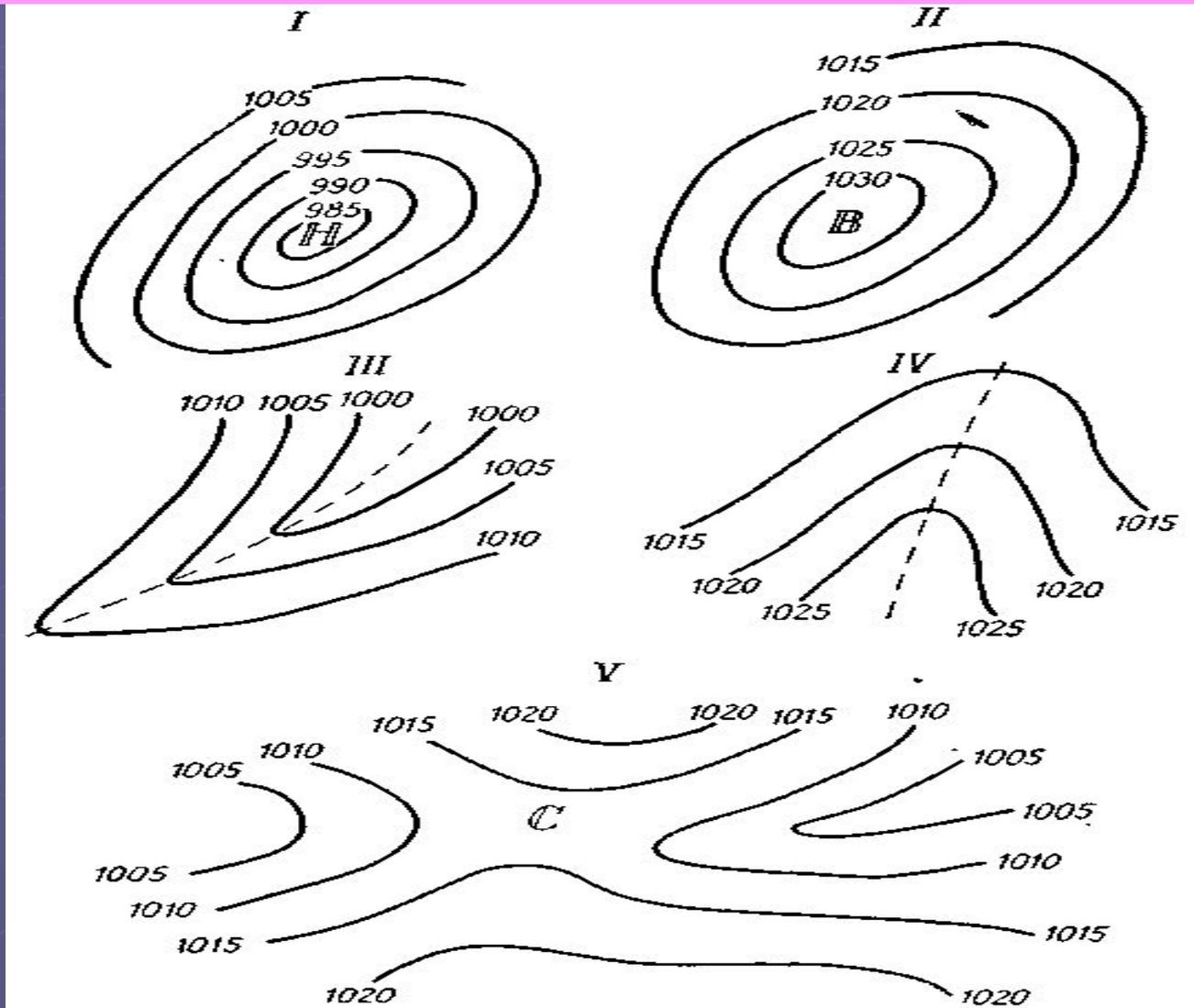


БАРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

- В каждой точке атмосферы существует определенное давление, которое образует поле давления – барическое поле
- Воздушные течения (ветер) в атмосфере возникают исключительно вследствие неравномерного распределения атмосферного давления по земной поверхности
- Для наглядного представления об общем распределении давления в атмосфере служат изобарические поверхности, во всех точках которых давление одинаково
- Изобары, которые представляют на картах распределения давления на земной поверхности – линии пересечения изобарических поверхностей с поверхностью уровня моря

ИЗОБАРЫ НА УРОВНЕ МОРЯ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ БАРИЧЕСКИХ СИСТЕМ.

/—ЦИКЛОН, // — АНТИЦИКЛОН,
/// — ЛОЖБИНА, IV— ГРЕБЕНЬ, V — СЕДЛОВИНА



ПОЛЕ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ У ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ



БАРИЧЕСКИЙ ГРАДИЕНТ

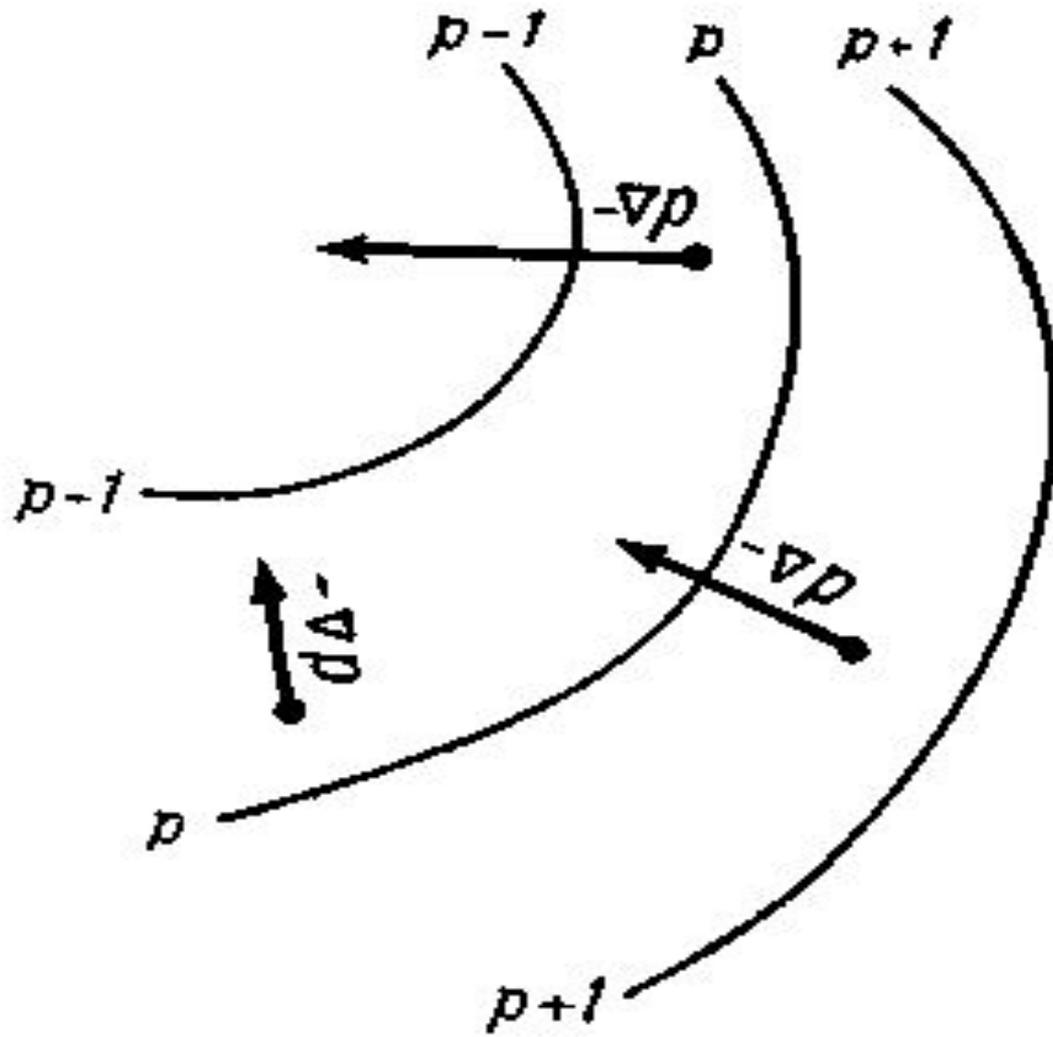
- Барический градиент – вектор, характеризующий степень изменения атмосферного давления в пространстве



ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ И ВЕРТИКАЛЬНЫЙ БАРИЧЕСКИЙ ГРАДИЕНТ

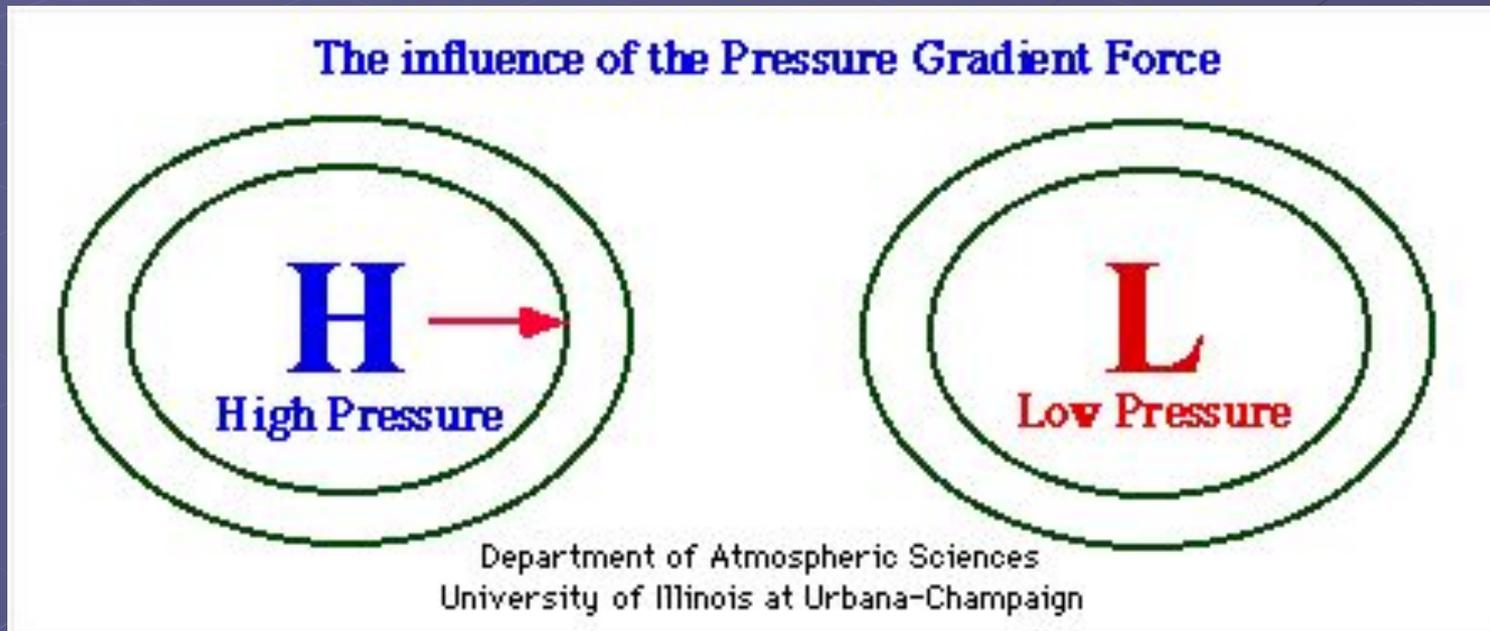
- Горизонтальный барический градиент (G) направлен по нормали к изобаре в сторону убывания давления
- Практически G определяется падением давления в гектопаскалях на расстоянии, равном 100 км (или 1 градус меридиана)
- Вертикальный барический градиент – изменение давления на 100 м высоты
- Вместо вертикального барического градиента нередко пользуются обратной ему величиной – барической ступенью
- Барическая ступень – расстояние по вертикали в метрах, на котором атмосферное давление меняется на 1 гПа

ИЗОБАРЫ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ БАРИЧЕСКИЙ ГРАДИЕНТ.
СТРЕЛКАМИ ОБОЗНАЧЕН ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ БАРИЧЕСКИЙ ГРАДИЕНТ
В ТРЕХ ТОЧКАХ БАРИЧЕСКОГО ПОЛЯ



СИЛА БАРИЧЕСКОГО ГРАДИЕНТА

- Следствием барического градиента является сила, которая направлена от более высокого давления к более низкому, эта сила называется «силой барического градиента», именно она сообщает ускорение атмосферному воздуху



СИЛЫ, ПОЯВЛЯЮЩИЕСЯ В СВЯЗИ С ДВИЖЕНИЕМ МАССЫ ВОЗДУХА

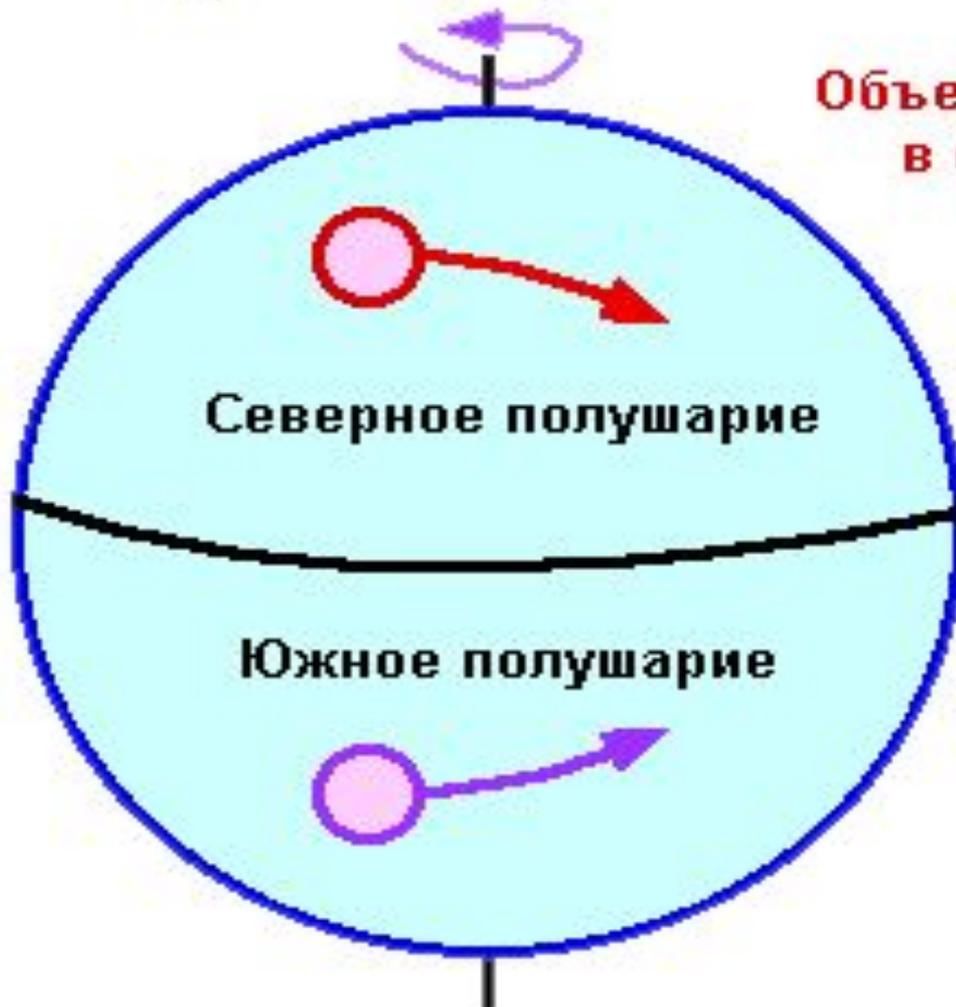
- При начавшемся движении воздушной массы возникают силы, действующие на воздушную массу и влияющие на характер ее движения (силы реакции)
- К этим силам реакции относятся:
 - отклоняющая сила вращения земли (Кориолисова)
 - центробежная сила
 - сила трения

СИЛА КОРИОЛИСА

- В 1838 г Кориолисом было показано, что всякое движение в системе координат, связанной с каким-нибудь вращающимся телом, испытывает дополнительное ускорение, так называемое поворотное ускорение
- Это ускорение таково, как будто оно вызвано некоторой добавочной (фиктивной) силой, называемой отклоняющей силой вращения Земли или силой Кориолиса (K)
- Сила K всегда действует по направлению перпендикулярному движению воздушной массы в Северном полушарии – вправо (по отношению к движению), в Южном - влево

СИЛА КОРИОЛИСА

Вследствие вращения Земли



Объекты отклоняются вправо
в северном полушарии

Объекты отклоняются
влево в южном
полушарии

КОРИОЛИСОВА СИЛА

- В общем случае кориолисова сила, действующая на 1 м^3 воздуха (на массу ρ), равна

$$K = 2\rho (c \times w),$$

где ρ – плотность воздуха, c – скорость движения воздушной частицы относительно земной поверхности, w – угловая скорость суточного вращения Земли, $(c \times w)$ – векторное произведение векторов c и w (вектор w направлен вдоль оси вращения Земли, положительное направление к Северному полюсу)



ЦЕНТРОБЕЖНАЯ СИЛА

- При движении массы воздуха по криволинейному пути всегда возникает центробежная сила F
- Центробежная сила направлена по радиусу кривизны траектории от центра
- Величина F равна:

$$F = v^2/r,$$

где v – линейная скорость частицы воздуха, r – радиус кривизны траектории частицы

- Траектории частиц воздуха в воздушных течениях имеют очень малую кривизну порядка $1/100 \div 1/1000 \text{ км}^{-1}$. При таких условиях величина F в $10 \div 100$ раз меньше силы Кориолиса

СИЛА ТРЕНИЯ

- На движущуюся массу воздуха действует сила трения R , тормозящая поступательное движение частиц
- Сила трения вызывается , с одной стороны, задерживающим воздействием твердой земной поверхности на движущийся воздух, с другой стороны, «вязкостью» самого воздуха (внутреннее трение)
- Первоначально силу трения считали направленной в сторону, прямо противоположную движению, и пропорциональной скорости движения: $R = k v$, где k – коэффициент трения, v – скорость движения
- На самом деле, направление силы трения в воздушных течениях отклонено в сторону от направления движения на угол равный примерно 35°

УСТАНОВИВШЕЕСЯ ДВИЖЕНИЕ БЕЗ ТРЕНИЯ

- Установившимся или стационарным движением называется такое движение, когда в каждой точке пространства величина и направление скорости не изменяются со временем
- Простейший случай стационарных движений – движение без трения. Подобные условия в атмосфере имеют место на высоте свыше 600 – 1000 м, сила трения здесь становится столь малой, что ею можно пренебречь
- При отсутствии трения установившееся движения воздуха происходит вдоль изобар и называется **градиентным ветром**

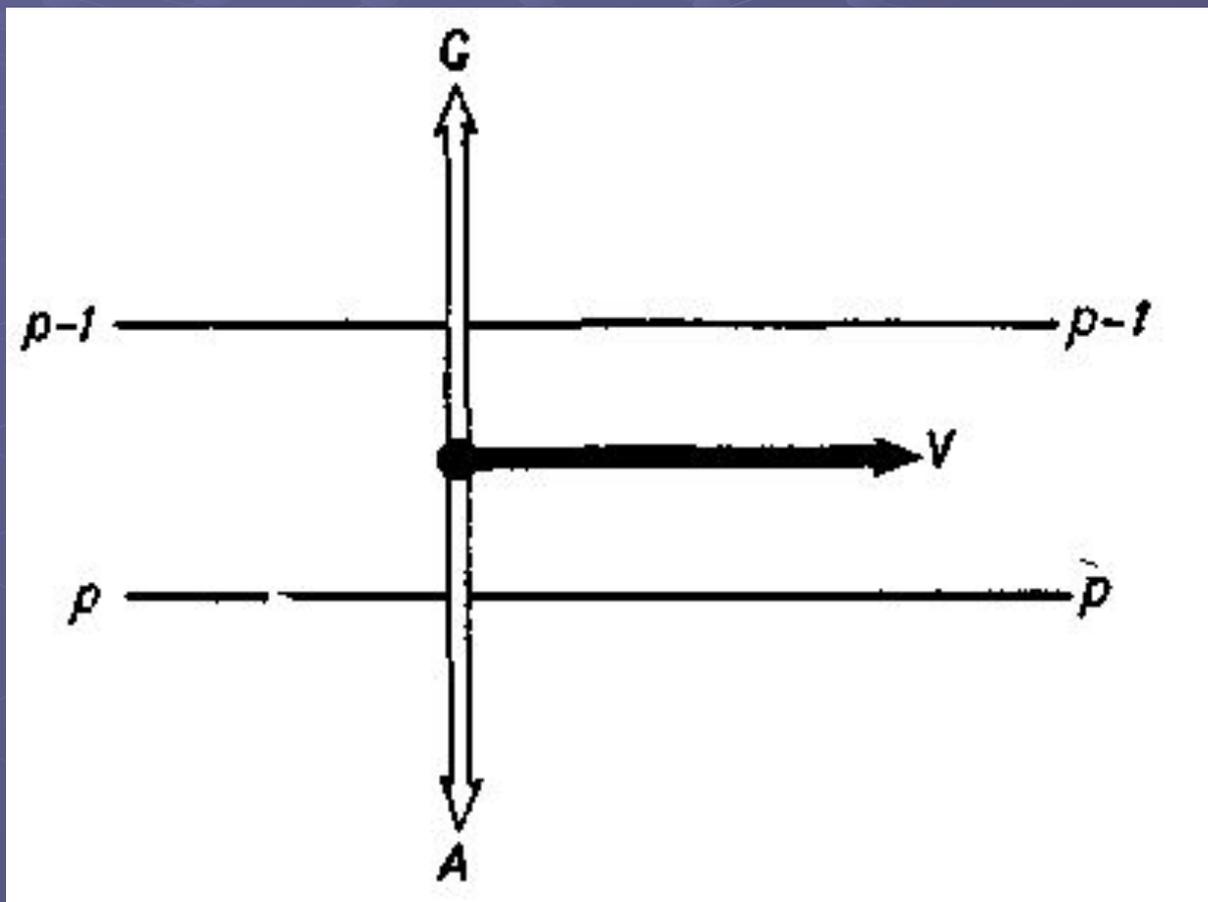
ГЕОСТРОФИЧЕСКИЙ ВЕТЕР

- Градиентный ветер в случае прямолинейных изобар называется **геострофическим ветром**
- Геострофический ветер направлен вдоль изобар вправо от силы барического градиента в Северном полушарии, влево – в Южном
- Скорость геострофического ветра пропорциональна градиенту давления, причем коэффициент пропорциональности зависит от географической широты:

$$v = (4,8/\sin \varphi) \cdot G,$$

где v – скорость геострофического ветра (м/с),
 φ – географическая широта, G –
горизонтальный барический градиент

ГЕОСТРОФИЧЕСКИЙ ВЕТЕР. G — СИЛА БАРИЧЕСКОГО
ГЕОСТРОФИЧЕСКИЙ ВЕТЕР. G — СИЛА БАРИЧЕСКОГО
ГРАДИЕНТА, A — ОТКЛОНЯЮЩАЯ СИЛА ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ,
 V — СКОРОСТЬ ВЕТРА.



ГРАДИЕНТНЫЙ ВЕТЕР В ЦИКЛОНЕ.

G — С
 A — С
ВРАЩ
 V — С

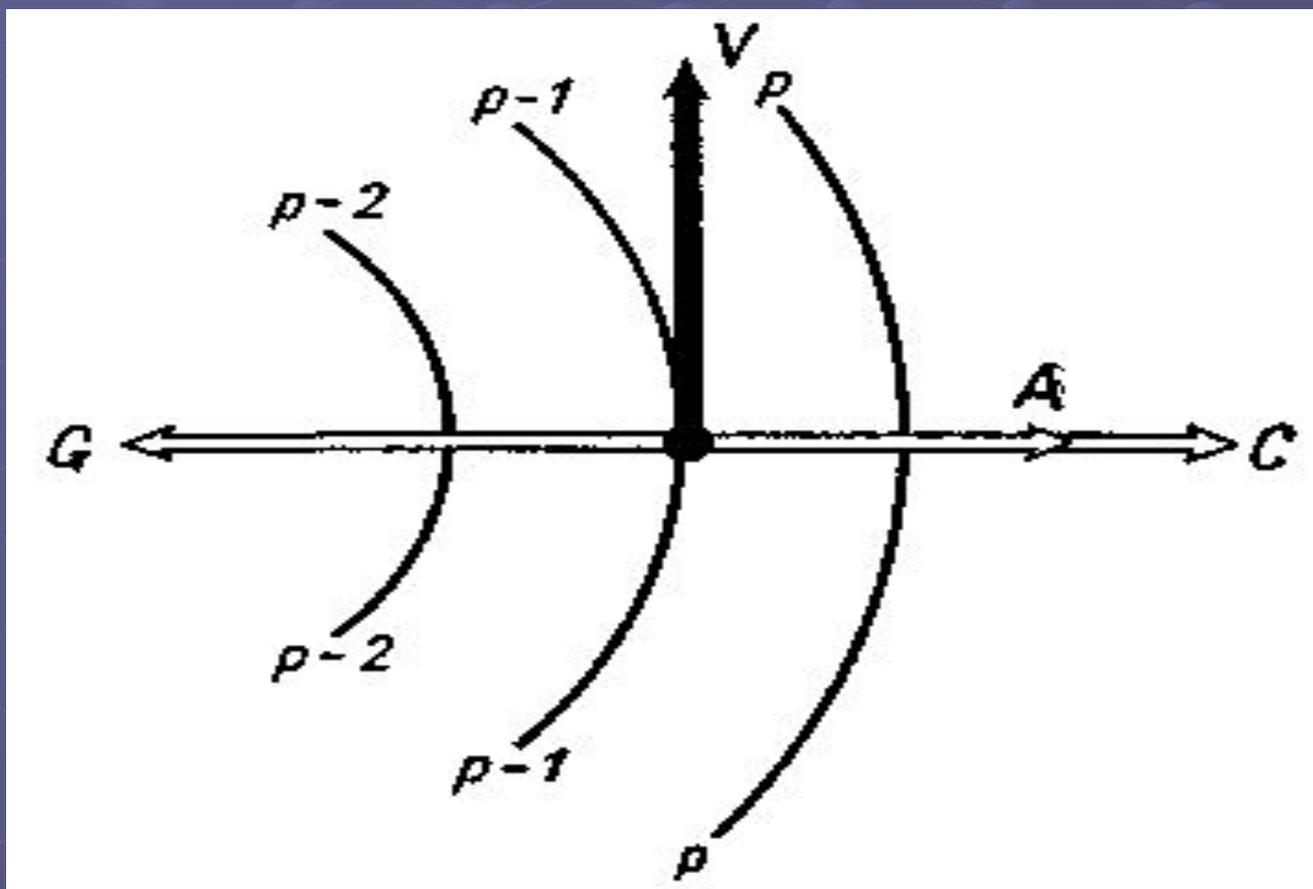
ГРАДИЕНТНЫЙ ВЕТЕР В ЦИКЛОНЕ.

G — СИЛА БАРИЧЕСКОГО ГРАДИЕНТА,

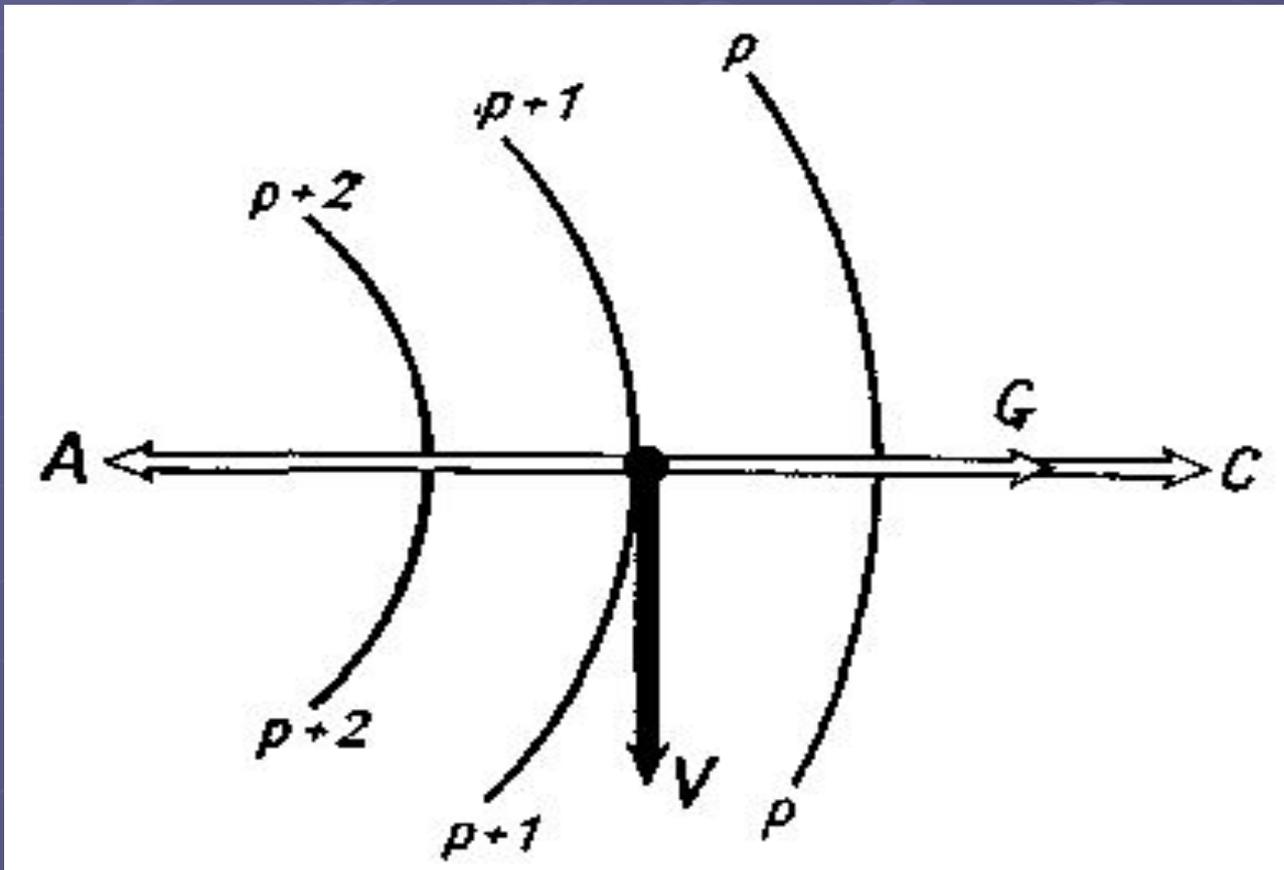
A — ОТКЛОНЯЮЩАЯ СИЛА

ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ, C — ЦЕНТРОБЕЖНАЯ СИЛА,

V — СКОРОСТЬ ВЕТРА



ГРАДИЕНТНЫЙ ВЕТЕР В АНТИЦИКЛОНЕ.
G — СИЛА БАРИЧЕСКОГО ГРАДИЕНТА,
A — ОТКЛОНЯЮЩАЯ СИЛА
ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ, C — ЦЕНТРОБЕЖНАЯ СИЛА,
V — СКОРОСТЬ ВЕТРА



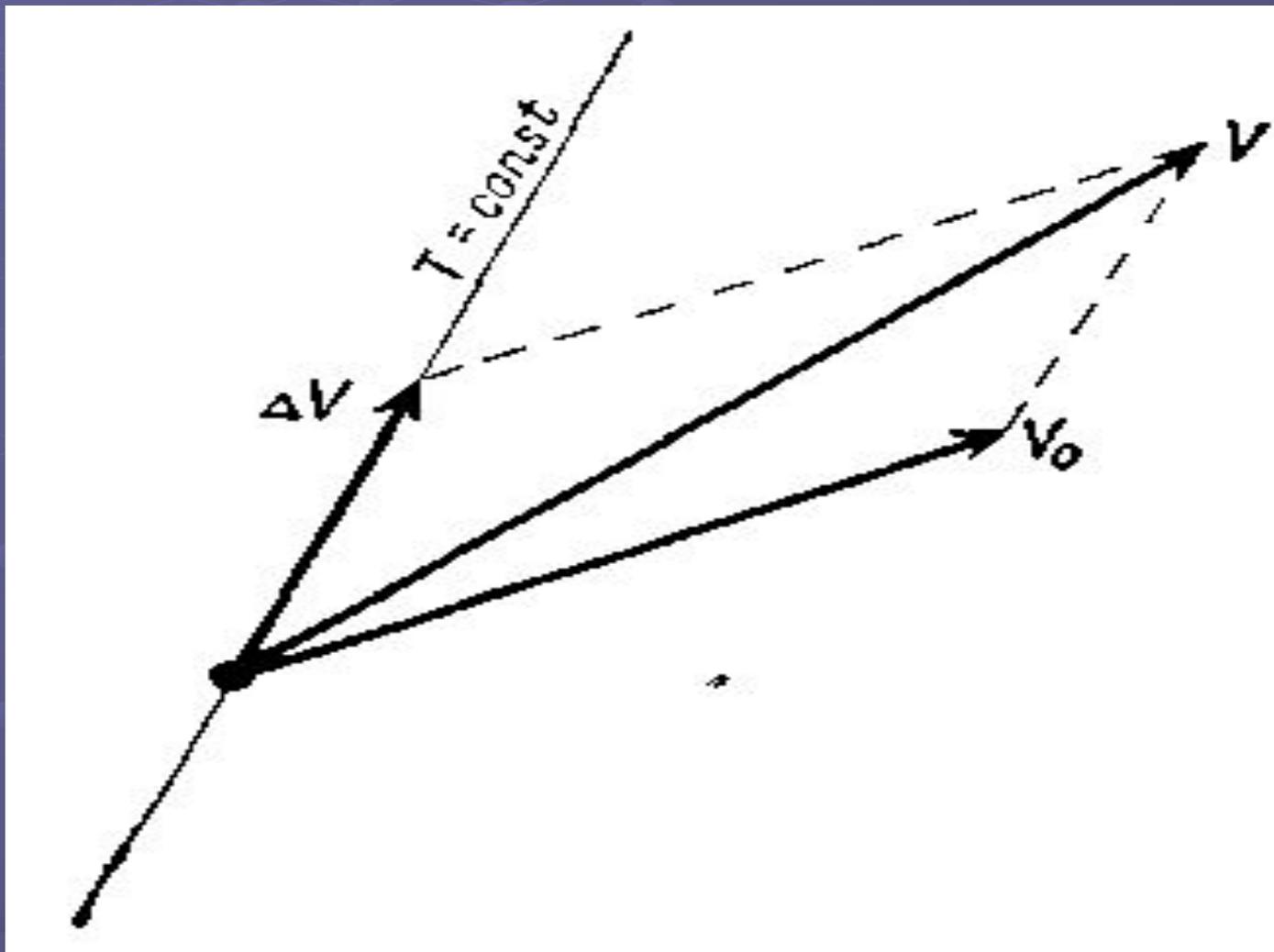
ТЕРМИЧЕСКИЙ ВЕТЕР

- Термический ветер (ТВ) – векторный прирост геострофического ветра от одного уровня до другого, вышележащего, зависящий от среднего горизонтального градиента температуры в слое между этими уровнями
- ТВ пропорционален среднему горизонтальному градиенту температуры и направлен по изотерме, так, что низкие температуры остаются слева в Северном полушарии, справа – в Южном

ТЕРМИЧЕСКИЙ ВЕТЕР.

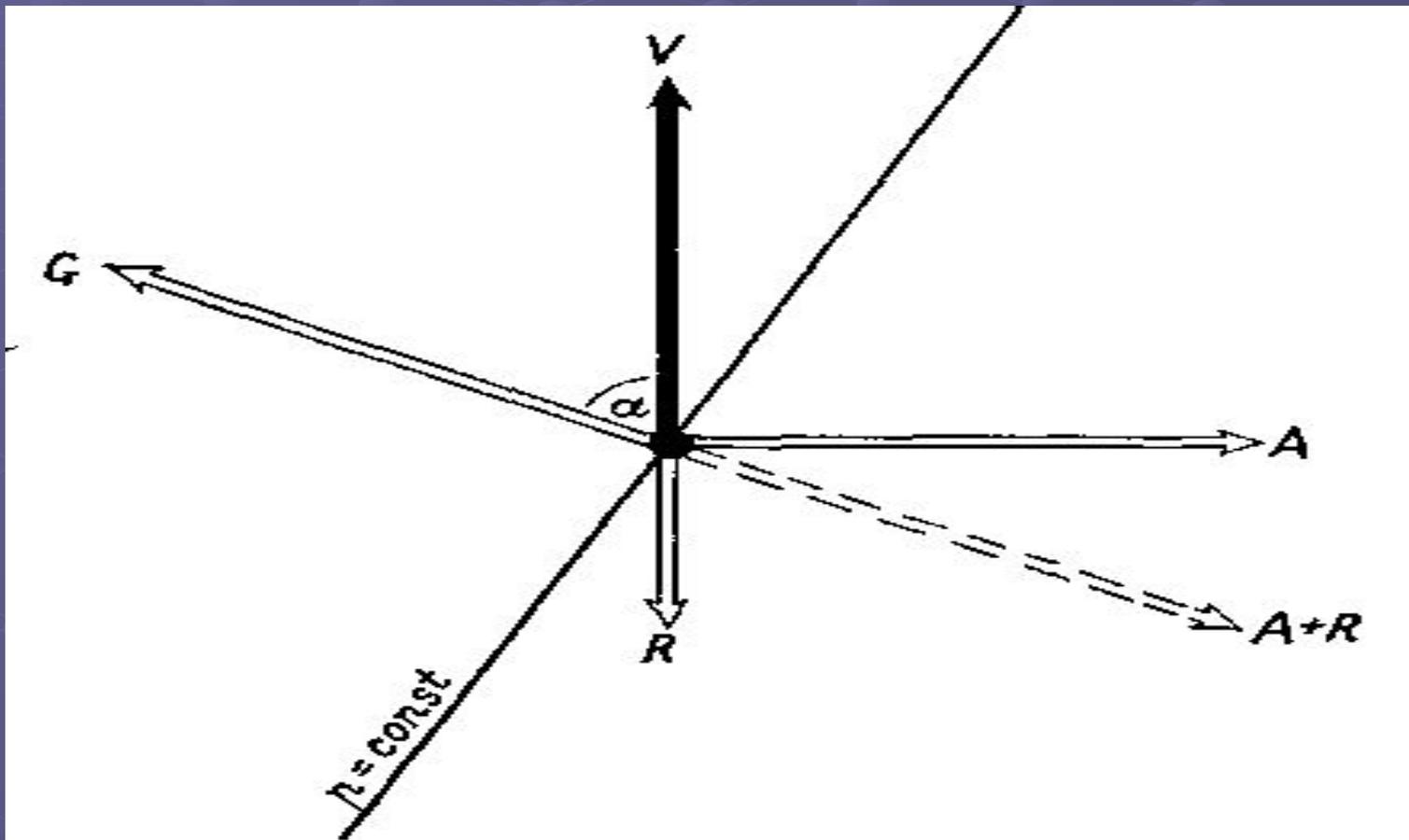
ТЕРМИЧЕСКИЙ ВЕТЕР.

V_0 — ВЕТЕР НА НИЖНЕМ УРОВНЕ, ΔV — ТЕРМИЧЕСКИЙ ВЕТЕР,
 V — ВЕТЕР НА ВЕРХНЕМ УРОВНЕ, $T = \text{CONST}$ — ИЗОТЕРМА.

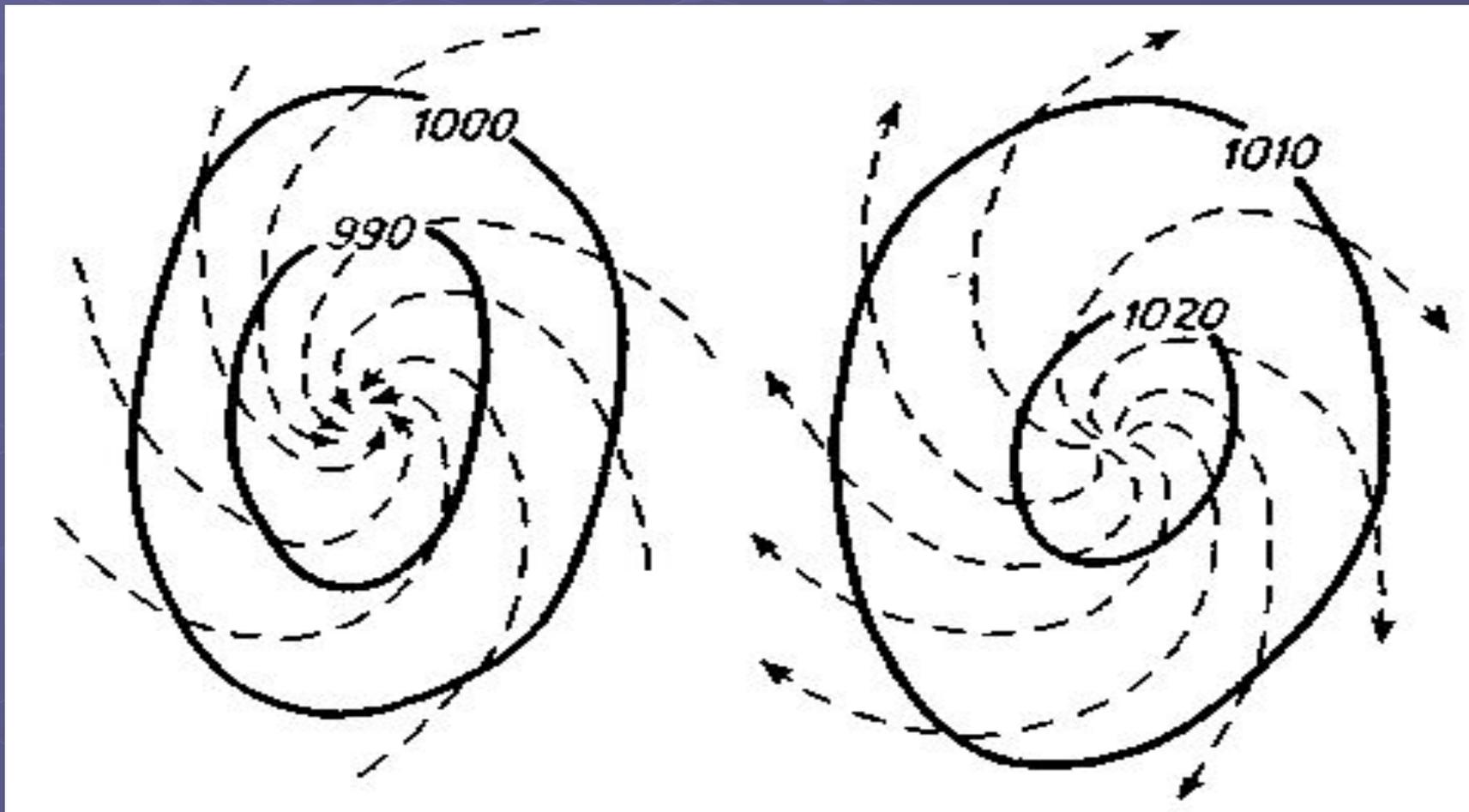


ГЕОТРИПТИЧЕСКИЙ ВЕТЕР (РАВНОМЕРНОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ ВОЗДУХА ПРИ НАЛИЧИИ СИЛЫ ТРЕНИЯ).

G — СИЛА БАРИЧЕСКОГО ГРАДИЕНТА,
 A — ОТКЛОНЯЮЩАЯ СИЛА ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ,
 R — СИЛА ТРЕНИЯ, V — СКОРОСТЬ ВЕТРА.

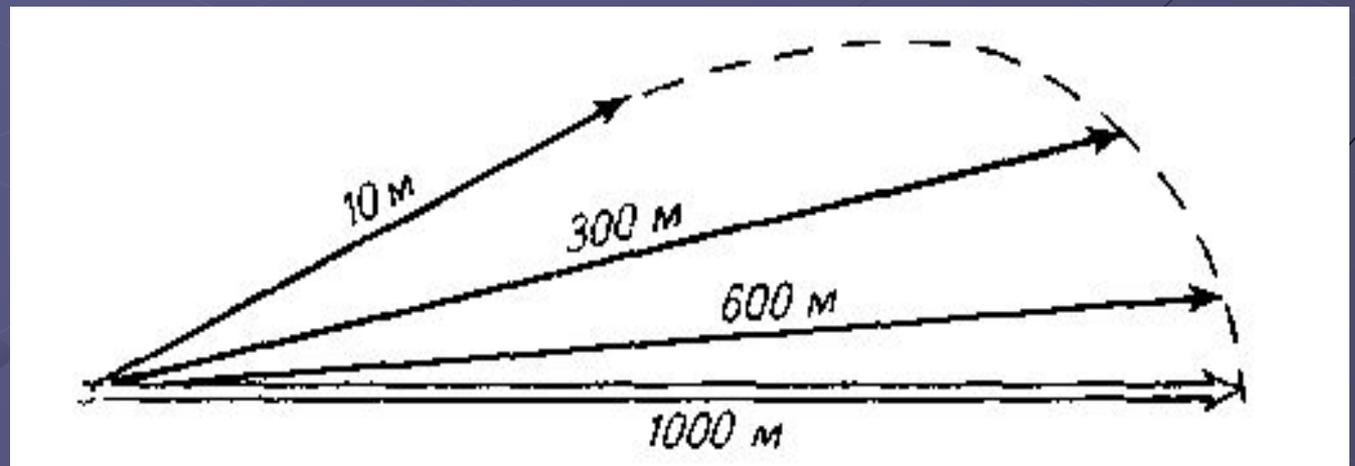


ИЗОБАРЫ (СПЛОШНЫЕ КРИВЫЕ) И ЛИНИИ ТОКА
(ПРЕРЫВИСТЫЕ КРИВЫЕ) В НИЖНИХ СЛОЯХ ЦИКЛОНА
(СЛЕВА) И АНТИЦИКЛОНА (СПРАВА).



ИЗМЕНЕНИЕ СКОРОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ ВЕТРА С ВЫСОТОЙ В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ

- Изменения скорости и направления ветра с высотой в этом слое можно представить годографом, т. е. кривой, соединяющей концы векторов, изображающих ветер на разных высотах и проведенных из одного начала. Эта кривая называется спиралью Экмана.



БАРИЧЕСКИЙ ЗАКОН ВЕТРА

- Барический закон ветра (закон Бейс-Балло) – связь между ветром и горизонтальным распределением атмосферного давления:
- Ветер отклоняется от барического градиента в северном полушарии вправо, в южном – влево, причем угол отклонения близок к прямому в свободной атмосфере и меньше прямого у поверхности земли
- Другими словами : если встать спиной к ветру в северном полушарии, то низкое давление будет слева и несколько впереди, высокое – справа и несколько позади в южном полушарии - наоборот

РОЗА ВЕТРОВ

- Роза ветров – диаграмма, представляющая режим ветров в данном месте (обычно по многолетним данным для месяца, сезона или года)
- Это кружок, от центра которого расходятся лучи по основным румбам (направлениям) горизонта.
- Внутри кружка указывается повторяемость штилей
- Длины лучей пропорциональны повторяемости ветров данного направления
- Если штили не учитываются – кружок заменяют точкой
- Концы лучей соединяют ломаной линией

РОЗА ВЕТРОВ

