

Статика атмосферы

Атмосферное давление. Барическое поле.

- Эквискалярная поверхность равного давления называется **изобарической поверхностью**. Если изобарические поверхности имеют наклон к горизонту, возникают горизонтальные градиенты давления. Линии пересечения изобарических поверхностей с горизонтальными плоскостями называются **изобарами**.

$$1 \text{ Па} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}^{-2}.$$

В метеорологии принято использовать гектопаскаль:

$$1 \text{ гПа} = 10^2 \text{ Па}.$$

С миллиметром ртутного столба паскаль связан соотношениями вида:

$$1 \text{ Па} = 0,0075 \text{ мм рт. ст.},$$

$$1 \text{ мм рт. ст.} = 133,3 \text{ Па}.$$

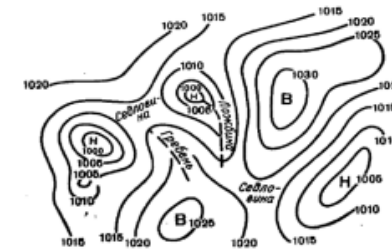


Рис. 2. Виды барических систем

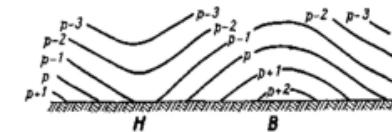


Рис. 3. Вертикальный разрез изобарических поверхностей в циклоне *H* и антициклоне *B*

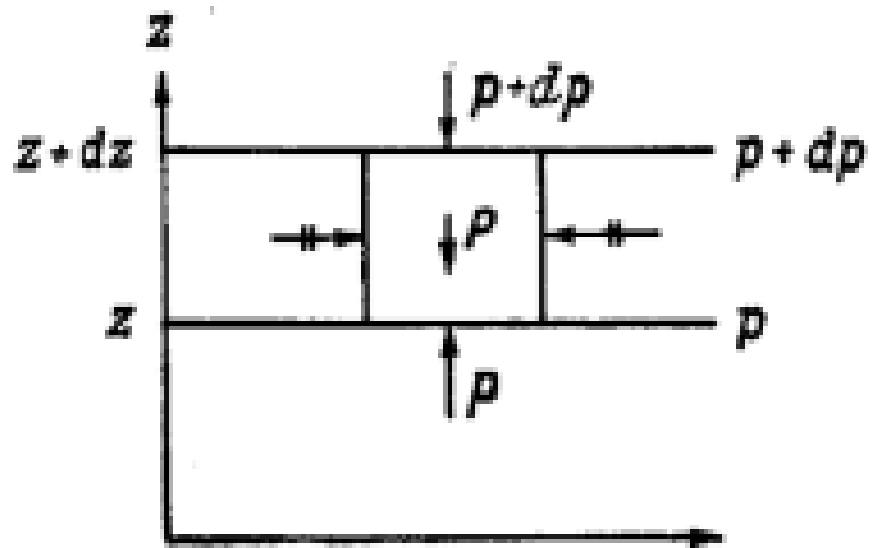


Рис. 5. К выводу основного уравнения статики

$$P = c g dZ$$

$$p - (p + dp) - P = 0,$$

$$-dp = c g dZ$$

$$-\frac{dp}{dZ} = \text{grad}_{\text{вер}} P = \rho g.$$

Выводы из уравнения статики

1. С увеличением высоты ($dZ > 0$) давление всегда уменьшается ($-dp > 0$).
2. С увеличением высоты градиент давления становится меньше, т.к. уменьшаются плотность воздуха и ускорение силы тяжести.

3. Для двух точек A и B , расположенных на одной изобарической поверхности ($p_A = p_B$), отличие в плотности будет вызвано только отличием в температуре (если $T_A > T_B$, то $\rho_A < \rho_B$), что приведет к отличию в градиенте давления ($(grad_{\text{вер}} p)_A < (grad_{\text{вер}} p)_B$). Т.о. в более плотной холодной воздушной массе давление с высотой падает быстрее.

4. Для нормальных условий на уровне моря ($\rho = 1,29 \text{ кг/м}^3$, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$) вертикальный градиент давления (нормальный барический градиент) равен:

$$grad_{\text{норм}} p = 12,5 \text{ гПа/ 100 м.} \quad (27)$$

Барическая ступень

$$h_p = \frac{8000}{p}(1 + 0,004t) \text{ м/гПа}. \quad (28)$$

Под *барической ступенью* понимают расстояние по вертикали, на котором давление меняется на 1 гПа. Зависимость градиента давления от температуры и давления обратная формуле (28), т.к. по своей сути барическая ступень — величина, обратная барическому градиенту:

$$h_p = \frac{dZ}{dp} = \frac{1}{\text{grad}_{\text{вер}} p}.$$

Барическая ступень и вертикальный градиент давления

Давление p , гПа	Температура t , °C									
	-40		-20		0		+20		+40	
	h_p	$\text{grad}_{\text{вер}} p$	h_p	$\text{grad}_{\text{вер}} p$	h_p	$\text{grad}_{\text{вер}} p$	h_p	$\text{grad}_{\text{вер}} p$	h_p	$\text{grad}_{\text{вер}} p$
960	7,0	0,14	7,7	0,13	8,3	0,12	9,0	0,11	9,7	0,10
980	6,9	0,15	7,5	0,13	8,2	0,12	8,8	0,11	9,5	0,11
1000	6,7	0,15	7,4	0,14	8,0	0,13	8,6	0,12	9,3	0,11
1020	6,6	0,15	7,2	0,14	7,8	0,13	8,5	0,12	9,1	0,11
1040	6,5	0,15	7,1	0,14	7,7	0,13	8,3	0,12	8,9	0,11

Горизонтальный градиент давления

Горизонтальным градиентом давления называют изменение атмосферного давления на единицу расстояния для одной и той же уровенной поверхности.

Горизонтальный барический градиент на порядки меньше вертикального и составляет обычно (1–3) гПа/100 км!

Под ветром понимают направленное горизонтальное движение воздуха. Вектор силы действительного ветра представляет собой равнодействующую четырех сил:

- горизонтального градиента давления G ,
- силы Кориолиса C ,
- центробежной силы A ,
- силы трения.

Градиентный ветер

- В отсутствие силы трения (в свободной атмосфере) ветер целиком определяется тремя первыми факторами (рис. 6). Такой ветер называют **градиентным**.
- Градиентный ветер V направлен по касательной к изобарам, в северном полушарии — против часовой стрелки в циклонах и по часовой стрелке в антициклонах, в южном полушарии — направление противоположное.
- Ветер, сформированный исключительно горизонтальным градиентом давления и силой Кориолиса, называют геострофическим ветром. Геострофический ветер наблюдается в свободной атмосфере на прямолинейных участках изобар и совпадает по направлению с изобарами. Но именно сила трения, отклоняющая вектор действительного ветра в направлении области пониженного давления (Рисунок 7), способствует заполнению воронки циклона и постепенному разрушению антициклона

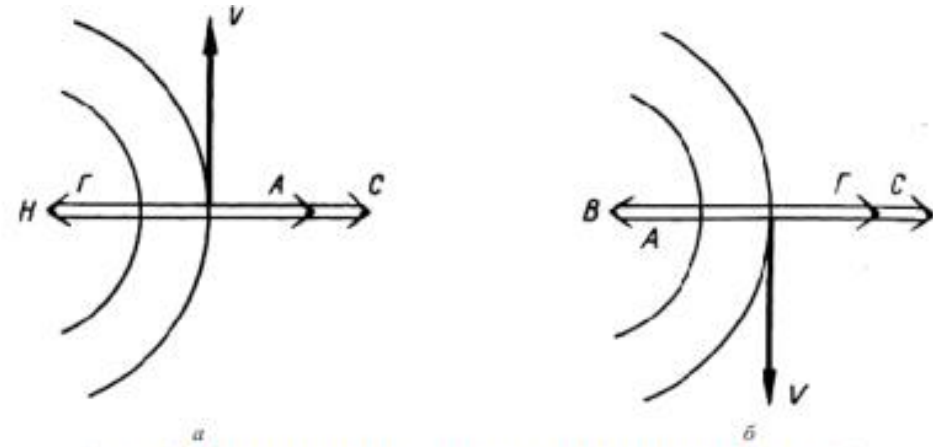


Рис. 6. Градиентный ветер в циклонах (а) и антициклонах (б) северного полушария

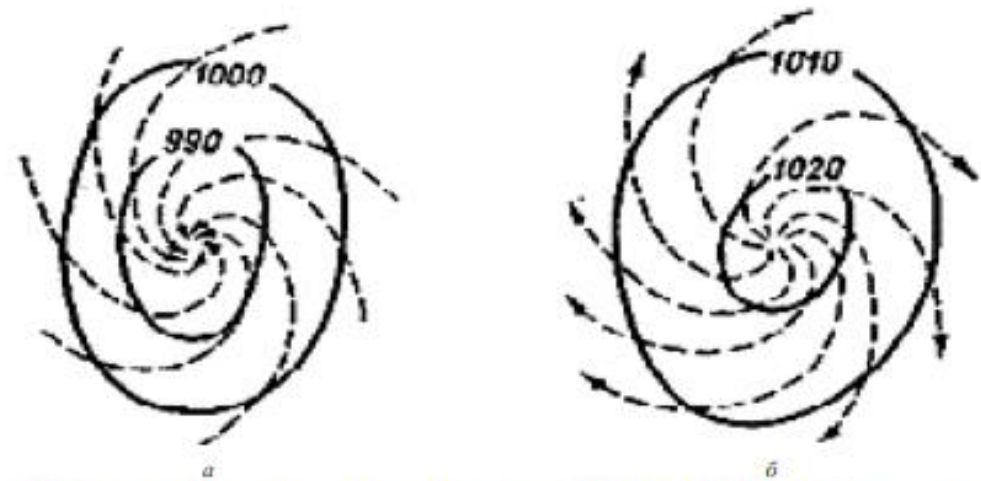


Рис. 7. Поле действительного ветра в циклонах (а) и антициклонах (б) северного полушария

Пояса давления

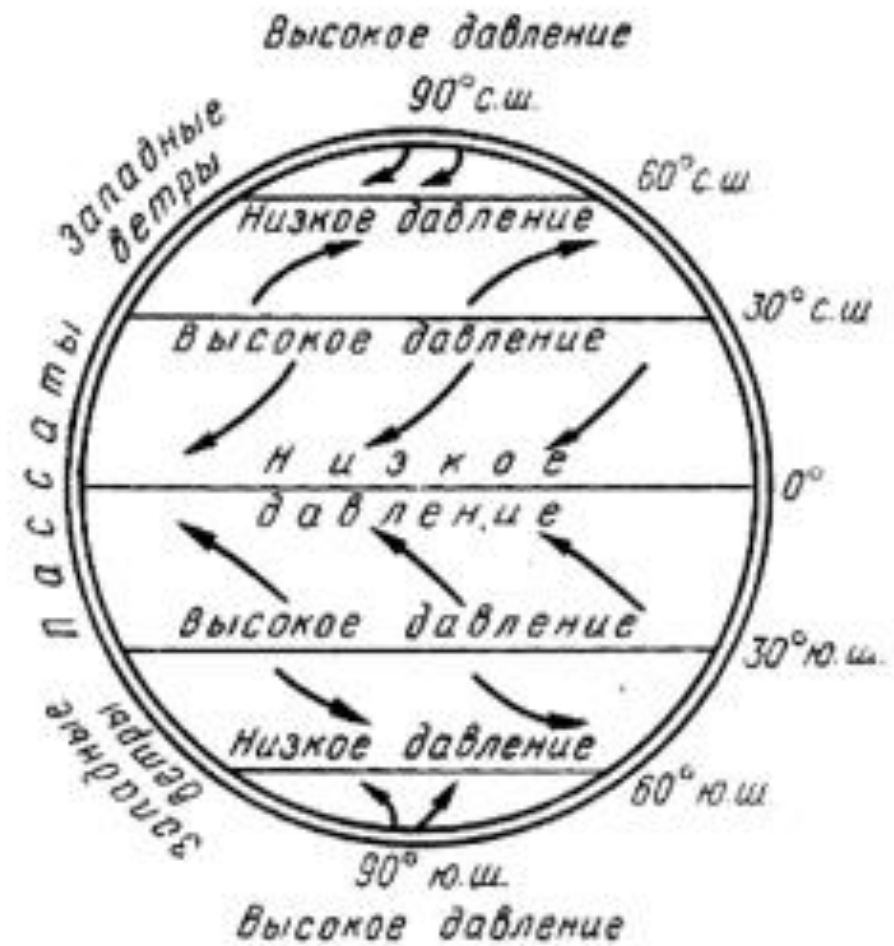


Рис. 8. Пояса давления