

Лекция

Давление атмосферы и методы его измерения.

БАРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ И ВЕТЕР

Барометрическая формула

$$P = C \exp \left(-\frac{Mg}{RT} h \right).$$

Константа C определяется из начального условия $P(h = 0) = P_0$, где P_0 – это среднее атмосферное давление над уровнем моря.

Таким образом, зависимость атмосферного давления от высоты выражается формулой:

$$P = P_0 \exp \left(-\frac{Mg}{RT} h \right).$$

Применения барометрической формулы

С помощью барометрической формулы можно решить три задачи:

- 1) зная давление на одном уровне и среднюю температуру столба воздуха, найти давление на другом уровне;
- 2) зная давление на обоих уровнях и среднюю температуру столба воздуха, найти разность уровней (барометрическое нивелирование);
- 3) зная разность уровней и величины давления на них, найти среднюю температуру столба воздуха.

Уравнение статики атмосферы показывает, что изменение давления в пространстве зависит от температуры, которая различна в разных географических точках

$$\frac{dp}{dz} = -g\rho, \quad p = \rho RT$$

$$p_2 = p_1 \cdot \exp\left[-\frac{g(z_2 - z_1)}{RT_m}\right], \quad (\exp(a) \equiv e^a!)$$

$$z_2 - z_1 = \frac{RT}{g} \cdot \ln\left(\frac{p_1}{p_2}\right), \quad T_m \cong \frac{T_1 + T_2}{2}$$

Важной задачей является *приведение* *давления к уровню моря*

.

На приземные синоптические карты всегда наносится давление, приведенное к уровню моря. Этим исключается влияние различий в высотах станций на величины давления и становится возможным выяснить горизонтальное распределение давления.

Применения барометрической формулы

Зная давление на некоторой станции, расположенной на высоте z над уровнем моря, и температуру t на этой станции, вычисляют сначала воображаемую среднюю температуру между рассматриваемой станцией и уровнем моря

.

Для уровня станции берется фактическая температура,
Для уровня моря — температура, увеличенная в соответствии со средним изменением температуры воздуха с высотой.

Применения барометрической формулы

Средний вертикальный градиент температуры в тропосфере принимается равным $0,6^\circ$ на 100 м.

Следовательно, если станция имеет высоту 200 м и температура на ней $+16^\circ$, то для уровня моря принимается температура $+17,2^\circ$, а средняя температура столба между станцией и уровнем моря $+16,6^\circ$.

После этого по давлению на станции и по полученной средней температуре определяется давление на уровне моря.

Для этого составляют особые таблицы для каждой станции.

Барическая ступень

Барическая ступень — величина, обратная вертикальному барическому градиенту $-dp/dz$.
Прирост высоты, при котором атмосферное давление падает на единицу.

$$\frac{dz}{dp} = -\frac{RT}{gp}$$

При одном и том же давлении барическая ступень больше при более высокой температуре, чем при более низкой.

Если за единицу давления принимаем миллибар.
То барическая ступень измеряется приростом
высоты, на котором давление падает на 1 мб.

**При температуре 0° и давлении 1000 мб
барическая ступень равна 8 м/мб.**

Стало быть, у земной поверхности нужно подняться
примерно на 8 м, чтобы давление упало на 1 мб.

С приростом температуры барическая ступень
растет на 0,4% на каждый градус.

На высоте около 5 км, где давление близко к 500 мб,
барическая ступень уже около 16 м/мб (при той же
температуре 0°).

Среднее распределение атмосферного давления с высотой

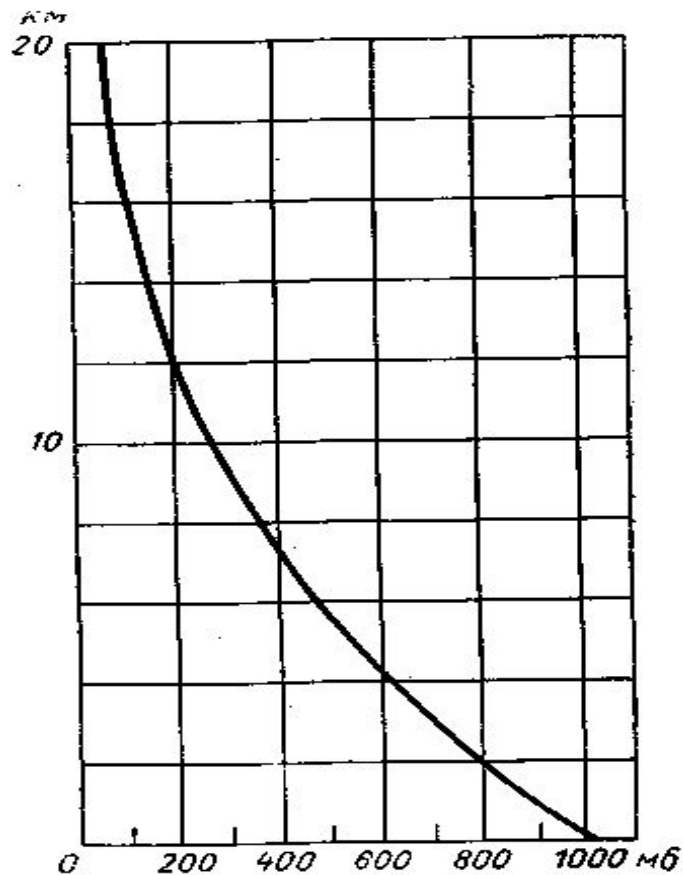
Распределение атмосферного давления по высоте зависит от того, каково давление внизу и как распределяется температура воздуха с высотой.

Давление убывает примерно в геометрической прогрессии, когда высота возрастает в арифметической прогрессии.

На уровне 5 км давление почти вдвое ниже, чем на уровне моря,
на уровне 10 км — почти в четыре раза,
на уровне 15 км — почти в 8 раз и
на уровне 20 км — в 18 раз.

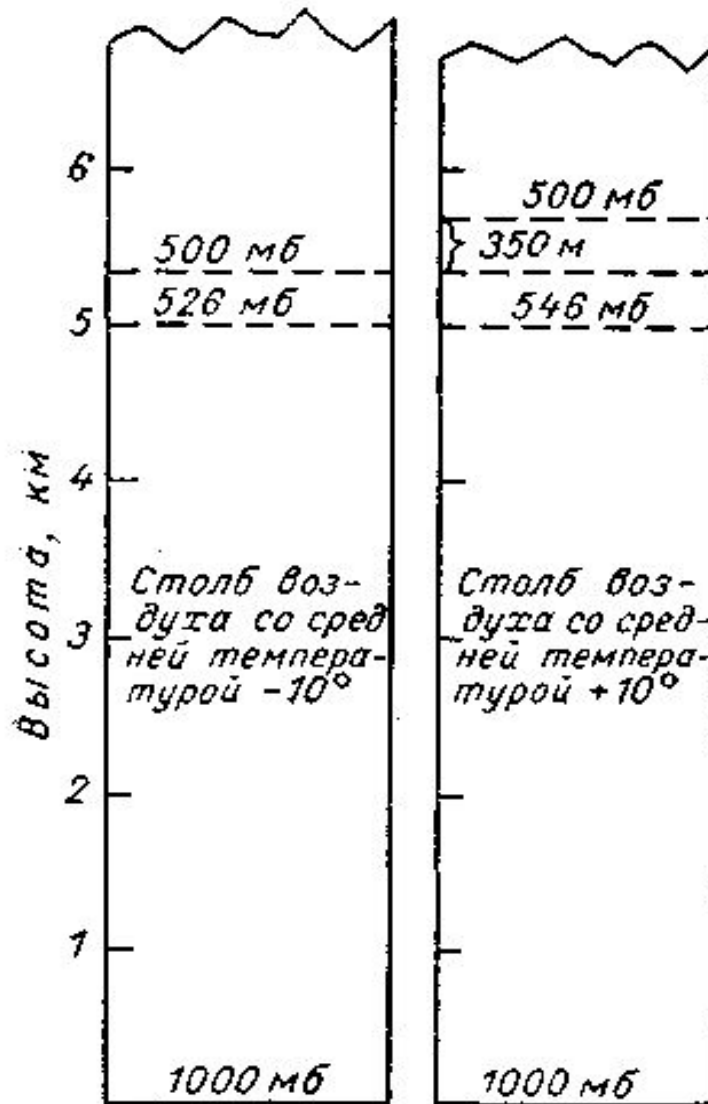
На высоте 100 км давление измеряется только долями миллибара.

Среднее распределение атмосферного давления с высотой



Убывание атмосферного давления с высотой в зависимости от температуры воздушного столба.

При одинаковом давлении внизу давление 500 мб в теплом столбе наблюдается на 350 м выше, чем в холодном.



Теплые области в атмосфере являются в высоких слоях областями высокого давления, а холодные области — областями низкого давления.

Колебания атмосферного давления

Наблюдения показывают, что существуют колебания периодические (суточные и годовые) и непериодические.

Суточный ход атмосферного давления

Давление в течение суток **два раза** поднимается и падает.

Особенно заметно эти колебания выражены в экваториальных и тропических странах.

Здесь максимумы наблюдаются около 9—10 час. местного времени утром и вечером.

Минимумы около 3—4 час. после полудня и после полуночи.

Амплитуда колебаний в тропическом поясе достигает **3—4 мб в сутки.**

По направлению к полюсам амплитуда уменьшается, и на 60° северной и южной широты она выражается уже только в десятых долях миллибара.

Настоящие причины суточных колебаний давления атмосферы точно пока не выяснены.

Однако есть основание полагать, что они связаны с суточным колебанием температуры воздуха.

Сравнение с другими единицами измерения давления

Единицы давления

	Паскаль (Pa, Па)	Бар (bar, бар)	Техническая атмосфера (at, ат)	Физическая атмосфера (atm, атм)	Миллиметр ртутного столба (мм рт. ст., mm Hg, Torr, торр)	Метр водяного столба (м вод. ст., m H ₂ O)	Фунт-сила на кв. дюйм (psi)
1 Па	1 <u>Н/м²</u>	10 ⁻⁵	10,197·10 ⁻⁶	9,8692·10 ⁻⁶	7,5006·10 ⁻³	1,0197·10 ⁻⁴	145,04·10 ⁻⁶
1 бар	10 ⁵	1·10 ⁶ <u>дин/см²</u>	1,0197	0,98692	750,06	10,197	14,504
1 ат	98066,5	0,980665	1 <u>кгс/см²</u>	0,96784	735,56	10	14,223
1 атм	101325	1,01325	1,033	1 <u>атм</u>	760	10,33	14,696
1 мм рт. ст.	133,322	1,3332·10 ⁻³	1,3595·10 ⁻³	1,3158·10 ⁻³	1 <u>мм рт. ст.</u>	13,595·10 ⁻³	19,337·10 ⁻³
1 м вод. ст.	9806,65	9,80665·10 ⁻²	0,1	0,096784	73,556	1 <u>м вод. ст.</u>	1,4223
1 psi	6894,76	68,948·10 ⁻³	70,307·10 ⁻³	68,046·10 ⁻³	51,715	0,70307	1 <u>lbf/in²</u>

Годовой ход атмосферного давления

**На материках максимальное давление
наблюдается в зимние месяцы,
минимальное — летом.**

Наиболее резко они выражены в высоких широтах и слабее всего в экваториальных странах.

Здесь совершенно явная связь с температурами. Зимнее охлаждение и уплотнение нижних слоев атмосферы создает условия для повышенного давления.

Летнее прогревание приводит к явлениям обратного порядка.

На побережьях и островах максимум давления чаще всего **наблюдается летом, а минимум —
поздней осенью.**

Изобары

Чтобы судить о распределении давлений по земной поверхности, пользуются изолиниями.

Места с одинаковыми давлениями соединяют линиями, которые носят название изобар.

При построении карт изобар необходимо, пользуясь барометрической ступенью, все давления приводить к уровню моря.

Барические системы

Это совокупность областей пониженного или повышенного давления в атмосфере.

По размерам барические системы сравнимы с материками и океанами или их крупными частями.

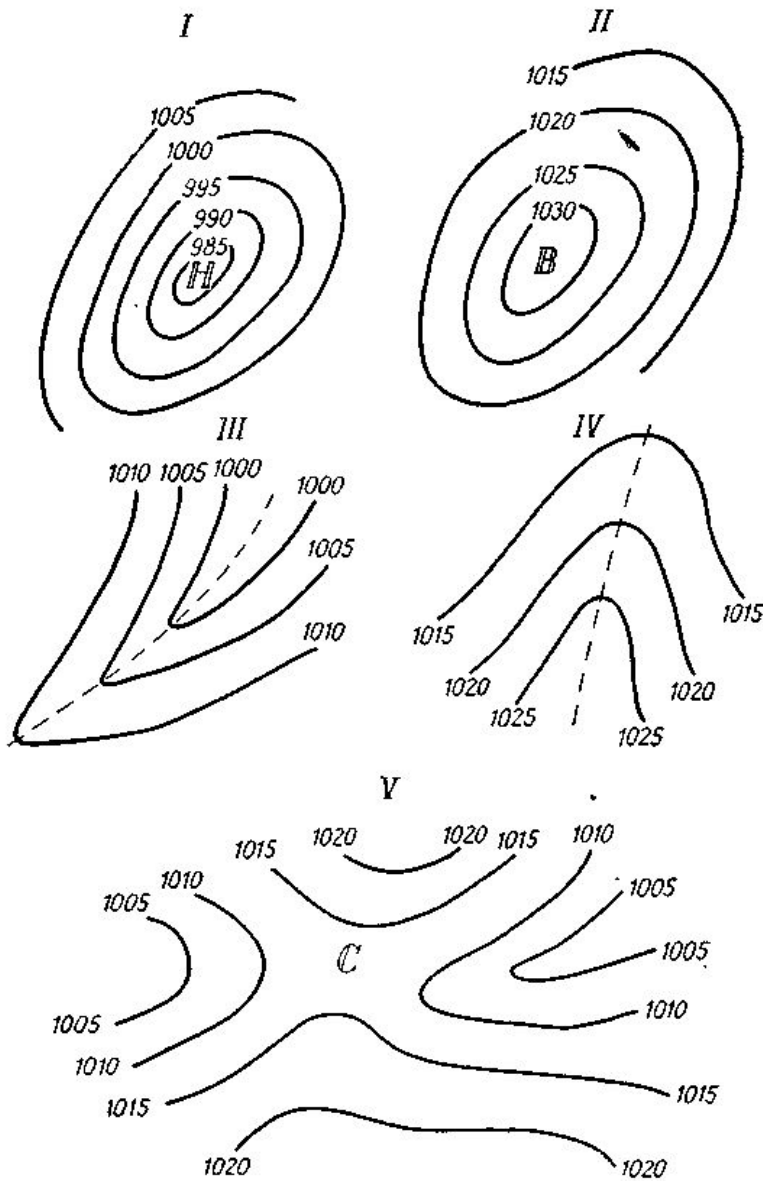
Барические системы непрерывно перемещаются, меняют свои размеры, возникают и исчезают.

С барическими системами связаны системы ветров, распределение температуры, облачности, осадков и т.

д.

Различают барические системы с замкнутыми и незамкнутыми изобарами.

Изобары на уровне моря в различных типах барических систем.



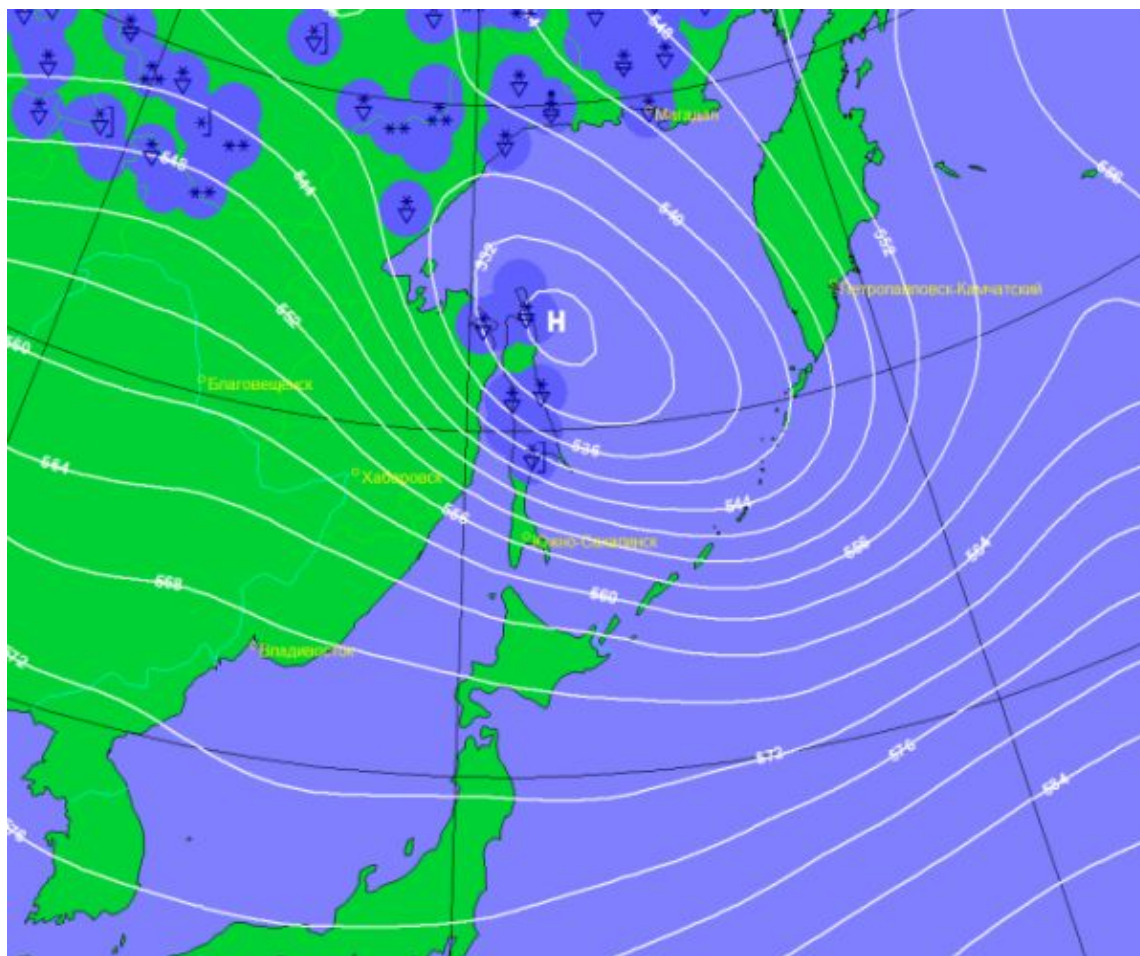
1. /—циклон,
2. // —антициклон,
3. /// — ложбина,
4. IV— гребень,
5. V — седловина.

Циклон

Область пониженного давления в атмосфере с минимумом в центре.

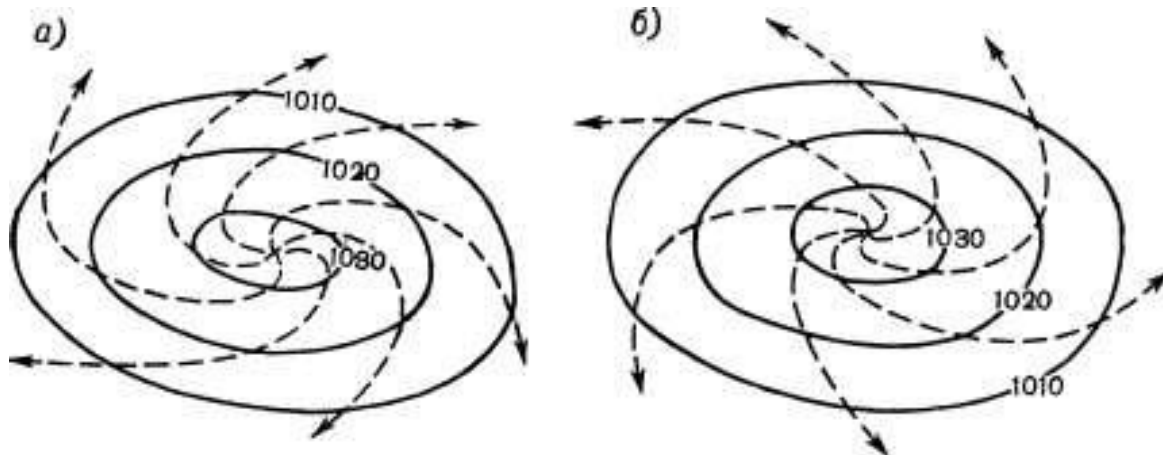
Циклоны представляют собой огромные вихри диаметром до нескольких тысяч км, образующиеся в умеренных и полярных широтах обоих полушарий

Тропосферный **циклон** и зона снежных осадков 7–8 октября 2012 г



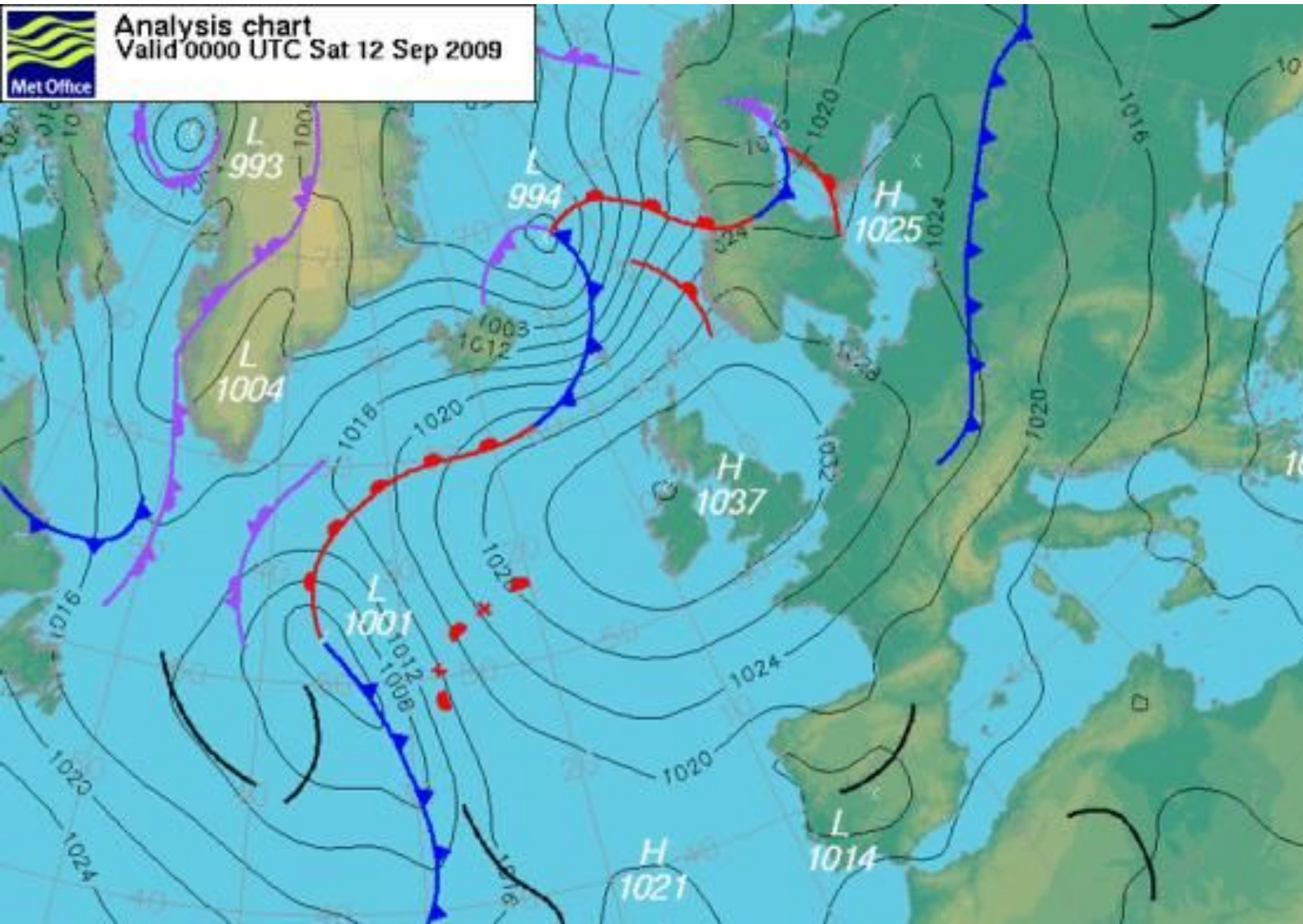
АНТИЦИКЛОН

- В антициклонах, наоборот, в центре давление наибольшее, а к периферии уменьшается.
- Течение воздуха— по часовой стрелке (в северном полушарии) от центра к периферии





Analysis chart
Valid 0000 UTC Sat 12 Sep 2009





Циклоны	Антициклоны
Атмосферный вихрь с низким давлением в центре	Атмосферный вихрь с высоким давлением в центре
Движение воздуха от окраин к центру против часовой стрелки	Движение воздуха от центра к окраинам по часовой стрелке
В центре—восходящее движение воздуха	В центре—нисходящее движение воздуха
Погода изменчивая, ветреная, облачная, с осадками.	Погода устойчивая, безветренная, безоблачная, без осадков. Летом -тёплая, зимой - морозная.

Северное полушарие

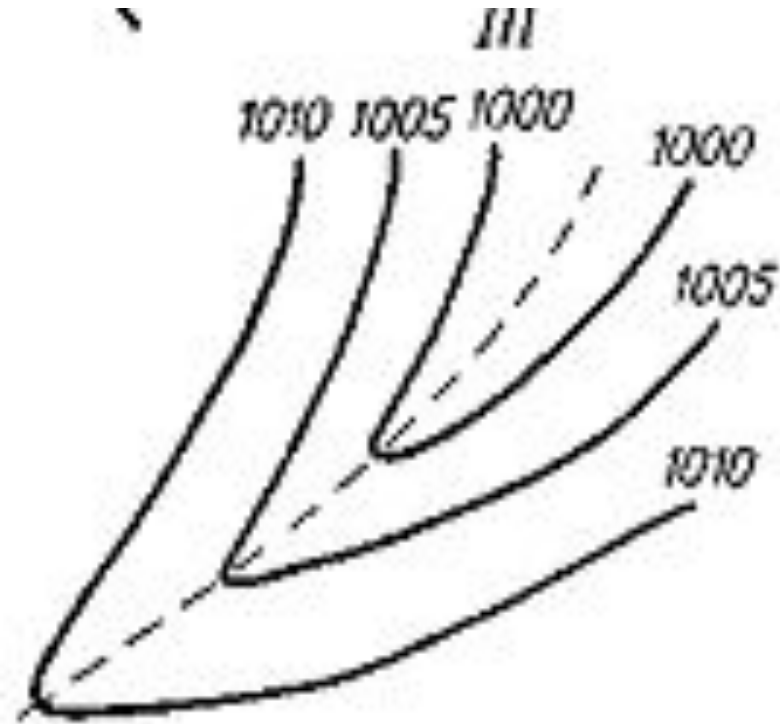


Южное полушарие

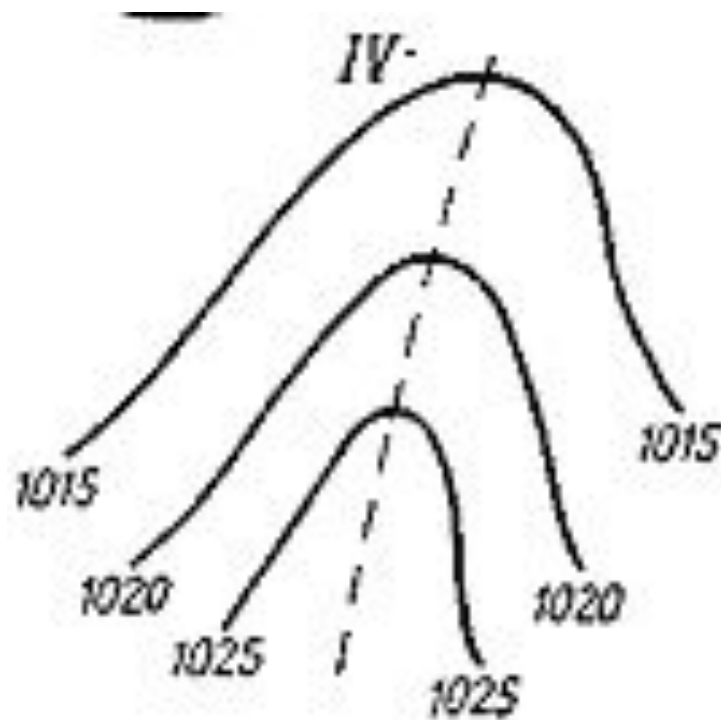


Ложбина — это полоса пониженного давления между двумя областями повышенного давления.

Изобары в ней либо близки к параллельным прямым, либо имеют вид латинской буквы V. Центра в ложбине нет, но есть ось, на которой давление имеет минимальное значение или (если изобары имеют вид буквы V) на которой изобары резко меняют направление.



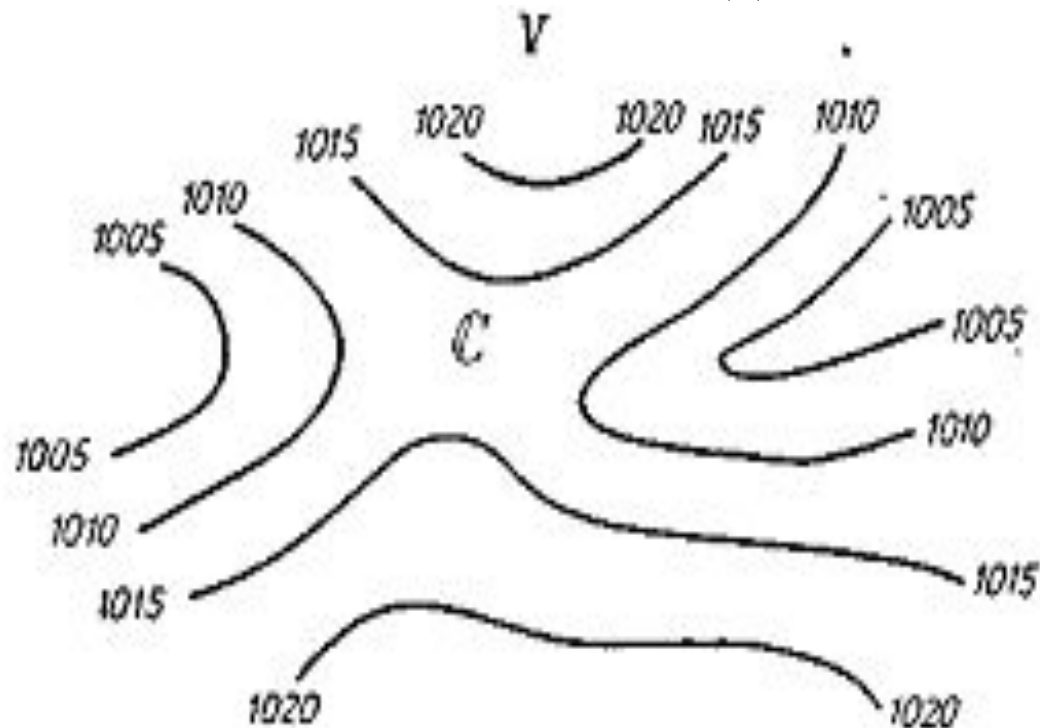
**Гребень - полоса
повышенного давления
между двумя областями
пониженного давления.**



Изобары в гребне либо напоминают параллельные прямые, либо имеют форму латинской буквы U. Изобарические поверхности в гребне имеют вид желобов, обращенных выпуклостью вверх. Гребень имеет ось, на которой давление максимальное или на которой изобары сравнительно резко меняют направление. Барические градиенты в гребне направлены от оси к периферии.

Седловина — участок барического поля между двумя циклонами (или ложбинами) и двумя антициклонами (или гребнями), расположенными крест-накрест.

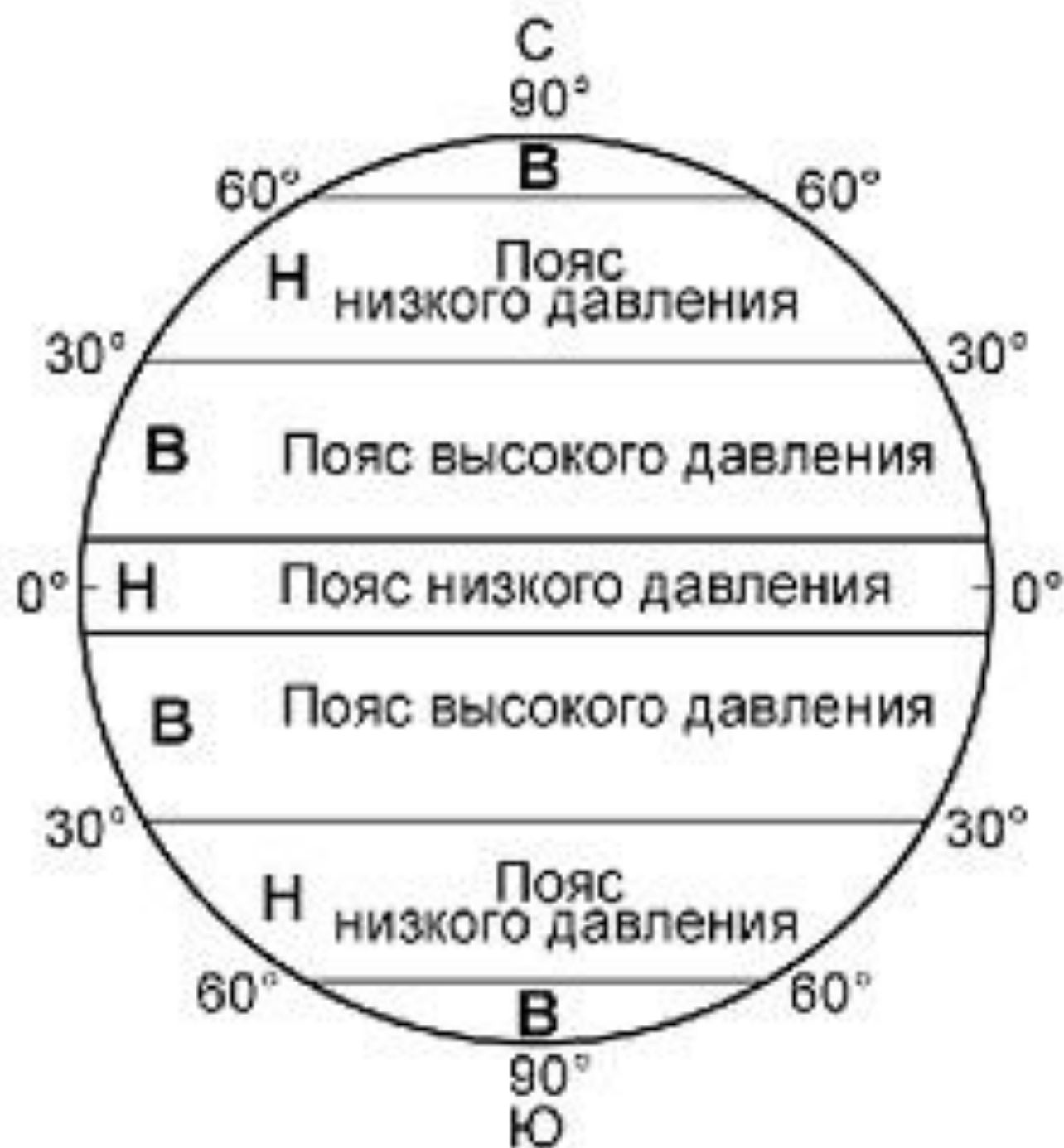
Изобарические поверхности в седловине имеют характерную форму седла: они поднимаются в направлении к антициклонам и опускаются в направлении к циклонам. Точка в центре седловины называется точкой седловины.



Географическое распределение давлений

Распределение атмосферного давления по земной поверхности носит ярко выраженный зональный характер. Это обусловлено неравномерным нагреванием земной поверхности, а следовательно, и изменением давления.

На земном шаре выделяются три пояса с преобладанием низкого атмосферного давления (минимумы) и четыре пояса с преобладанием высокого (максимумы).



Географическое распределение давлений

В экваториальных широтах поверхность Земли сильно прогревается. Нагретый воздух расширяется, становится легче и поэтому поднимается вверх.

В результате у земной поверхности близ экватора устанавливается низкое атмосферное давление.

Географическое распределение давлений

На карте изобар можно видеть пояс пониженного давления, который тянется вдоль экватора.

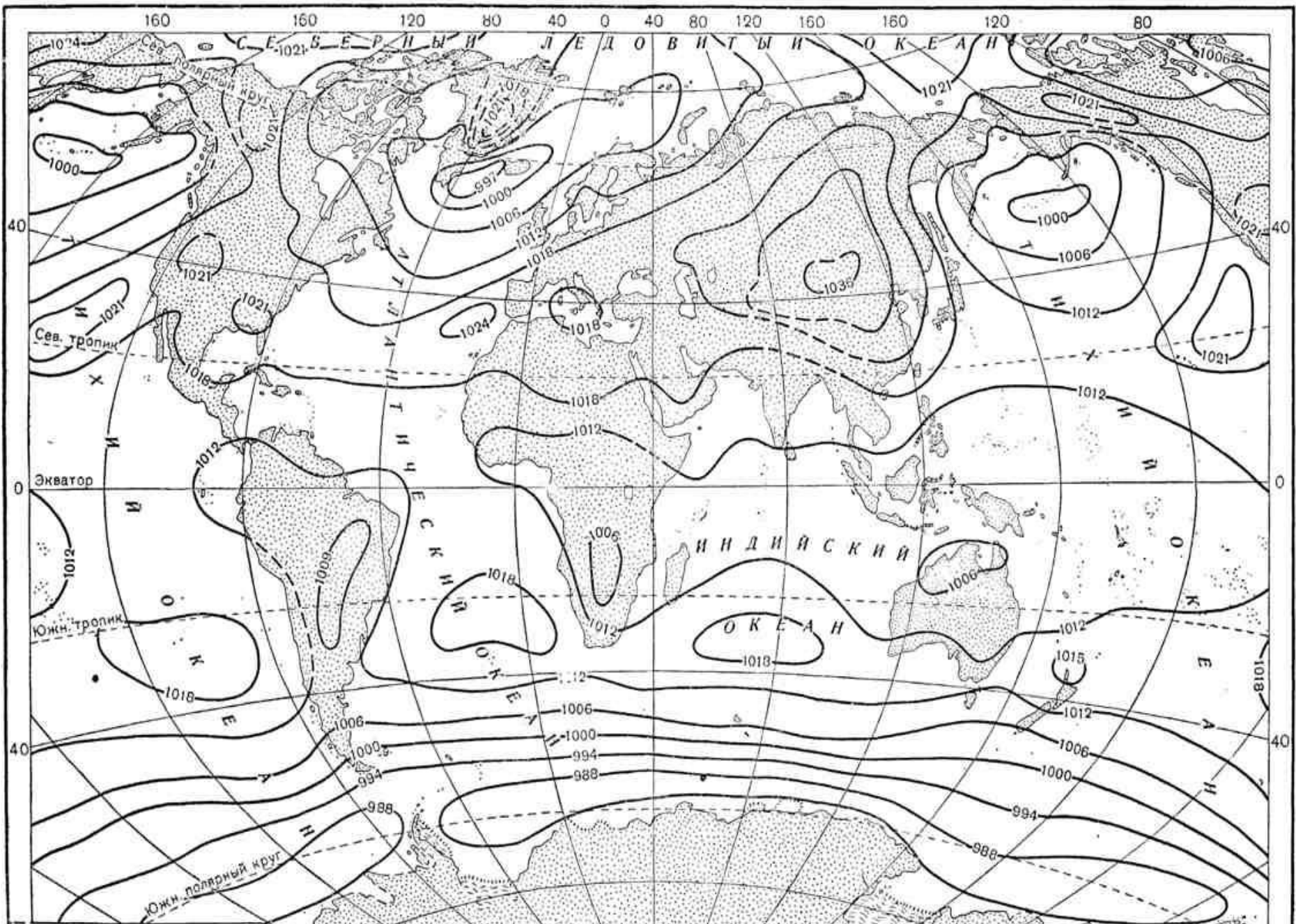
Это **барический экватор** или **экваториальная ложбина**.

В январе этот пояс в Северном полушарии расположен не вдоль экватора, а несколько южнее,

. В полосе $30—35^\circ$ к северу и югу от экватора располагается **пояс повышенного давления** (около 1020 мб).

Зона повышенного давления на широтах $30—35^\circ$ особенно хорошо выражена над океанами, над которыми она удерживается в течение всего года.

Над материками такая зона сохраняется только зимой.



Географическое распределение давлений

Во внетропических широтах зимой на материках, которые в это время года охлаждаются сильнее, чем океаны, образуются области высокого давления.

К северу от пояса повышенного давления мы видим высокое давление в области крупнейших материков Северной Америки и особенно Азии (1035 мб и более).

В то же время в области океанов давление сильно понижено.

Барометрический градиент

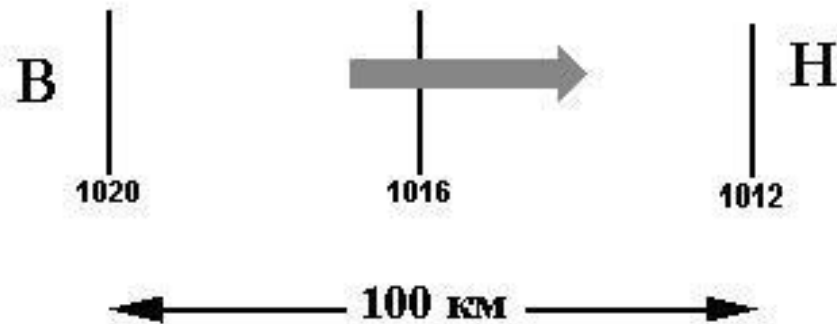
Изменение давления по нормали к изобаре в сторону убывающего давления на единицу расстояния называют **барометрическим градиентом.**

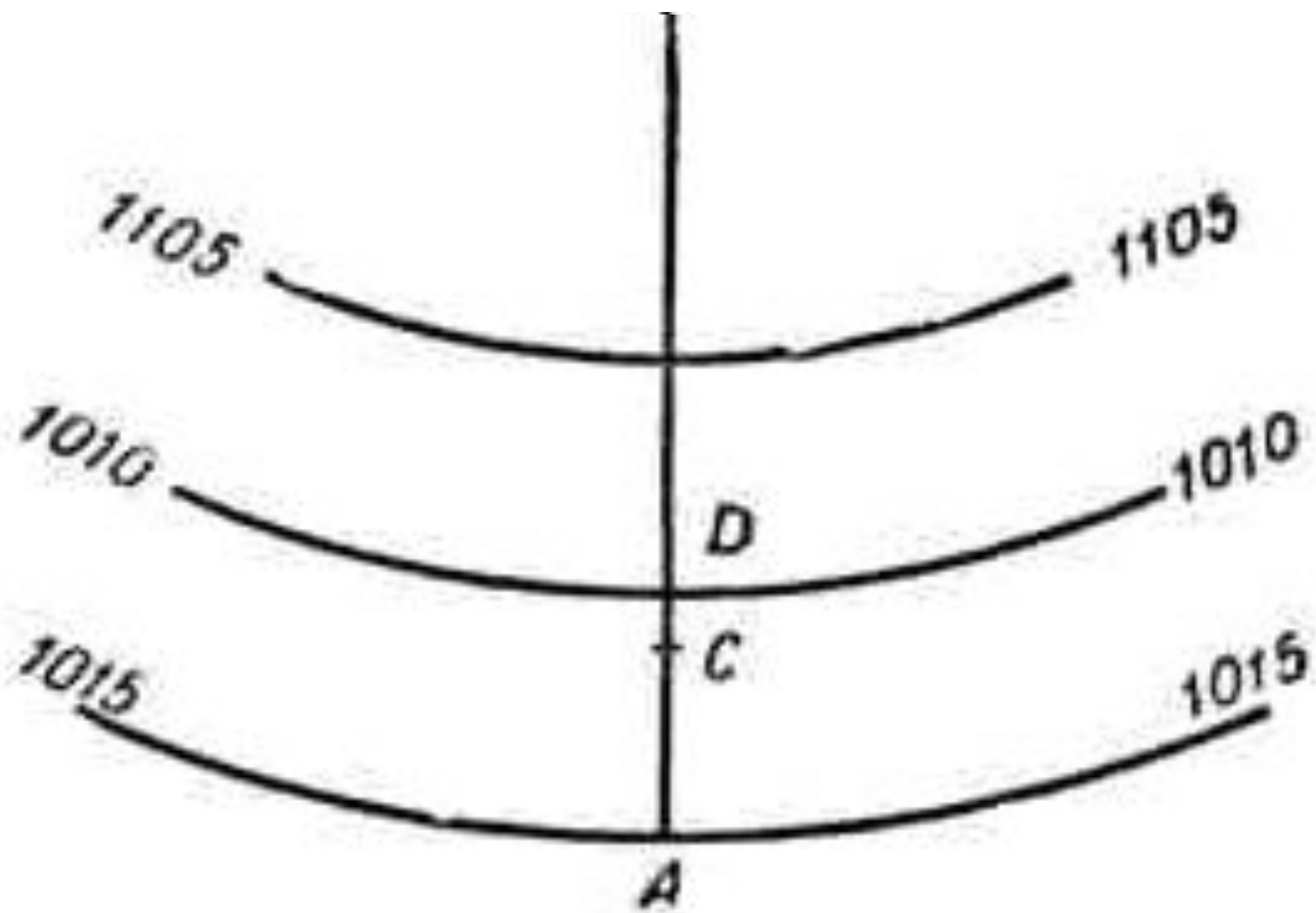
Формирование силы барического градиента

Градиент- это количественная мера изменения метеовеличины в пространстве.

Различают вертикальный и горизонтальный градиенты:
 $\text{Grad}nf = - \partial f / \partial n$

Градиент давления = - 8 гПа / 100 км





Определение градиента давления

Сначала откладывают по масштабу от заданной точки в сторону убывающего давления длину градуса меридиана AC , равную $111,1 \text{ км}$.

Потом находят разность в давлениях между точками A и C .

Найти эту разность по карте изобар очень легко. Если, например, изобары проведены через каждые 5 мб , то, разделив 5 мб на длину нормали между соседними изобарами AD и помножив на AC ($111,1 \text{ км}$), получим искомую величину.

Допустим, например, что $AD = 145 \text{ км}$. Длина же градуса (AC) $111,1 \text{ км}$. Стало быть, разница в давлениях между точками A и $C = (5/AD) \times AC$, или $(5 \times 111,1) / 145 = 3,8 \text{ мб}$.

Таким образом, направление нормали и разность давлений, выраженная в миллибарах, как раз и покажет нам, в какую сторону и в какой степени убывает давление.

Градиент давления

Градиент давления обозначается так: сначала пишется разница в давлениях (на длину градуса), а потом направление по сторонам горизонта.

Так, например, если в нашем случае давление уменьшается на *NE* (с. в.), то полное обозначение градиента будет *3,8 мб NE*.

При более точных обозначениях сторон горизонта указывают еще градусы *3,8 мб (N40°E)*.

Горизонтальный барический градиент

Горизонтальным градиентом давления называют изменение давления на единицу расстояния в горизонтальной плоскости (точнее, на поверхности уровня).

При этом расстояние берется по тому направлению, в котором давление убывает всего сильнее, т.е. по нормали к изобаре в этой точке.

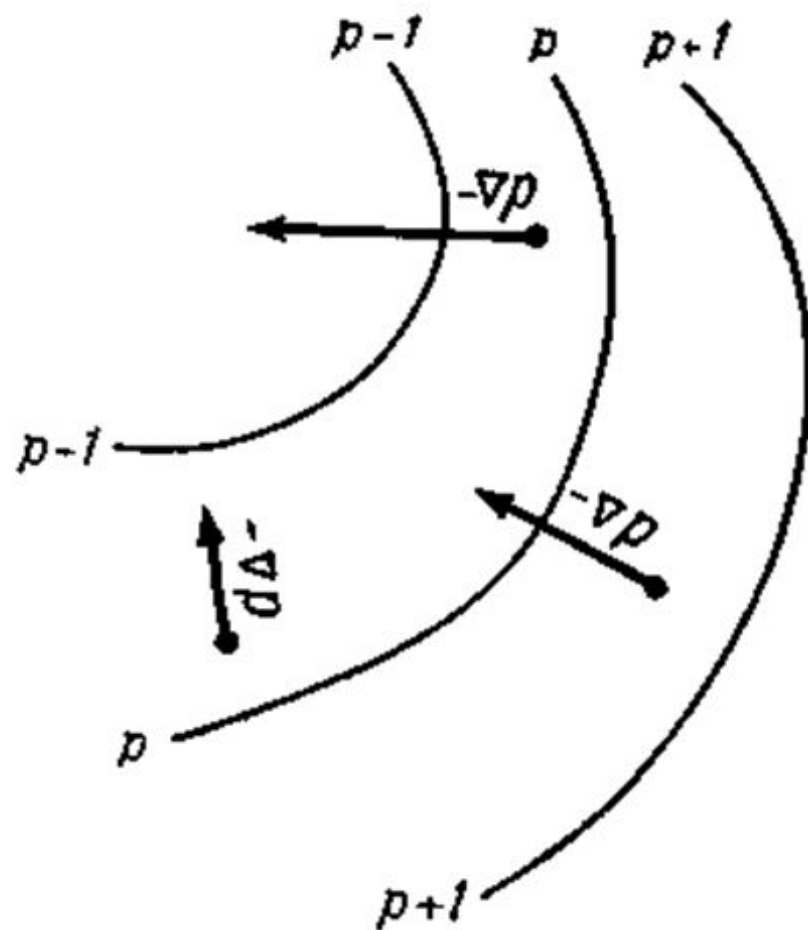
Горизонтальный барический градиент это вектор, направление которого совпадает с направлением нормали к изобаре в сторону уменьшения давления, а числовое значение равно производной от давления по этому направлению.

Обозначим этот вектор символом — ∇p ,
а числовую его величину $-dp/dn$,
где n — направление нормали к изобаре.

Как всякий вектор, горизонтальный барический градиент $-\nabla p$ можно графически представить стрелкой, направленной по нормали к изобаре в сторону убывания давления.

При этом длина стрелки должна быть пропорциональна числовой величине градиента

Изобары и
горизонтальный
барический градиент.
Стрелками обозначен
горизонтальный
барический градиент в
трех точках барического
поля.



Горизонтальный барический градиент является горизонтальной составляющей полного барического градиента.

Полный барический градиент можно разложить на вертикальную и горизонтальную составляющие, или на вертикальный и горизонтальный градиенты. Можно разложить его и на три составляющие по осям прямоугольных координат X , Y , Z .

Давление меняется с высотой гораздо сильнее, чем в **!!! горизонтальном направлении.**

На горизонтальное движение воздуха вертикальный барический градиент не влияет.

Ветер - в метеорологии

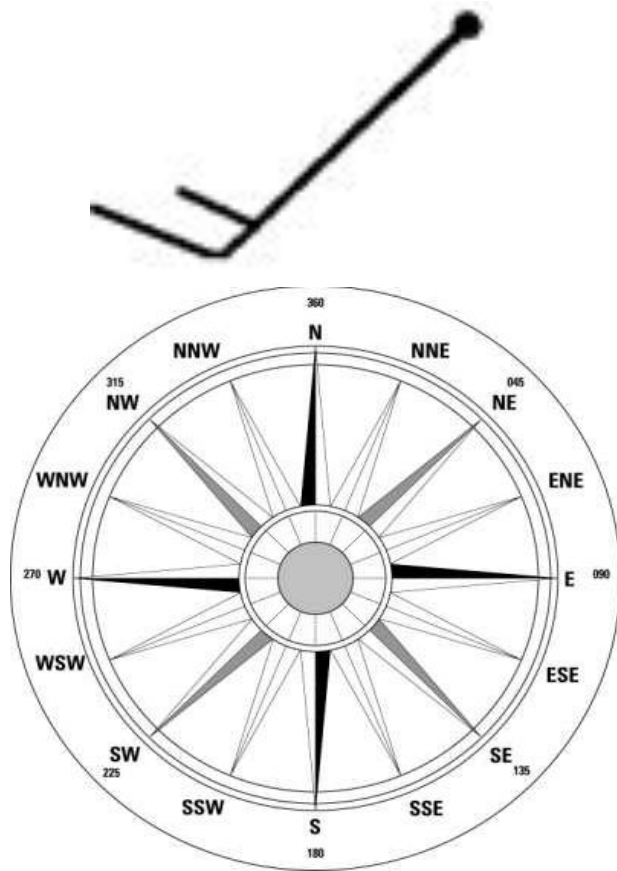
Ветер - движение воздуха относительно (параллельно) земной поверхности.

Ветер возникает в результате неравномерного распределения атмосферного давления и направлен от высокого давления к низкому.

Вследствие непрерывного изменения давления во времени и пространстве скорость и направление ветра постоянно меняются.

Ветры над большими площадями образуют обширные воздушные течения, из которых складывается общая и местная циркуляция атмосферы.

Движение воздуха характеризуется вектором горизонтальной скорости частицы воздуха в точке наблюдений



- Говоря о ветре, имеют в виду горизонтальное движение воздуха
- Направление ветра изображается специальным значком
- Он показывает ОТКУДА дует ветер
- Если говорят, что ожидается юго-западный ветер, то это значит, что воздух придет с юго-запада

Скорость ветра определяется по силе его воздействия на предметы

<i>Ветер</i>	<i>Баллы Бофорта</i>	<i>Действие</i>	<i>Скорость, м/с</i>
<i>Штиль</i>	<i>0</i>	<i>Дым столбом</i>	<i><1</i>
<i>Умеренный</i>	<i>4</i>	<i>Качаются веточки</i>	<i>6-8</i>
<i>Сильный</i>	<i>7</i>	<i>Держи зонтик!</i>	<i>12-19</i>
<i>Шторм</i>	<i>9</i>	<i>Ломаются ветви</i>	<i>19-27</i>
<i>Ураган</i>	<i>12</i>	<i>Сносит кровлю</i>	<i>>36</i>



- Скорость измеряют
 - По доске флюгера
 - По числу оборотов «вертушки» анемометра
 - На глаз, по шкале Бофорта
- Скорость ветра изображается количеством «перьев» на стрелке направления
 - Целое перо – 5 м/с
 - Половина – 2,5 м/с

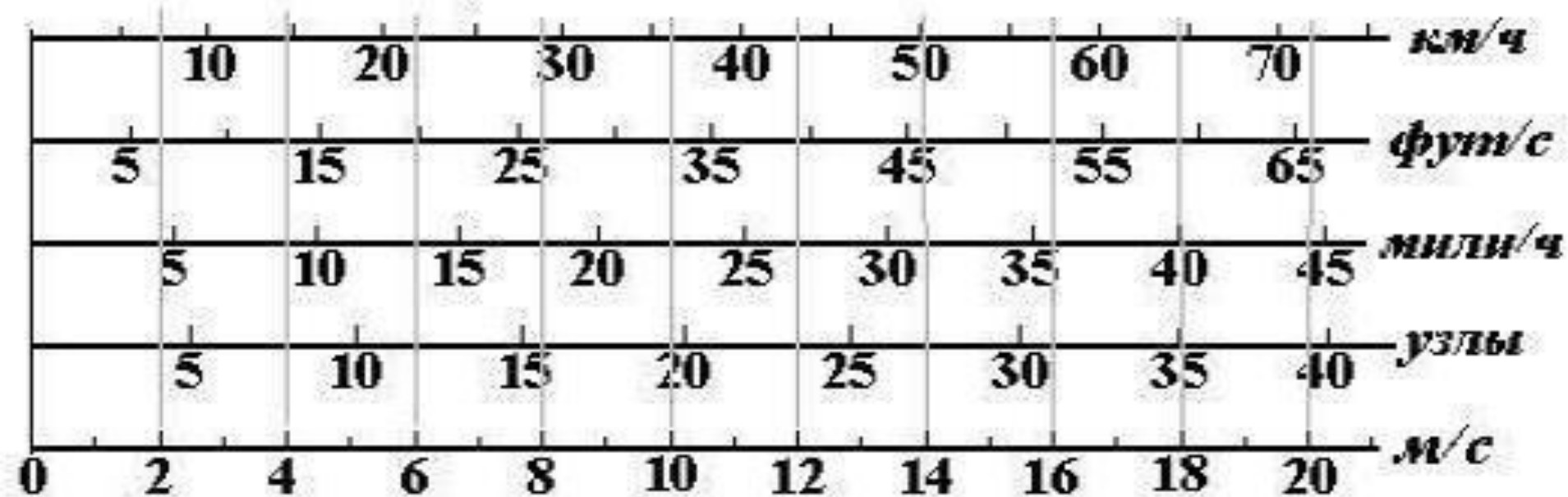
Сила и скорость ветра

Скорость ветра принято давать в узлах (уз.), метрах в секунду (м/с), в километрах в час (км/ч) или в английских морских милях в час (в англоязычной литературе обозначается mph).

Сила ветра не линейно зависит от его скорости, а растет пропорционально ее квадрату.

Единицы измерения скорости (V)

$1 \text{ м/с} = 3,6 \text{ км/ч}$; $1 \text{ км/ч} = 0,28 \text{ м/с}$.



Отклоняющая сила вращения Земли

- Итак, ветер - это движение воздуха относительно земной поверхности, т. е. относительно системы координат, вращающейся вместе с Землей.
- Из общей механики известно, что при движении любого тела **во вращающейся системе координат** возникает отклонение от первоначального направления движения относительно этой системы.
- Т.е., тело, движущееся во вращающейся системе координат, получает относительно этой системы **поворотное ускорение, или ускорение Кориолиса**, направленное под прямым углом к скорости.
 - Таким образом, поворотное ускорение не меняет величину скорости, а только меняет направление движения.

Возникновение силы Кориолиса



**Для наблюдателя (он рисует)
карандаш движется прямолинейно**

**Для бумаги на диске – карандаш описывает
линию, как будто на него действует сила,
толкающая его вправо.**

Ускорение (Сила) Кориолиса

- поверхность вращающейся Земли – это вращающаяся система координат, относительно которой вращается воздух.
- На вращающейся Земле поворотное ускорение (здесь и дальше речь идет о его горизонтальной составляющей) направлено в северном полушарии вправо от скорости, в южном — влево.



Россия

**Индонези
я**



Отклоняющая сила вращения Земли равна нулю у экватора и имеет наибольшую величину на полюсах.

Она также пропорциональна скорости ветра V и обращается в нуль при скорости, равной нулю, т.е. если тело неподвижно, то никакого ускорения относительно Земли оно получить не может.

Направлена отклоняющая сила под прямым углом к скорости, вправо в северном полушарии и влево в южном.

Сила трения

- Трение в атмосфере также является силой, которая сообщает уже существующему движению воздуха отрицательное ускорение, т. е. замедляет движение, а также меняет его направление.
 - В первом приближении силу трения в атмосфере можно считать направленной противоположно скорости.
- Сила трения наиболее велика у самой земной поверхности. С высотой она убывает и на уровне около 1000 м становится незначительной по сравнению с другими силами, действующими на движение воздуха.
- Поэтому начиная с этой высоты ею можно пренебречь. Высота, на которой сила трения практически исчезает (от 500 до 1500 м, в среднем около 1000 м), называется **уровнем трения**.

Нижний слой тропосферы, от земной поверхности до уровня трения, называется слоем трения или планетарным пограничным слоем.

Сила трения в этом слое вызывается тем, что воздух течет над шероховатой земной поверхностью и скорость воздушных частиц, непосредственно соприкасающихся с земной поверхностью, замедляется.

Это - слой трения.

Геострофический ветер

- Простейший вид движения воздуха, который можно представить теоретически — это прямолинейное равномерное движение без трения. Такое движение при отклоняющей силе, **отличной от нуля**, называют **геострофическим ветром**.

- Ветер у земной поверхности всегда более или менее отличается от геострофического ветра и по скорости, и по направлению. Это происходит потому, что у земной поверхности достаточно велика сила трения, которая для геострофического ветра предполагается равной нулю.
 - Но в **свободной атмосфере, примерно начиная с 1000 м**, действительной ветер уже очень близок к геострофическому, т. е. дует приблизительно по изобарам. Сила трения на этой высоте и на более высоких уровнях так мала, что ею можно пренебречь. Кривизна траекторий воздуха в большинстве случаев там также мала, т. е. движение воздуха близко к прямолинейному.
- Наконец, хотя действительный ветер, как правило, не является вполне равномерным движением, все же ускорения в атмосфере обычно невелики.

Тогда в случае равномерного движения должны уравниваться уже три силы, действующие на воздух

1. градиента,
2. отклоняющая
3. центробежная.

При неустойчивой стратификации атмосферы в дополнение к динамической турбулентности развивается термическая турбулентность — конвекция, особенно сильно перемешивающая воздух по вертикали. В результате при неустойчивой стратификации (что над сушей особенно часто бывает летом) замедляющее влияние трения распространяется на более мощный слой воздуха и уровень трения располагается выше, чем при устойчивой стратификации (особенно частой зимою). У земной поверхности влияние трения на скорость и направление ветра при неустойчивой стратификации будет меньше, чем при устойчивой.

Общая циркуляция атмосферы- это

смена крупномасштабных воздушных течений, размеры которых соизмеримы с размерами океанов и континентов.

Перемещение воздушных масс происходит под влиянием неодинакового нагревания земной поверхности на разных широтах, а также над материками и океанами.

От общей циркуляции атмосферы отличают местные циркуляции, такие, как бризы на побережьях морей, горно-долинные ветры, ледниковые ветры и др. Эти местные циркуляции временами и в определенных районах налагаются на течения общей циркуляции.

Арктические ветры
Е-четверти

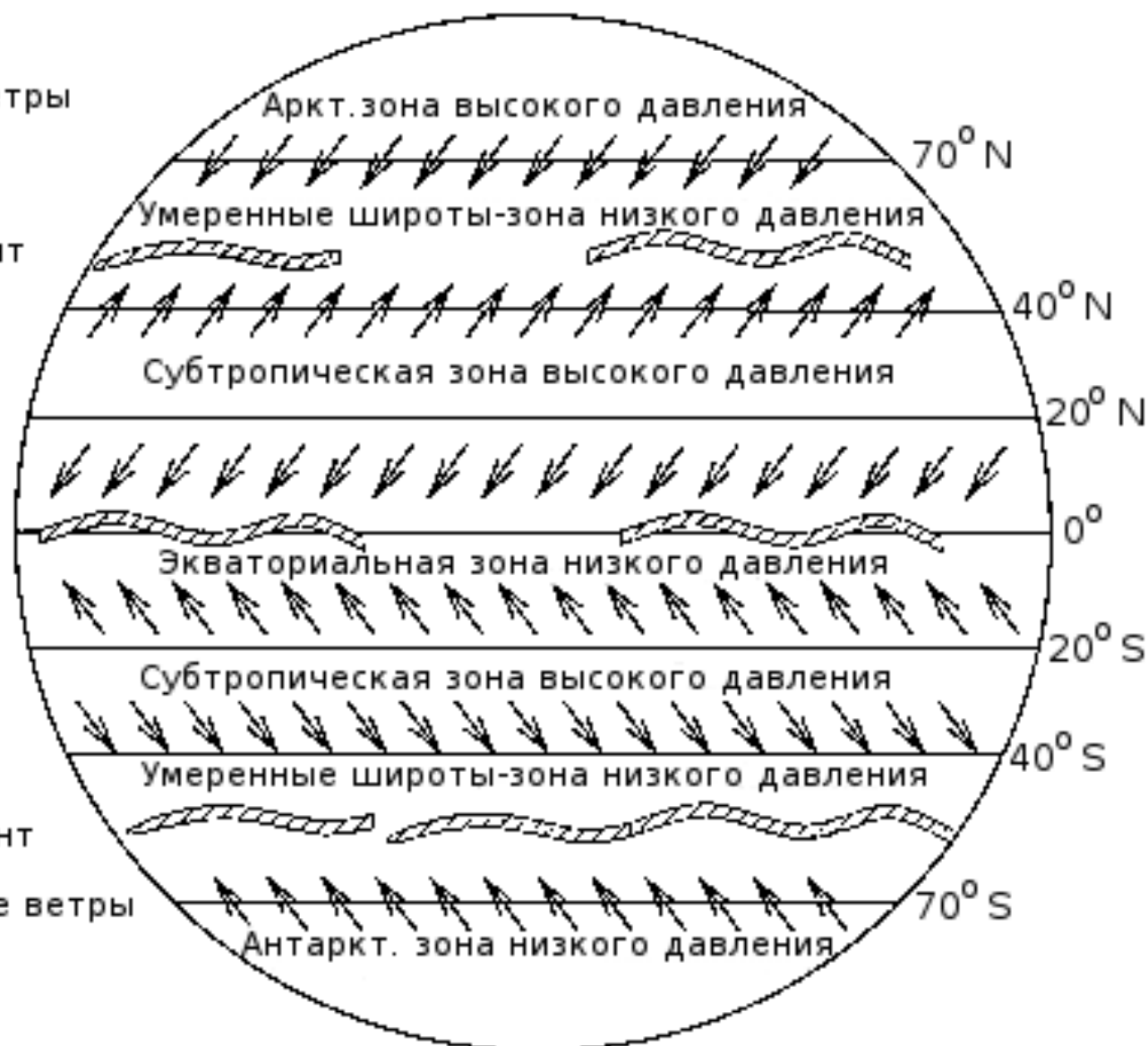
Полярный фронт
Ветры W-направлений

NE-пассаты
Тропический фронт
SE-пассаты

Ветры W-направлений

Полярный фронт

Антарктические ветры
E-направлений



Зональность в распределении давления и ветра

- Наиболее устойчивая особенность в распределении как ветра, так и связанного с ним атмосферного давления над Земным шаром — зональность этого распределения.
- На отдельных синоптических картах она в значительной мере замаскирована циклонической деятельностью и даже на многолетних средних картах несколько замаскирована различием влияний суши и моря на циклоническую деятельность. Причина этой зональности — зональность в распределении температуры, а также и некоторые особенности самого механизма общей циркуляции атмосферы.
- Зональность циркуляции проявляется в преобладании меридиональных барических градиентов над широтными и в преобладании широтных составляющих ветра (восточной или западной) над меридиональными составляющими. При этом составляющая того или другого направления (западная или восточная) преобладает одновременно или постоянно в значительной по широте зоне Земного шара.

- Степень преобладания зональных составляющих над меридиональными может быть различной.
- Над тропическими океанами преобладание восточных составляющих в переносе воздуха в нижней части тропосферы выражено очень резко и легко различимо даже на отдельных синоптических картах, т. е. в отдельные дни.
- В общем, меридиональные составляющие в тропиках, по крайней мере, в 10 раз меньше зональных.
- Хорошо выражено и преобладание западных ветров в умеренной зоне южного полушария.
- В то же время во многих районах умеренных широт северного полушария ветер часто и сильно меняется по направлению и преобладание западного переноса можно подметить только из статистического анализа большого материала наблюдений. Есть, наконец, и такие районы, например восток Азии, где преобладающие направления ветра в нижней тропосфере ближе к меридиональным, чем к зональным.

Меридиональные составляющие общей циркуляции

- Меридиональные составляющие переноса воздуха в общей циркуляции атмосферы, при меньшей величине по сравнению с зональными, имеют очень большое значение. Именно они обуславливают обмен воздуха между различными широтами Земли.

Воздушные массы (ВМ)

большие объёмы воздуха, имеющие горизонтальные размеры во много сотен или несколько тысяч километров, характеризующиеся примерно однородными физическими свойствами у земной поверхности по горизонтали и характерными для данной ВМ изменениями с высотой.

Перемещение воздушных масс происходит как в широтном, так и в меридиональном направлениях. В тропосфере к циркуляции атмосферы относятся

**пассаты, западные
воздушные течения
умеренных широт,**

муссоны,

циклоны и антициклоны.

Всю тропосферу можно разделить на ВМ:

- Однородность свойств воздушной массы достигается формированием её над однородной подстилающей поверхностью в сходных условиях теплового и радиационного баланса.
- Кроме того, необходимы такие циркуляционные условия, при которых воздушная масса длительно циркулировала бы в регионе формирования.
- Значения метеорологических элементов в пределах воздушной массы меняются незначительно — горизонтальные градиенты малы.
- Резкое возрастание градиентов метеорологических величин, или, по крайней мере, изменение величины и направления градиентов происходит в **переходной зоне** между двумя воздушными массами — **зоне атмосферного фронта** или фронтальной зоне.

Классификация ВМ

ВМ разделяют по:

1. термическому (термодинамическому)
и
2. географическому признакам

Термодинамическая классификация воздушных масс

1. Теплые
2. холодные
3. нейтральные ВМ

Тёплой (холодной) называют воздушную массу, которая теплее (холоднее) окружающей её более чем на 5 град.и постепенно охлаждается (нагревается), стремясь приблизиться к тепловому равновесию.

Чтобы определить, в течение несколько дней сравнивают $T_{\text{макс}}$ (максимальную дневную приземную температуру воздуха) или T_{850} (температуру воздуха на уровне 850 гПа, около 1,5 км над уровнем моря).

Местной (нейтральной) воздушной массой называют массу, находящуюся в тепловом равновесии со своей средой, то есть день за днем сохраняющую свои свойства без существенных изменений (Т макс изменяется не более чем на $1...2^{\circ}$). Таким образом, трансформирующаяся воздушная масса может быть

тёплой или холодной, но по завершении трансформации она становится местной.

Географическая классификация ВМ

основана на географическом положении **очага формирования** в зависимости от расположения в одном из широтных поясов:

- 1. Арктический или антарктический воздух (АВ),**
- 2. Умеренный воздух (УВ),**
- 3. Тропический воздух (ТВ).**
- 4. Экваториальный (ЭВ).**

Воздушные массы, кроме ЭВ, можно подразделять на морские (м) и континентальные (к).

Краткая характеристика ВМ

Континентальный АВ – КАВ. Образуется над льдами арктики.

КАВ - холодный, сухой:

Зимой АВ вызывает резкое падение температуры, мороз.

Осень-весна- КАВ несет заморозки.

Летом-сначала холод, -прогревается- трансформируется в УВ
–сухая жаркая погода.

МАВ- теплый, влажный: Зимой несет потепление, но быстро охлаждается над континентом

Морской АВ- над океаном- поступает в умеренные широты в тыловой части циклонов или Антициклонов.

Летом: приносит прохладную погоду, т.к. МАВ –влажный воздух,

при прогревании в нем развивается конвекция, возникают кучевые и кучево-дождевые облака.

Арктический (антарктический) воздух формируется над ледяной поверхностью полярных широт; характеризуется низкими температурами, малым содержанием влаги, при этом морской арктический воздух более влажен, чем континентальный. Вторгаясь в низкие широты, арктический воздух значительно понижает температуру. Равнинный рельеф способствует его проникновению далеко в глубь материка. Подобное явление можно наблюдать в Западной Сибири. По мере продвижения на юг равнины арктический воздух нагревается и способствует образованию суховеев, которые вызывают частые в этом районе засухи.

Умеренные воздушные массы формируются в умеренных широтах. Континентальные умеренные воздушные массы зимой сильно охлаждены. Они отличаются небольшим содержанием влаги. С вторжением континентальных воздушных масс устанавливается ясная морозная погода. Летом континентальный воздух сух и сильно нагрет. Морские воздушные массы умеренных широт влажные, умеренной температуры; зимой приносят оттепели, летом — пасмурную погоду и похолодание.

Тропические воздушные массы круглый год формируются в тропиках. Обычно морская их разновидность отличается высокой влажностью и температурой, а континентальная — запыленностью, сухостью и еще более высокой температурой.

Экваториальные воздушные массы образуются в экваториальной зоне. Движение Земли вокруг своей оси способствует перемещению воздушных масс то в Северное полушарие, то в Южное. Эти воздушные массы характеризуются высокой температурой и большой влажностью, и для них нет четкого деления на морские воздушные массы и континентальные.

Трансформация ВМ (ЭВОЛЮЦИЯ)

– **процесс** изменения свойств вм.

При перемещении воздушная масса начинает изменять свои свойства — они уже будут зависеть не только от свойств очага формирования, но и от свойств соседних воздушных масс, от свойств подстилающей поверхности, от длительности времени, прошедшего с момента образования воздушной массы...

Вторгаясь в районы с иными тепловыми свойствами поверхности, воздушные массы постепенно трансформируются. Например, морской умеренный воздух, поступая на сушу и продвигаясь в глубь материка, постепенно нагревается и иссушается, превращаясь в континентальный. Трансформация воздушных масс особенно характерна для умеренных широт, в которые время от времени вторгается теплый и сухой воздух из тропических широт и холодный и сухой — из приполярных.

Атмосферный фронт

Воздушные массы постоянно движутся, изменяют свои свойства (трансформируются), но между ними остаются довольно резкие границы — переходные зоны шириной в несколько десятков километров. Эти пограничные зоны называются **атмосферными фронтами** и характеризуются неустойчивым состоянием температуры, давления и характеризуются неустойчивым состоянием температуры, давления, влажности воздуха, направления и скорости ветра.

Пересечение такого фронта с земной поверхностью называется **линией атмосферного фронта**.

При прохождении атмосферного фронта через какую-либо местность над ней меняются воздушные массы и, как следствие, погода.

Фронтальные осадки

В зоне атмосферных фронтов возникают обширные облачные образования протяженностью в тысячи километров и выпадают осадки.

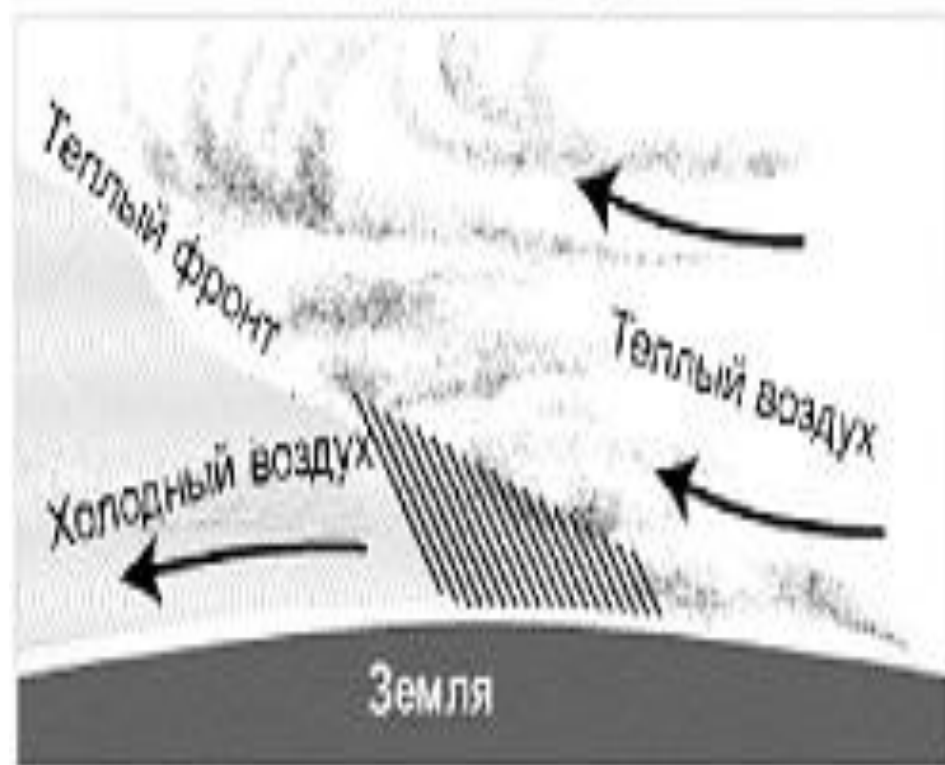
Как они возникают? Атмосферный фронт можно рассматривать как границу двух воздушных масс, которая наклонена к земной поверхности под очень малым углом. Холодный воздух находится рядом с теплым и над ним в виде пологого клина. При этом теплый воздух поднимается вверх по клину холодного воздуха и охлаждается, приближаясь к состоянию насыщения.

Возникают облака, из которых выпадают осадки.

Если фронт перемещается в сторону отступающего холодного воздуха, наступает потепление; такой фронт называется **теплым**.

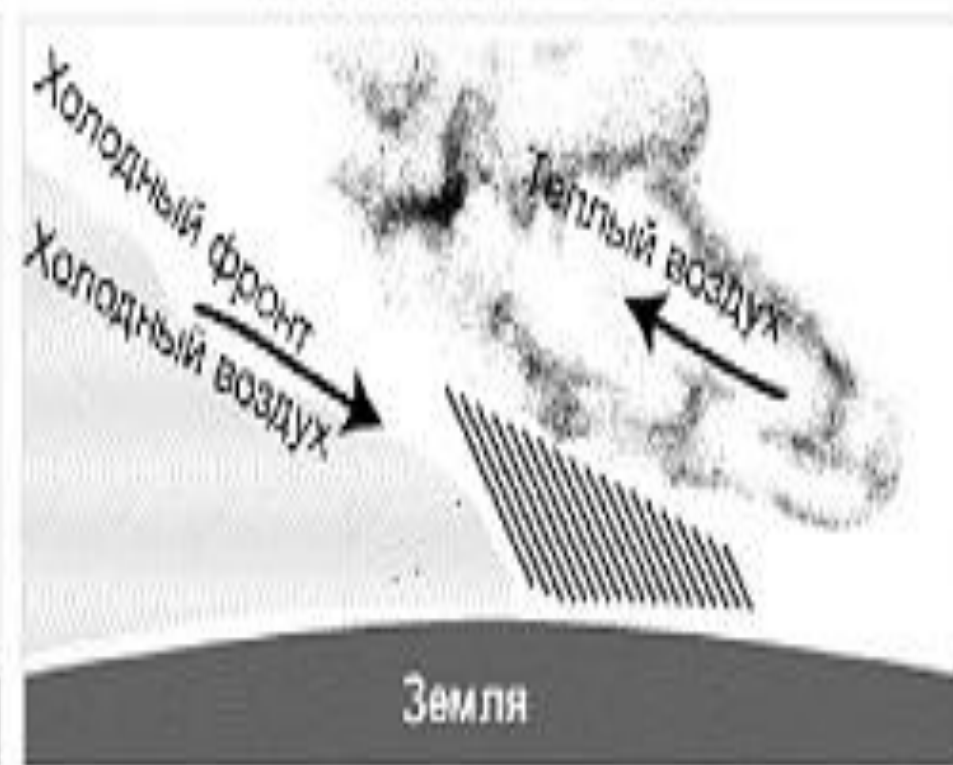
Холодный фронт, наоборот, надвигается на территорию, занятую теплым воздухом

ТЕПЛЫЙ ФРОНТ



a

ХОЛОДНЫЙ ФРОНТ



б