

Сусветны акіян. Салёнасць  
акіяна і мораў. Тэрмічны і  
ледавы рэжым. Дынаміка вод  
Сусветнага акіяну. Хвалі.  
Прылівы. Цячэнні, іх генетычная  
класіфікацыя і віды. Агульная  
схема паверхневых цячэнняў.

**МО** – непрерывная водная оболочка земного шара, над которой выступают элементы суши – материки и острова, которая обладает общностью солевого состава.

А.Д. Добровольский



Однако океанские воды существуют не изолированно. Они расположены в обрамлении (берега океана) и на поверхности (дно океана) земной коры. Воды океана тесно взаимодействуют с литосферой, атмосферой, биосферой и материковым стоком.

МО рассматривают как целостное природное образование, своеобразный географический объект планетарного масштаба, в котором вода – главный компонент его природы.

Мировой океан- это водная оболочка Земли, окружающая материки и острова.

Континенты разделяют мировой океан на 4 океана. Океаны включают в себя моря, заливы и проливы.



Тихий океан



Атлантический океан



Индийский океан



Северный ледовитый океан

Из 510 млн км<sup>2</sup> площади земного шара на долю МО приходится **361,3 млн км<sup>2</sup> (70,8%)**.

**Объем – 1340 млн км<sup>3</sup>.**

**Средняя глубина – 3710 м**

В водах МО растворено огромное количество химических элементов – их достаточно, чтобы покрыть всю поверхность суши слоем в 240 м.

### Морская вода по массе состоит:

- на 95% из чистой воды,
- более 4% из растворенных в ней солей, газов и взвешенных частиц.



‰ — тысячная доля

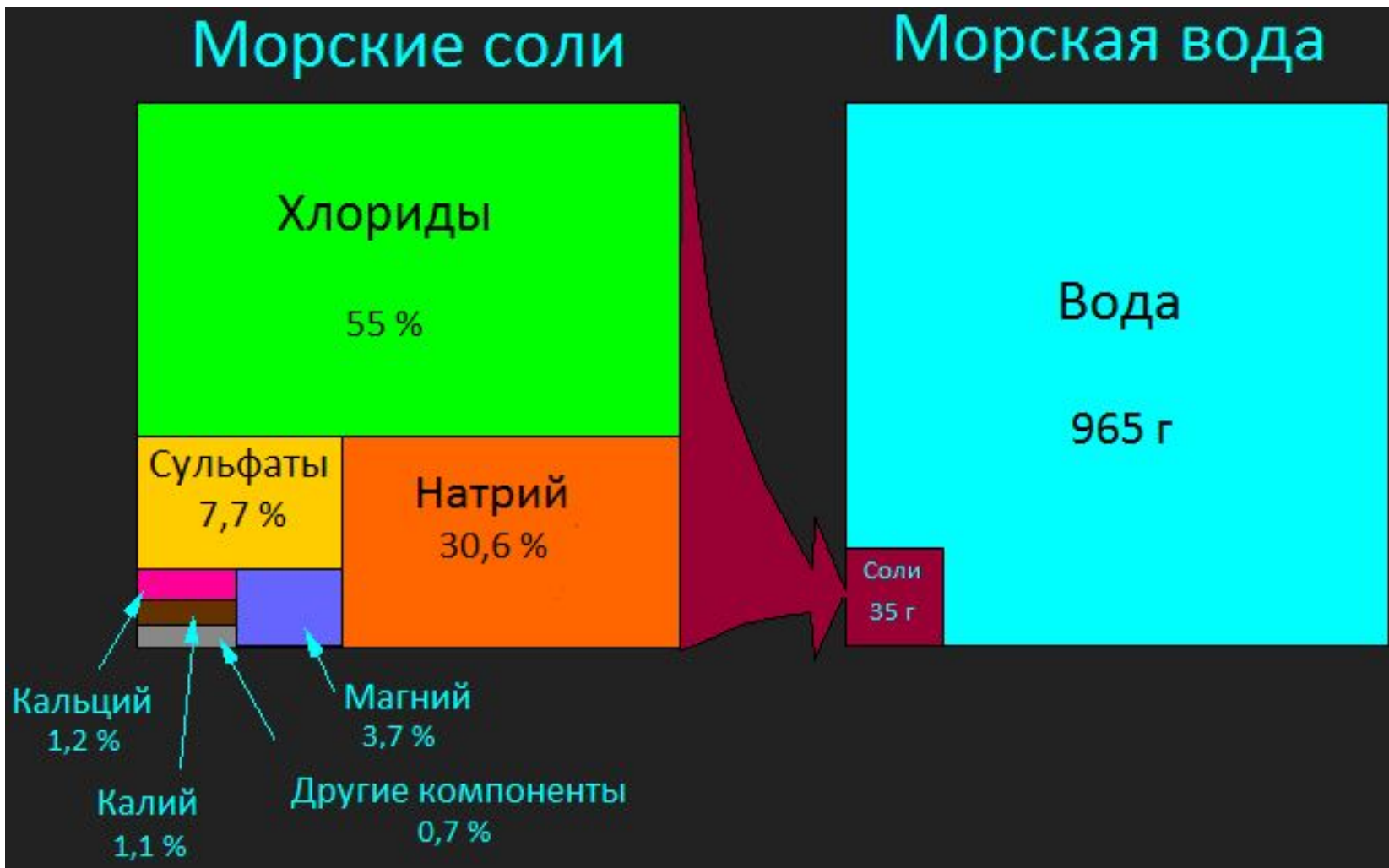
# Солёность воды в некоторых морях и заливах (в ‰)

Средиземное море	- 39
Черное море	- 18
Карское море	- 10
Баренцево море	- 35
Бенгальский залив	- 32
Красное море	- 43
Карибское море	- 35

От соотношения атмосферных осадков и испарения, притока поверхностных вод таяния льдов и т. д.



Содержание различных веществ неодинаково: одни содержатся в больших количествах, другие – в тысячных долях грамма на тонну воды (микроэлементы).



## Все растворенные в морской воде вещества делятся на группы:

1. **Главные ионы**: 83,6% NaCl (из них 45% -  $\text{Cl}^-$ , 38,6% -  $\text{Na}^+$ ), сульфидные ионы ( $\text{SO}_2$  – 4,64%), Mg – 8,81%, Ca 1,68%. На все хлориды приходится 88,65% всех растворенных солей. На сульфаты – 10,79%. Карбонаты – 0,34%. Отклонение от этих закономерностей наблюдается только в районах, распресненных речными водами.

2. **Газы** ( $\text{O}_2$ , N,  $\text{CO}_2$ ): содержание  $\text{O}_2$  зависит от t. В холодной воде кислород растворяется лучше: в полярных водах – 8-9 мг  $\text{O}_2$ /л воды, в теплых тропических – 4-4,5 мг/л. С глубиной содержание кислорода уменьшается, т.к. снижается интенсивность перемешивания воды по вертикали. N поступает из атмосферы при разложении морских организмов. Его содержание снижается сверху вниз от 16-17 мг/л до 8-9 мг/л.  $\text{CO}_2=0,7$  мг/л воды, имеет очень хорошую растворимость ( $\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O}=\text{угольная кислота}$ ). Угольная кислота слабая, легко диссоциирует с образованием  $\text{H}^+$  и  $\text{HCO}_3^-$ . Концентрация  $\text{H}^+$  обуславливает щелочную или кислую реакцию. В поверхностных водах – щелочная реакция, в глубоких водах ( $\text{CO}_2>$ ) – кислая реакция. В глубоких слоях появляется в растворенном виде сероводород.

## Все растворенные в морской воде вещества делятся на группы:

3. **Биогенные вещества**: соединения P, N, Si. Они накапливаются в глубоких слоях воды и донных отложениях при разложении отмершей органики. При подъеме вод по вертикали могут выноситься в поверхностные горизонты. Такой вертикальный подъем вод наз. **апвеллинг**. Он приводит к обогащению поверхностных вод биогенными организмами, усиливается интенсивность фотосинтеза, бурно развивается фито- и зоопланктон, нектон (с-з и ю-з берега Африки, Чилийское побережье, Калифорния, берега п-ва Сомали летом).

4. **Микроэлементы**. Общая концентрация  $< 0,01\%$ . Наибольшее количество – Li, рубидий, йод. Самые низкие концентрации – ионы Au, Ag, Re.



Изменение солености по широтам.

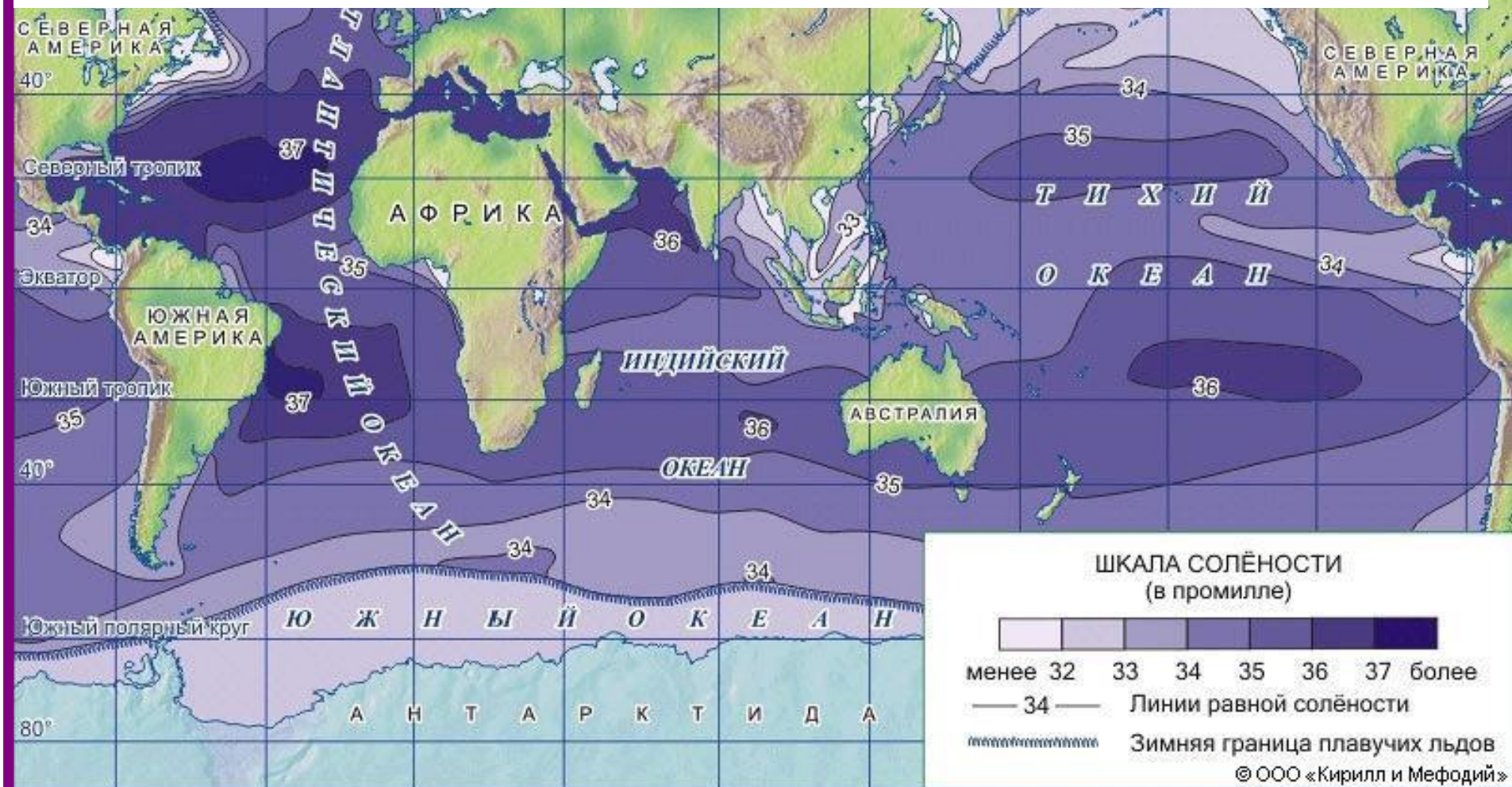
На поверхности океана в открытых его частях зависит от соотношения между количеством осадков и величиной испарения. Чем больше разность температуры воды и воздуха, скорости ветра, тем больше величина испарения.

### **Соленость зависит:**

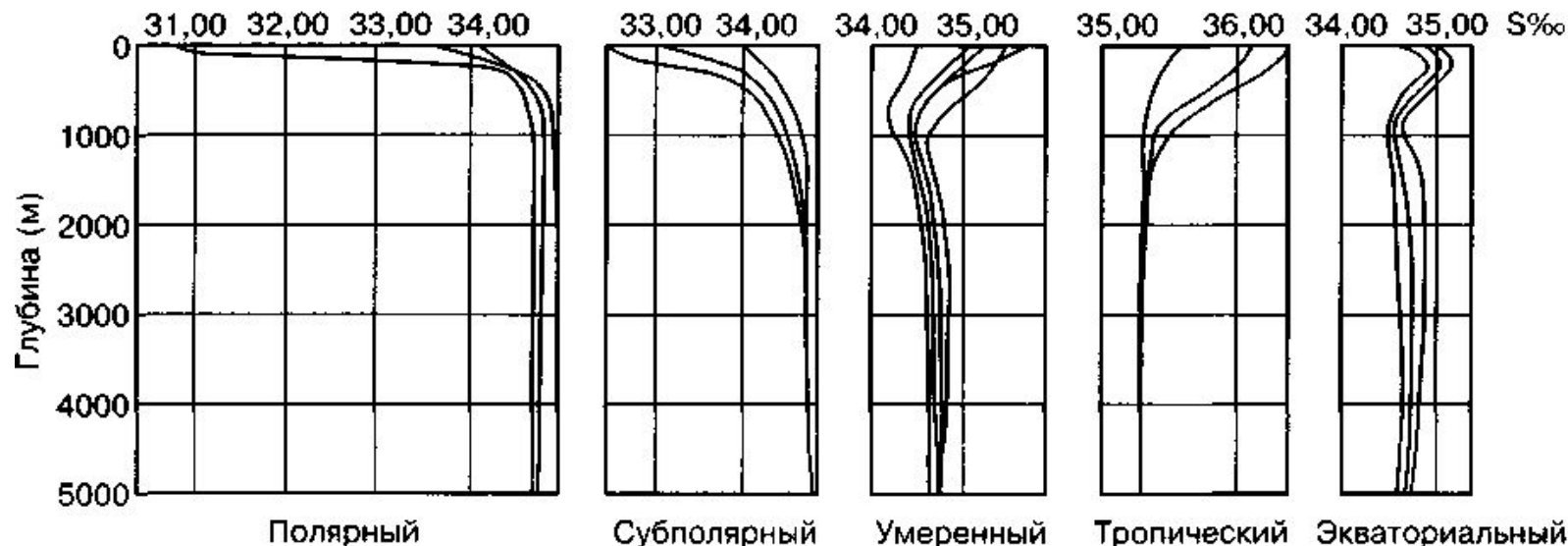
- **От температуры;**
- **От количества осадков;**
- **От рек ,впадающих в океан;**
- **От наличия или отсутствия льда.**

На поверхности океана:

- экватор. область пониженной солености (34-35‰), меньше всего – в Тихом океане - 34‰, в Атлантическом - 35‰.
- тропические зоны повышенной солености: max – Сев.Атлантика = 37,9‰, min – Гавайи max = 35‰.
- в умеренных и высоких широтах – пояс пониженной солености.



Карта солености вод Мирового океана в промилле (количество грамм соли на килограмм воды).

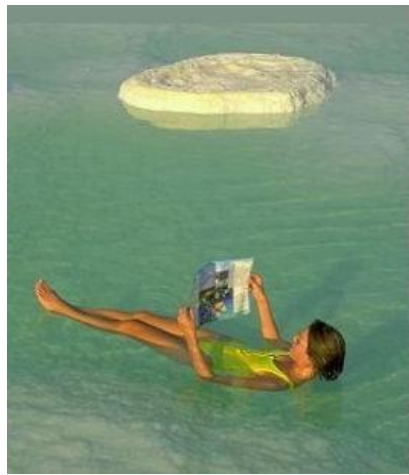


**Изменение солёности воды по вертикали в океанах различно**

**Неоднородность солёности характерна только поверхностным водам, с глубиной она выравнивается.**

На формирование солёности влияет подъем глубинных соленых вод в зоне апвеллинга → увеличение солёности.

В высоких широтах – сезонные изменения солёности. Летом она снижается до 30-31‰ (таяние льдов), зимой при ледоходе солёность увеличивается до 32-33‰. Более контрастные показатели солёности во внутренних морях и заливах. В Азовском море в Таганрогском заливе солёность = 3‰, в центральной части - 8‰.



Мертвое море.



# ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ВОД

Важнейшая характеристика морской воды — ее температура.

**Нагревание поверхности океана происходит:**

- в основном прямой и рассеянной солнечной радиацией,
- в результате конденсации влаги,
- выпадения осадков,
- теплоотдачи из воздуха.

**Охлаждение воды происходит при:**

- Испарении,
- Излучении теплоты в атмосферу,
- Конвективном обмене между океаном и атмосферой.

Изменение температуры может происходить в результате горизонтальных и вертикальных перемещений водных масс.

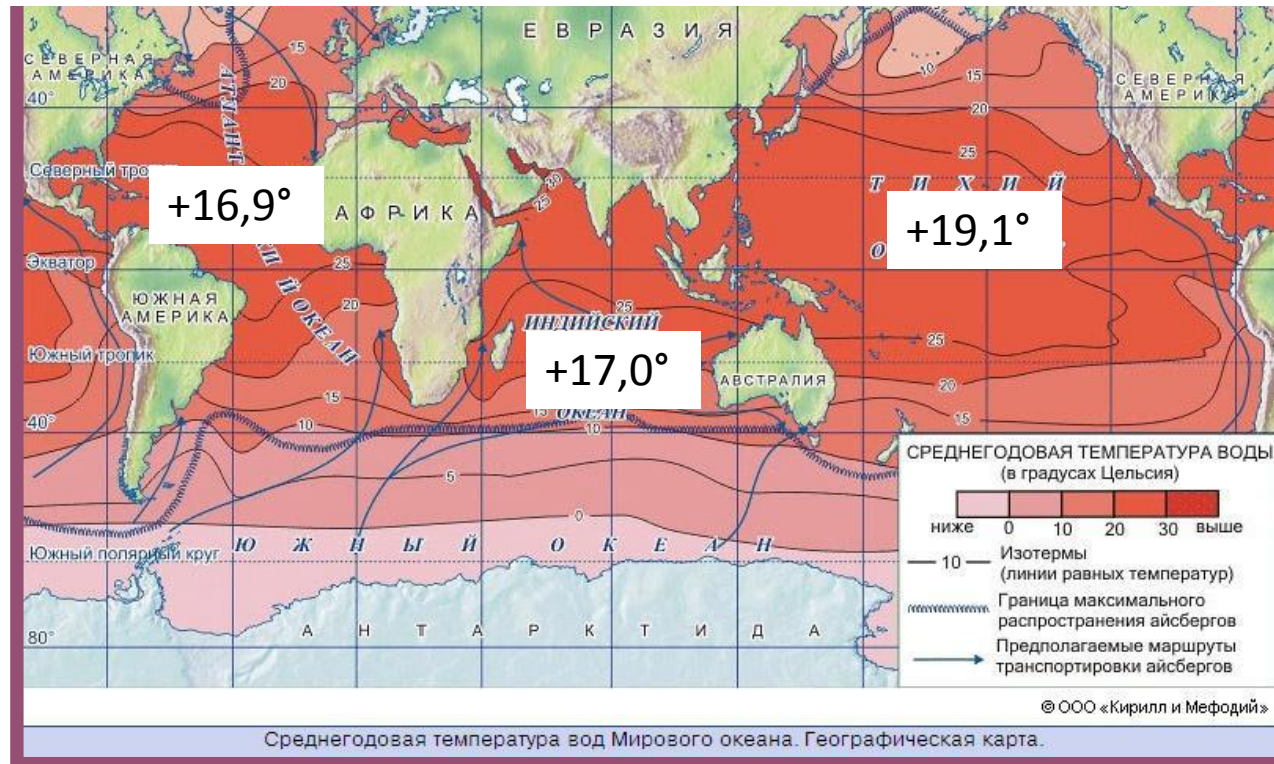
При отсутствии материков  $t^\circ$  на поверхности океана зависела бы только от широты, а изотермы совпадали бы с параллелями.

Изотермы расходятся от экватора в западных частях океанов (теплые течения) и сгущаются у экватора в восточных.

Максимальная  $t^\circ$  - у экватора, к полюсам убывает.  
Самый теплый океан – Тихий.

Средняя  $t^\circ$  воды на поверхности МО  $+17,5^\circ\text{C}$ .

Максимальная  $t^\circ$  МО  $+35,6^\circ\text{C}$  – в Персидском зал.  
Самая низкая – в Сев. Ледовитом океане ( $-2^\circ\text{C}$ ).



**Суточный ход  $t^\circ$**  вод охватывает слой 25-30 м.

Суточные амплитуды = 0,3-0,6 $^\circ$ .

Min суточные амплитуды – в полярных широтах.

**В годовом ходе  $t^\circ$**  воды охватывается слой толщиной 400-500 м.

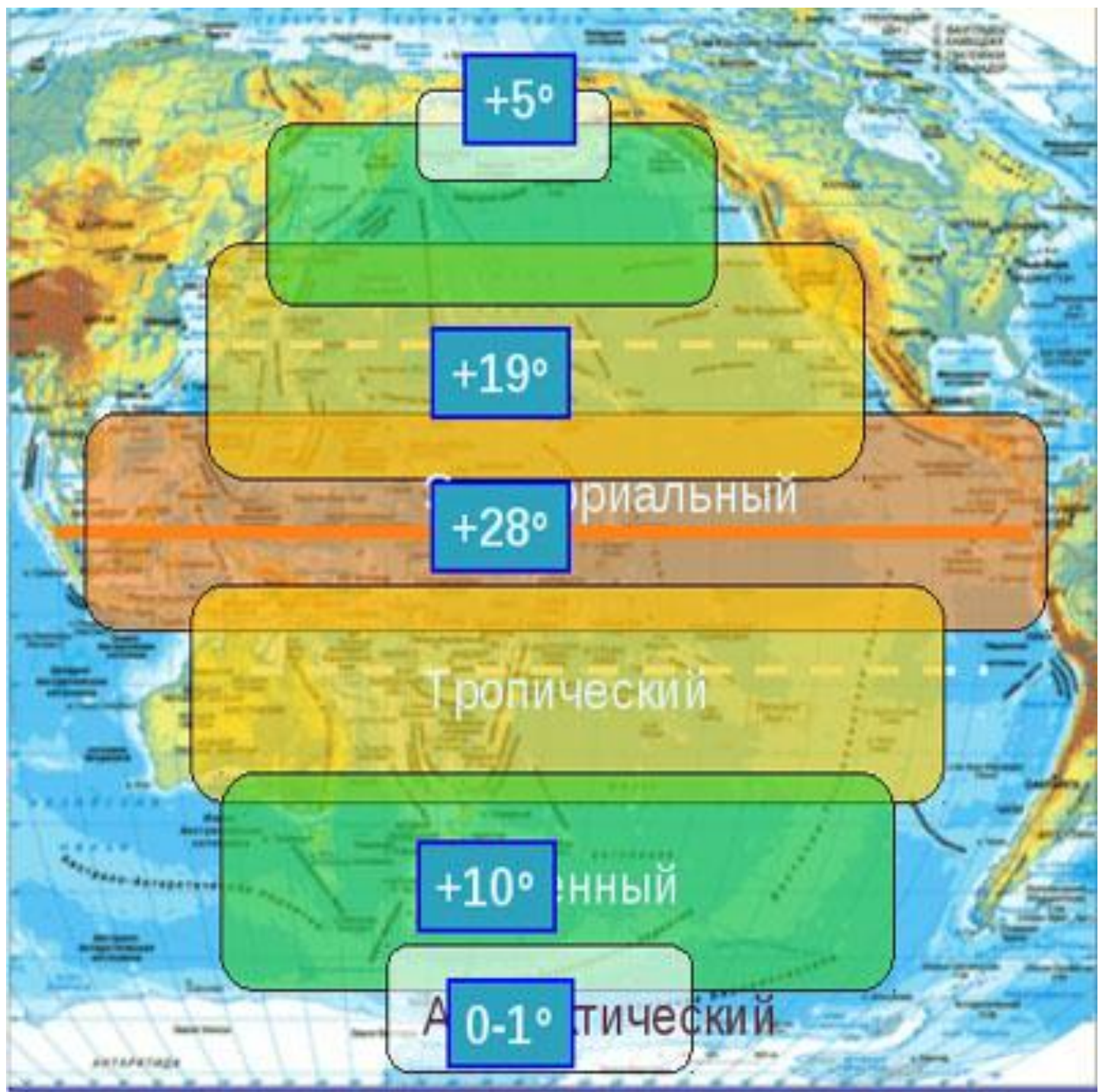
Max годовые амплитуды - в 40-х $^\circ$ с.ш.(10,2  $^\circ$ ),  
в 30-х $^\circ$ ю.ш. – около 5 $^\circ$ С.

В умеренных, тропических и экваториальных широтах  $t^\circ$  с глубиной убывает:

- до 300-500 м понижается очень быстро (термический клин);
- от 500 м до 1200-1500 м понижается значительно медленнее;
- от 1500 м до дна очень медленно (или совсем) не изменяется.

Вертикальный градиент уменьшается от экватора к умеренным широтам (на экваторе  $+20-22^\circ$ ). В южном полушарии  $t$  на соответствующих глубинах меньше, чем в с. пол. (наличие подводных порогов).





## Ледовый режим.

Существуют *разные классификации льдов.*

### *I. Генетическая классификация:*

- 1). собственно морские льды (в водах океана), делятся на поверхностные и внутриводные;
- 2). материковые: сползают в виде айсбергов;
- 3). речные: выносятся водами рек.

**Морской лед** имеет изумрудный оттенок, более соленый, **материковый** – содержит мало примесей, бесцветный или слабо голубой, **речной** – мало солей, много примесей, бурый оттенок

II классификация:

**Подвижные** (дрейфующие)

**Неподвижные:** береговой припой (примерзает к береговой линии); стамуха (сидящее на мели ледяное нагромождение высотой 10 м).



**По продолжительности существования ледникового покрова в океане выделяют 6 зон:**

А). **круглый год** (ц. Арктика, приматериковые участки Азиатского шельфа. В Антарктиде – шельфовые ледники моря Росса, Уэдела).

Б). Акватории, где **лед ежегодно меняется**. Даже летом цельные плавучие льдины (шельфовые районы Азии, С. Америки).

В). **образуется только зимой** (север Охотского, Белое, заливы Балтийского моря, Аральское, север Каспийского).

Г). **лед в самые холодные зимы** (ц. часть Балтики, Северное море, север Черного моря).

Д). **лед не образуется, но иногда приносится течениями в виде айсбергов** (р-н Ньюфаундленда, Гренландское море). Зона распространения айсбергов – 40-50 °ш. в Атлантике, 50-60 °ш. – в Тихом океане. Наиболее крупные айсберги могут выноситься в 30 °-е широты.

Е). **отсутствуют** любые ледовые явления.

# Динамика Мирового океана

Воды МО находятся в постоянном движении.

Различают 2 вида движения:

- **волнения,**
- **течения.**

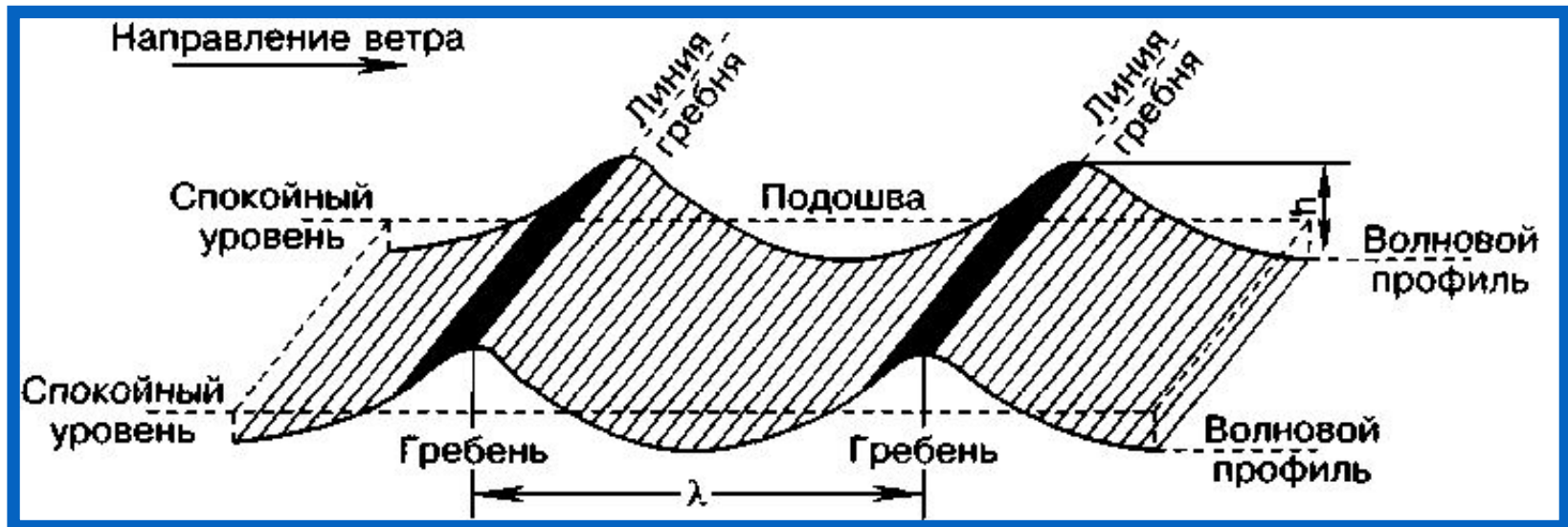
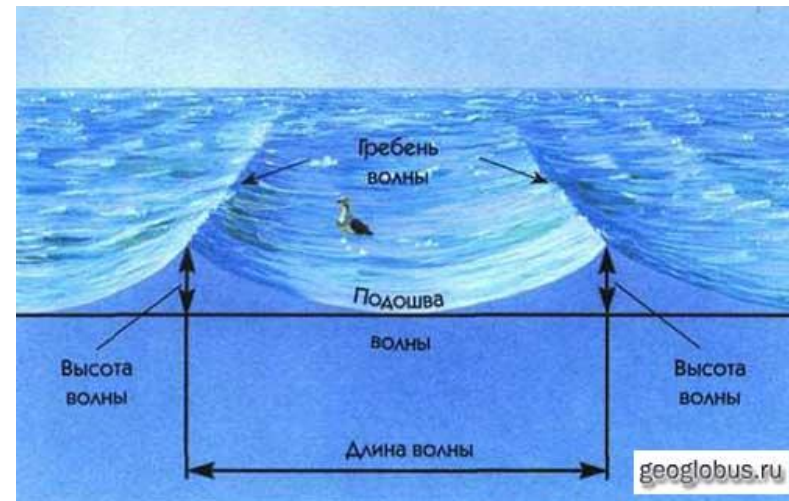
**Волнение** – колебательное движение. Наблюдателю кажется, что волны бегут по поверхности моря, а в действительности движения воды в горизонтальном направлении не происходит. Водная поверхность при волнении колеблется **вверх-вниз от среднего уровня**, около положения равновесия.

Однако форма волны при волнении совершает определенное перемещение, заключающееся в передвижении в пространстве ее профиля вследствие движения частиц воды по замкнутым, почти круговым орбитам.

Всякая волна представляет собой соединенное возвышение и углубление, что хорошо видно в поперечном ее разрезе.

### Основные части волны:

- *гребень*;
- *подошва*;
- *склон*.



**Форма свободной волны** ( $\lambda$  – длина волны,  $h$  – высота волны) <sup>22</sup>



# Основные характеристики волны:

**высота  $h$**  – разность уровней гребня и подошвы волны;

**длина  $\lambda$**  – кратчайшее расстояние по горизонтали между двумя смежными гребнями или подошвами волн;

**крутизна  $\alpha$**  – угол между склоном волны и горизонтальной плоскостью.

**Скорость** перемещения формы волны  $u$  – расстояние, которое проходит любая точка профиля в единицу времени (м/с).

**Период волны  $T$**  – промежуток времени, в течение которого каждая точка волны проходит расстояние, равное длине волны. Длина волны, период и скорость распространения волн связаны уравнением  $\lambda = u \cdot T$ .

**Направление распространения волны** определяется по той стороне горизонта, откуда идет волна.

**Фронт волны** – линия, проходящая вдоль гребней волны перпендикулярно направлению перемещения волнового профиля.



По происхождению различают  
ТИПЫ ВОЛН

волны  
трения

анемобари  
ческие

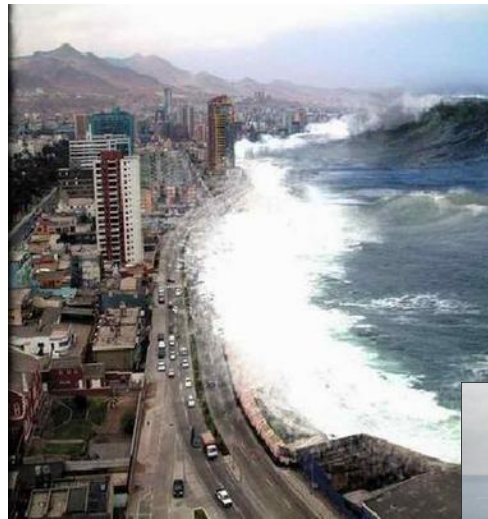
сейсмическ  
ие

сейши

приливные  
волны

ветровые

глубинные



## ***Ветровые волны***

Ветер повсюду служит главной причиной возникновения волн. Первоначальная форма ветровых волн – **рябь**, возникающая при порывистом ветре со скоростью менее 1 м/с. При ветре со скоростью более 1 м/с образуются сначала мелкие, а при его усилении и крупные гравитационные волны. Помимо скорости ветра, их возникновению способствует продолжительность ветров и величина акватории. Волнение в море оценивают по 9-балльной системе.



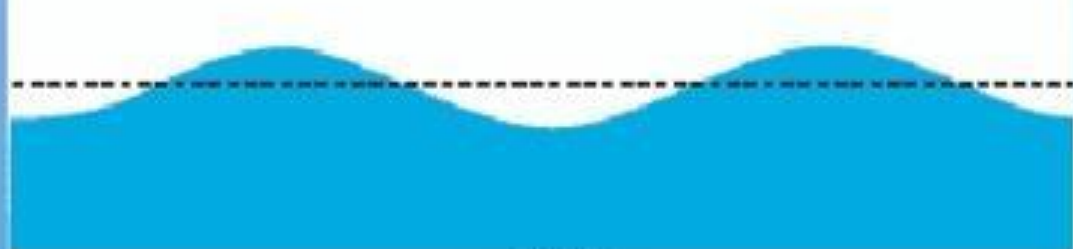


# ВЕТРОВЫЕ ВОЛНЫ

- Возникают от трения ветра о воду
- При слабом ветре – рябь
- При очень сильном ветре – шторм



ветровые волны



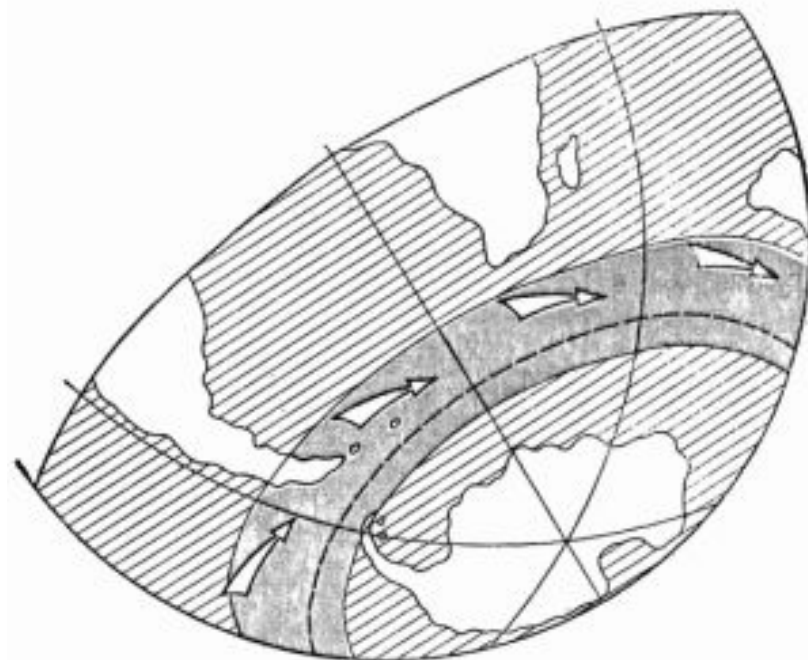
зыбь




волны прилива

Наибольшую повторяемость в МО имеют **волны высотой менее 2 м.**

Но в штормовых областях, которыми являются северные части Тихого и Атлантического океанов и особенно сплошное водное кольцо к югу от  $40^\circ$  ю. ш. (т.н. «ревущие широты»), высота волн в течение всего года превышает 3 м. В антарктических водах зарегистрирована волна высотой около 30 м.



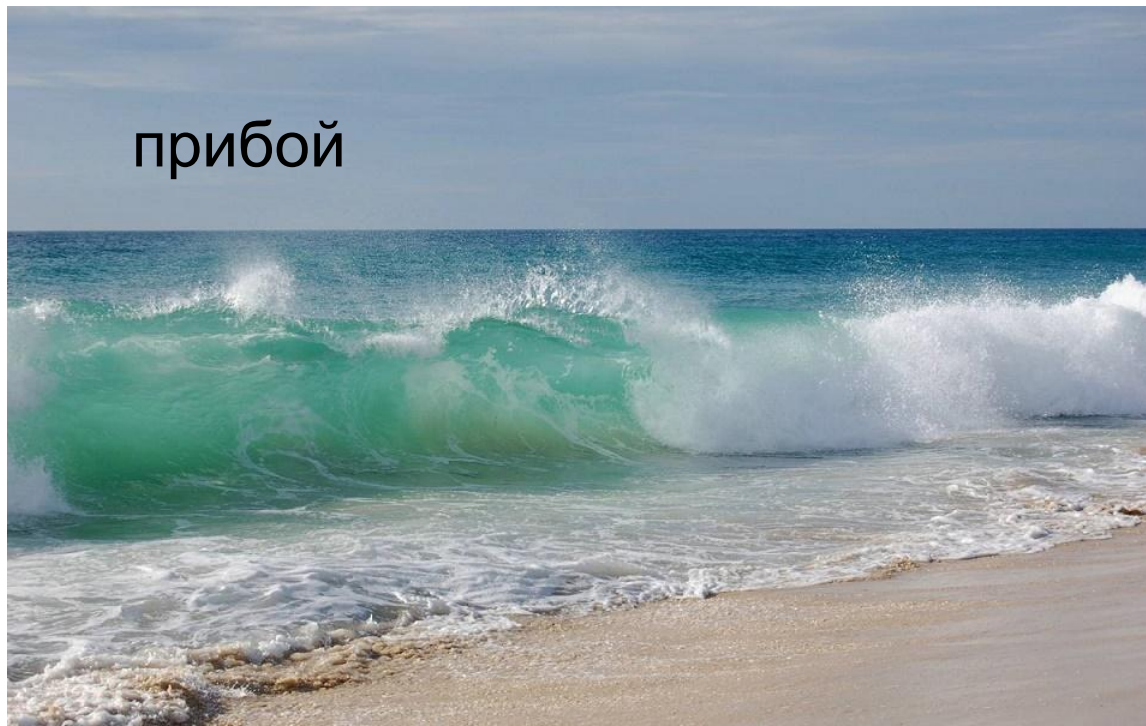
 Зона „ревущих сороковых“ широт

Когда ветер стихает, волнение приобретает характер **зыби** – волнения по инерции. У таких волн небольшая высота при очень большой длине (сотни метров), и в открытом океане они незаметны.



Зыбь в открытом океане

При сильных ветрах гребень волны может запрокидываться, образуя белые барашки из пены – пузырьков воздуха. Особенно существенные деформации приобретает форма волны близ берегов на мелководьях: из-за трения о дно длина волн уменьшается, а высота и крутизна возрастают, гребень волны запрокидывается, и часть воды получает поступательное движение. Это явление называется **прибой**.



У глубоких крутых берегов волна ударяется о высокий берег, происходит взброс воды на высоту 50–60 м, и от колоссальной силы удара скалы разрушаются. На побережьях таких морей у портов сооружают специальные **волнорезы**, рассчитанные на сверхмаксимальное давление волн.

От штормовых волн, вторгающихся на низменную сушу, страдает население многих стран Ц. Америки, Японии, Европы и других регионов.

Положительное значение волнения в том, что волны перемешивают воду, занося в ее толщу до глубины 100–200 м тепло и  $O_2$  и вынося на поверхность питательные вещества.



волнорез

# Ветровой нагон

Ветровой нагон – подъем уровня воды, вызванный воздействием ветра на водную поверхность, случающийся обычно в морских устьях крупных рек, а также на ветровом берегу больших озер, водохранилищ и морей



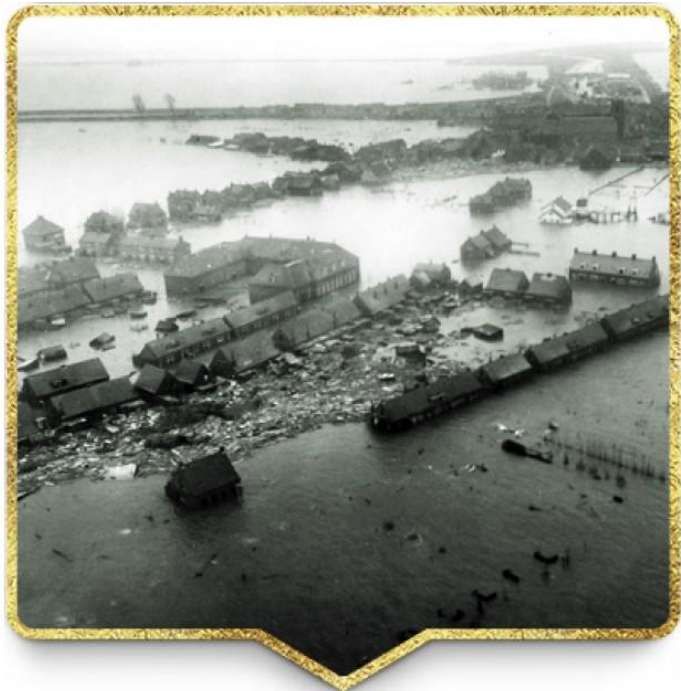






**Глубинные (внутренние) волны** часто возникают в проливах, где два этажа течений (например, в Босфоре), близ устьев рек, у кромки тающих льдов. Такие волны способствуют перемешиванию вод океана, но они небезопасны. Поэтому эти волны привлекают внимание не только ученых-океанологов, но и гидробиологов, гидроакустиков, гидростроителей, специалистов по буровым установкам, подводников, капитанов крупных океанских лайнеров с глубокой осадкой.

***Анемобарические волны*** возникают в связи с быстрым изменением атмосферного давления в местах прохождения циклонов, особенно тропических. Обычно они одиночные, вред их в море невелик, поскольку вспучивание водной поверхности составляет около 1 м. Но на низких побережьях они вызывают катастрофические наводнения, т.к. высота их на мелководье увеличивается, достигая нескольких метров, и вода проникает в глубь суши на десятки км.



Эти волны особенно опасны, когда совпадают с высоким приливом, как это случилось в 1953 г. в Голландии. Барическая волна 10 м высоты прорвала знаменитые дамбы, отделяющие страну от моря, затопила 2,5 тыс. км<sup>2</sup>, в результате чего погибло около 1500 человек, было разрушено 150 тыс. домов. Таким наводнениям часто подвергаются Антильские острова, полуостров Флорида, побережья Китая, Индии, Японии.

# Босфор



**Сейсмические волны,** или **цунами,** – волны, вызываемые подводными и прибрежными землетрясениями силой более 6 баллов и неглубоким (до 40 км) расположением их очагов, а также извержениями вулканов. В океане они почти неощутимы, поскольку высота их менее 1 м, а длина до 600 км. Однако у них огромная скорость распространения – 400–800 км/ч. Высота цунами у побережий достигает 10–20 м, в исключительных случаях в узких заливах – до 35 м, и к побережью волны подходят группами.

Сначала перед цунами море отступает на сотни метров, оставляя на мелководьях рыбу, крабов, моллюсков и прочую живность, а потом волны с огромной скоростью с интервалом 15–20 мин «набрасываются» на побережье, разрушая все на своем пути и выбрасывая на берег суда. Самые активные зоны зарождения цунами связаны с сейсмическим поясом Тихого океана.



Последнее, самое крупное цунами сейсмического происхождения, произошло в 1960 г. у берегов Чили. А одно из самых сильных цунами вулканического происхождения случилось в 1883 г. при извержении вулкана Кракатау в Зондском проливе. Высота волн достигала 30 м, и многие близлежащие острова оказались под водой.



# ЦУНАМИ

Гравитационная волна большой длины



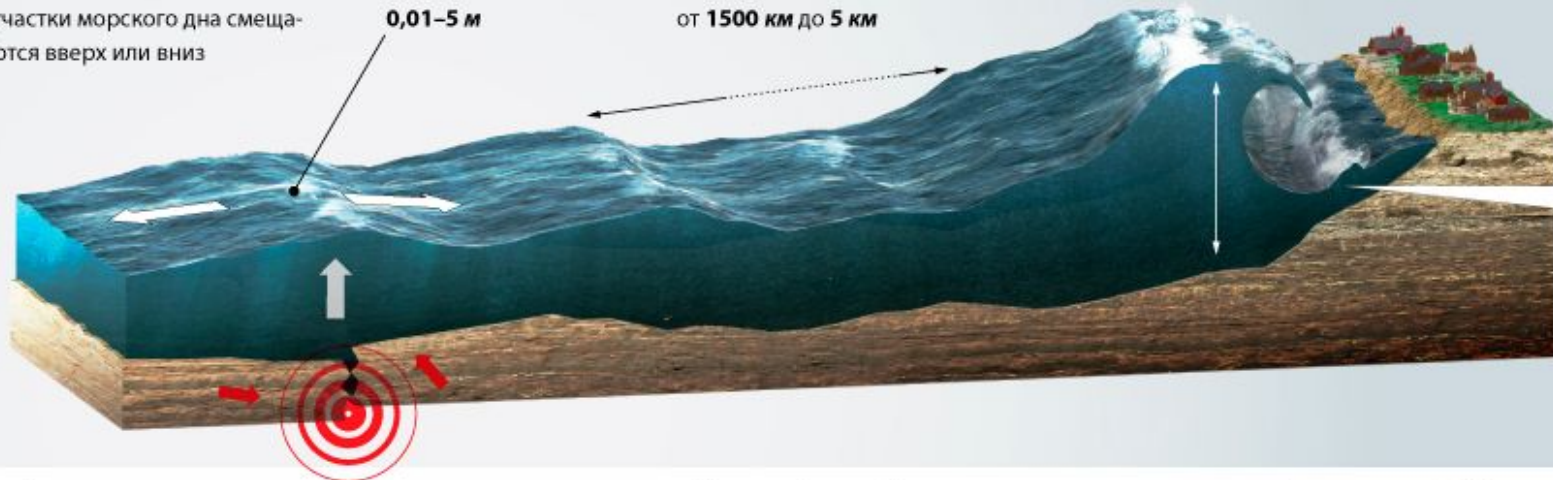
80% цунами возникают на периферии Тихого океана, включая западный склон Курило-Камчатского желоба

Чаще всего цунами возникают в результате подводных землетрясений, из-за которых участки морского дна смещаются вверх или вниз

Высота волн в области их возникновения колеблется в пределах **0,01–5 м**

Расстояние между соседними гребнями волн по мере приближения к берегу уменьшается от **1500 км до 5 км**

У побережья высота волн может достигать **10 м**, а в участках со сложным рельефом (клинообразных бухтах, долинах рек и т.д.) — **свыше 50 м**



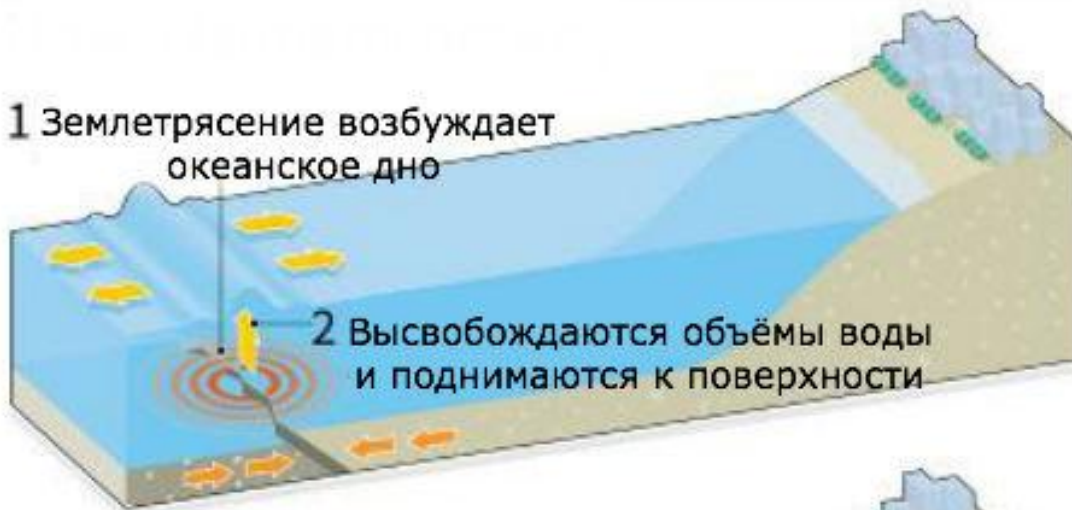
Во время цунами в движение приходит вся толща воды. «Упираясь» в прибрежное дно, обладающая большой кинетической энергией волна закручивается и высоко поднимается

## Самые разрушительные цунами за последние 50 лет

Источник: Национальное управление океанических и атмосферных исследований США

Магнитуда землетрясения	9,5	6,9	8,1	7,7	7,8	7	9	7,7	8
	22.05.1960	23.02.1969	16.08.1976	12.12.1979	12.12.1992	17.07.1998	26.12.2004	17.07.2006	27.02.2010
	Чили	Индонезия, Макассарский пролив	Филиппины	Колумбия	Индонезия, море Флорес	Папуа-Новая Гвинея	Индонезия, о. Суматра	Индонезия, о. Ява	Чили
Количество погибших	1263	600	4456	600	2500	2183	227 898	664	528
Макс. высота волн, м	25	4	8,5	6	26,2	15	50,9	10	11,2

1 Землетрясение возбуждает океанское дно



2 Высвобождаются объёмы воды и поднимаются к поверхности

3 Идёт поверхностная рябь с огромной скоростью



4 Морская вода отходит от берега

5 Волна возрастает по мере приближения к берегу





# Признаки приближения цунами

- Внезапный быстрый отход воды от берега на значительное расстояние и осушка дна. При этом смолкает шум прибоя. Чем дальше отступило море тем выше могут быть волны цунами.

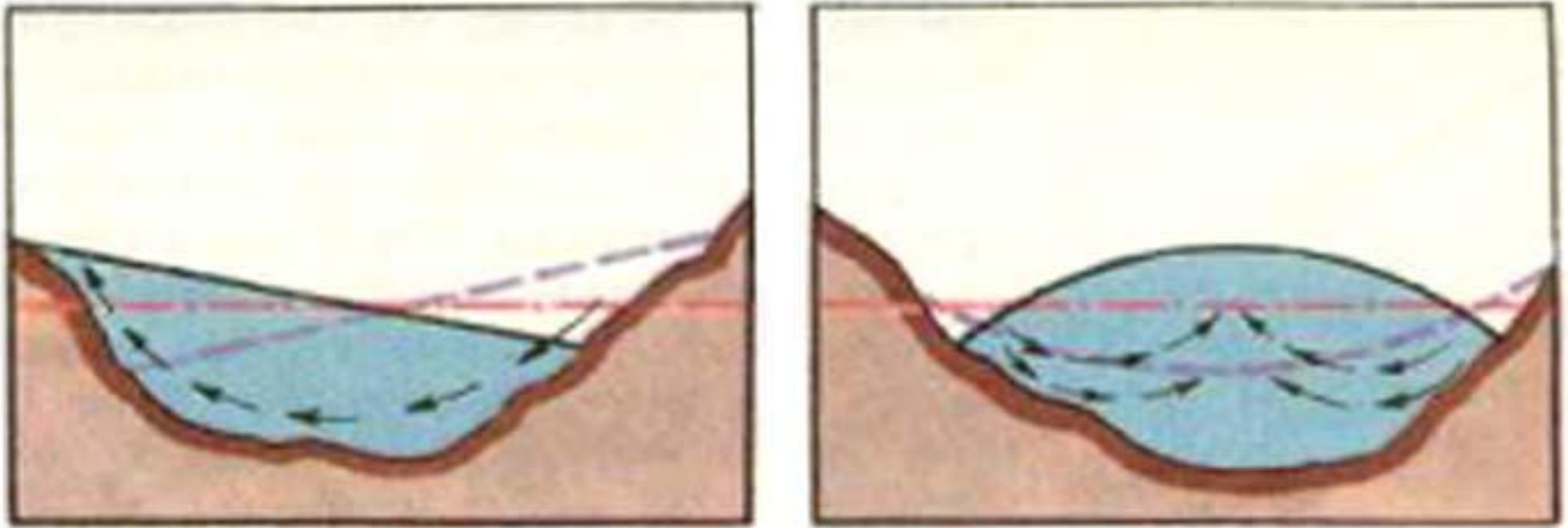


В настоящее время существует специальная служба оповещения о цунами, центр которой находится на Гавайских островах. Корабли спасаются от цунами, выходя в открытый океан.

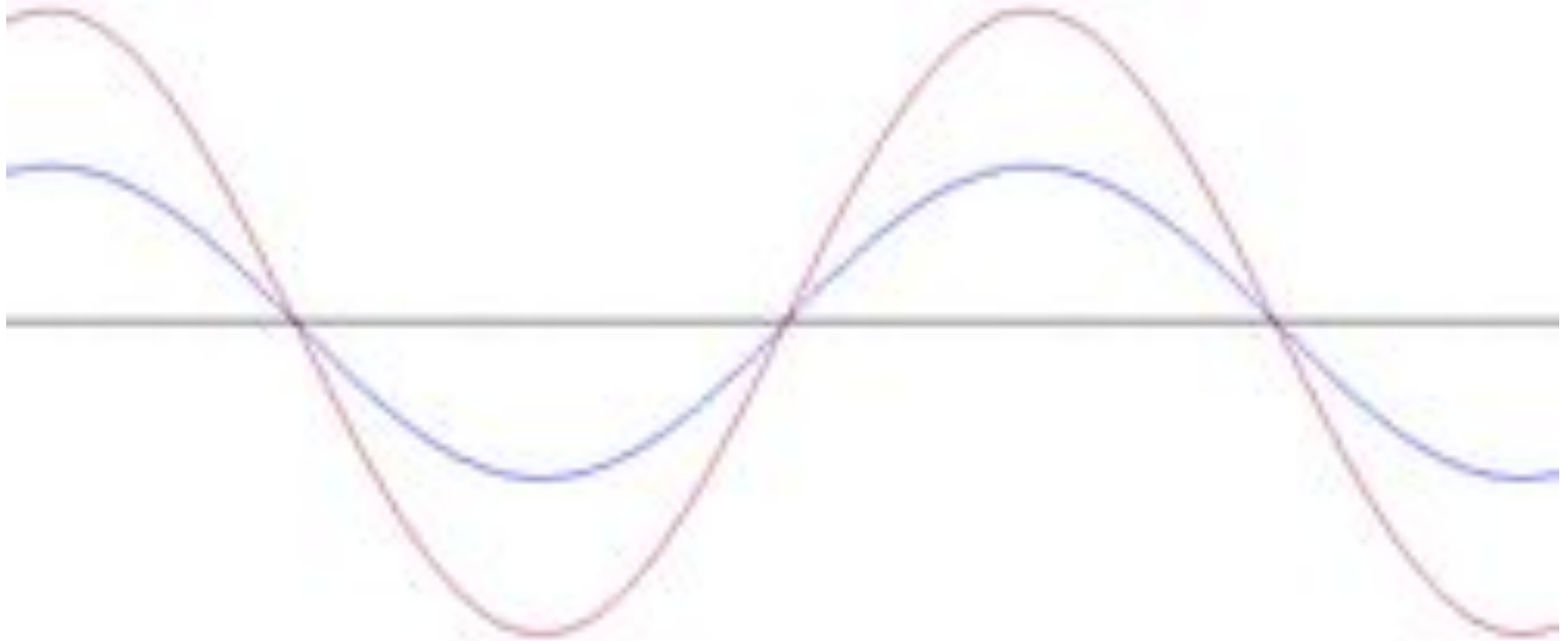
# Цунами



**Сейши** – стоячие волны, которые возникают в заливах и внутренних морях под влиянием резкого нарушения равновесия вод из-за колебания давления, обильных осадков в одной части акватории, быстрой смены направления или скорости ветра. При этом наблюдаются вертикальные колебания уровенной поверхности: в одном месте вода опускается, в другом – поднимается, а линию, вдоль которой колебаний не происходит, называют *узловой*.



Одно- и двухузловая сейши



Стоячая волна (красная) является суммой двух распространяющихся в противоположных направлениях волн (зелёная и синяя)

**Приливные волны** проявляются в периодических колебаниях уровня моря и горизонтальном поступательном движении воды в форме приливных течений в прибрежных частях океанов.

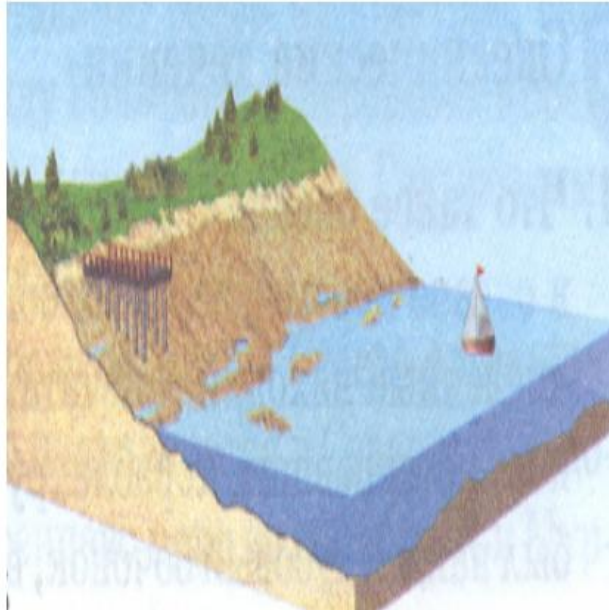
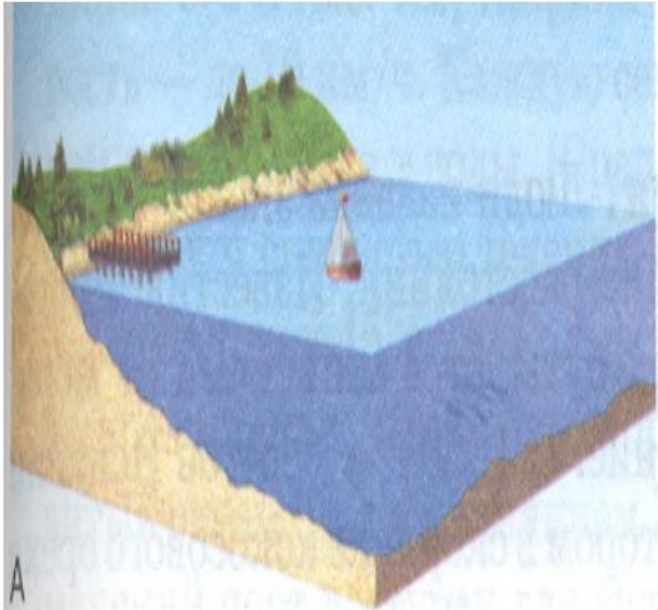
Закономерное периодическое повышение уровня моря от наинизшего положения (малая вода) до наивысшего (полная вода) – **прилив**, а от полной до малой воды – **отлив**.

Разность уровней полной и малой воды называют **величиной прилива**.

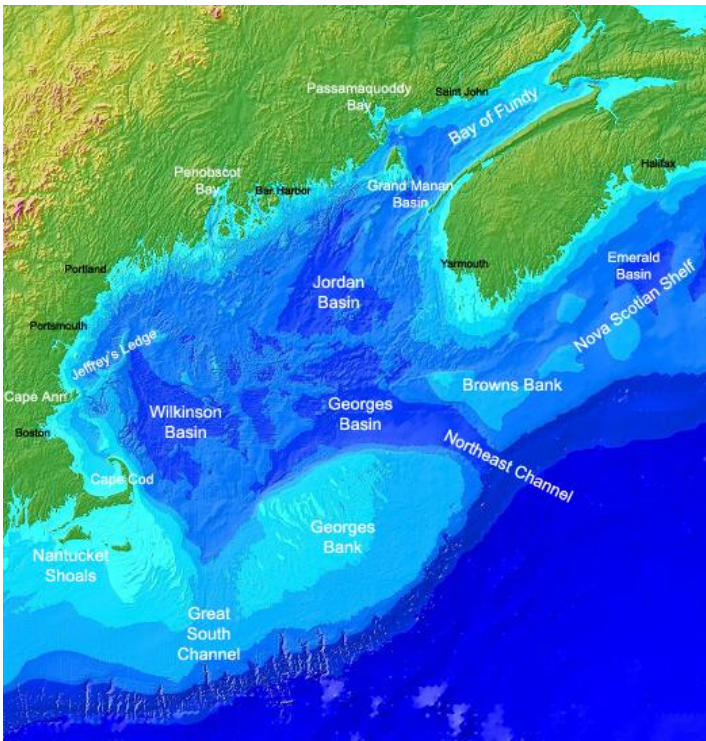




## ***Прилив и отлив***



**В открытом океане величина приливов не превышает 1 м, хотя колебания наблюдаются от поверхности до дна. У побережий картина приливов усложняется под влиянием конфигурации берега, рельефа дна, глубины. Наибольшая величина прилива отмечена на атлантическом побережье Северной Америки – в заливе Фанди, у полуострова Новая Шотландия.**



Приливные волны заходят в реки на десятки – сотни км вверх по течению. **Крутую приливную волну, бегущую вверх по реке, называют бор.** На Амазонке она достигает высоты 5 м и ощущается на расстоянии 1400 км от устья; на реке Святого Лаврентия – 700 км; на реке Северная Двина – 120 км. С приливной волной океанские суда заходят в реки в глубь материков, например по Темзе, Сене и др. Но при большой высоте и скорости перемещения бор может быть опасен для судов.

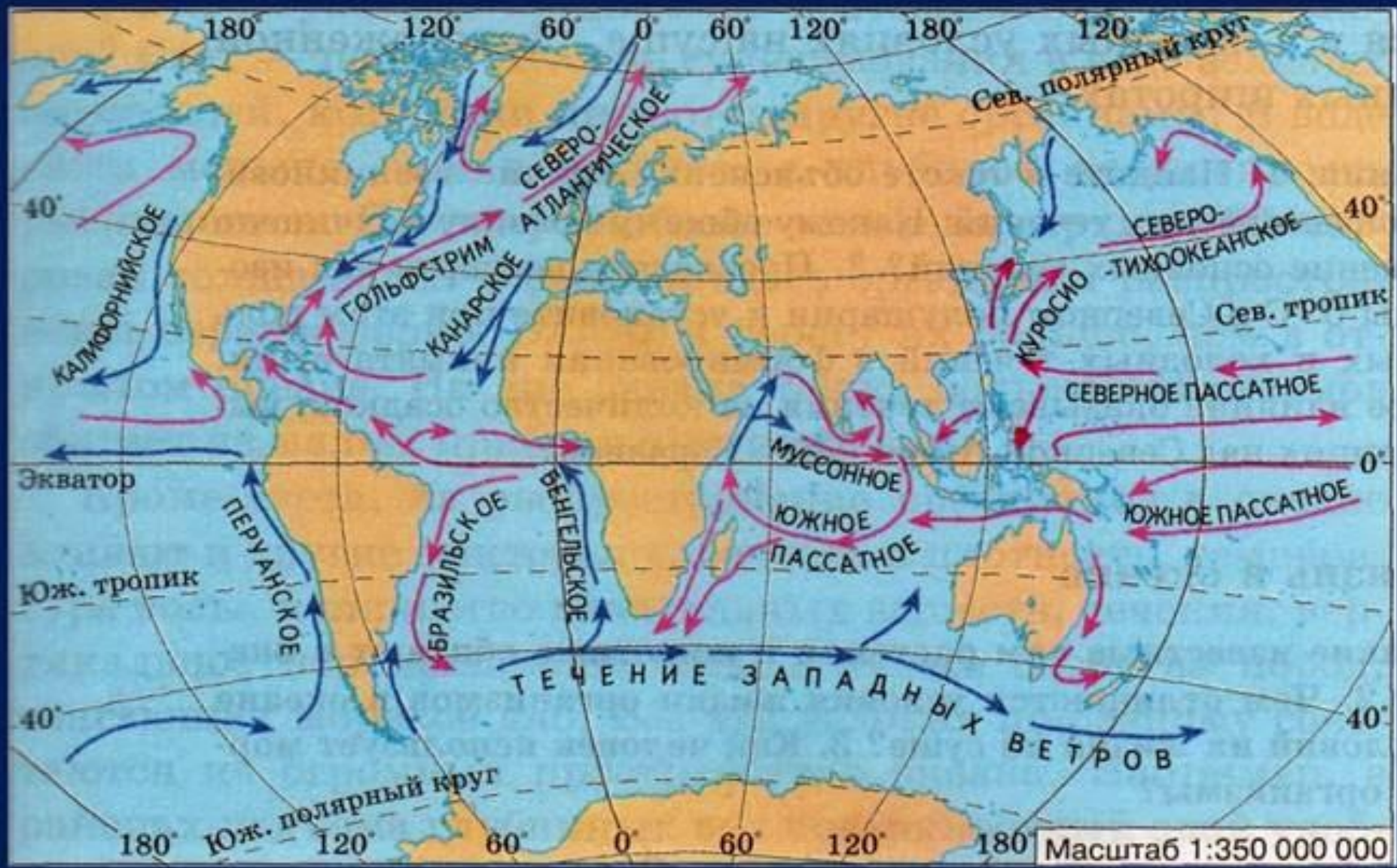




**Морские течения** – горизонтальные поступательные движения водных масс в океанах и морях, характеризующиеся определенным направлением и скоростью.

Они достигают нескольких тыс. км в длину, десятков – сотен км в ширину, сотен м в глубину. Вода морских течений отличается от окружающей по температуре, солености, цвету и др. физико-химическим свойствам.





# Морские течения

По происхождению

инерционные

приливные

градиентно-гравитационные

фрикционные

осолоненные

опресненные

нейтральные

холодные

теплые

временные

периодические

постоянные

По глубине расположения

По физ.-хим. св-вам

По продолжительности

# Классификации течений

## По продолжительности:

- ❖ *Постоянные течения* наблюдаются в одних и тех же районах океана, характеризуются одним генеральным направлением, более или менее постоянной скоростью и устойчивыми среднесуточными физико-химическими свойствами переносимых водных масс, хотя и изменяющимися характеристиками от сезона к сезону (Северное и Южное пассатные, Гольфстрим, Западный дрейф).
- ❖ У *периодических течений* направление, скорость, температура и другие свойства подчиняются периодическим закономерностям. Они наблюдаются в определенной последовательности через равные промежутки времени (летние и зимние муссонные течения в северной части Индийского океана или приливно-отливные течения).
- ❖ *Временные течения* – эпизодические, их вызывают непостоянно действующие факторы, чаще всего ветры.

## Классификации течений

### По физико-химическим свойствам:

- *Теплые течения* имеют  $t^\circ$  воды выше, чем окружающая вода.
- *Холодные* – наоборот. Например, Мурманское течение с  $t^\circ$  2-3°C среди вод с  $t^\circ$  0°C считается теплым, а Канарское течение с  $t^\circ$  15–16°C среди вод с  $t^\circ$  около 20°C – холодным.

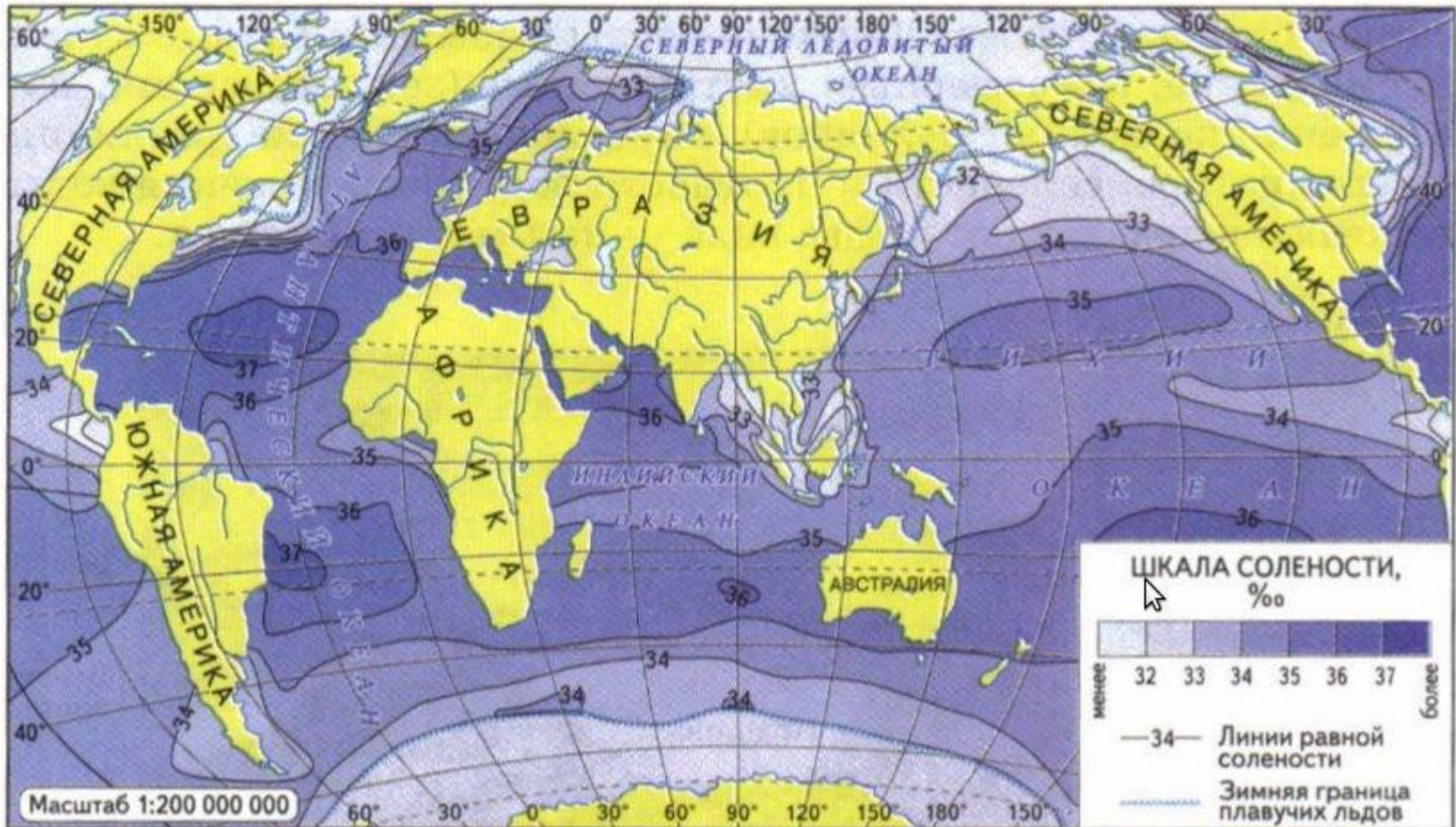
*Нейтральные течения* имеют  $t^\circ$  воды, близкую к  $t^\circ$  окружающей воды, как, например, экваториальные противотечения.

Холодные течения имеют, как правило, направление от полюсов в сторону экватора, теплые – от экватора в сторону полюсов. Исключение составляет холодное летнее Сомалийское течение, направленное от экватора на север. Нейтральные течения ориентированы субширотно.

# Классификации течений

## По солености:

- *опресненные течения* (например, Лабрадорское)
- *осолоненные* (например, Норвежское).



## По глубине расположения в толще воды

*поверхностные* (обычно до глубины 200 м),

*подповерхностные*, как правило, имеют направление, противоположное поверхностному (например, под южными пассатными течениями экваториальные противотечения: Кромвелла в Тихом океане, Ломоносова в Атлантическом, Тареева в Индийском),

*глубинные*,

*придонные*.

Последние регулируют обмен между полярными-субполярными и экваториально-тропическими широтами. Особенно четко выражены придонные течения вблизи Антарктиды, откуда они «спускаются» по материковому склону, оставляя на дне промоины и следы струйчатости, и доходят затем вплоть до экватора.

## **По происхождению течения:**

**фрикционные** - образуются при участии сил трения (*дрейфовые* - возникают под влиянием постоянных ветров, *ветровые* вызваны сезонными ветрами),

**градиентно-гравитационные:** среди них наиболее важны **стоковые** течения, которые образуются в результате наклона водной поверхности, вызванного избытком вод, притекающих из других районов океана, речных вод и обильных осадков, и **компенсационные** течения, которые возникают вследствие нарушения равновесия из-за оттока вод в другой район, скудных осадков, незначительного речного стока,

**приливные,**

**инерционные:** наблюдаются после прекращения действия возбуждающих их факторов.



Существует **система течений океана**, обусловленная, прежде всего, ОЦА.

В каждом полушарии по обе стороны от термического экватора существуют **большие круговороты течений** вокруг постоянных субтропических барических максимумов:

по часовой стрелке – в северном полушарии, против часовой – в южном.

Между ними выявлены **экваториальные межпассатные противотечения** с запада на восток.

В умеренных – субполярных широтах северного полушария наблюдаются **малые кольца течений** вокруг барических минимумов против часовой стрелки, а в южном полушарии – циркумполярное течение с запада на восток в 40 – 50-х широтах вокруг Антарктиды.

Наиболее устойчивыми являются *Северные и Южные пассатные течения* по обе стороны от экватора в Тихом, Атлантическом океанах и в южном полушарии Индийского океана, «перекачивающие» воду с востока на запад. У восточных берегов материков в тропических широтах характерны теплые сточные течения:

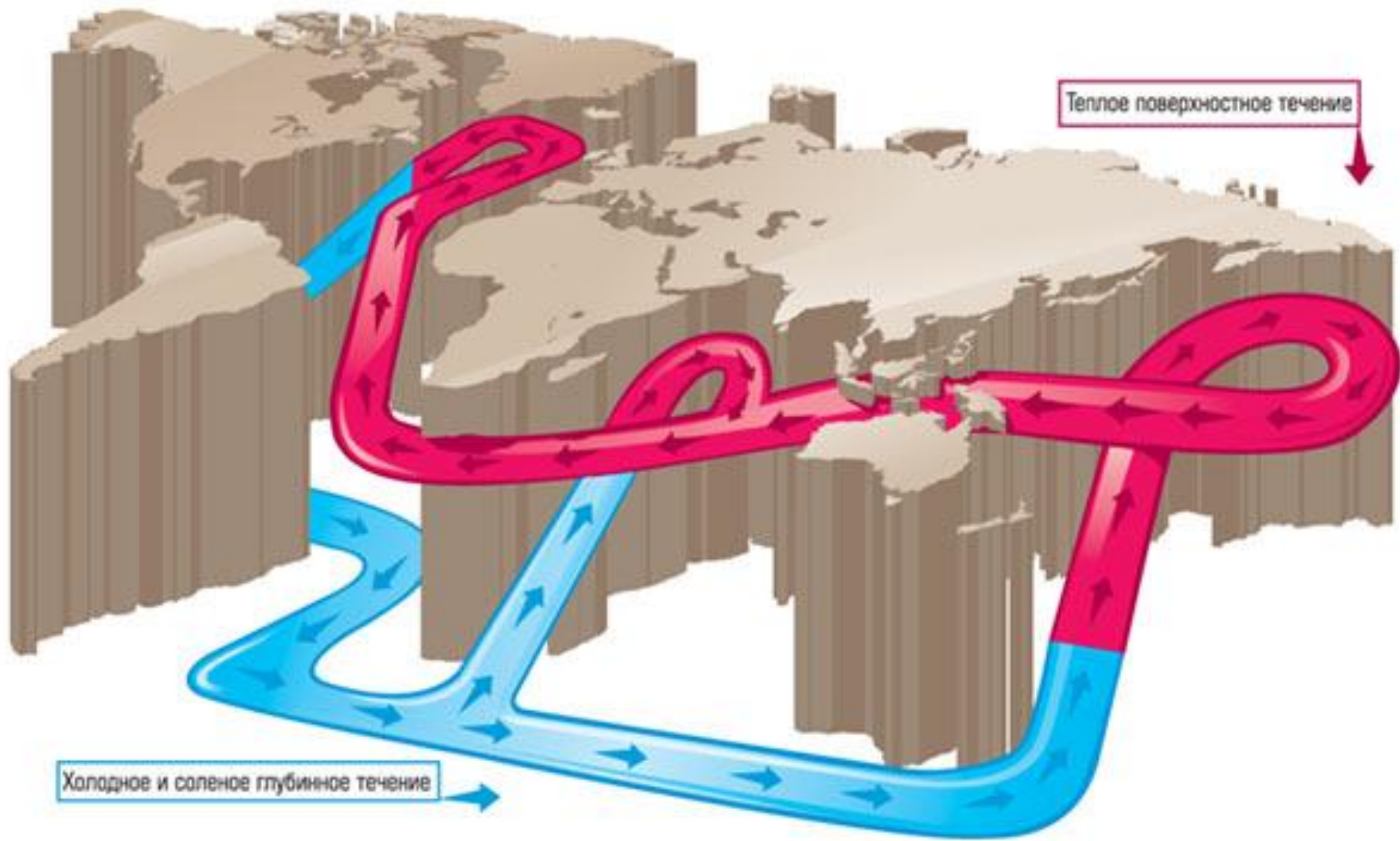
- *Гольфстрим,*
- *Курисио,*
- *Бразильское,*
- *Мозамбикское,*
- *Мадагаскарское,*
- *Восточно-Австралийское.*

Эти течения – аналоги не только по происхождению, но и по физико-химическим свойствам вод.

В умеренных широтах под действием постоянных западных ветров существуют теплые *Северо-Атлантическое* и *Северо-Тихоокеанское* течения в северном полушарии и холодное (нейтральное) течение *Западных ветров*, или *Западный дрейф*, – в южном. Это мощное течение образует кольцо в Южном океане вокруг Антарктиды. Замыкают большие круговороты холодные компенсационные течения-аналоги вдоль западных берегов материков в субтропических широтах: *Калифорнийское*, *Канарское* – в северном и *Перуанское*, *Бенгельское*, *Западно-Австралийское* – в южном полушарии.

В малых кольцах течений следует отметить теплое *Норвежское* течение в Арктике и холодное *Лабрадорское* в Атлантике по периферии Исландского минимума и аналогичные им теплое *Аляскинское* и холодное *Курильское (Курило-Камчатское)* – в Тихом океане по периферии Алеутского минимума.

В северной части Индийского океана муссонная циркуляция порождает **сезонные ветровые течения**: *Зимнее муссонное* – с востока на запад и *Летнее муссонное* – с запада на восток. Летом здесь еще хорошо выражено *Сомалийское течение* – единственное холодное течение, устремляющееся от экватора. Оно связано с юго-западным муссоном, отгоняющим воду от берегов Африки у полуострова Сомали и вызывающим тем самым подъем холодных глубинных вод (зона прибрежного апвеллинга).



**В Северном Ледовитом океане** главное направление движения поверхностных вод и дрейф льдов происходят с востока на запад через весь океан (*Трансарктическое течение*) от Новосибирских островов в Гренландское море. Оно вызвано рядом причин:

1 - обильным речным стоком сибирских рек,

2 - вращательным антициклоническим движением (по часовой стрелке) над обширным барическим максимумом в Американо-Азиатском секторе Арктики,

3 - вращательным циклоническим движением (против часовой стрелки) в местных зимних барических минимумах над Баренцевым и Карским морями.



Под влиянием течений и ветров происходит дрейф льдов вдоль устойчивой Арктической полыньи, проходящей от Новосибирских островов почти через Северный полюс над котловиной Амундсена и далее к проливу между Гренландией и архипелагом Шпицберген в Гренландское море.

Пополняется Арктика **водами из Атлантики в виде Нордкапского, Мурманского, Шпицбергенского и Новоземельского течений**. Воды двух последних течений более соленые, а потому более плотные и погружаются под лед.

**Значение морских течений** для климата и природы Земли в целом и особенно прибрежных районов очень велико. Морские течения наряду с воздушными массами **осуществляют перенос тепла и холода между широтами.** Теплые и холодные течения во всех климатических поясах **поддерживают температурные различия западных и восточных побережий материков, нарушают зональное распределение температуры** (например, за Северным полярным кругом на широте  $70^\circ$  находится незамерзающий Мурманский порт, а на побережье Северной Америки к северу от Нью-Йорка даже на широтах  $45^\circ$  зимние температуры воды и воздуха отрицательны).

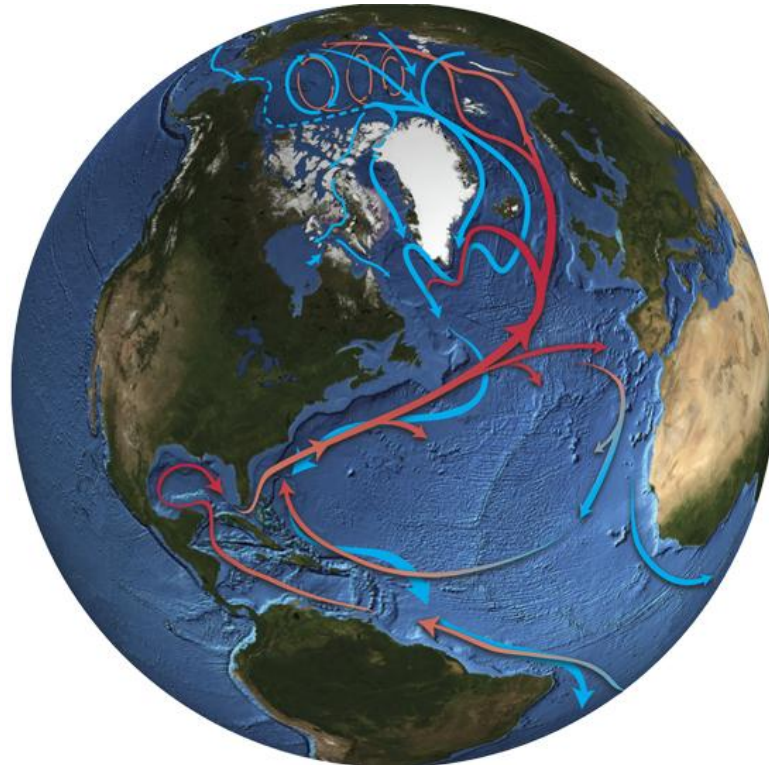
Течения оказывают влияние и **на количество осадков.** Теплые течения способствуют развитию конвекции и выпадению осадков. Холодные течения, ослабляя вертикальный обмен ВМ, уменьшают возможность выпадения осадков. Поэтому территории, омываемые теплыми течениями и находящиеся под влиянием воздушных потоков с их стороны, имеют влажный климат, а территории, омываемые холодными течениями, – сухой.<sup>64</sup>



Течения **создают термические аномалии**, которые, в свою очередь, сказываются на распределении атмосферного давления, циркуляции атмосферы и погодных условиях. Особенно значительная **положительная аномалия (до +28°C)** наблюдается зимой на севере Атлантики и над Норвежским морем над теплыми течениями: Северо-Атлантическим, Ирмингера и Норвежским. Она поддерживает существование и определяет конфигурацию Исландского барического минимума с ложбиной над Баренцевым морем, над теплыми Норвежским и Мурманским ветвями течений. Вдоль осей теплых течений движутся серии циклонов.

Аналогичная, но меньшая по величине и значению **термическая аномалия на севере Тихого океана** способствует формированию зимой Алеутского барического минимума над Северо-Тихоокеанским и Аляскинским течениями. В местах встречи теплых и холодных течений обычны туманы, сплошная облачность и морозящие осадки из слоистых облаков, там происходит рождение циклонов.

**Морские течения способствуют перемешиванию воды** и осуществляют перенос питательных веществ и газовый обмен, с их помощью осуществляется миграция растений и животных. Изменчивость морских течений во времени и смещение их в пространстве влияет на биологическую продуктивность океанов и морей.



# Водные массы Мирового океана и фронтальные зоны

Водные массы – большие объемы вод Мирового океана, различающиеся своими свойствами

Поверхностные  
200–300 м

Придонные

Глубинные

Прибрежные

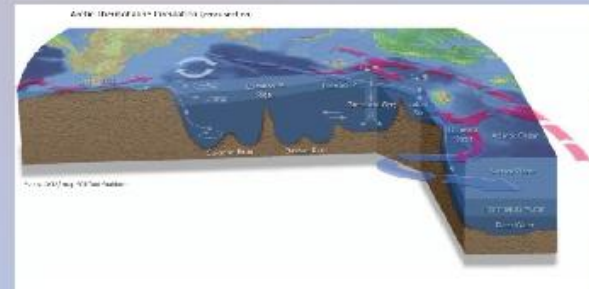
Внутриокеанские

Экваториальные

Тропические

Умеренные

Полярные



**Экваториальные водные массы** (0-5° с.ш.) образуют межпассатные противотечения. Они обладают постоянно высокими  $t^\circ$  (26-28°C), четко выраженным слоем  $t^\circ$ -ного скачка на глубине 20-50 м, пониженной плотностью и соленостью – 34 – 34,5‰, малым содержанием кислорода – 3-4 г/м<sup>3</sup>, небольшой насыщенностью жизненными формами. Преобладает подъем водных масс. В атмосфере над ними располагается пояс низкого давления и штилей.

**Тропические водные массы** (5–35° с.ш. и 0–30° ю.ш.) распространены по экваториальным перифериям субтропических барических максимумов; они формируют пассатные течения.  $t^\circ$  летом достигает +26...+28°C, зимой опускается до +18...+20°C, причем она различается у западных и восточных побережий из-за течений и прибрежных стационарных апвеллингов и даунвеллингов.

# апвеллинг



**Апвеллинг** (англ. *upwelling* – всплывание) – восходящее движение воды с глубины 50–100 м, порождаемое сгонными ветрами у западных побережий материков в полосе 10–30 км. Обладая пониженной  $t^\circ$  и в связи с этим значительной насыщенностью кислородом, глубинные воды, богатые биогенными и минеральными веществами, входя в поверхностную освещенную зону, увеличивают продуктивность водной массы.

**Даунвеллинги** – нисходящие потоки у восточных побережий материков за счет нагона воды; они заносят вниз тепло и кислород. Слой температурного скачка выражен весь год, соленость 35–35,5‰, содержание кислорода 2–4 г/м<sup>3</sup>.

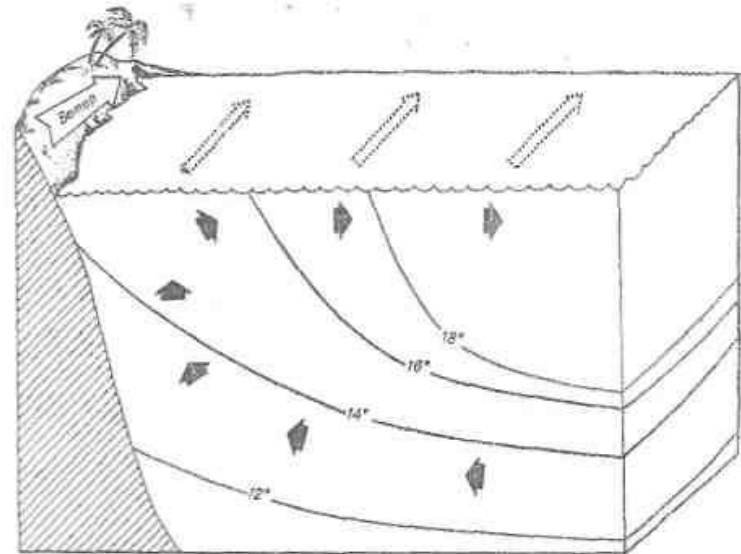
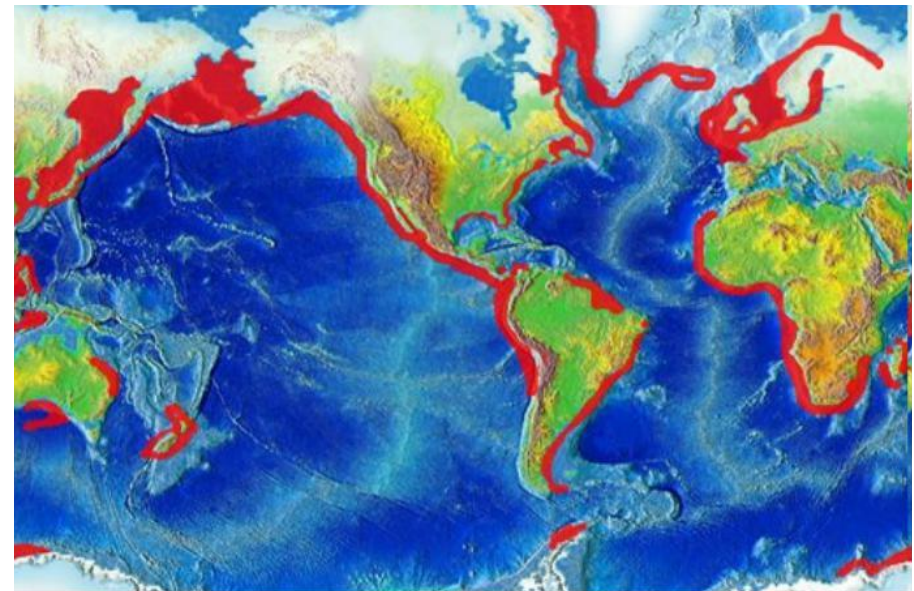
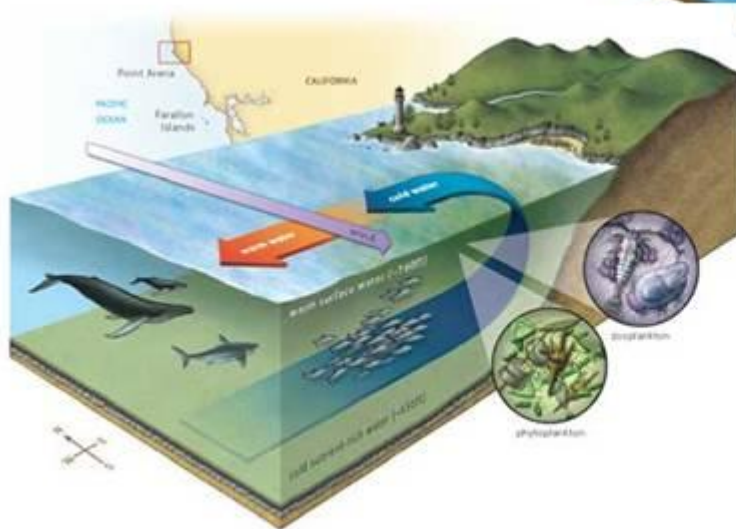
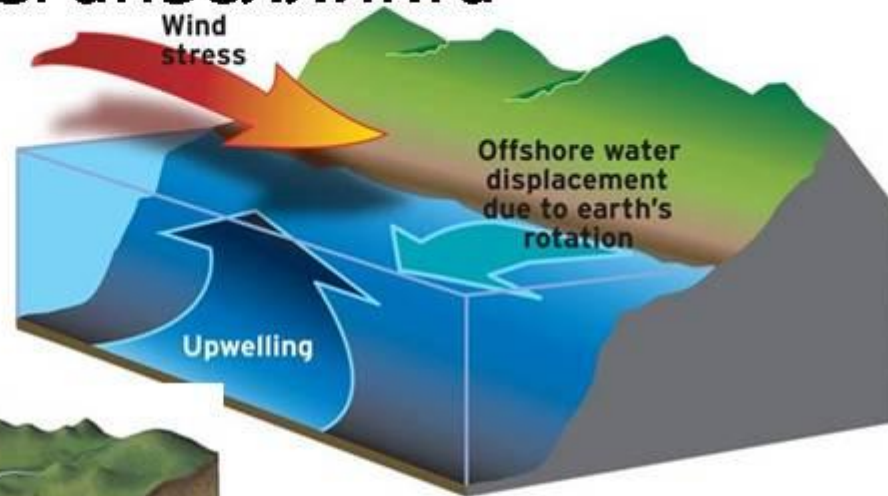


Рис. 1. Схема направления ветра и соответствующей циркуляции водных масс в прибрежном районе.

# Зоны апвеллинга



Положение апвеллингов

**Умеренные водные массы** расположены в умеренных широтах, отличаются большой изменчивостью свойств как по широтам, так и по сезонам года. Характерен интенсивный обмен теплом и влагой с атмосферой.

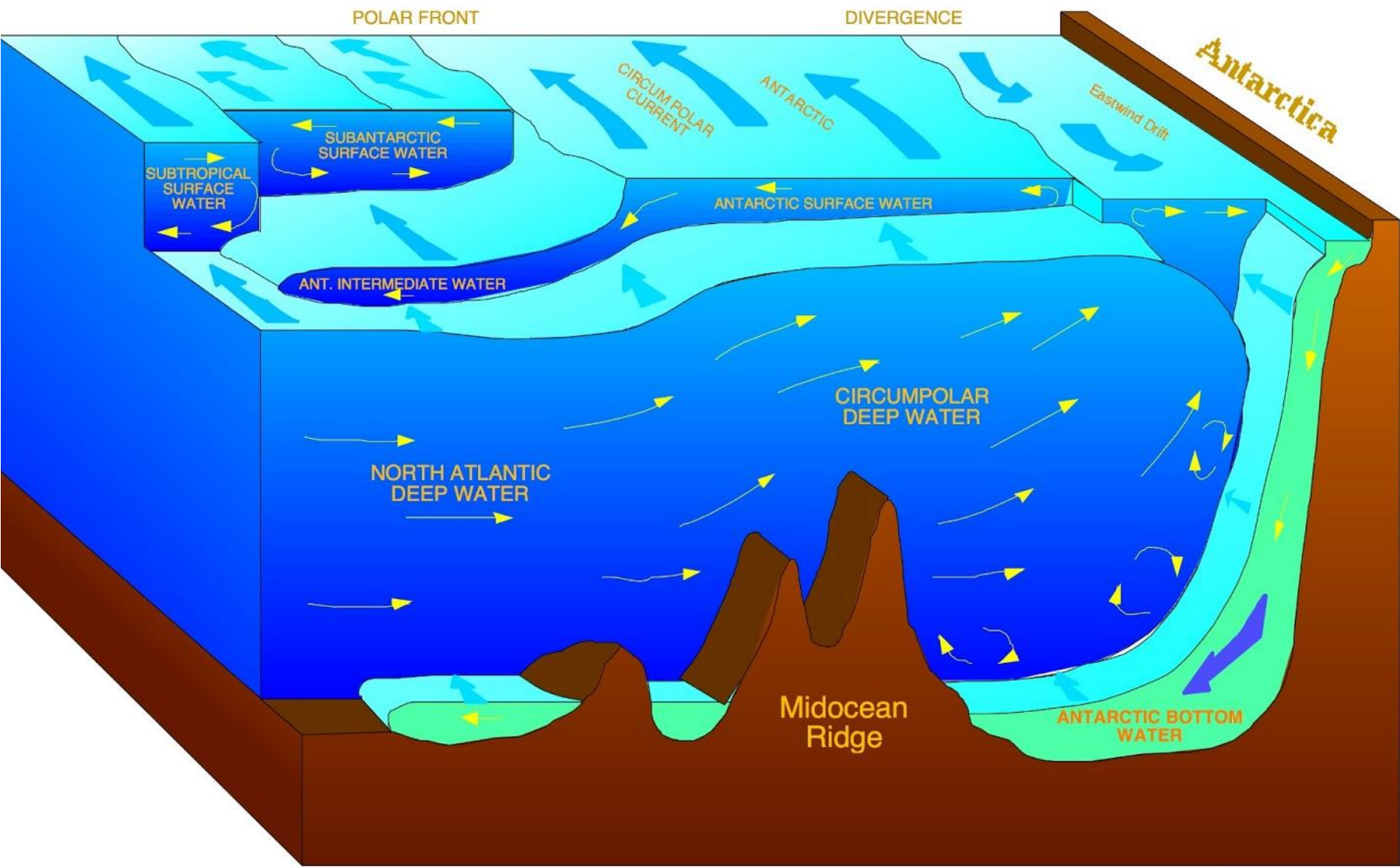
**Полярные водные массы** характеризуются самой низкой  $t^\circ$  (летом около  $0^\circ\text{C}$ , зимой  $-1,5\dots-1,7^\circ\text{C}$ ), наибольшей плотностью, повышенным содержанием кислорода. Соленость  $32-33\text{‰}$ . Воды Антарктики интенсивно погружаются в придонную сферу и снабжают ее кислородом. Арктическая вода, обладающая низкой соленостью и поэтому наибольшей плотностью, не выходит за пределы верхней промежуточной сферы.

# Типы водных масс

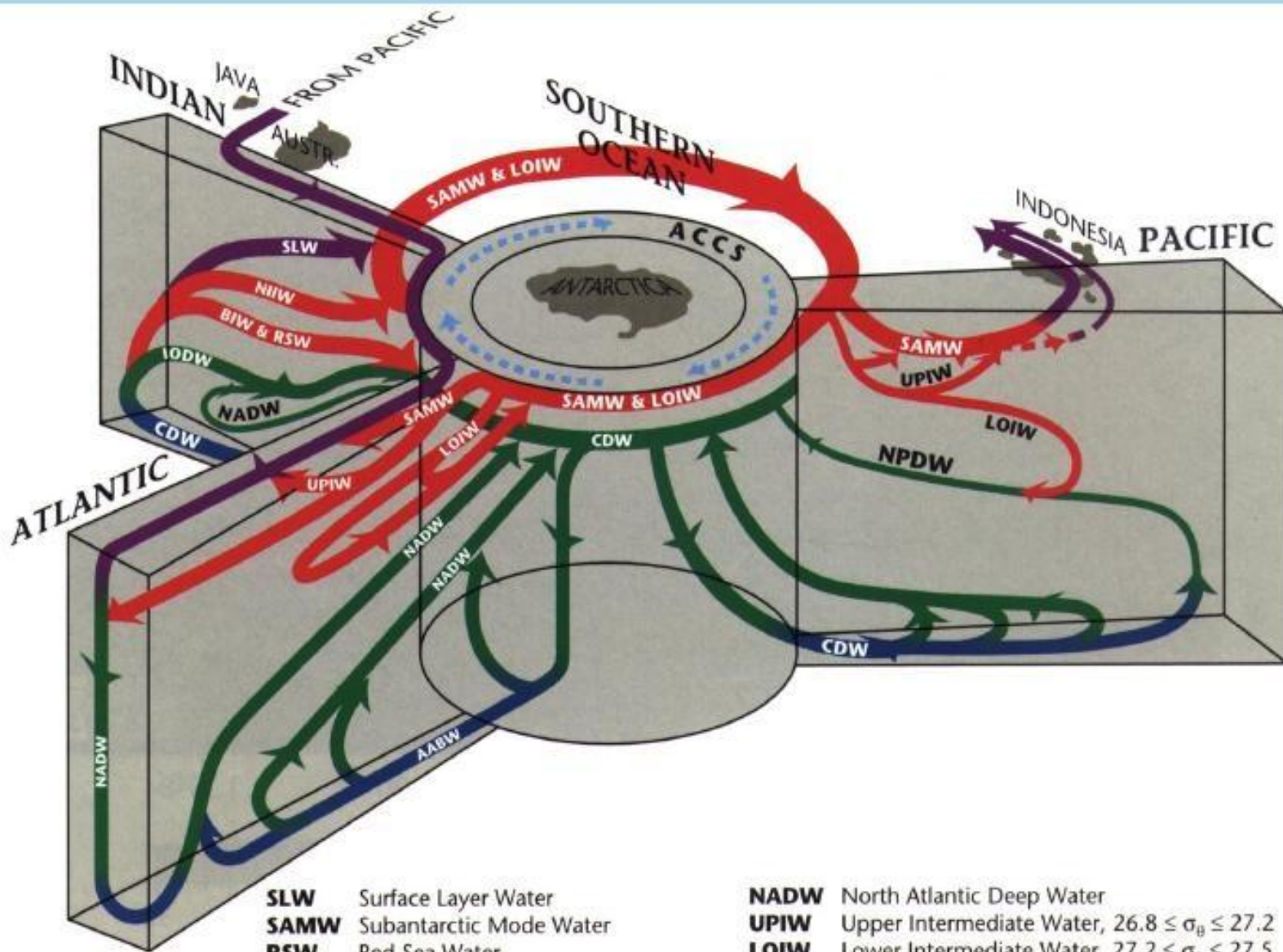


Типы водных масс	Температура	Соленость	Прозрачность
Экваториальные	высокая	низкая	высокая
Тропические	высокая	высокая	высокая
Умеренные	меняется по сезонам	низкая	низкая
Арктические	низкая	средняя	средняя





Водные массы в южной части Атлантики

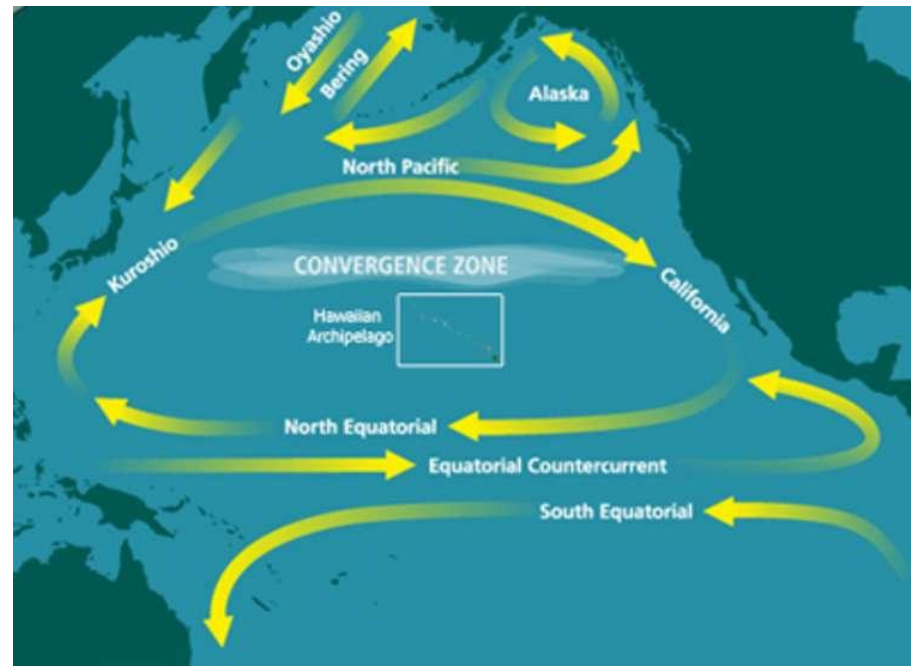


**SLW** Surface Layer Water  
**SAMW** Subantarctic Mode Water  
**RSW** Red Sea Water  
**AABW** Antarctic Bottom Water  
**NPDW** North Pacific Deep Water  
**ACCS** Antarctic Circumpolar Current System  
**CDW** Circumpolar Deep Water

**NADW** North Atlantic Deep Water  
**UPIW** Upper Intermediate Water,  $26.8 \leq \sigma_\theta \leq 27.2$   
**LOIW** Lower Intermediate Water,  $27.2 \leq \sigma_\theta \leq 27.5$   
**IODW** Indian Ocean Deep Water  
**BIW** Banda Intermediate Water  
**NIIW** Northwest Indian Intermediate Water

Каждая водная масса имеет свой очаг формирования. При встречах водных масс с разными свойствами образуются **океанологические фронты, или зоны конвергенции** (лат. *converge* – схожусь). Обычно они формируются на стыке теплых и холодных поверхностных течений и характеризуются опусканием водных масс.

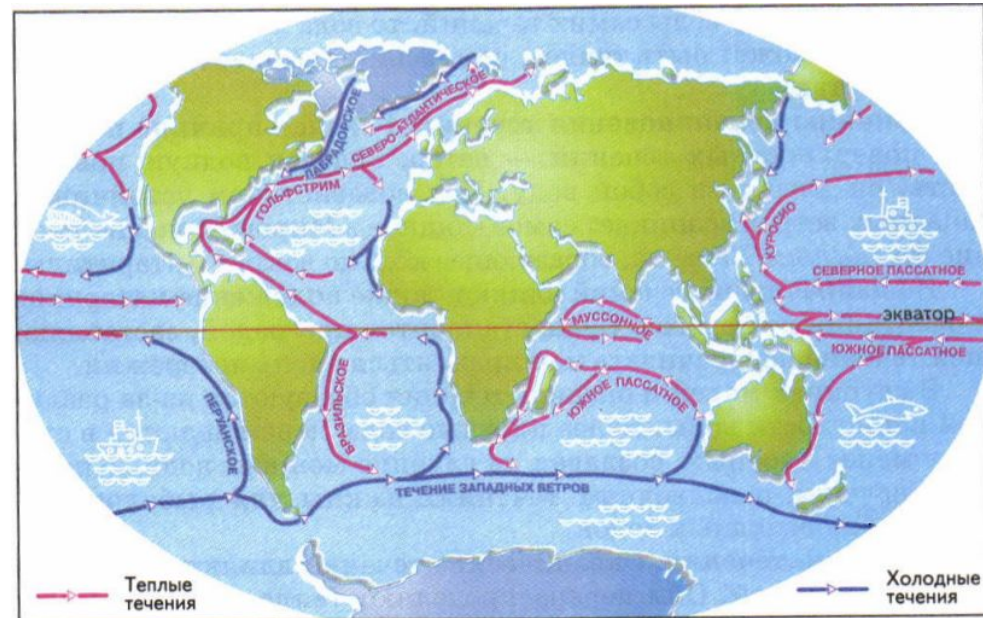
В МО несколько фронтальных зон, но основных – 4, по 2 в северном и южном полушариях.



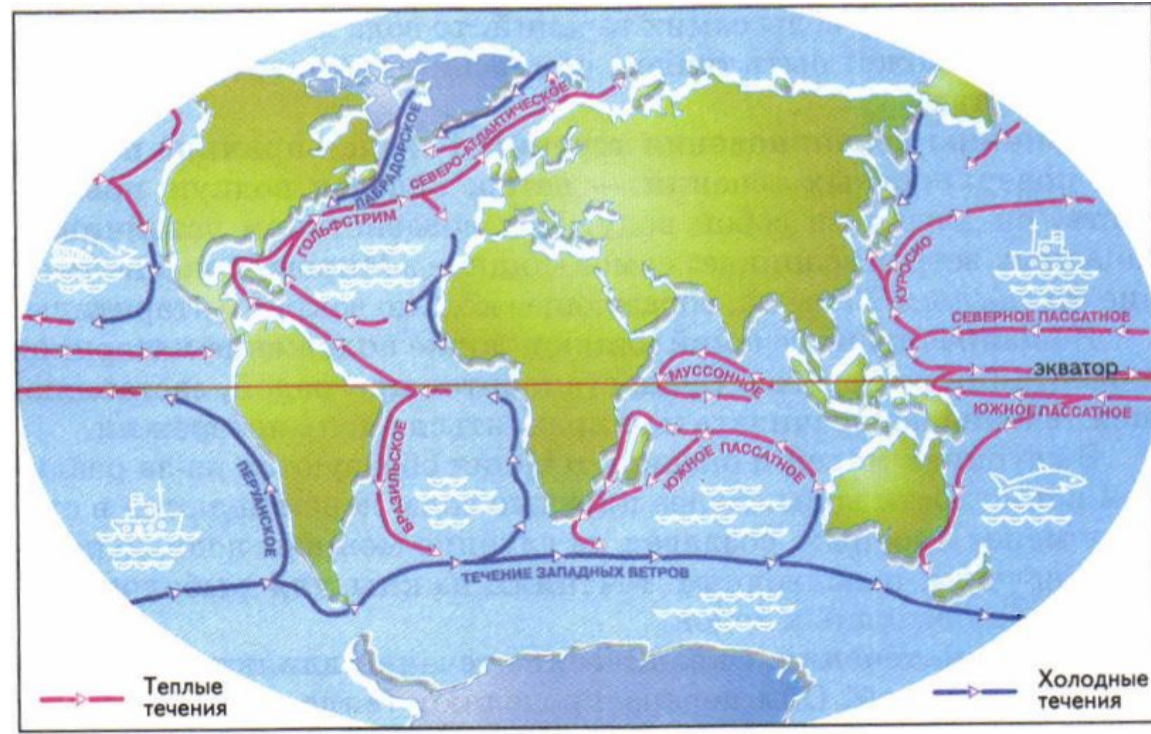
В умеренных широтах они выражены у восточных берегов материков на границах субполярного циклонического и субтропического антициклонического круговоротов с их соответственно холодными и теплыми течениями: у Ньюфаундленда, Хоккайдо, Фолклендских островов и Новой Зеландии.

В этих фронтальных зонах гидротермические характеристики (температура, соленость, плотность, скорости течения, сезонные колебания температуры, размеры ветровых волн, количество туманов, облачность)

достигают экстремальных значений. К востоку из-за перемешивания вод фронтальные контрасты размываются. Именно в этих зонах зарождаются фронтальные циклоны внетропических широт.



2 фронтальные зоны существуют и по обе стороны от термического экватора у западных берегов материков между тропическими относительно холодными водами и теплыми экваториальными водами межпассатных противотечений. Они тоже отличаются высокими значениями гидрометеорологических характеристик, большой динамической и биологической активностью, интенсивным взаимодействием океана и атмосферы. Это районы зарождения тропических циклонов.



Есть в океане и **зоны дивергенции** (лат. *diuergento* – отклоняюсь) – **зоны расходимости поверхностных течений и подъема глубинных вод**: у западных берегов материков умеренных широт и над термическим экватором у восточных берегов материков. Такие зоны богаты фито- и зоопланктоном, отличаются повышенной биологической продуктивностью и являются районами эффективного рыбного промысла.

Глубинные и особенно придонные воды (толщина слоя последних – 1000–1500 м над дном) отличаются большой однородностью (низкими температурами, богатством кислорода) и медленной скоростью перемещения в меридиональном направлении от полярных широт к экватору. Особенно широко распространены антарктические воды, «сползающие» с материкового склона Антарктиды. Они не только занимают все южное полушарие, но и доходят до 10–12° с.ш. в Тихом океане, до 40° с.ш. в Атлантике и до Аравийского моря в Индийском океане.



Рыба-  
крокодил