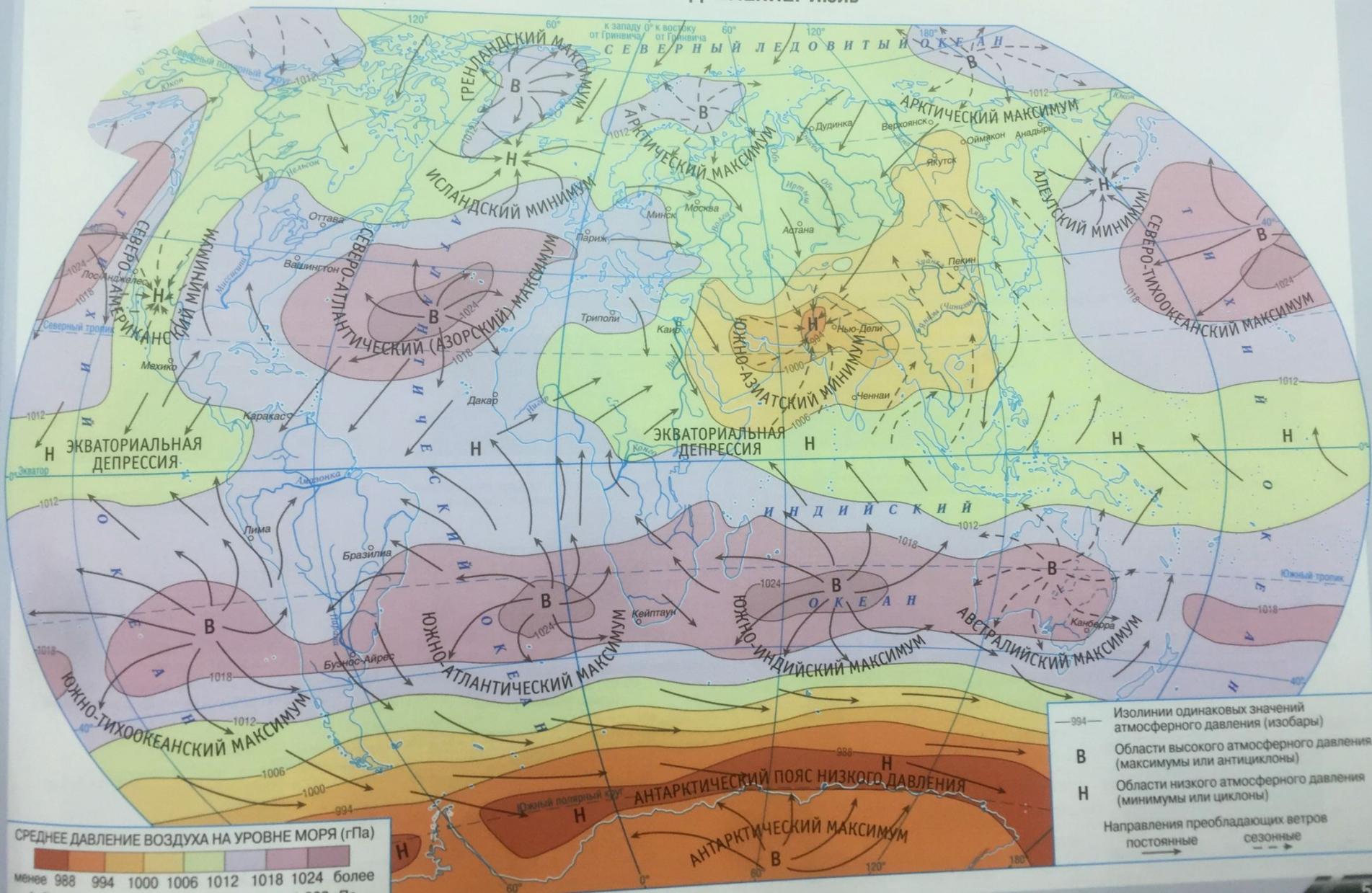
Давление воздуха в январе

АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ. Январь



Давление воздуха в июле

АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ. Июль



Барические центры действия атмосферы

Постоянные:

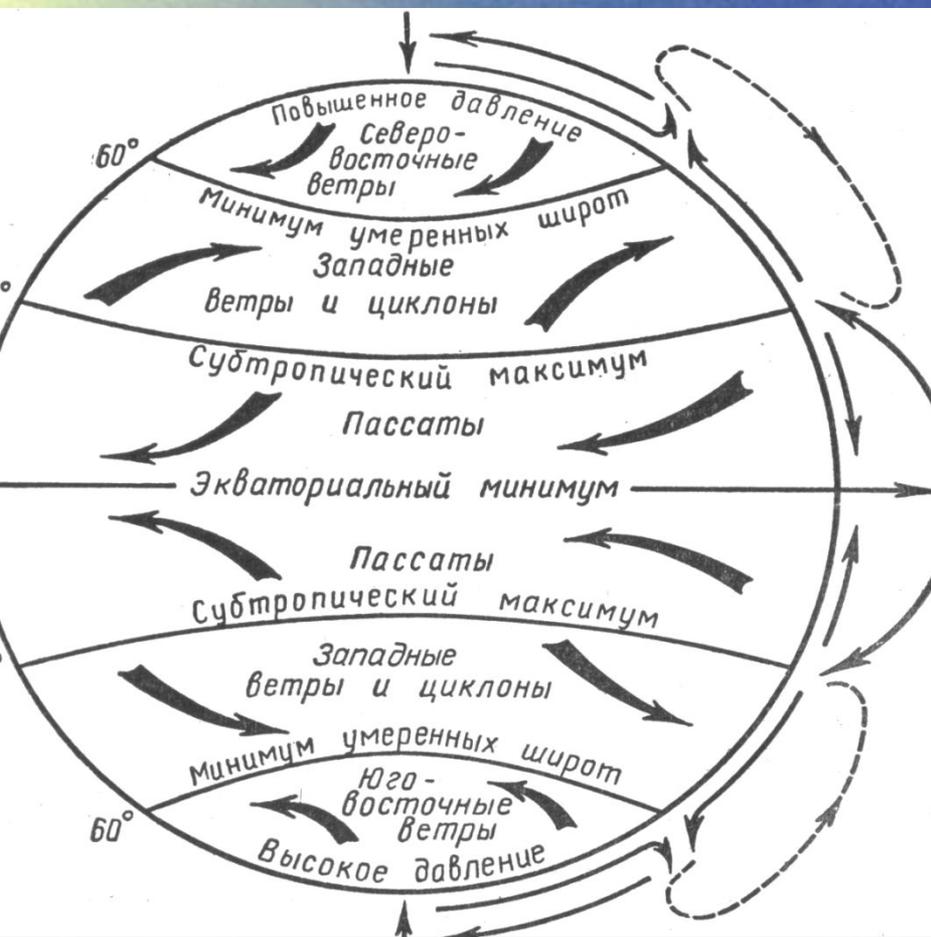
- - экваториальная депрессия;
- – Алеутский минимум (умеренные широты СП);
- – Исландский минимум (умеренные широты СП);
- – зона пониженного давления умеренных широт ЮП (Приантарктический пояс пониженного давления);
- – субтропические зоны высокого давления СП:
- Азорский максимум (Северо-Атлантический максимум)
- Гавайский максимум (Северо-Тихоокеанский максимум)
- – субтропические зоны высокого давления ЮП:
- Южно-Тихоокеанский максимум (ю-зап. Ю.Америки)
- Южно-Атлантический максимум (антициклон о. Св. Елены)
- Южно-Индийский максимум (антициклон о. Маврикий)
- – Антарктический максимум;
- – Гренландский максимум.

Барические центры действия атмосферы

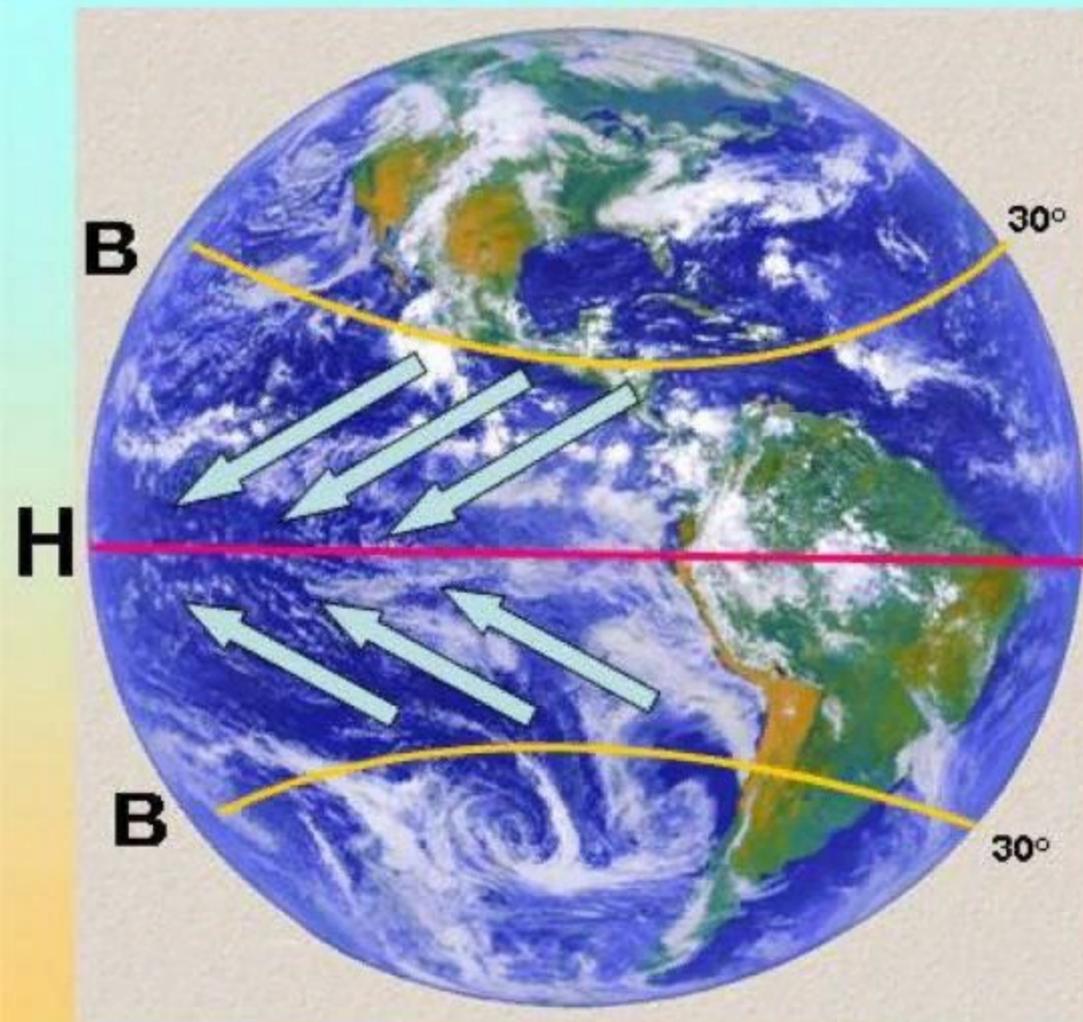
Сезонные:

- **СП:**
- – летний Южно-Азиатский минимум с центром около 30° с.ш. (997 гПа)
- – зимний Азиатский максимум с центром над Монголией (1036 гПа)
- – летний Мексиканский минимум (Северо-Американская депрессия) – 1012 гПа
- – зимний Северо-Американский и Канадский максимумы (1020 гПа)
- **ЮП:**
- – летние (январские) депрессии над Австралией, Южной Америкой и Южной Африкой уступают место зимой австралийскому, южноамериканскому и южноафриканскому антициклонам.

Общая циркуляция атмосферы - совокупность воздушных течений планетарного масштаба или сравнимых по размерам с материками и океанами, захватывающих всю тропосферу и нижнюю стратосферу (до высоты около 20 км) и характеризующихся относительным постоянством. В ее основе лежат постоянные и сезонные воздушные потоки между центрами действия атмосферы.



ПАССАТЫ



Постоянные (глобальные) устойчивые ветры планеты в тропических широтах, дующие к экватору из субтропических областей высокого давления. Под влиянием вращения Земли в Северном полушарии пассаты являются северными и северо-восточными, а в Южном – южными и юго-восточными ветрами. Над пассатами на высоте 5-10 км дуют антипассаты – ветры противоположного направления. Пассаты дуют всегда из области высокого давления в область низкого давления.

Западные ветры умеренных широт -

ветровой поток, идущий в умеренные широты от тропического пояса повышенного давления.

В СП направление ветров юго-западное, в ЮП – северо-западное.



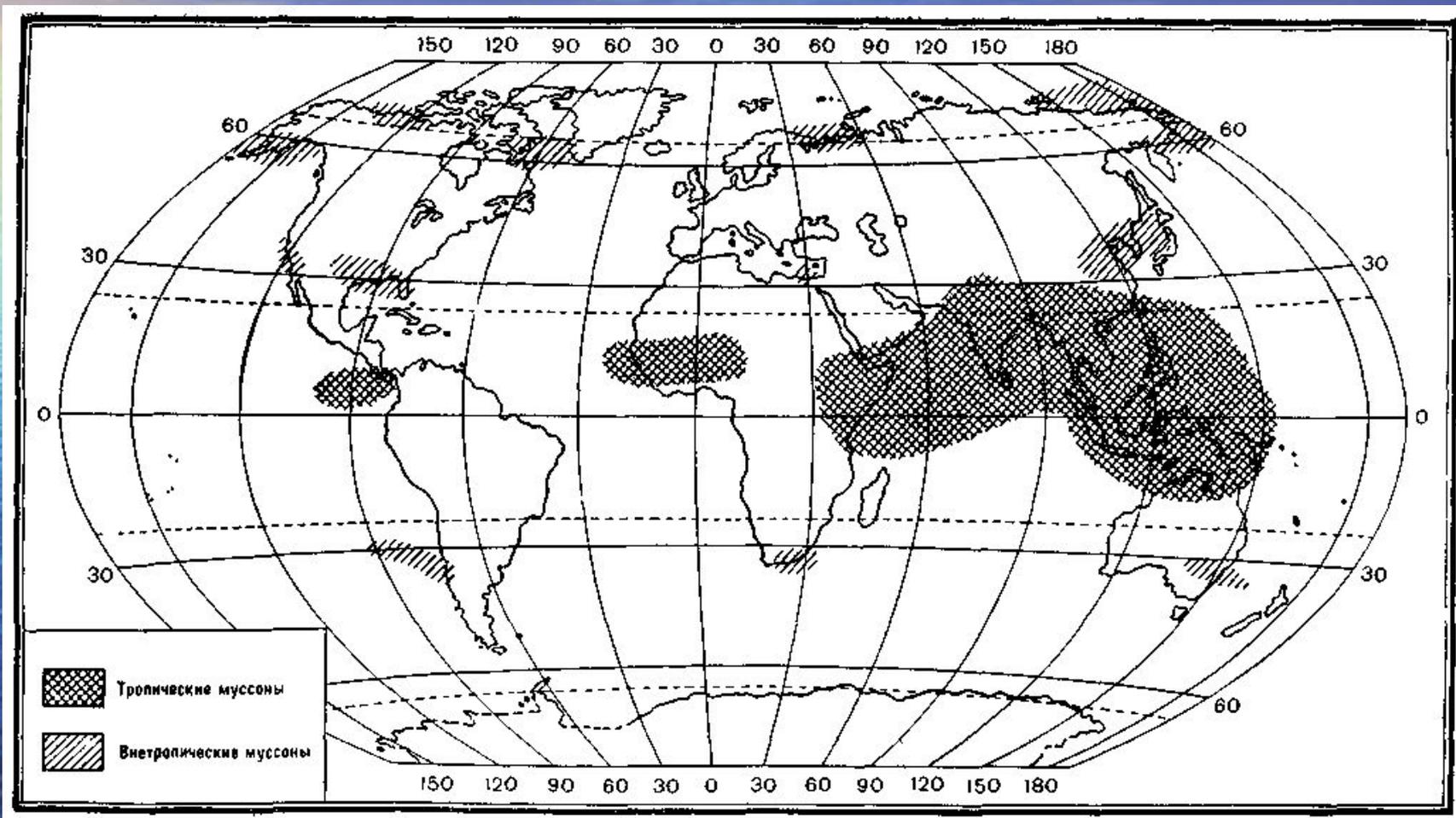
Восточный перенос полярных широт -

воздух перемещается от полярных областей повышенного давления в сторону пояса пониженного давления умеренных широт.

Представлен преобладающими северо-восточными ветрами в СП и юго-восточными в ЮП.



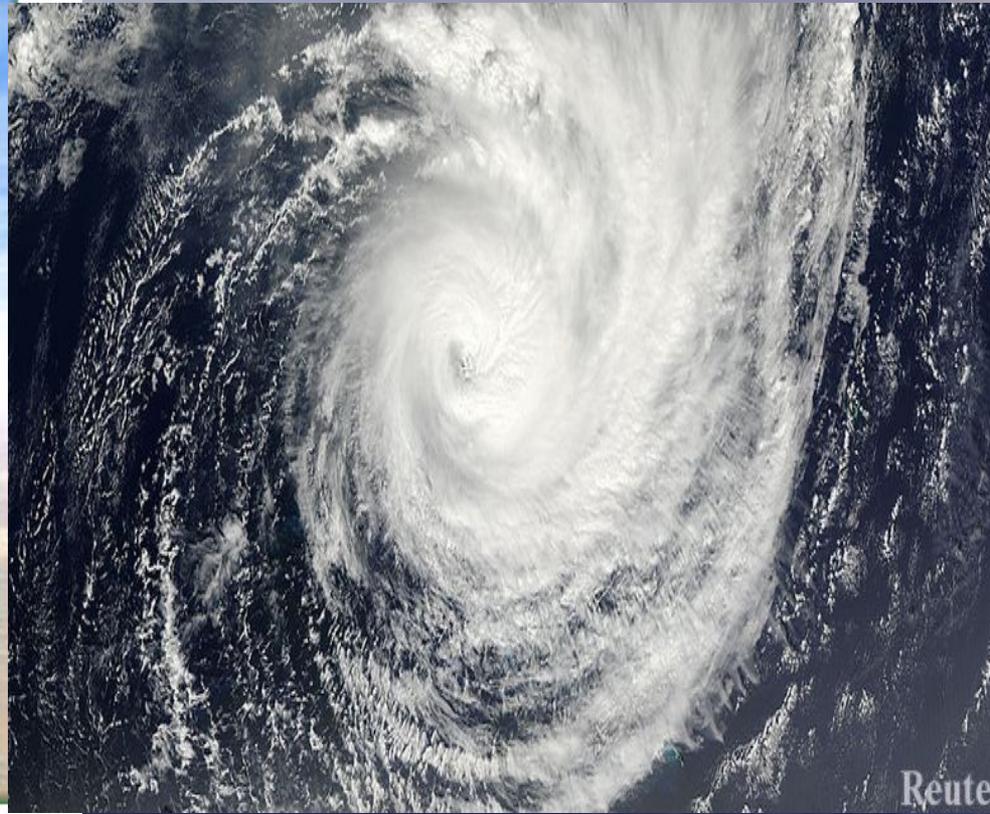
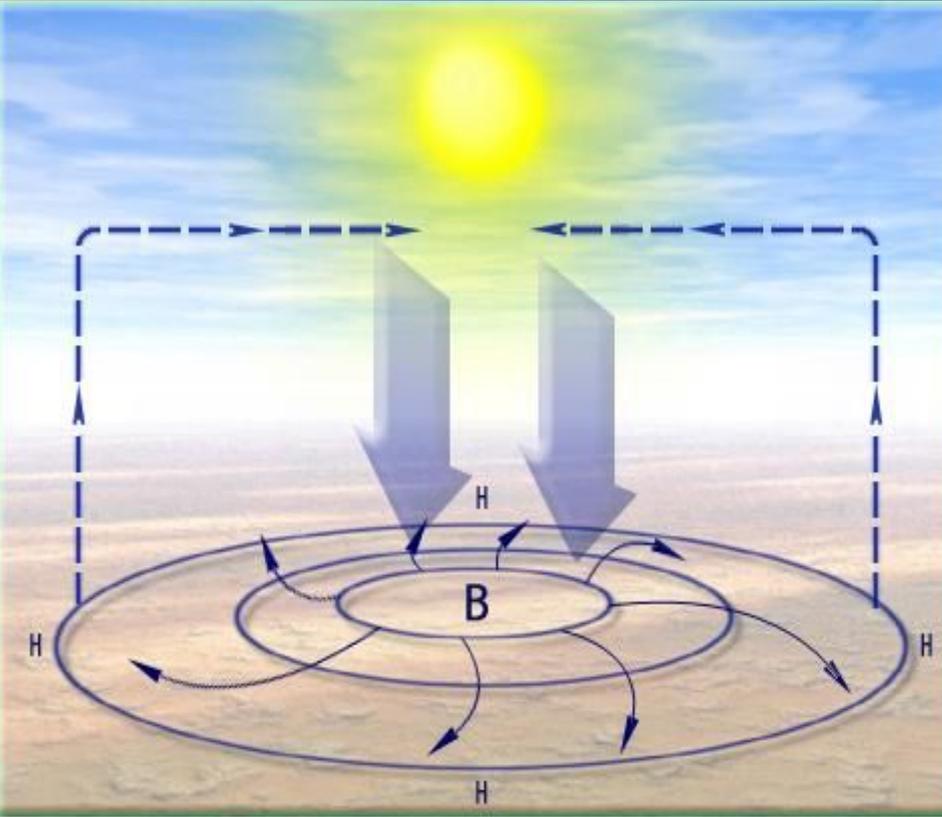
Муссоны — это устойчивые сезонные режимы воздушных течений с резким изменением преобладающего направления ветра от зимы к лету и от лета к зиме.



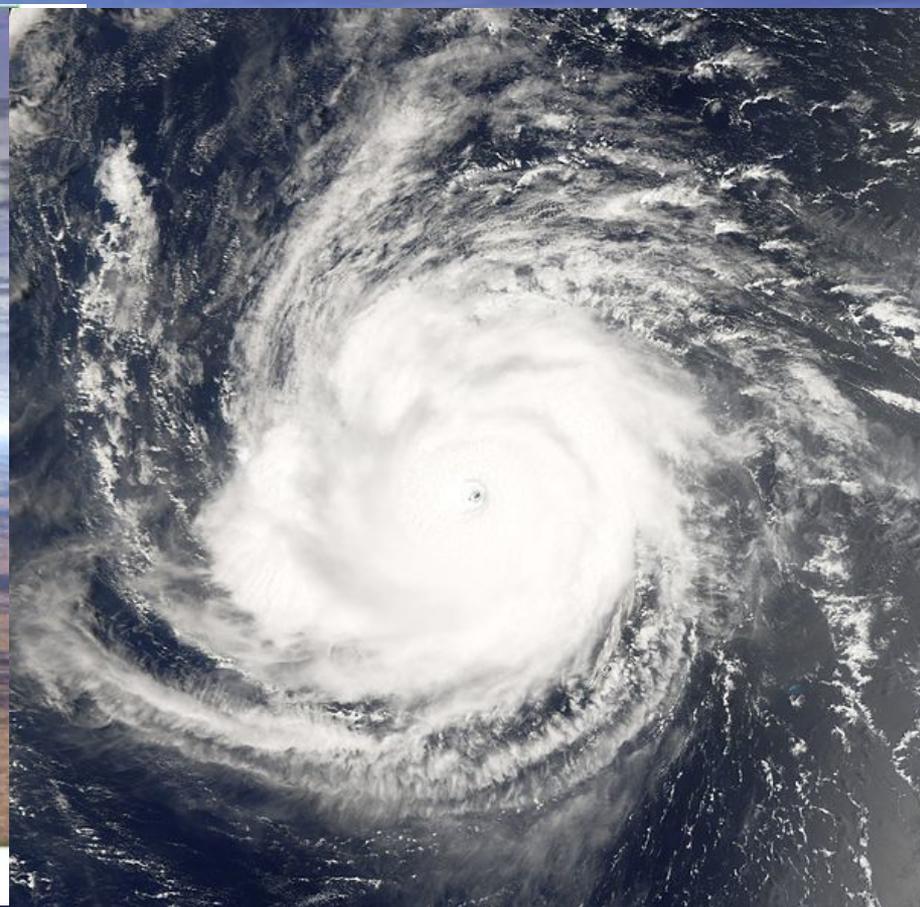
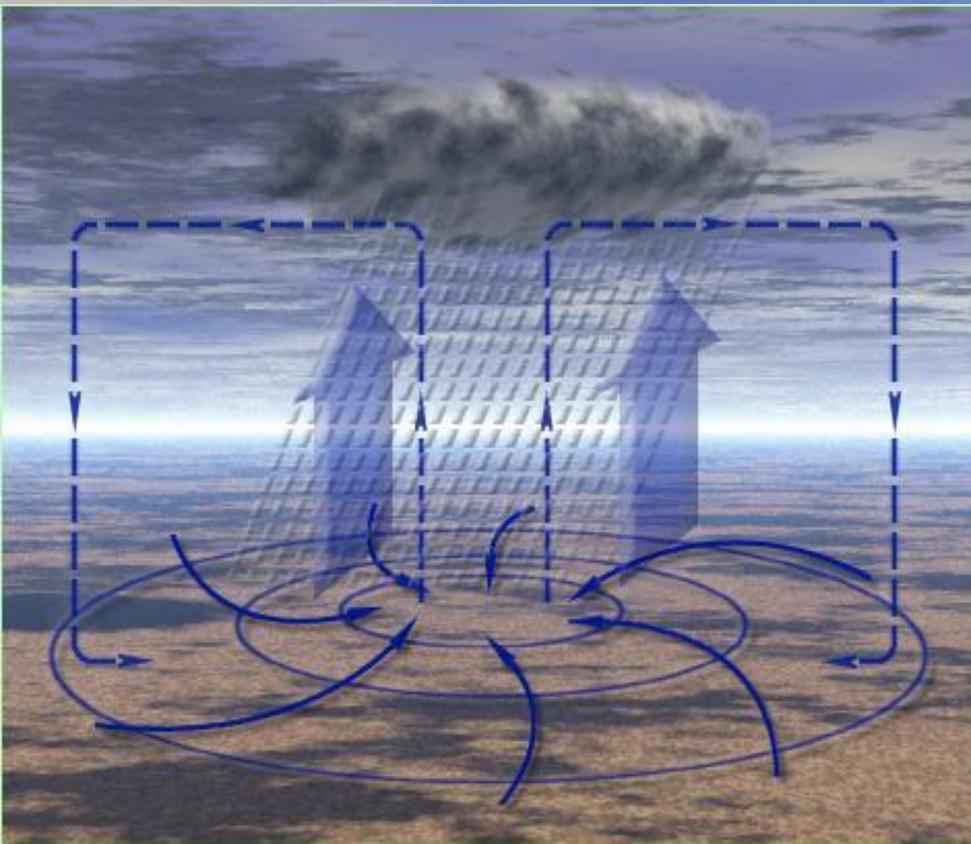
Выводы:

- Исследование проблем, относящихся к движению атмосферы, приводит к установлению самой тесной связи между распределением температур на Земле, общей картиной барического рельефа и распределением ветров.
- Можно построить логическую и закономерную цепь, последовательными звеньями которой являются:
- форма Земли – специфическое (обусловленное формой Земли) распределение солнечной радиации – обусловленное радиацией распределение температуры – обусловленное температурой и вращением Земли распределение барического рельефа – обусловленная барическим рельефом циркуляция воздуха.

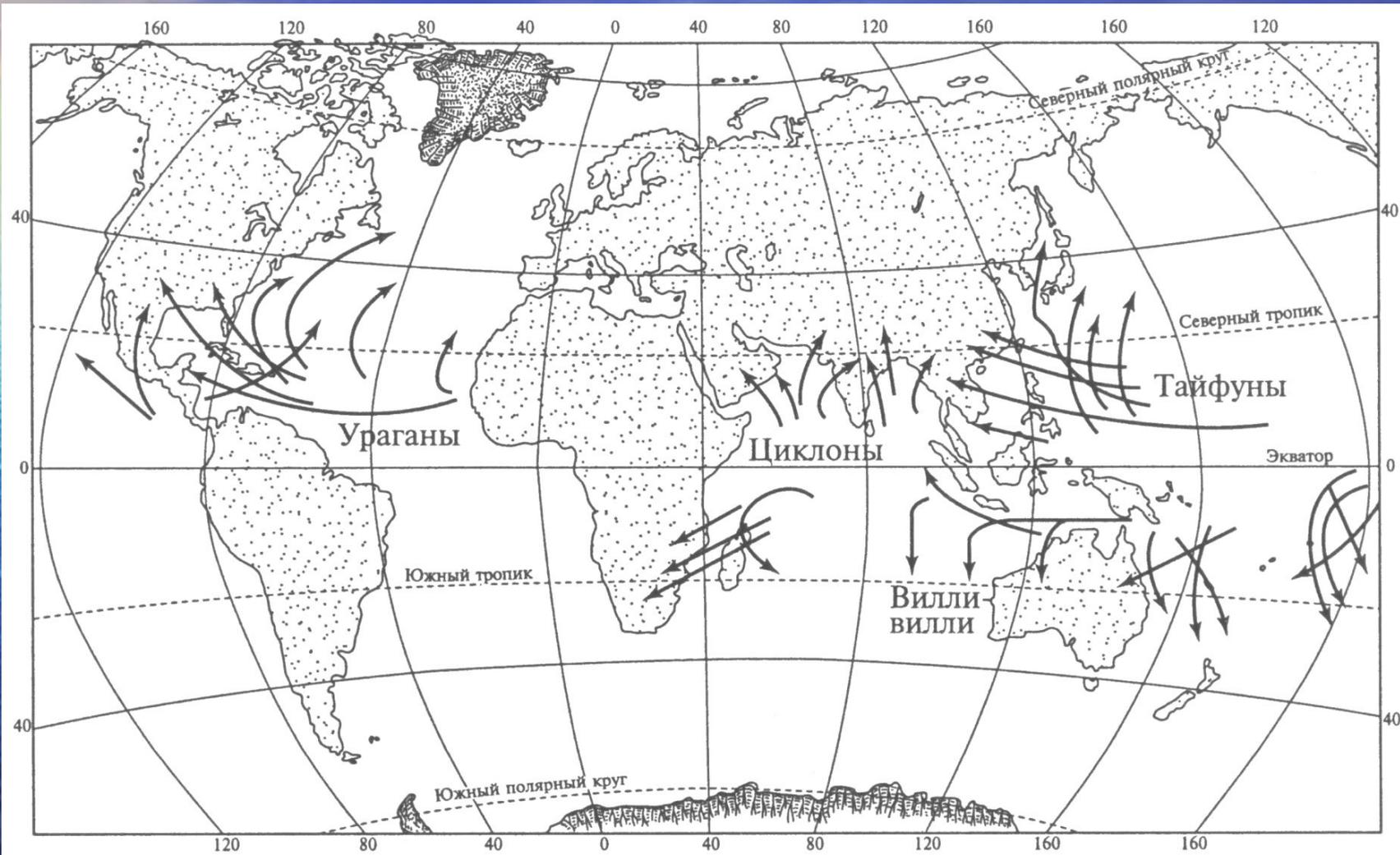
АНТИЦИКЛОН – плоский нисходящий атмосферный вихрь, проявляющийся у земной поверхности областью повышенного давления, с системой ветров от центра к периферии по часовой стрелке в СП и против часовой – в ЮП.



ЦИКЛОН – плоский восходящий атмосферный вихрь, проявляющийся у земной поверхности областью пониженного давления, с системой ветров от периферии к центру против часовой стрелки в СП и по часовой – в ЮП.



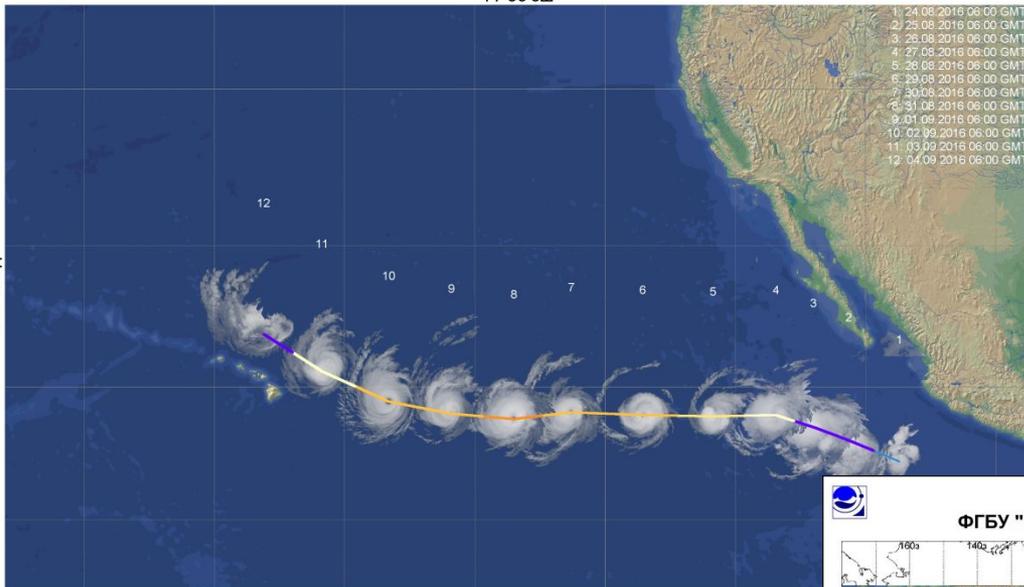
Тропические циклоны





44°50'сш

176°02'зд



97°27'зд

04°27'сш

Монтаж космических изображений тропического циклона "LESTER"

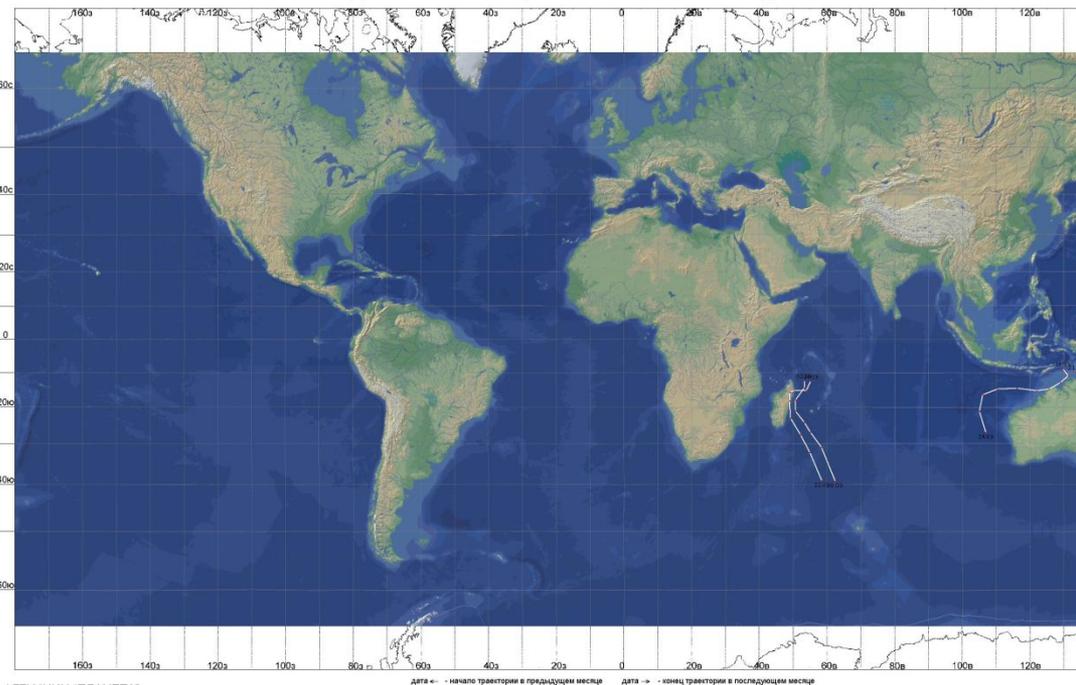
на всех стадиях развития

24.08.2016 06:00 GMT - 04.09.2016 06:00 GMT

Восток Тихого океана (Северное полушарие)

По данным ИСЗ GOES-10

ФГБУ "НИЦ "ПЛАНЕТА"
 Россия, 123242 Москва
 Б.Предтеченский пер., 7
 Тел.: (499) 2523717
 Факс: (499) 2526610
 E-Mail: asmus@planet.iitp.ru
<http://planet.iitp.ru>
<http://planet.rssi.ru>



Глобальная карта траекторий движения тропических циклонов

за период с 01.03.2018 по 31.03.2018

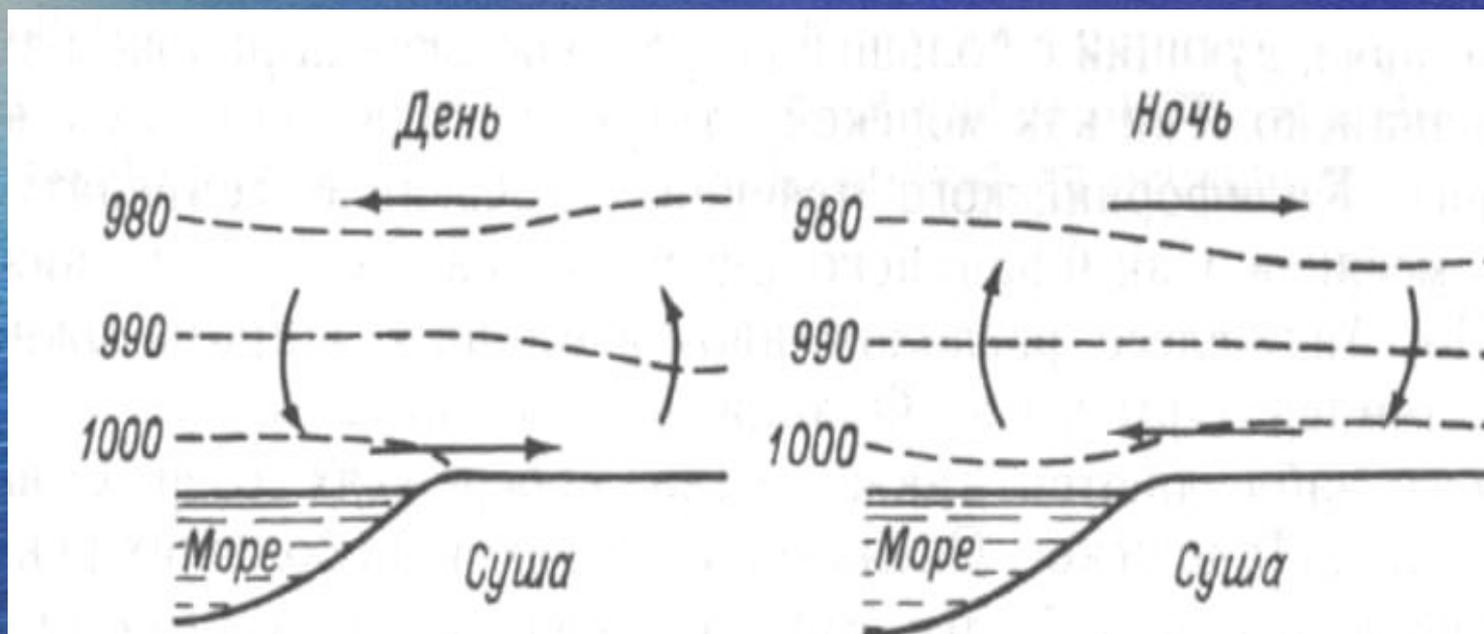
ФГБУ "НИЦ "ПЛАНЕТА"
 Россия, 123242 Москва
 Б.Предтеченский пер., 7
 Тел.: (499) 2523717
 Факс: (499) 2526610
 E-Mail: asmus@planet.iitp.ru
<http://planet.iitp.ru>
<http://planet.rssi.ru>

Местные ветры – ветры, возникающие на ограниченных участках территории в результате влияния местных причин.

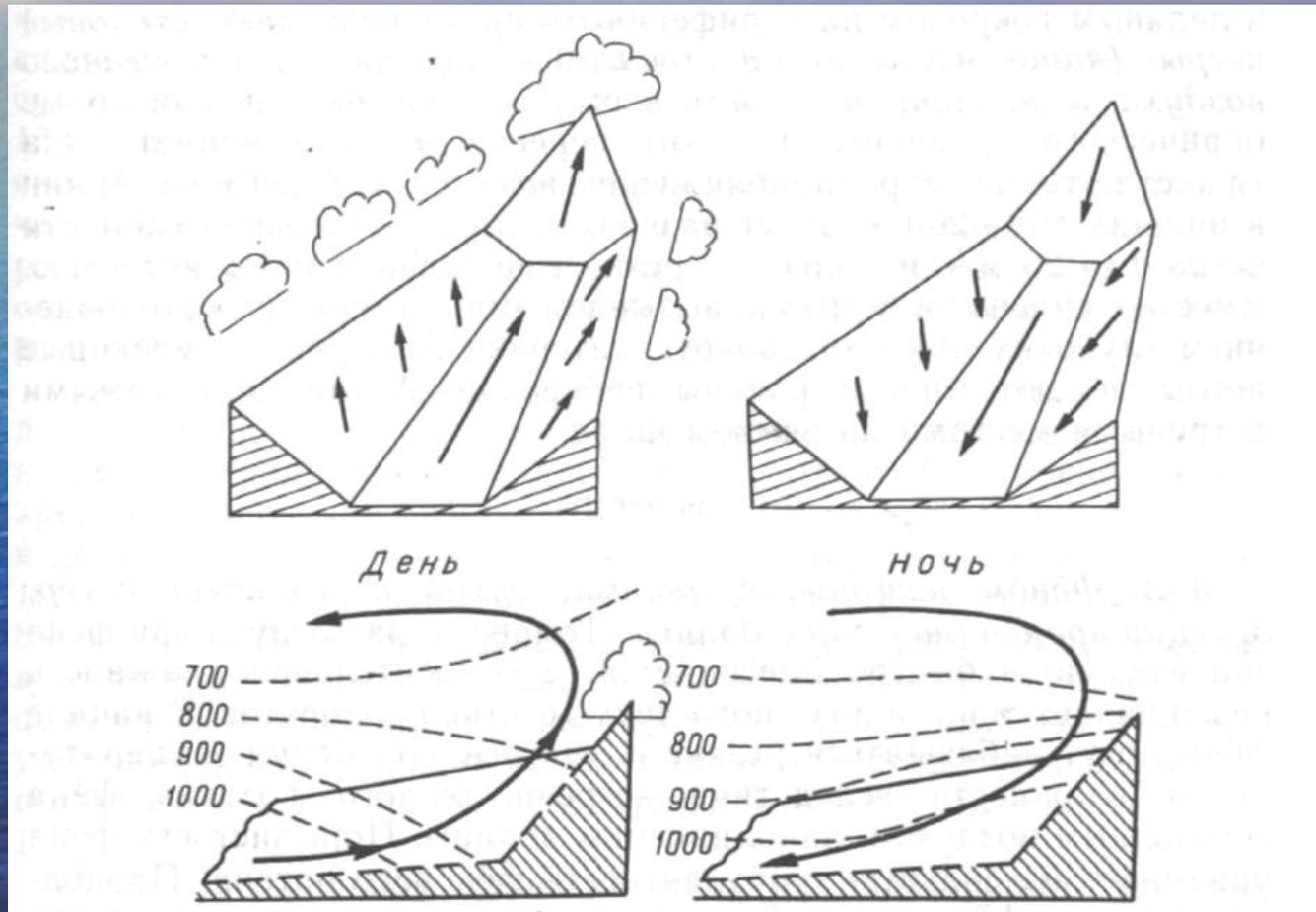
Характерны только для определенных географических районов.

- **1. Местные ветры термического происхождения:**
 - бризы
 - горно-долинные
- **2. Местные ветры орографического происхождения:**
 - фен
 - бора.

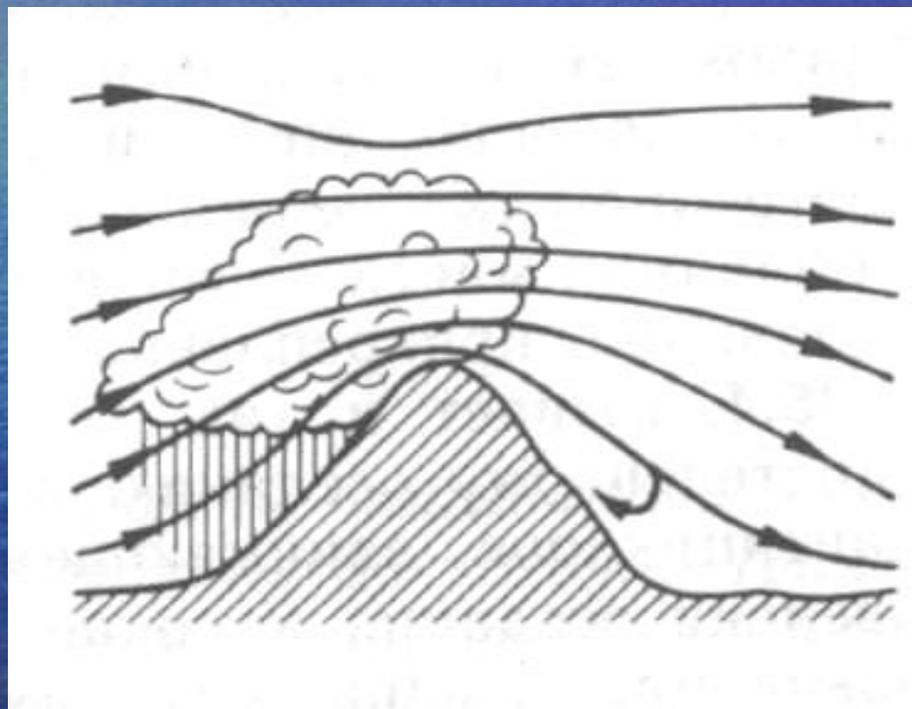
Бриз – ветер у береговой линии морей и больших озер, имеющий резкую суточную смену направления. Днем морской бриз дует в направлении на берег, а ночью – с берега на море.



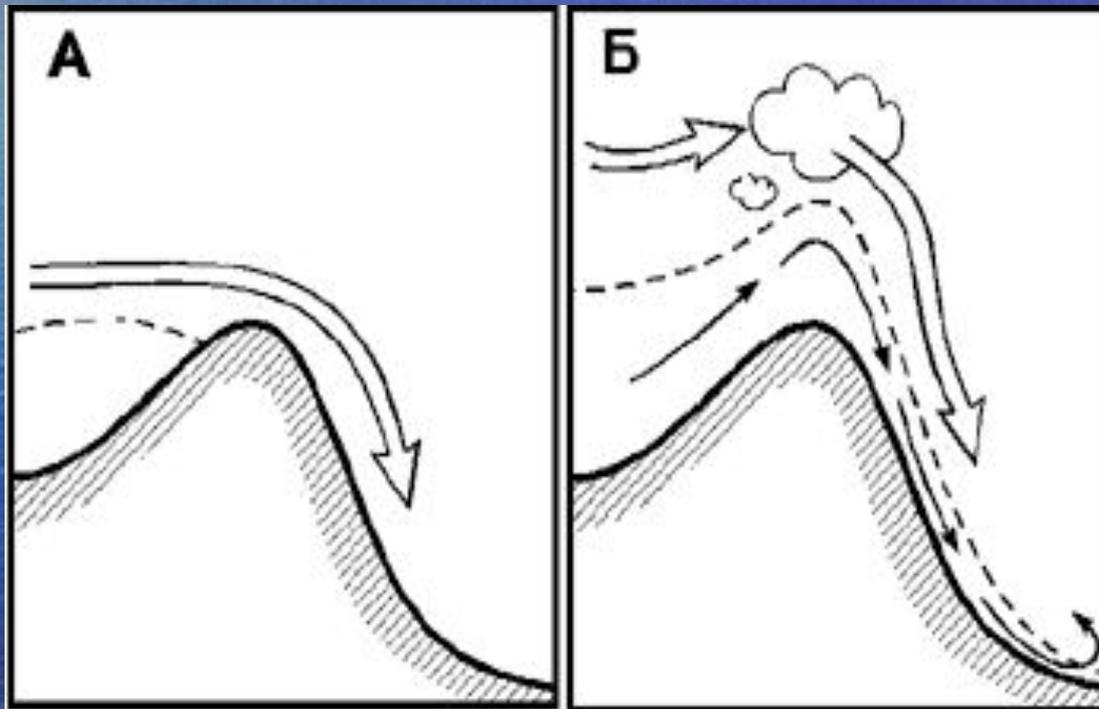
Горно-долинные ветры – ветры с суточной периодичностью в долинах горных систем. Днем дует из устья долины вверх по долине, а также вверх по горным склонам. Ночью – вниз по склонам и вниз по долине, в сторону равнины.



*Фён – теплый, сухой, порывистый ветер, дующий
временами с гор в долины (кастек в горах Тянь-Шаня,
гармсиль в Средней Азии, чинук в Скалистых горах).*



Бора – сильный холодный и порывистый ветер, дующий с низких горных хребтов в сторону достаточно теплого моря (сарма на Байкале, норд в районе Баку, мистраль на Средиземноморском побережье Франции, нортсер в Мексиканском заливе, норд-ост в Новороссийске).





Воздушные массы (ВМ) - крупные объемы воздуха тропосферы и нижней стратосферы, обладающие относительно однородными свойствами (температура, влажность) и движущиеся как единое целое в одном из потоков ОЦА.

- Выделяют 4 типа ВМ:
- Экваториальные (ЭВМ)
- Тропические (ТВМ)
- Умеренные (УВМ)
- Арктические/антарктические (АВМ).
- В каждом типе выделяется два подтипа – **морской** и **континентальный**.

Влагооборот – непрерывный процесс перемещения воды под действием солнечной радиации и силы тяжести.

Основные звенья влагооборота в атмосфере: испарение, образование облаков, выпадение осадков.

- **Испарение** – процесс перехода воды из жидкого состояния в газообразное.
- ***Испаряемость*** – максимально возможное испарение при неограниченных запасах воды.
- Испарение и испаряемость совпадают над океанами, над сушей испарение всегда меньше испаряемости.

Интенсивность (количество воды в граммах, испаряющееся с 1 см^2 поверхности в секунду ($V = \text{г/см}^2 \text{ в с}$) испарения с водной поверхности зависит от ряда факторов:

- **1) от температуры испаряющей поверхности:** чем она выше, тем больше скорость движения молекул и большее их число отрывается от поверхности и попадает в воздух;
- **2) от ветра:** чем больше его скорость, тем интенсивнее испарение, так как ветер относит насыщенный влагой воздух и приносит более сухой;
- **3) от дефицита влажности:** чем она больше, тем интенсивнее испарение;
- **4) от давления:** чем оно больше, тем меньше испарение, так как молекулам воды труднее оторваться от испаряющей поверхности.

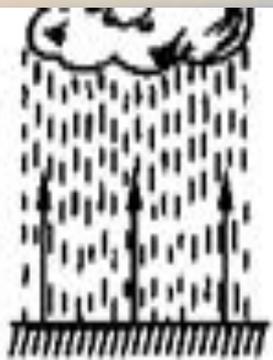
Влажность воздуха – содержание водяного пара в воздухе.

- **Абсолютная влажность воздуха** – реальное количество водяного пара в 1 м³ воздуха, г/м³.
- **Относительная влажность** – отношение абсолютной влажности к максимальной (предельное содержание водяного пара при данной температуре), выраженное в процентах.

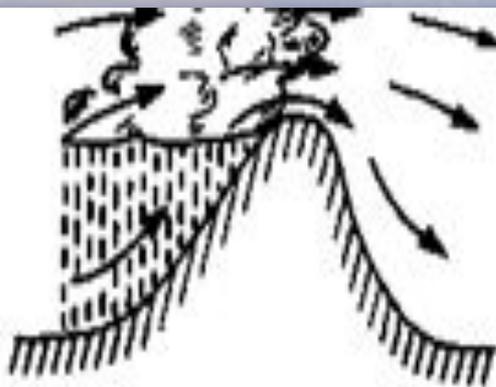
Атмосферные осадки - капли и кристаллы воды, выпавшие на земную поверхность из атмосферы.

- **Бывают: жидкие, твердые и смешанные.**
- К **жидким** относятся **дождь** (капли диаметром 0,5 – 6,0 мм) и **морось** (капельки менее 0,5 мм).
- **Твердые осадки:**
- **снег** в виде ледяных иголок, пластинок, шестилучевых снежинок и др.;
- **крупя ледяная и снежная** (прозрачные или матовые крупинки диаметром 2 – 5 мм);
- **ледяной дождь** (застывшие капли дождя диаметром 1–3 мм);
- **град** – кусочки льда разной формы и величины (до 10 см в диаметре, массой до 0,5 кг).
- К **смешанным** осадкам относится мокрый снег (снег с дождем)

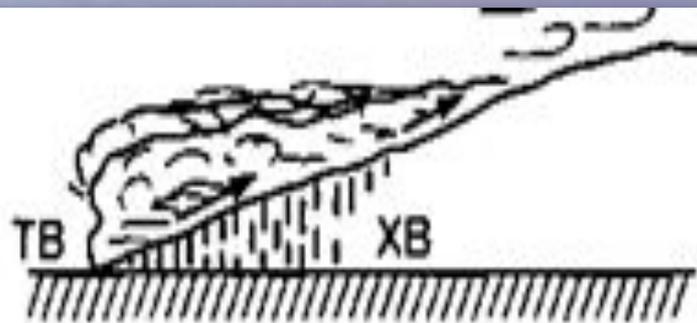
Типы осадков по происхождению



а) конвективные



б) орографические



в) фронтальные

Интенсивность осадков

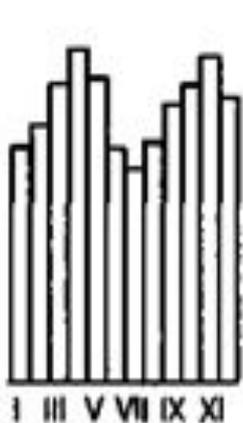
- выражается толщиной слоя воды в миллиметрах, который образуется на горизонтальной поверхности от выпавших осадков за определенный промежуток времени (минуту, сутки) при отсутствии стока, испарения и просачивания.

На географическое распределение осадков воздействуют следующие факторы:

- 1) основные (определяют **зональность**) –
- температура воздуха и ОЦА;
- 2) дополнительные (определяют **региональные различия**) –
- морские течения,
- формы рельефа (наличие горных хребтов),
- неравномерное распределение суши и океана.
- **Зоны осадков повторяют барические**

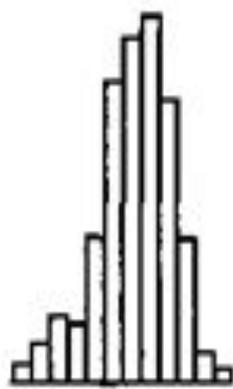
Типы годового хода осадков на примере северного полушария

Осадки
мм



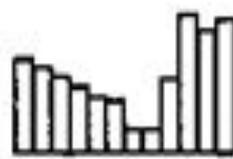
I III V VII IX XI

Экваториальный



I III V VII IX XI

Муссонный



I III V VII IX XI

Средиземноморский



I III V VII IX XI

Континентальный
умеренных широт



I III V VII IX XI

Морской
умеренных широт

Месяцы

Зонально-региональное распределение осадков

