

Тепловой режим вод

- Тепловой баланс



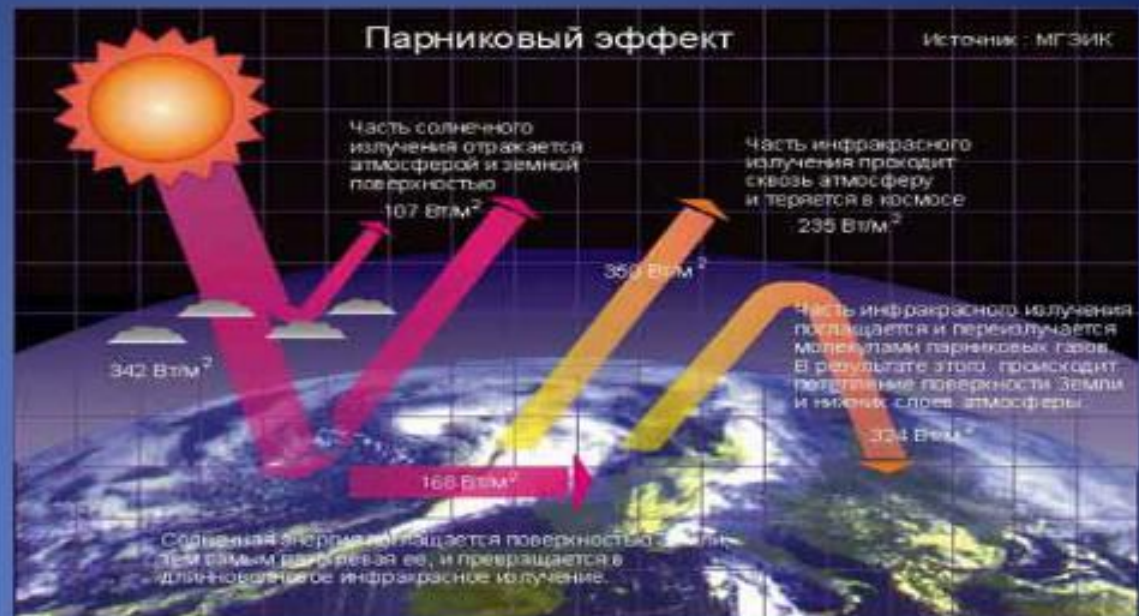
Тепловой баланс вод

Приход: прямая + рассеянная, эфф. излучение Атмосферы (E), приход из более тёплой $A.$, от течения реки, от тёплых грунтовых вод, из более тёплых донных осадков, тёплых осадков, тепло от конденсации.



Расход:

Отраженная,
эфф. излучение повер.
водоёма,
теплоотдача в менее
теплую $A.$,
в холодное течение,
в грунт. воды,
в донные осадки,
в холодные осадки,
на испарение,
на таяние льда



Итогом нарушения прозрачности атмосферы, а, следовательно, и теплового баланса может явиться возникновение **парникового эффекта**, то есть увеличения средней температуры атмосферы на несколько градусов. Это способно вызвать таяние ледников полярных областей, повышение уровня Мирового океана, изменение его солености, температуры, глобальные нарушения климата, затопление прибрежных низменностей.

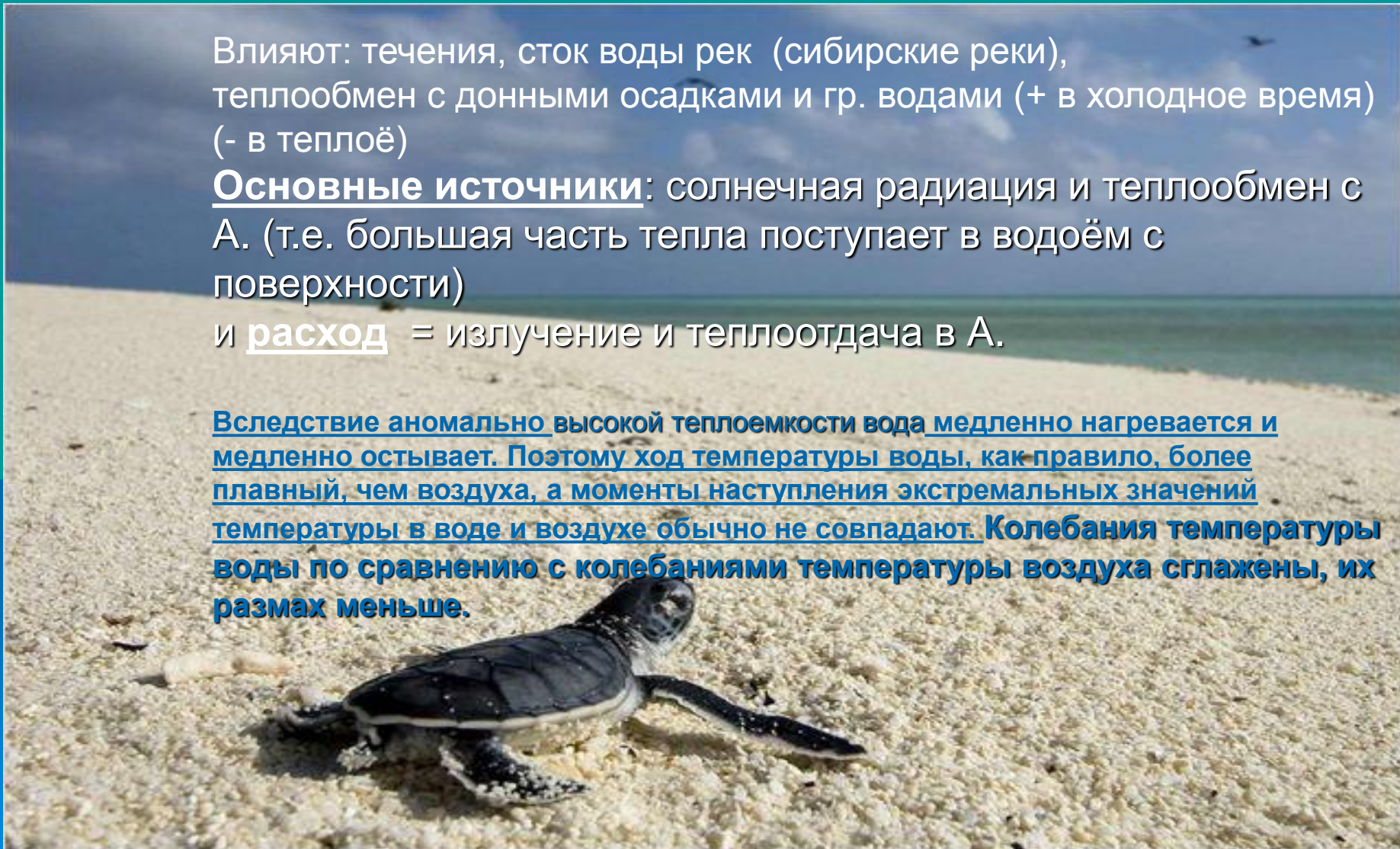
Приход= расходу, НО составляющие теплового баланса меняются

Влияют: течения, сток воды рек (сибирские реки), теплообмен с донными осадками и гр. водами (+ в холодное время) (- в теплоё)

Основные источники: солнечная радиация и теплообмен с А. (т.е. большая часть тепла поступает в водоём с поверхности)

и **расход** = излучение и теплоотдача в А.

Вследствие аномально высокой теплоемкости вода медленно нагревается и медленно остывает. Поэтому ход температуры воды, как правило, более плавный, чем воздуха, а моменты наступления экстремальных значений температуры в воде и воздухе обычно не совпадают. Колебания температуры воды по сравнению с колебаниями температуры воздуха сглажены, их размах меньше.



Термические условия рек, озер



- *В реках температура воды довольно однородна и мало меняется по площади водного сечения.*
- Реки теплее воздуха зимой и холоднее летом.
 - **Подо льдом, вследствие непрерывного поступления грунтовых вод, в течение всей зимы сохраняется положительная температура.**
- *Если поступление грунтовых вод прекращается, а это возможно в районах вечной мерзлоты, река промерзает до дна.*
- **Зимой ПОДО льдом** наблюдается обратная стратификация
- распределение слоев воды, при которой температура воды с глубиной увеличивается (от 0°
 - на поверхности до 4° на глубинах).
Благодаря этому озеро зимой не промерзает до дна.



Телецкое озеро

- Протяжённость 77,7 км, средняя ширина 2—3 км, максимальная ширина до 5 км.
- Площадь его относительно невелика — 223 км², НО средняя глубина озера 175 м, максимальная 325 м — напротив водопада [Корбу](#),
- в нём содержится огромное количество (40 км³) отличной пресной воды, прозрачной в глубину до 12—15 метров.
- Впадает в озеро около 70 рек и 150 временных водотоков, причём 70 % всей воды даёт река [Чулышман](#), впадающая с юга. Отдавая свои воды реке [Бие](#) (98 % водостока), озеро в значительной мере обеспечивает питание [Оби](#)

Телецкое озеро

- Летом, благодаря ночной конвекции и ветровому перемешиванию, температура в поверхностном слое постепенно выравнивается.
- По мере дальнейшего прогрева толщина верхнего однородного слоя увеличивается, температура воды в нем повышается.
- **Глубже** быстрое падение температуры, слой скачка плотности - термоклин, т.е. **слой скачка температуры воды**. Ниже слоя скачка температура воды довольно однородна и в глубоких озерах (Ладожском, Онежском, Байкале) близка к 4 °



Термический режим океана

Суточные колебания температуры воды в среднем не $> 0,2-0,3^{\circ}$, в высоких широтах до $0,1$ и увеличиваясь в тропиках до 1° (в штилевую погоду).

Летом они выше, чем зимой.

Глубина проникновения суточных колебаний не $>$ нескольких десятков метров.

Годовые колебания температуры воды на поверхности различаются по широтам, мак. в умеренном поясе.

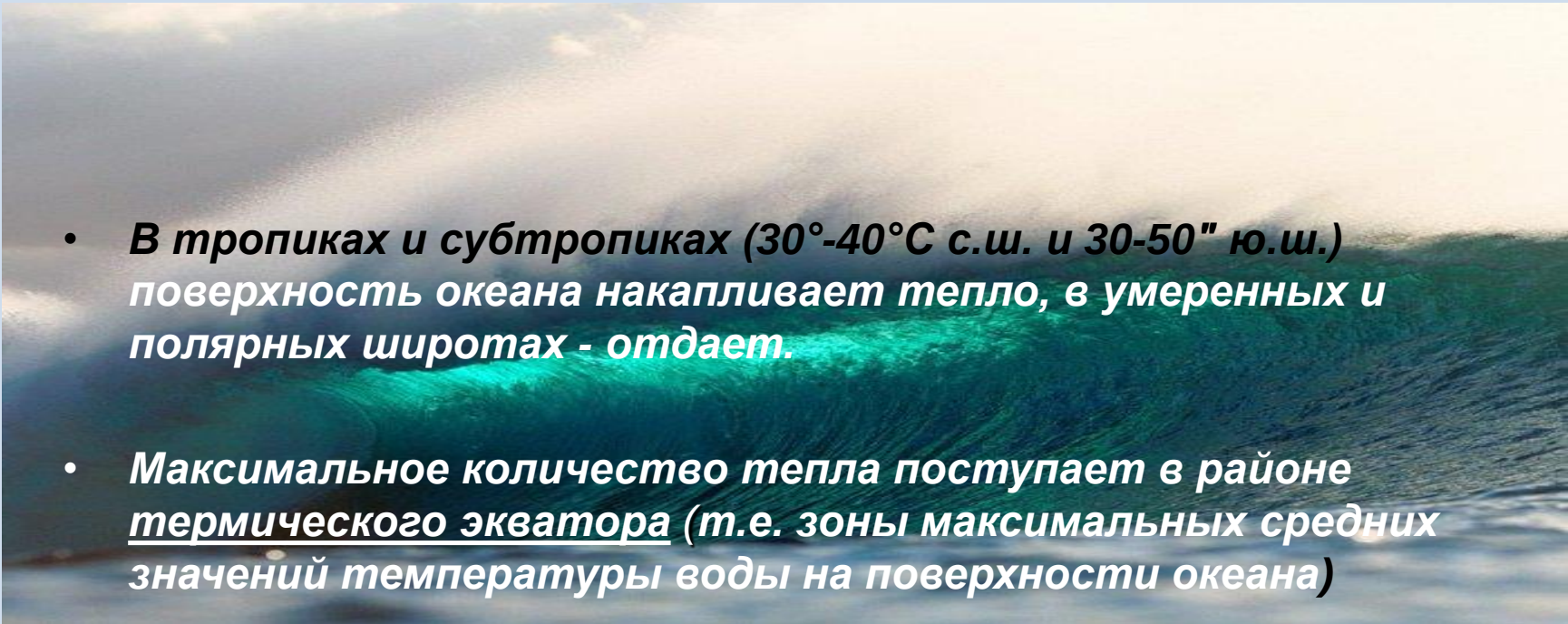
Мак. амплитуда годовых колебаний в Северном полушарии расположена в более высоких широтах ($30-50^{\circ}$ с. ш.), чем в Южных ($20-40^{\circ}$ ю. ш.), и

амплитуда в Северном полушарии значительно выше ($8-9^{\circ}\text{C}$), чем в Южном ($5,5-6^{\circ}\text{C}$). Годовая амплитуда в высоких и низких широтах океана составляет $1,3-2,9^{\circ}$. Годовые колебания распространяются в среднем до глубины $200-300$ м.

Распределение температуры воды в океане

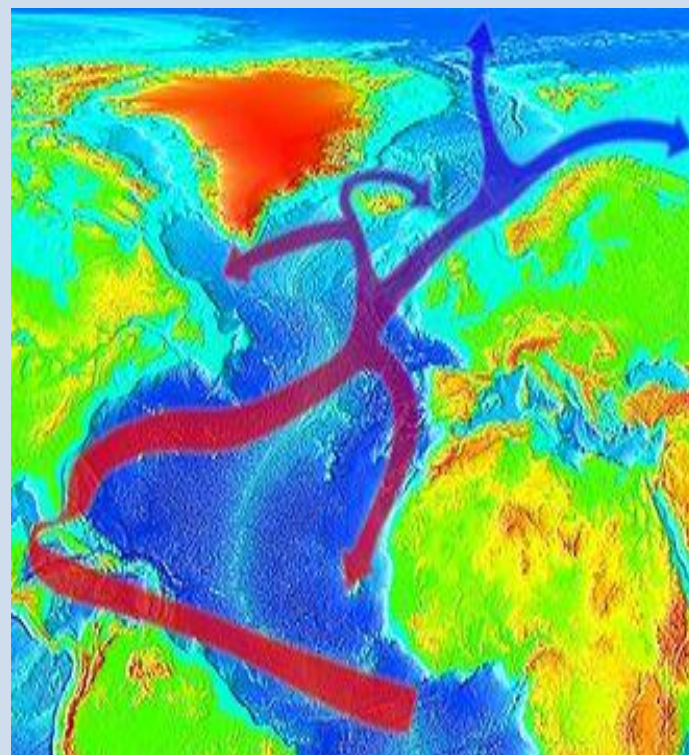
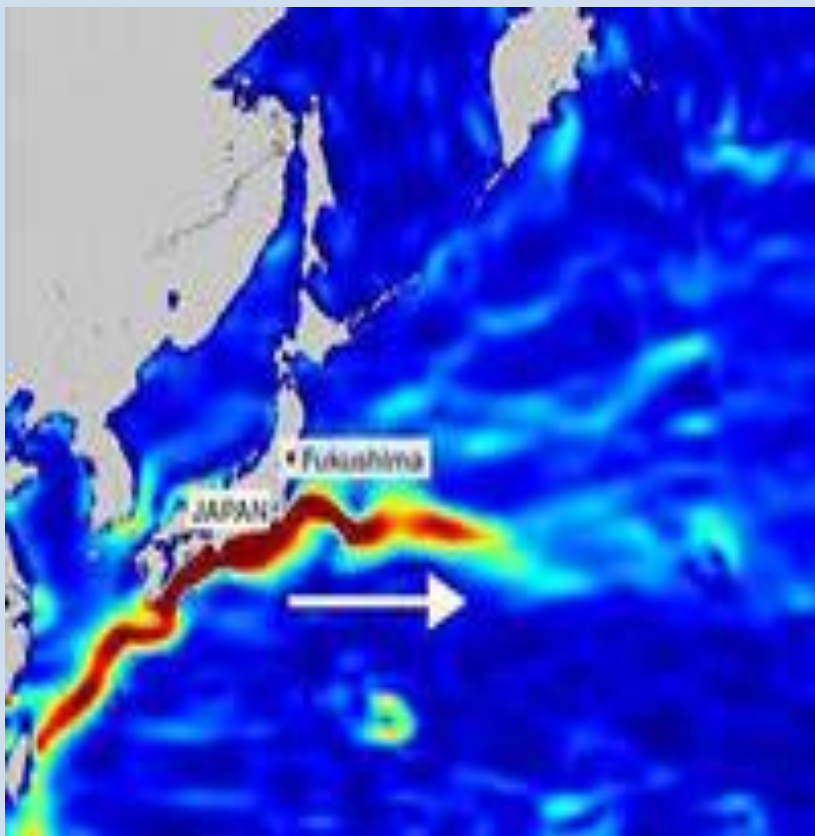
- **Мировой океан - холодная сфера Земли. Ср. t 3,8 °C.**
- **Поглощая огромное количество тепла в низких широтах и отдавая его в средних и высоких, океан играет первостепенную роль в межширотном теплообмене и обмене теплом между океаном и материками.**
- **Максимальная температура на поверхности Мирового океана составляет 35,6 °C (Персидский залив), минимальная - минус 2.**



- 
- *В тропиках и субтропиках (30°-40°С с.ш. и 30-50° ю.ш.) поверхность океана накапливает тепло, в умеренных и полярных широтах - отдает.*
 - *Максимальное количество тепла поступает в районе термического экватора (т.е. зоны максимальных средних значений температуры воды на поверхности океана)*

- От термоэкватора t понижается до 25°С
- В умеренных широтах, где тепловой баланс отрицателен, температура воды на поверхности по мере продвижения в сторону более высоких широт быстро понижается.

Широтная зональность зависит от теплых и холодных течений, но все главные течения идут по меридиану и обеспечивают отклонения средней температуры данного места от средне широтного значения.



Течения отклоняют температуру от зональной:

в умеренных широтах **Северного полушария**, где в западной части океана область холодных течений **отрицательные аномалии около 5°C** , а

положительные аномалии на востоке, в **области теплых течений, больше $6-9^{\circ}\text{C}$**

- В умеренных широтах **Южного полушария** аномалии в пределах одного океана отсутствуют, но **тихоокеанский сектор более теплый'** (положительные аномалии более $3-4^{\circ}\text{C}$), Атлантический и Индийский - более холодные (отрицательные аномалии превышают 3°C)! **ПОВЕРХНОСТЬ Мирового океана в Сев. Полушарии в целом теплее ($20,15^{\circ}\text{C}$), в Южном ($16,6$)**



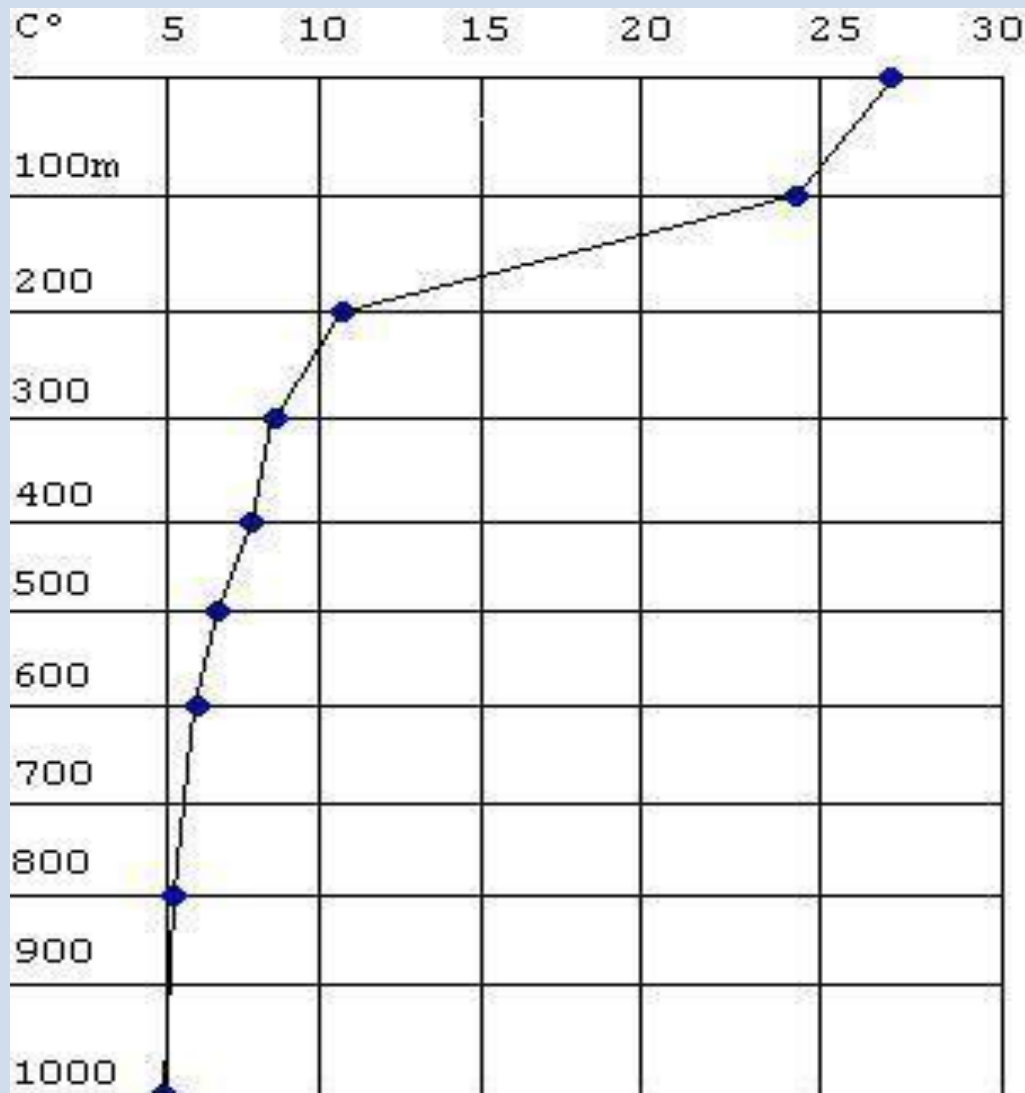
Температура океана

- **Атлант.** **15,3 °**(поверхность) , **весь океан 3,4**
- **Северный Ледов.** **Минус 0,75**
- **Тихий** **19,8** **3,5**
- **Индийский** **17,9** **3,7**
- **Мировой океан** **18,1** **3.6**



Океан имеет свой **термоклин** - слой скачка - **на глубине 300-400 м в тропиках, 500-1000 м в субтропиках** и поднимается к поверхности в высоких широтах

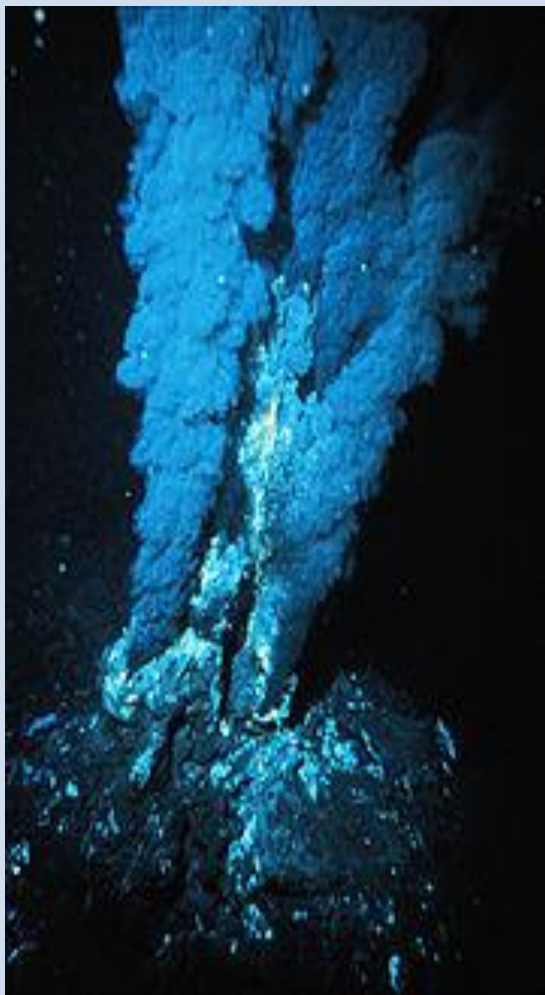
- Термоклин- слой воды, в котором градиент температуры резко отличается от градиентов выше- и нижележащих слоев. Возникает при наличии неперемешивающихся слоев воды с разной температурой.
- **Мощность от нескольких до десятков м.**
- Температура воды на глубине 1000 м составляет 4-7 °С.
- **Глубинная структурная** зона отличается большой однородностью гидрологических свойств **до 4-4,5 тыс м.**
- Температура воды на глубине **2000 м** повсюду от 50° с. ш. до 50-60° ю. ш. составляет **2-3°С**
- В субполярных и полярных широтах до **-минус 0,5 °С** , в Норвежском и Гренландском морях до **минус 1,3 -минус 1,4 °С**
- Температура воды **на 5000 м** **изменяется** от отрицательных значений в Антарктике (минус 0,5°С в Атлантическом секторе) до **1-2 °С** на большей части океана.



Зависимость
температуры от
глубины. Слой скачка
(термоклин)
находится на
глубине 100—200 м

Красное море, в трех впадинах – рапа (горячие рассолы), температура на глубине 1960 м составила 41,5 °С (соленость на глубине 2020-2050 м -143‰), на глубине 2054 м и

более - плюс 48,1-61,9 °С (соленость превысила 265 ‰)



Термальные воды м.б до 405 °С (подводные
курильщики)

Гидротермальные источники срединно-океанических хребтов («Чёрные курильщики») — действующие на дне океанов многочисленные источники, приуроченные к осевым частям срединно-океанических хребтов.

Из них в океаны поступает высокоминерализованная горячая вода. Их вклад в тепловой поток Земли составляет **порядка 20 %**, ежегодно из них истекает порядка $3,5 \times 10^9$ тонн высокоминерализованной горячей (350 °С) воды через чёрные курильщики, и $6,4 \times 10^{11}$ тонн из низкотемпературных источников (20 °С).

Льды –

панцирь определяет природное и климатическое равновесие планеты,
через речные и озерные системы, через почвы и т.д.



- Льдом покрыто 10% суши (если всю массу льда распределить по Земле толщина покрова составит около 50м).
- В ледниках – **98% льда** планеты. Основные части льда – две полярные шапки Земли и материковый лед, который сохранился на Гренландии и Антарктиде.

Гренландский ледниковый покров – расположен на самом большом в мире острове (2 млн. 176 тыс. км²) – 79% покрыто льдом, 5% мелким льдом.

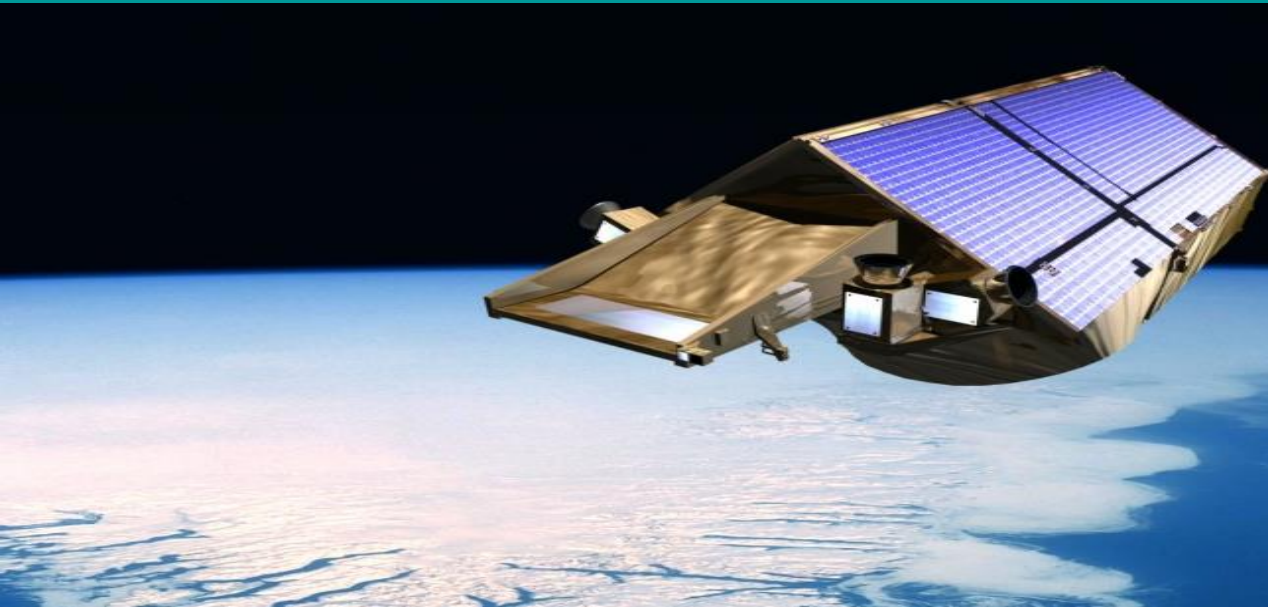
- Средняя толщина 1,8 тыс. м – всего 3 млн. км³ льда, это 10% объема всех льдов планеты.
- ***Если гренландский лед полностью растает, уровень мирового океана поднимется на 7 м.***
- Лед растекается из внутренних областей Гренландии со скоростью **10-20 м /год**, а в ледяных потоках, идущих в океан, скорость увеличивается до нескольких км в год. Ежегодно Гренландия получает 640 км³ снега и льда, отдает до 330 км³ талой воды и дает айсберги до 330 км³.
- Т.е. приход и расход почти одинаков,
- ***сейчас площадь льда сокращается, особенно сильно отступают края ледяных потоков.***

Принадлежит Дании, 57 600 человек, плотность населения 0,027 чел./км² •



Средняя годовая сумма осадков в Какортоке 1080 мм,
в Нууке — 660 мм, на крайнем севере — всего 100—200 мм. Летом на
побережье часто бывают туманы.

спутник «Криосат-2» - первый спутник, способный измерять толщину
ледового покрова. Спутник был выведен на орбиту с Байконура в 2010 г.



- Уникальные данные: ледовый покров Арктики убывает в толщину намного быстрее, чем предполагалось.
- Темпы убыли оказались на 50% выше, чем предсказывало большинство учёных.

Скорости разрушения ледового комплекса грандиозные: на мысах они могут достигать 10—30 м за лето. На такое расстояние за год отступает береговая линия — море съедает берег.



В море Лаптевых и Восточно-Сибирском море, которые имеют самый широкий и самый мелководный шельф мирового океана, где находится до 90% всей подводной **деградирующей** мерзлоты Северного Ледовитого океана, **выявлены массивированные выбросы метана в атмосферу** вследствие деградации подводной мерзлоты.

Арктика – источник углерод и метана в атмосферу и гидросферу Земли. Ледовый комплекс разрушается в результате активной береговой эрозии, и около двух третей высвобождающегося углерода сразу переходит в атмосферу в виде углекислого газа.

[Nature.](#)

Лед Гренландии и Антарктиды – пережитки ледникового периода.

Сейчас льда гораздо меньше, чем 20 тыс. лет назад, но лед не исчез, а только уменьшился в размерах.

Лёд сокращался не раз и в прошлом, но вновь восстанавливался.

Крупные колебания оледенения – характерная черта ледникового периода, который все еще продолжается .





Северный морской путь

- Длина Северного морского пути от Карских Ворот до бухты Провидения около 5600 км. Расстояние от Санкт-Петербурга до Владивостока по Северному морскому пути составляет свыше 14 тыс. км (через Суэцкий канал — свыше 23 тыс. км).



Причины холодов

- Одной из главных причин похолодания в Европе, Африке и на Ближнем Востоке является **сокращение площади льдов в Арктическом бассейне.**

"Раскрепощение" Ледовитого океана объясняет, почему зимы в Европе становятся чрезвычайно холодными. *Тающие пласты Арктики увеличивают площади чистой воды и она поглощает больше солнечных лучей.* Значит, больше тепла из океана затем поступает в атмосферу, что приводит к изменению циркуляции воздушных масс. Появляется мощный воздушный барьер, не пропускающий теплые потоки в Европу. **Вместо них на европейские страны обрушивается холодный воздух Арктики.**

Арктический лёд

- Средняя площадь арктического льда в январе 2012 г. составила 13 млн. 730 тыс. кв. км. Это четвертый самый малый результат января за период с 1979 г., и на 1 млн. 010 тыс. кв. км меньше нормы.
- В 2004 г. летняя арктическая ледовая шапка составляла около 13000 кубических километров, в 2012-м объём сократился до 7000 куб. км.
- ***Если существующая тенденция (900 куб. км в год) сохранится, через десять лет в Арктике летом не будет о льда.***



С учетом таяния еще и горных ледников уровень Мирового океана может подняться к 2100 году до 1,5 метров. А это означает вселенскую катастрофу



Морские полярные льды

**находятся около Антарктиды в зоне
до 2000 км**

**(летом почти тают) и в
Северном Ледовитом океане,
который более изолирован,
поэтому лёд сохраняется здесь и
летом, его площадь – летом
около 9 млн. км²,
зимой 18 млн. км².**

- Ледяной покров действует, как огромная линза, которая отражает солнечную радиацию. (Если эту линзу растопить, что и делает человек, то температура здесь увеличится на 40 °C).

- **Но, в настоящее время
площадь ледяного покрова
сократилась почти на 20 %.**



Антарктида

Антарктическая ледяная шапка, существующая в наши дни,

сформировалась в эпоху Олигоцена и имеет возраст примерно 33,6 млн. лет



Нижние слои антарктического пришельфового льда до сих пор содержат в себе замороженный планктон, т.е заморозка Южного полюса была стремительной.

До того, как лед сковал Южный полюс нашей планеты, на Земле практически повсеместно был тропический климат. В Антарктике было довольно тепло, хотя, тропиков тут не было - планктон был.

Антарктида — самый высокий континент Земли, средняя высота поверхности континента над уровнем моря составляет более **2000** м, а в центре континента достигает 4000 метров.

Большую часть этой высоты составляет постоянный ледниковый покров континента, под которым скрыт континентальный рельеф и лишь **0,3 %** (около 40 тыс. км²) её площади свободны ото льда.

- Территория 14,107,000 км² Население 0 (постоянного) чел. Плотность 0 чел./км²
- Включает 0 государств Языки нет (постоянного) Часовые пояса все



Антарктида - 90 % всех льдов планеты,

площадь его – 13 млн. 650 тыс. км² (в 1,5 раза больше Австралии)

- Максимальная толщина 4,7 км, общий объем 27 млн. км³.
- Если этот лёд растает - уровень Мирового океана увеличится на 60-65 м!
- **На российской полярной станции Восток в Антарктиде находится полюс холода**
- **(-88 °C).**
- Средняя температура **лета в центре материка -30°C, а зимой -70°C**, у берегов летом - -1-5 °, а зимой --18 -20 °.

Станция «Восток» основана

[16 декабря 1957 года.](#)

Толщина ледяного покрова под станцией 3700 м. Самый тёплым летний день на станции

Восток за всё время её существования

[16 декабря 1957 г.](#)

-13,6 °C



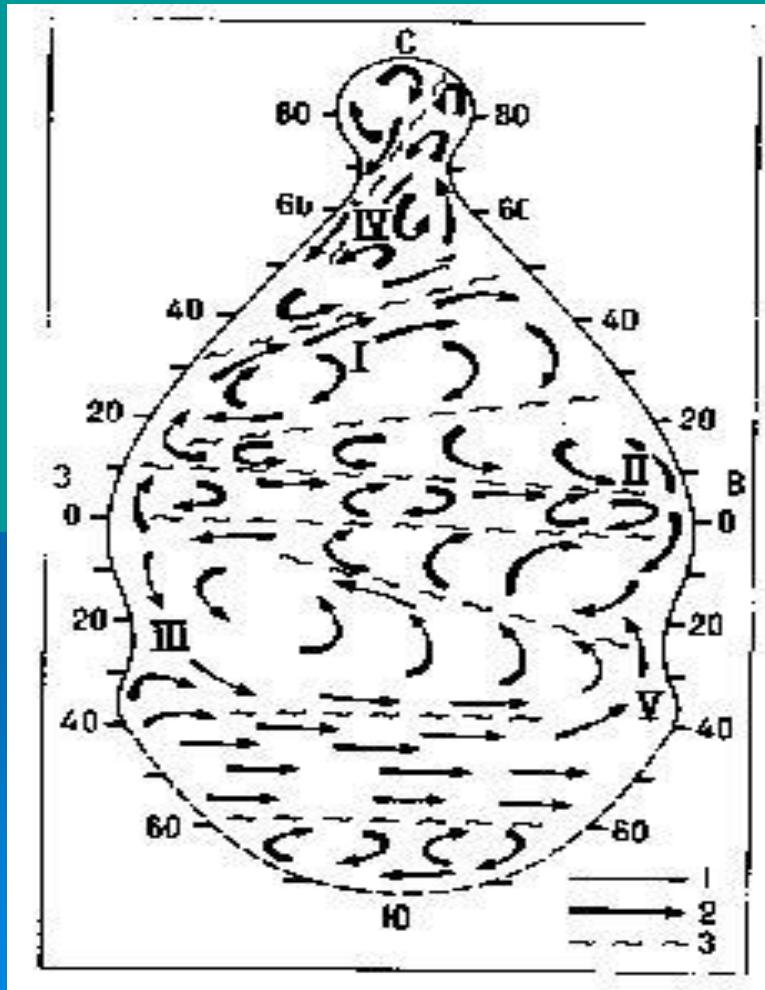
Спутник Cryosat выявил рост темпа таяния антарктических льдов

- Ледяной покров Западной Антарктики теряет более 150 км³ льда в год. Эта величина намного больше, чем считалось ранее.
- В районе ледников Пайн Айленд (Pine Island), Туэйтс (Thwaites) и ледника Смита (Smith) ежегодное истончение слоя льда измеряется в пределах от 6 до 8 метров. В результате таяния слои льда сползают и утекают в океан (море Амундсена).
- Таяние ледяных покровов
- Антарктики и Гренландии
- вносят **главный вклад** в
- повышение уровня
- Мирового океана.



МОРСКИЕ ТЕЧЕНИЯ

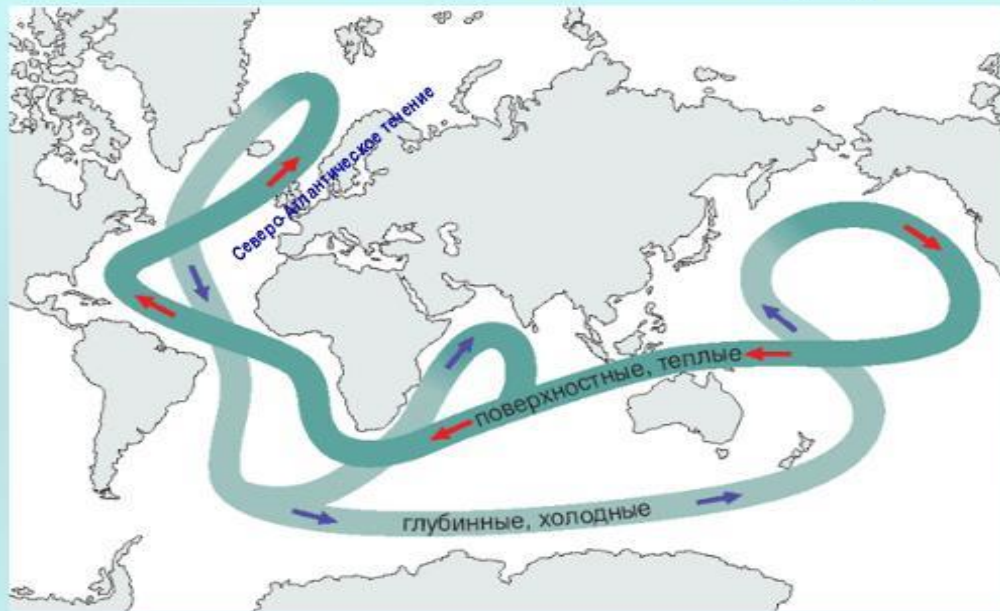
Горизонтальная циркуляция вод Мирового океана – система течений под действием солнечной радиации, приливов, отливов, силы Кориолиса



Горизонтальная циркуляция вод мирового океана- бесконечная восьмёрка прерывается только в умеренных широтах Южного полушария Антарктическим круговым течением

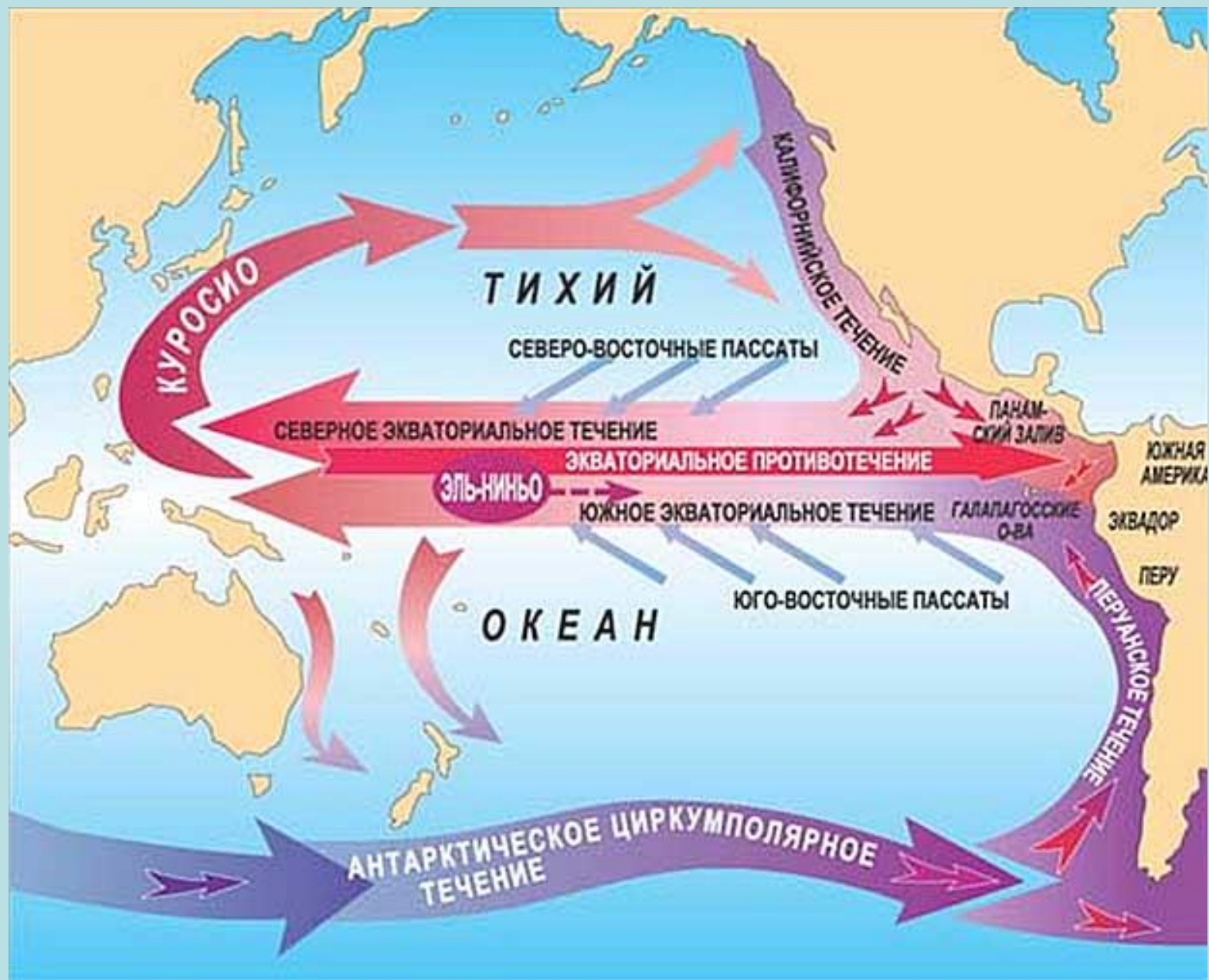
Отдельные части этой никогда и нигде непрерывающейся циркуляции – условно выделены как ТЕЧЕНИЯ.

Глобальная океаническая циркуляция



Когда теплые и соленые воды Северо-Атлантического течения достигают холодной Арктики, они сами начинают охлаждаться, становятся плотнее и опускаются в более глубокие слои океана. Этот процесс формирования глубинных вод протекает крайне медленно, но охватывает огромные пространства. Каждую зиму несколько миллионов кубических километров воды опускается в более глубокие слои океана, где водные массы медленно движутся в южном направлении вдоль дна Атлантического океана

Источник: АМАР 1997



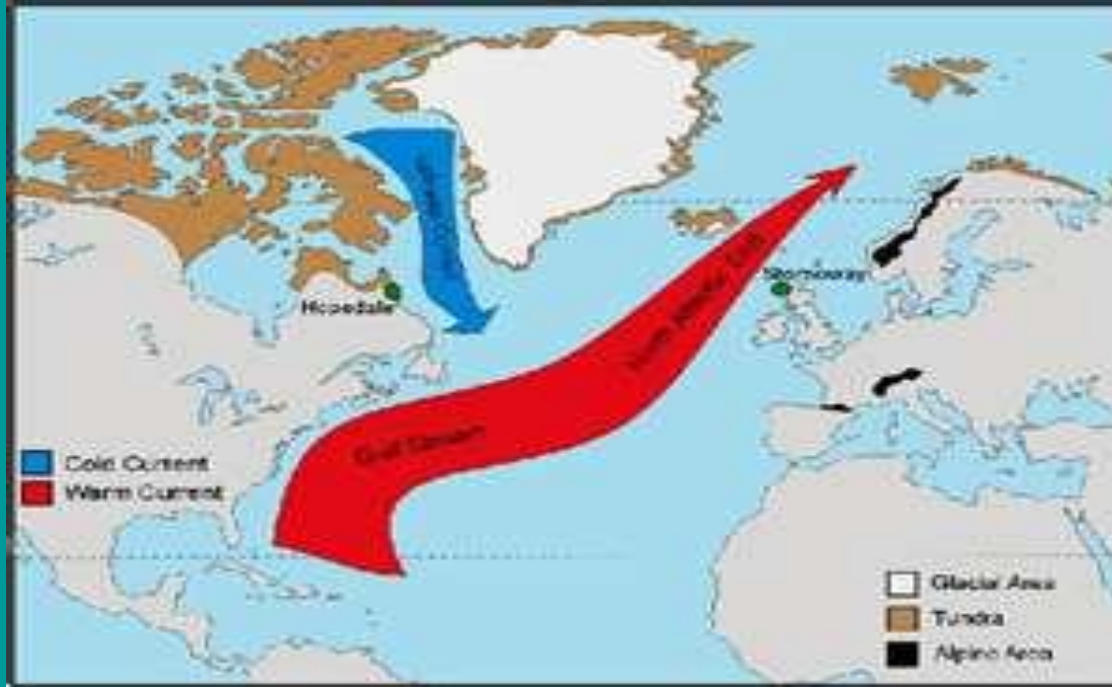
Морские течения

- Мощные поверхностные и глубинные течения вызывают постоянное перемешивание водных масс в океане и ведут к выравниванию температур по всему земному шару.
- Поверхностные течения, такие, как **южное экваториальное** или **Бразильское**, **аккумулируя тепло на экваторе** **отдают его** в высоких широтах.
- В результате испарения морская вода становится еще более соленой и ее удельный вес растет, в полярных областях она опускается на глубину и формирует мощные подповерхностные течения.

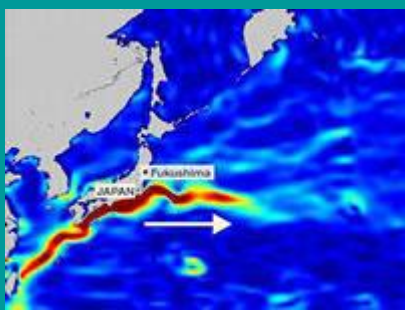
Гольфстрим создаёт погоду в Европе

- Гольфстрим переносит из экваториальной зоны за год в северную часть Атлантики столько же тепла, сколько получает океан от суммарной солнечной радиации за тот же период времени.
- *Отклонения t от среднеширотной достигают 10-12 °С, в Мурманске на 20 °С выше среднеширотной, а в Петербурге – на 8 °С.*

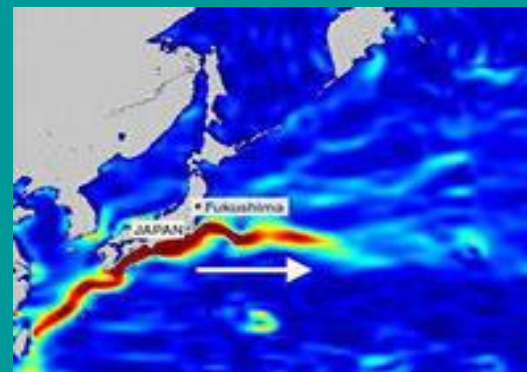




- Теплое течение Гольфстрим в последнее время замедляется и заворачивает, не доходя до Западной Европы. Идти дальше ему мешает холодное Лабрадорское течение, вызванное таянием льдов Гренландии, которое вклинивается в теплые воды Гольфстрима. Таким образом Европа не получает своей привычной «грелки»
- То есть из-за глобального потепления начинает раскачиваться климатический маятник, вызывая природные аномалии.



Курасио



- t на 10-12 °С больше среднеширотной
- отжимается холодным течением, идущим через Берингов пролив, к берегам США, не влияя на наш Магадан. Если перекрыть Берингов пролив (ширина 82 км, глубина до 50м), т.е соединить Аляску и Чукотку – тепло пришло бы и к нам.
- Курасио, «*тёмное течение*», «*черное течение*»; или Японское течение — тёплое течение у южных и восточных берегов Японии в Тихом океане. Курасио переносит тёплые и солёные воды Южно-Китайского и Восточно-Китайского морей в более северные широты, значительно смягчая их климат.
- Ветви тёплого течения Курасио проникают в среднем до 40° с. ш. и далее к северу. Скорость течения от 6 км/ч на юге, до 1—2 км/ч на севере.
- Температура воды в августе на юге от 28 °С до 25 °С на севере, в феврале соответственно от 18 °С до 12 °С. .

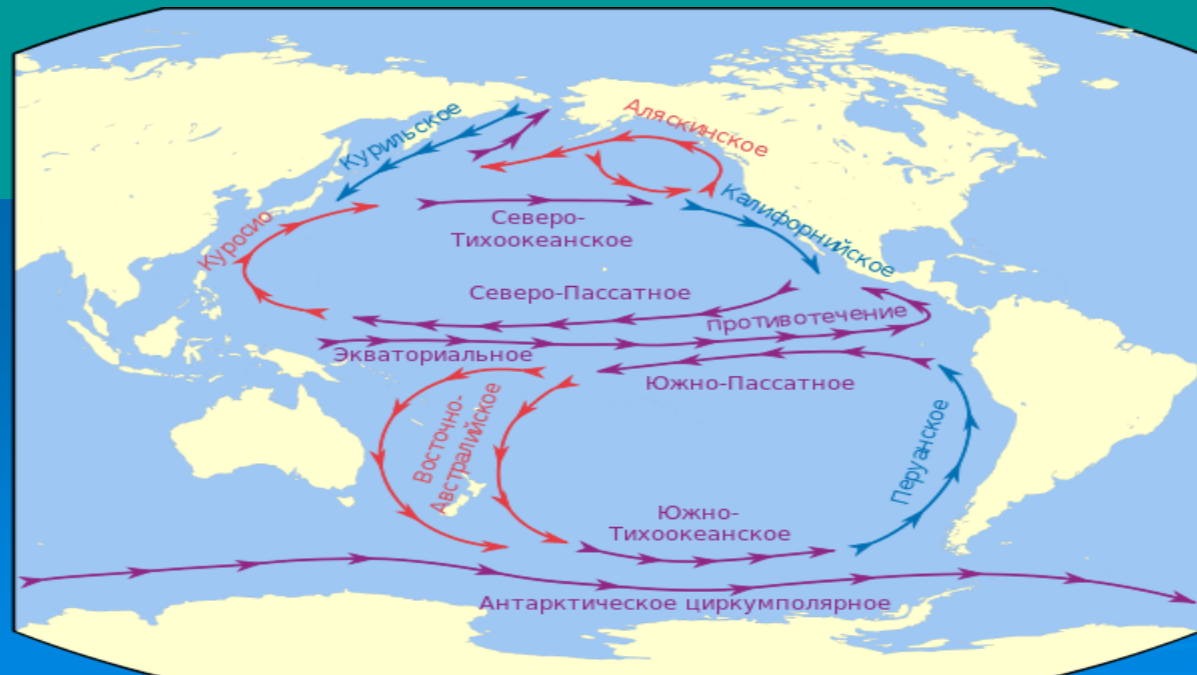
Гольфстрим несёт больше воды, чем все реки мира.

- Это течение в Мексиканском заливе, огибает Флориду, вдоль Вост. Побережья США, затем на восток в Европу. В Тихом океане – такое же теплое Кuroсио. НО!!!! Гольфстрим уходит на Север в высокие широты – становится Северо-атлантическим и т на севере Атлантики > на 5-10°.
- Если бы также делало Кuroсио? было таким же продолжительным, то в Магадане (широта ЛОНДОНА!) – фруктовые сады, Чукотка стала бы курортной жемчужиной



Антарктическое циркумполярное течение

- Антарктическое циркумполярное течение (от латинского слова «циркун» - вокруг), которое в 10 раз мощнее Гольфстрима. Течение вращается около Антарктиды – соединяет воды 3-х океанов, переносит воды в восточном направлении, зона охвата 2500 км, глубина течения до 1 км.



Климатоопределяющие течения: Эль –Ниньо(горячий мальчик) и Ла-Нинья(холодная девочка)



Самый сильный Эль-Ниньо зафиксирован в 1982 г.

Последствия катастрофические: Перу – 9 месяцев идёт дождь (размокают уникальные пирамиды ацтеков), в Австралии – 12 мес. – засуха, на Калифорнию обрушился гигантский торнадо – диаметр 143 км, под водой курорт Акапулько- волны до 10 м, пустыня Атакама залита водой (а здесь, обычно сухо, как на Марсе).

- **Эль-Ниньо** — явление в экваториальной части Тихого океана, характеризующееся положительным средним отклонением температуры поверхности океана - на 4-5 °С и более в течение трех месяцев относительно среднего значения 26 °С.



Ла-Нинья — явление в экваториальной части Тихого океана, характеризующееся отрицательным средним отклонением температуры поверхности океана (на 3-5 °С и менее в течение трех последовательных месяцев).

- **Ла-Нинья + Эль-Ниния один процесс Южная осцилляция**
- Эль-Ниньо влияет на погодные условия во всем мире.
- В Соединенных Штатах оно сдвигает к югу обычные маршруты зимних штормов и высотных атмосферных потоков. В результате штормы, которые обычно приходят на территорию страны через штаты Тихоокеанского Северо-Запада: Орегон и Вашингтон, вместо этого приходят через Калифорнию и движутся через весь юг США во Флориду

Исследованиями последних десятилетий в океанах установлены и **глубинные течения**. Важное значение имеют глубинные придонные океанические течения, формирующиеся в высоких широтах. Холодные арктические воды с большей плотностью опускаются на глубину и, достигая скорости 35 см/с, движутся в южном направлении, а холодные антарктические воды в виде придонного течения движутся в северном направлении, достигая экватора.