



ВЛАДИВОСТОКСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЭКОНОМИКИ И
СЕРВИСА

ГИДРОЛОГИЯ ОКЕАНОВ И МОРЕЙ

МИРОВОЙ ОКЕАН

- Мировой океан – непрерывная водная оболочка Земли, окружающая материки и острова и обладающая общностью солевого состава



МИРОВОЙ ОКЕАН

- Мировой океан – основная часть гидросферы, занимает около 70.8 % поверхности земного шара
- Средняя глубина – 3795 м
- Наибольшая глубина – 11022 м (Марианский желоб)
- Объем воды – 1 370 млрд км³



ОКЕАНЫ ЗЕМЛИ



Название	Площадь, млн кв.км	Объём, млн куб.км	Средняя глубина, м	Глубочайшая впадина, м	Средняя t в поверхн. слое, °С	Важнейшие течения (подчеркнуты холодные течения)
Тихий	178,62	710,36	3980	11022 (Марьянский жёлоб)	+18,1	Сев. Пассатное, Юж. Пассатное, Вексельное противотечение, Куроси, Сев.-Тихоокеанские, Калифорнийские, Гибралтарские, Зап. Ветров
Атлантический	91,56	329,66	3600	8742 (жёлоб Пуэрто-Рико)	+16,5	Сев. Пассатное, Юж. Пассатное, Гольфстрим, Сев.-Атлантическое, Бразильское, Лабрадорское, Канадское, Бонфильдовское, Зап. Ветров
Индийский	76,17	282,65	3710	7729 (Зондский жёлоб)	+17	Юж. Пассатное, Муссонное, Моамбикское, Сомалийское, Зап. Ветров
Южный	20,33	...	4000	7235 (Южно-Сандвичев жёлоб)	+10...-2	Западных Ветров
Сев. Ледовитый	14,75	18,07	1220	5527 (Гренландское море)	-1...-2	

ОКЕАН

- Часть Мирового океана, расположенная между отдельными материками и отличающаяся своеобразной конфигурацией береговой линии и особенностями подводного рельефа, отражающего историю формирования данного участка земной коры

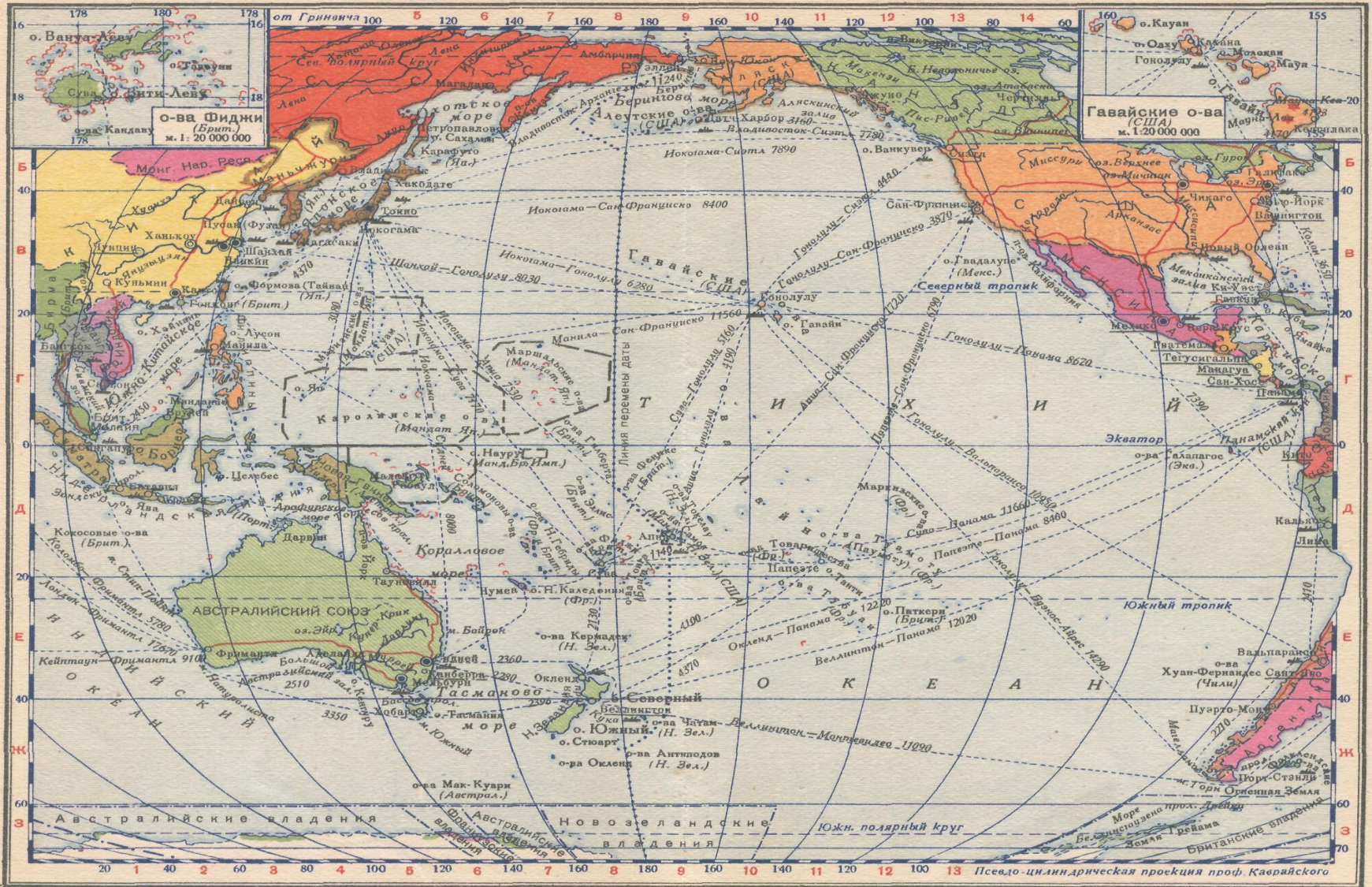
ОКЕАН

- Основные признаки океанов:
 - самостоятельная система течений и атмосферной циркуляции
 - структура водных масс с характерным пространственным и вертикальным распределением океанологических элементов.

ТИХИЙ ОКЕАН

ТИХИЙ ОКЕАН

60



Масштаб 1:120 000 000

1200 0 1200 2400 км

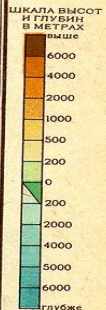
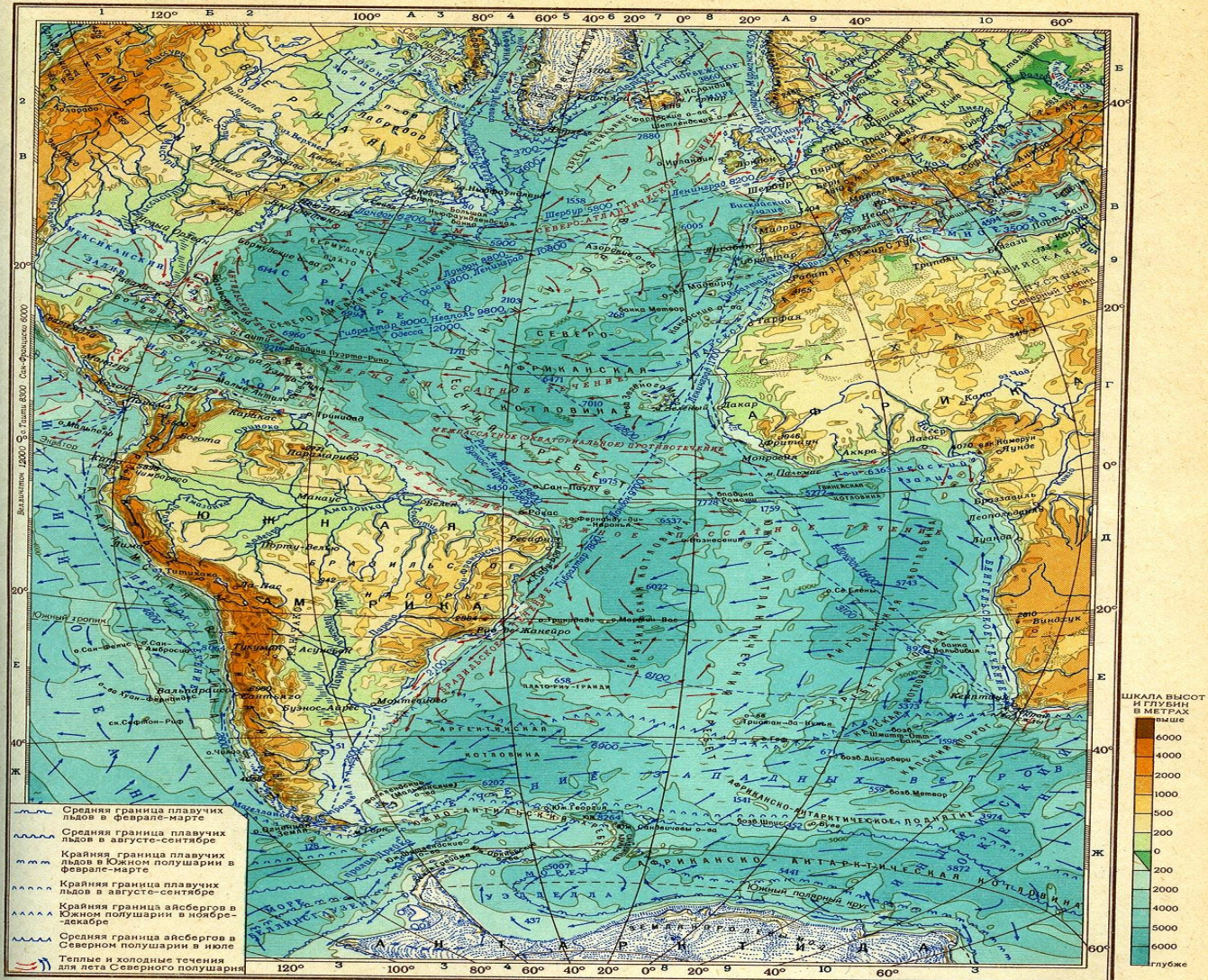
Псевдо-цилиндрическая проекция проф. Каарайского

ТИХИЙ ОКЕАН

- Самый большой и самый глубокий из всех океанов планеты
- Поверхность – 179 млн км²
- Соленость – 33 – 37 ‰
- Температура воды – от 29°С до -3°С в полярных районах
- Средняя глубина – 3980м
- Наибольшая глубина – 11022м (Марианский желоб)
- На дне Тихого океана происходит

АТЛАНТИЧЕСКИЙ ОКЕАН

АТЛАНТИЧЕСКИЙ ОКЕАН



- Средняя граница плавающих льдов в феврале-марте
- ~ Средняя граница плавающих льдов в августе-сентябре
- ~ Крайняя граница плавающих льдов в Южной полушарии в феврале-марте
- ~ Крайняя граница плавающих льдов в августе-сентябре
- ~ Крайняя граница айсбергов в Южной полушарии в ноябре-декабре
- ~ Средняя граница айсбергов в Северной полушарии в июле
- ~ Теплые и холодные течения для лета Северного полушария

МАСШТАБ 1:80 000 000
 800 0 800 1600 2400 3200 км
 Отпечатано Рижской картографической ГУТК Заказ 104

АТЛАНТИЧЕСКИЙ ОКЕАН

- Второй по величине
- Поверхность – 92 млн км²
- Соленость 33 – 37 ‰
- Температура воды – от 29°С (Карибский район) до - 3°С (полярные районы)
- Средняя глубина – 3600м
- Самые глубокие места Атлантического океана находятся в Пуэрто-Риканской впадине, достигающей глубины 9219 м

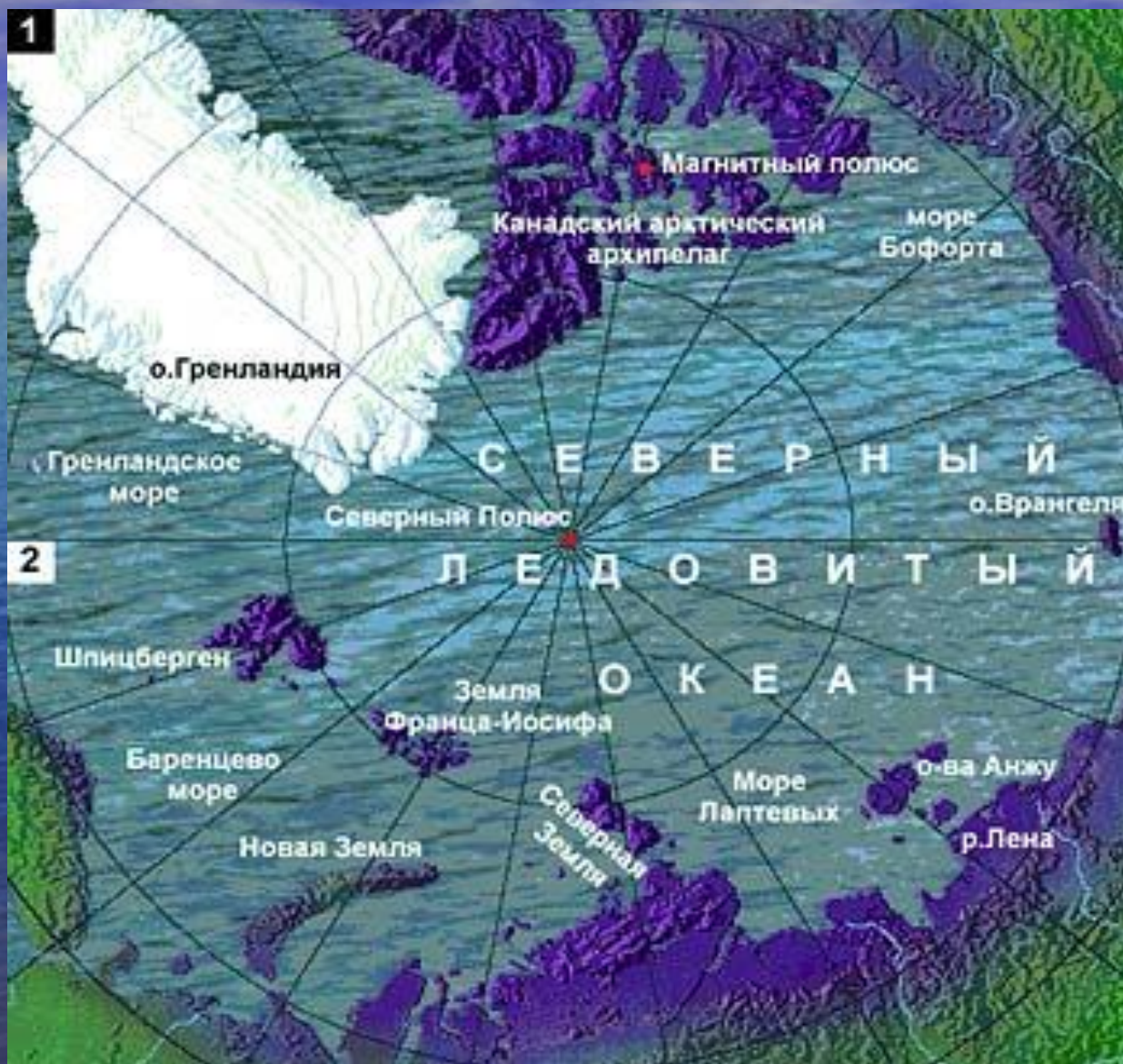
ИНДИЙСКИЙ ОКЕАН



ИНДИЙСКИЙ ОКЕАН

- Третий по величине океан нашей планеты.
- Это самый теплый и самый соленый океан
- Поверхность – 76 млн км²
- Соленость – 33 – 44 ‰ (в Красном море)
- Температура воды – от 32°С до 10°С
- Средняя глубина – 3710м
- Наибольшая глубина – 7729м (Зондский желоб)

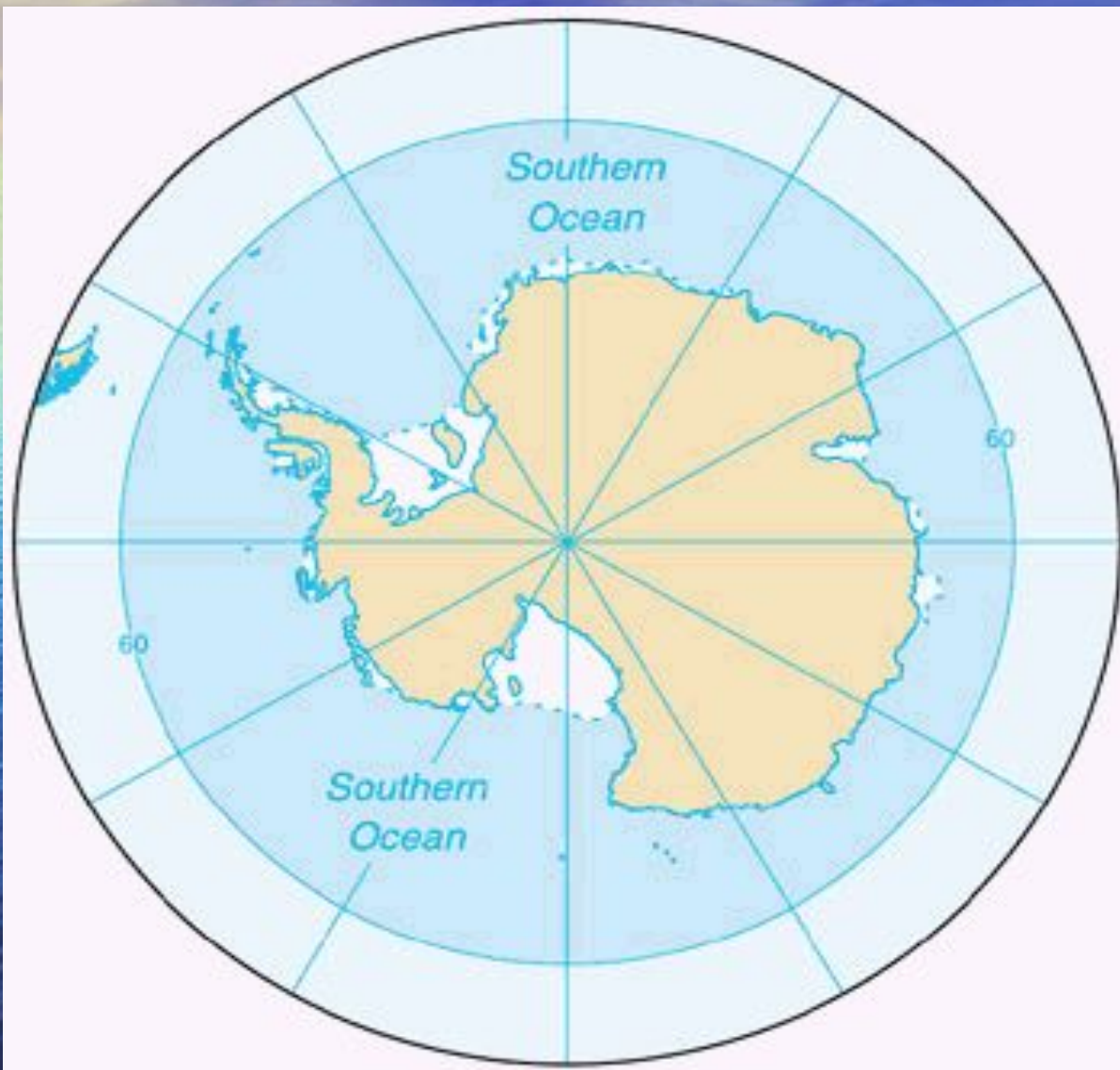
СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН



СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН

- Самый молодой из океанов
- Поверхность – 15 млн км²
- Соленость – 30 (к концу лета) - 34 ‰
- Температура – зимой близка к температуре замерзания морской воды, летом повышается на 0,1 – 0,2°С
- Средняя глубина – 1220м
- Наибольшая глубина – 5527м
(Гренландское море)

ЮЖНЫЙ ОКЕАН



ЮЖНЫЙ ОКЕАН

- Южный океан появился на картах совсем недавно. Весной 2000 Международная Гидрографическая Организация приняла решение объявить водное пространство к северу от побережья Антарктиды до 60 градуса южной широты отдельным океаном - Южным. Решение основано на последних океанографических данных, указывающих на уникальность вод, окружающих Антарктиду.
- Площадь: 20 327 млн км²
- Максимальная глубина: Южно-Сандвичев желоб - 7 235 м

МОРЕ

- Часть океана, вдающаяся в сушу и сообщаемая с прилежащим океаном или морем свободно, через проливы, или отделенная островами, их грядами, подводными поднятиями (порогами), называется морем. (исключение составляет Саргассово море, расположенное внутри океана)
- По местоположению моря бывают
 - Крайние
 - Средиземные
 - Межматериковые
 - Внутриматериковые
 - Межостровные

МОРЯ, ЗАЛИВЫ

- Моря составляют около 10% площади Мирового океана
- Самые крупные моря – Филиппинское, Аравийское, Коралловое
- Залив – часть океана или моря, вдающаяся в сушу. Заливы менее изолированы, чем моря, поэтому их режим более близок к открытым океанам

ПРОЛИВЫ

- Пролив – относительно узкая часть океана или моря, разделяющая два участка суши и соединяющая два смежных водоема
- Самый широкий (1120 км) и глубокий (5249 м) пролив Дрейка
- Самый длинный (1760 км) Мозамбикский пролив

An aerial view of the ocean floor, showing various topographic features such as ridges, trenches, and seamounts. The water is clear, revealing the seabed's texture and color variations from light tan to dark brown. The horizon is visible in the distance under a clear blue sky.

*РЕЛЬЕФ ДНА
МИРОВОГО ОКЕАНА*

НА ДНЕ МИРОВОГО ОКЕАНА ВЫДЕЛЯЮТ ЧЕТЫРЕ ЗОНЫ

ПОДВОДНАЯ
ОКРАИНА
МАТЕРИКОВ

ЛОЖЕ
ОКЕАНА

ПЕРЕХОДНАЯ
ЗОНА

СРЕДИННО-
ОКЕАНИЧЕСКИЕ
ХРЕБТЫ

ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

- **Континентальные** по своему происхождению тесно связанные с сушей, представляют собой продукты ее разрушения и называются терригенными.
- **Пелагические** возникают вне непосредственной связи с сушей, на большом расстоянии от нее; в образовании их основная роль принадлежит организмам, обитающим в толще воды.

ОБРАЗОВАНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

- **Под влиянием механического воздействия моря** — волнения, приливных и сгонно-нагонных колебаний уровня — происходит разрушение горных пород материков, обломки которых, перемещаемые течениями, подвергаются химическому воздействию морской воды.
- Обломки горных пород суши **приносятся реками, льдами, ветрами.**

ОБРАЗОВАНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

- **Подводные извержения вулканов** - в результате образуются вулканические песок и ил.
- Из терригенного материала, попадающего в Мировой океан, кремнекислота, соли кальция и натрия поглощаются морскими организмами для построения раковин и скелетов.
Отмирание этих организмов сопровождается оседанием на дно их остатков, которые служат основой глубоководных органогенных отложений.

ОБРАЗОВАНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

- Некоторые виды осадков и конкреций образуются в результате **биохимических процессов.**
- Среди пелагических отложений встречаются **частицы космического происхождения:** космическая пыль, магнитные шарики, в составе которых обнаружен никель. Общий вес космических шариков, выпадающих на Землю, примерно 175—2400 т в год.

ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

- **По глубине залегания**

- Мелководные
- Глубоководные
- Прибрежные
- пелагические (открытого моря)

- **По происхождению**

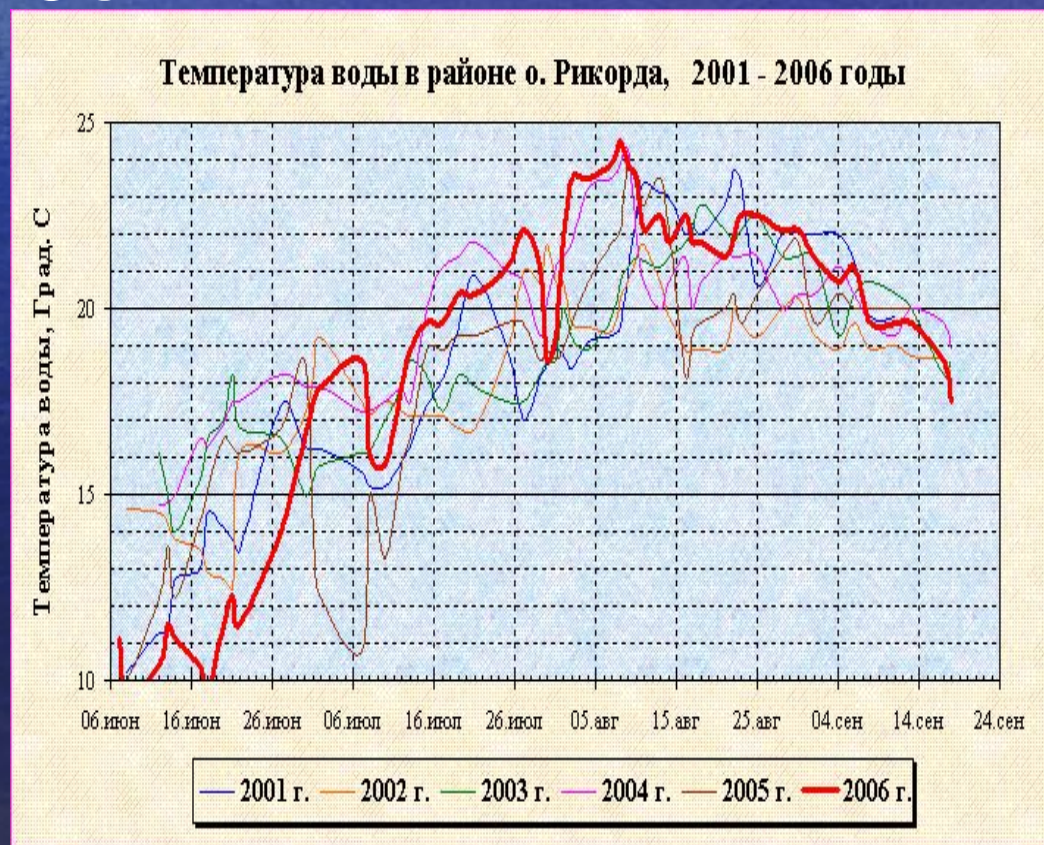
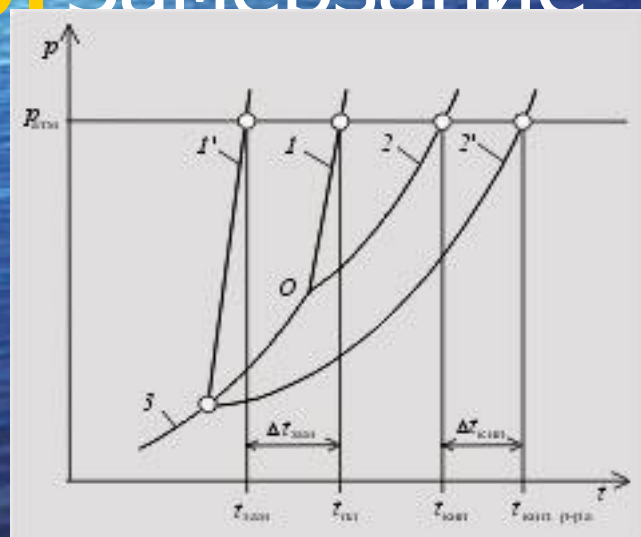
- Терригенные
- Органические (органогенные)
- Красная глина
- Хемогенные
- Ледниковые и айсберговые (в полярных районах)

1.2 СВОЙСТВА ОКЕАНСКОЙ ВОДЫ

1. Состав и соленость

2. Температура

3. Замерзание



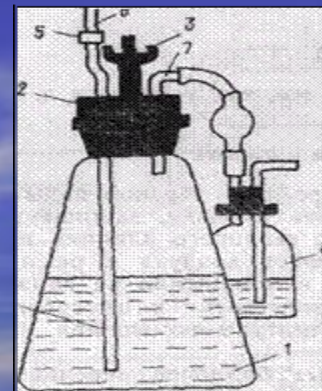
СОСТАВ МОРСКОЙ ВОДЫ

- Среднее количество растворенных в водах Мирового океана **твердых веществ** составляет около 3,5% по весу
- **Больше всего** в морской воде содержится Cl — 1,9%, Na — 1,06%, Mg — 0,13%, S — 0,088%, Ca — 0,040%, K — 0,038%, Br — 0,0065%, C — 0,003%. Содержание остальных элементов, в том числе биогенных и микроэлементов менее 0,3%.
- В водах океана обнаружены **драгоценные металлы**, но концентрация их незначительна, и при общем большом количестве в океане (золота — $55 \cdot 10^5$ т, серебра — $137 \cdot 10^6$ т) добыча их нерентабельна.

СОСТАВ МОРСКОЙ ВОДЫ

- Главнейшие распространенные в воде элементы обычно находятся в ней не в чистом виде, а в виде соединений (солей). Основными из них являются:
- 1) **хлориды** (NaCl , MgCl) - 88,7% всех растворимых в воде веществ
- 2) **сульфаты** (MgSO_4 , CaSO_4 , K_2SO_4) - 10,8%;
- 3) **карбонаты** (CaCO_3) - 0,3%

СОЛЕННОСТЬ МОРСКОЙ ВОДЫ



- Соленостью называется количество солей в граммах, растворенных в 1кг (л) морской воды
- Выражается в промилле, т.е. в тысячных долях (‰)
- Средняя соленость океанской воды - 35‰

СОСТАВ МОРСКОЙ ВОДЫ

- Независимо от абсолютной концентрации раствора количественные соотношения между главными ионами остаются постоянными. Поэтому достаточно знать концентрацию одного из компонентов (обычно хлора, как наиболее легко определяемого), чтобы определить остальные.
- Эмпирическое соотношение между соленостью океанической воды и содержанием хлора выражается формулой:
$$S = 1,81 \cdot Cl\text{‰}$$
- Число 1,81 носит название хлорного коэффициента

СРЕДНЯЯ СОЛЕННОСТЬ НА ПОВЕРХНОСТИ ОКЕАНОВ В ‰

Океан	С.П.	Ю.П.
Атлантический	35,8	35,0
Тихий	34,6	35,1
Индийский	35,0	34,7
Сев. Ледов.	34,0 – 20,0	
Южный		34,0 -32,0

ГАЗЫ В МОРСКОЙ ВОДЕ. КИСЛОРОД

- **Встречается** в морской воде повсюду на различных глубинах
- **Поступает** в воду из атмосферы + результате фотосинтезической деятельности растений
- **Расходуется**
 - путем отдачи в атмосферу при избытке его в поверхностных слоях воды
 - на дыхание морских организмов
 - на окисление различных веществ
- Наиболее быстро обмениваются кислородом с воздухом поверхностные слои воды при волнении и притом тем быстрее, чем сильнее волнение

ГАЗЫ В МОРСКОЙ ВОДЕ. АЗОТ

- Азот, растворенный в морской воде, находится почти **в полном равновесии** с азотом атмосферы.
- Содержание свободного азота **в глубинных водах** связано с образованием и распадом органического вещества и деятельностью бактерий.
- Растворенный в воде азот, особенно в прибрежных районах, усваивается особыми бактериями, перерабатывающими его в **азотистые соединения** (нитраты— соли азотной кислоты (HNO_3), нитритов — солей азотистой кислоты (HNO_2) и солей аммония (NH_4)).

ГАЗЫ В МОРСКОЙ ВОДЕ. CO_2

- Большая часть находится в воде **в виде углекислых соединений.**
- **Попадает в воду**
 - в результате поглощения из воздуха
 - путем выделения организмами при дыхании
 - образуется при разложении органических веществ
 - Некоторое количество CO_2 выделяется при вулканических извержениях
- **Расходуется**
 - путем отдачи в атмосферу при повышении температуры
 - при фотосинтезе растениями

ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ОКЕАНА

- Составляющие теплового баланса:
 - Прямая и рассеянная солнечная радиация
 - Теплообмен с атмосферой
 - Затраты тепла на испарение
 - Ледовые явления
 - Речные воды
 - Материки
 - Господствующие ветры
 - Течения

ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ОКЕАНА

- Температура всей массы океанской воды около 4°C
- Средняя температура поверхностных вод – более 17°C , причем в северном полушарии она на 3°C выше, чем в южном
- Суточные колебания температуры воды не превышают 1°C
- Годовые колебания – не более $5 - 10^{\circ}\text{C}$ в умеренных широтах
- Температура поверхностных вод зональна

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ВЕРТИКАЛИ

- В открытых районах, кроме полярных областей, температура заметно изменяется от поверхности до глубины 300—400 м, затем до 1500 м изменения весьма незначительны, а с 1500 м она почти не изменяется
- На 400—450 м температура 10—12° С, на 1000 м 4—7° С, на 2000 м 2,5—4° С и с глубины 3000 м она около 1—2° С.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ВЕРТИКАЛИ

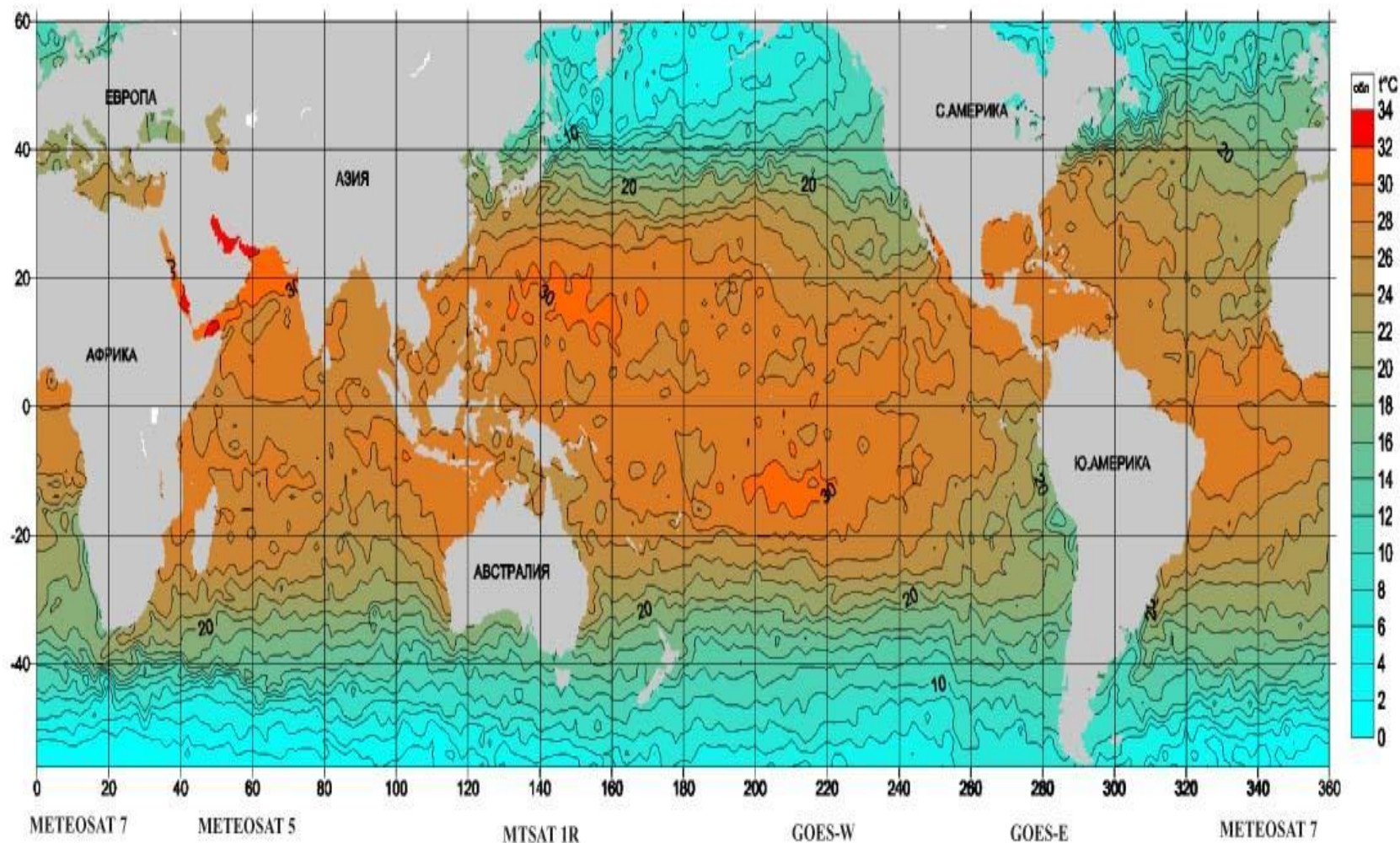
- В полярных областях на поверхности располагается холодный и относительно опресненный слой:
 - в Антарктике вследствие пополнения пресной воды таянием материковых льдов
 - в Арктике в результате выноса речных вод
- Температура этого слоя около 0°C , а в южных широтах даже до $-1,8^{\circ}\text{C}$
- До 200 м температура воды повышается: в южном полушарии до $0,5^{\circ}\text{C}$, в северном до 2°C . Глубже температура падает и на горизонте 800 м достигает 0°C

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ВЕРТИКАЛИ

- Температура воды океанов **у дна**
 - в пределах 45° с. ш. — 45° ю. ш. держится между 0 и $+2^{\circ}$ С
 - в умеренных широтах снижается до 0° С
 - в полярных отрицательной, достигая -1° С и даже -2° С
- Нижние, глубинные слои Мирового океана получают некоторое количество тепла от внутренней теплоты Земли. Это тепло вызывает повышение температуры воды в застойных участках океанических впадин и желобов на десятые доли градуса.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ВЕРТИКАЛИ

- В открытых частях океанов, особенно на широтах 40—50°, местами 60°, в толще воды выделяются два слоя: теплый поверхностный и мощный холодный, простирающийся до дна. Между ними лежит переходный слой, называемый главным **термоклинном**. Это постоянный слой скачка, расположенный между глубинами 300—500 и 700—1500 м, характеризующийся понижением температуры от 12—17 до 4—5° С



КОМПОЗИЦИОННАЯ КАРТА ТЕМПЕРАТУРЫ МИРОВОГО ОКЕАНА

ЗАМЕРЗАНИЕ МОРСКОЙ ВОДЫ

- Замерзание морской воды происходит при отрицательных температурах: при средней солености – около -2°C
- Чем выше соленость, тем ниже температура замерзания
- Льды покрывают около 15 % Мирового океана

ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ ЛЬДА

- Мельчайшие кристаллы льда в форме дисков → ледяные иглы (8 – 10 см на спокойной поверхности, 0,5 – 2,0 – на взволнованной) → ледяное сало → нилас
- Из снега – снежура
- Сало + снежура = шуга (рыхлые комки льда)
- У берегов – ледяные забереги → припай

ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ ЛЬДА

- Склянка → блинчатый лед → ледяная каша → молодик (толщина 7 – 10 см) → при дальнейшем понижении температуры и отсутствии ветра образуется ровный лед

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЬДОВ

● По происхождению

- Морские - образуются непосредственно в море из морской воды
- пресноводные, или речные - выносятся в море речными водами
- Материковые (глетчерные) — это находящиеся на плаву части ледников, спускающихся в море, и обломки этих ледников, или айсберги

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЬДОВ

● По возрасту

- начальные формы льда (иглы, сало, снежура и т. д.)
- нилас
- серые льды
- белый лед
- однолетний, двухлетний
- многолетний (паковый)

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЬДОВ

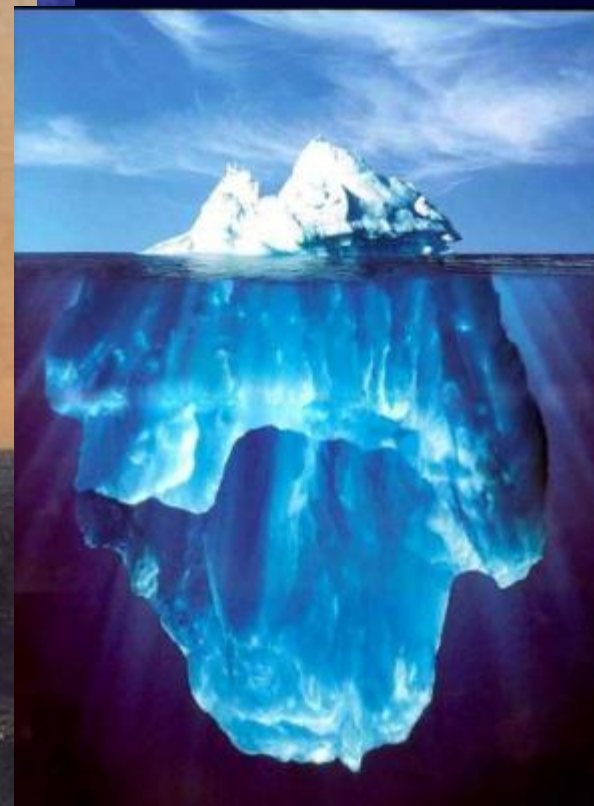
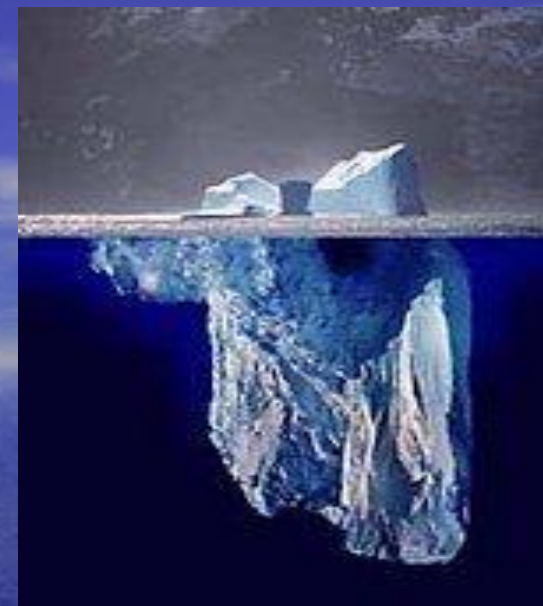
● По подвижности

- **Неподвижный лед** — сплошной ледяной покров, закрепленный сушей. Основная форма неподвижного льда — припай, ширина которого может достигать нескольких километров. Кроме припая, к неподвижным льдам относятся стамухи, береговые валы.
- **Дрейфующий**, или плавучий, лед — лед, не связанный с берегом и находящийся в движении под влиянием ветра и течений. Это преобладающая форма льдов, встречающихся в Мировом океане. По размерам плавучие льды делят на обширные, большие и малые ледяные поля, крупнобитый и мелкобитый лед.

АЙСБЕРГИ

- Айсберги — ледяные горы, представляющие собой крупные обломки ледникового языка, дрейфующие в море
- Наибольший айсберг пирамидальной формы был обнаружен на севере Атлантики в районе Ньюфаундленда. Длина его была 585 м, высота 87 м
- Вследствие огромных размеров ледяные горы могут существовать долго (Антарктические айсберги - более 13 лет, относятся к характерным особенностям антарктического ландшафта. Арктические менее долговечны, обычно не более двух лет.
- С возрастом форма айсбергов меняется. По мере разрушения надводной части они постепенно превращаются в колоннообразные ледяные горы, меняются соотношения между высотами выступающей (надводной) и подводной частей ледяных гор.

АЙСБЕРГИ



ЛЕДЯНЫЕ ОСТРОВА

- Обширные обломки шельфового льда длиной до 30 км и более, толщиной несколько десятков метров.
- В Арктике они образуются в районе шельфовых льдов северного района Канадского архипелага.
- Ледяные острова используются для исследования ледового режима и дрейфа льдов Северного Ледовитого океана. Они имеют волнистую поверхность, слабо расчлененную валами и ложбинами.

ОПТИЧЕСКИЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОРСКОЙ ВОДЫ.

Прозрачность

- Морская вода — полупрозрачная среда, поэтому световой поток, проникая в воду, подвергается ослаблению за счет избирательного поглощения и рассеяния
- Когда солнце находится в зените (угол падения лучей 0°), в воду проникает около 98%, а отражается около 2% всей радиации. Если солнце находится на горизонте солнечные лучи почти полностью отражаются от воды. При высоте солнца до 70° доля отраженной радиации не превышает 2,1%.

ОПТИЧЕСКИЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОРСКОЙ ВОДЫ.

Прозрачность

- Под относительной прозрачностью понимают глубину, на которой становится невидимым стандартный белый диск диаметром 30 см
- В открытой части Мирового океана прозрачность уменьшается от экватора к полюсам
- Наибольшая прозрачность наблюдалась в Саргассовом море — 66,5 м, в Тихом океане прозрачность достигает 59 м, в Индийском 40—50 м. В Средиземном море прозрачность достигает 60 м, в Черном 25 м, в Балтийском 13 м, в Белом 8 м
- По мере приближения к берегам прозрачность уменьшается в связи с увеличением количества взвесей, вносимых реками, и взмучиванием грунта волнением.

ОПТИЧЕСКИЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОРСКОЙ ВОДЫ. Цвет моря

- Цвет морской воды, зависит от избирательного поглощения и рассеяния, условий освещенности, состояния поверхности и глубины моря.
- Различают цвет морской воды и цвет поверхности моря.
 - Морская вода, лишенная примесей, в большой толще в результате избирательного поглощения и рассеяния обладает синим и голубым цветом.
 - Цвет поверхности моря меняется в зависимости от погодных условий, освещенности на поверхности моря и других факторов. В глаз наблюдателя, смотрящего на поверхность моря, попадают не только отраженные от нее лучи, но и лучи, выходящие из воды.

ОПТИЧЕСКИЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОРСКОЙ ВОДЫ. Цвет моря

- Для простейших визуальных определений цвета моря используется специальная шкала цветности (Фореля—Уле), состоящая из 21 пробирки с цветными растворами от чисто синего (типично океанская вода) до коричневого цвета (болотная вода)
- В тропических областях всех океанов и во многих морях встречаются районы с темно-синей окраской морской воды
- В умеренных широтах и на экваторе местами вода принимает зеленоватый цвет
- В приполярных областях она становится все более зеленоватой. Зеленоватые и даже зеленые воды характерны для прибрежных областей
- Вода Средиземного моря отличается синим цветом. В Черном море несколько светлее; в Азовском море она зеленоватая. Еще более зелено-серым оттенком отличаются воды Балтийского моря. В Белом море вода зеленоватого цвета с желтоватым оттенком.

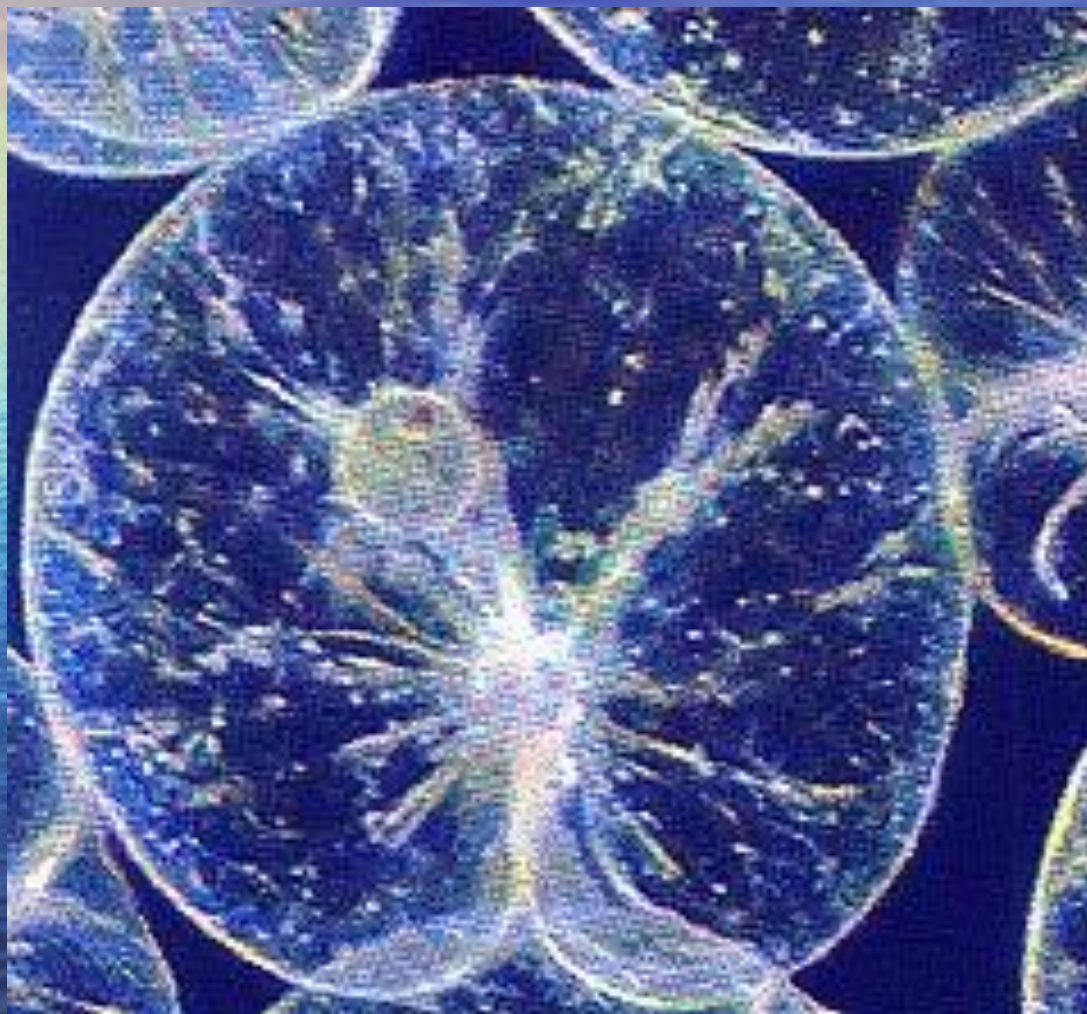
ОПТИЧЕСКИЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОРСКОЙ ВОДЫ. Свечение моря

- Наблюдается только в морской воде и никогда не бывает в пресной
- Свечение морской воды создается организмами, испускающими «живой» свет. К таким организмам относятся
 - Светящиеся бактерии (в предустьевых районах свечение моря наблюдается в виде ровного молочного света)
 - Мельчайшие простейшие организмы, из которых наиболее известна ночесветка (*Noctiluca*) (На первый взгляд такое свечение кажется ровным. В действительности же оно образуется множеством отдельных белых, зеленоватых или красноватых вспышек, усиливающихся при интенсивном движении воды)
 - Некоторые более крупные организмы (большие медузы, мшанки, рыбы, кольчатые черви и др.)

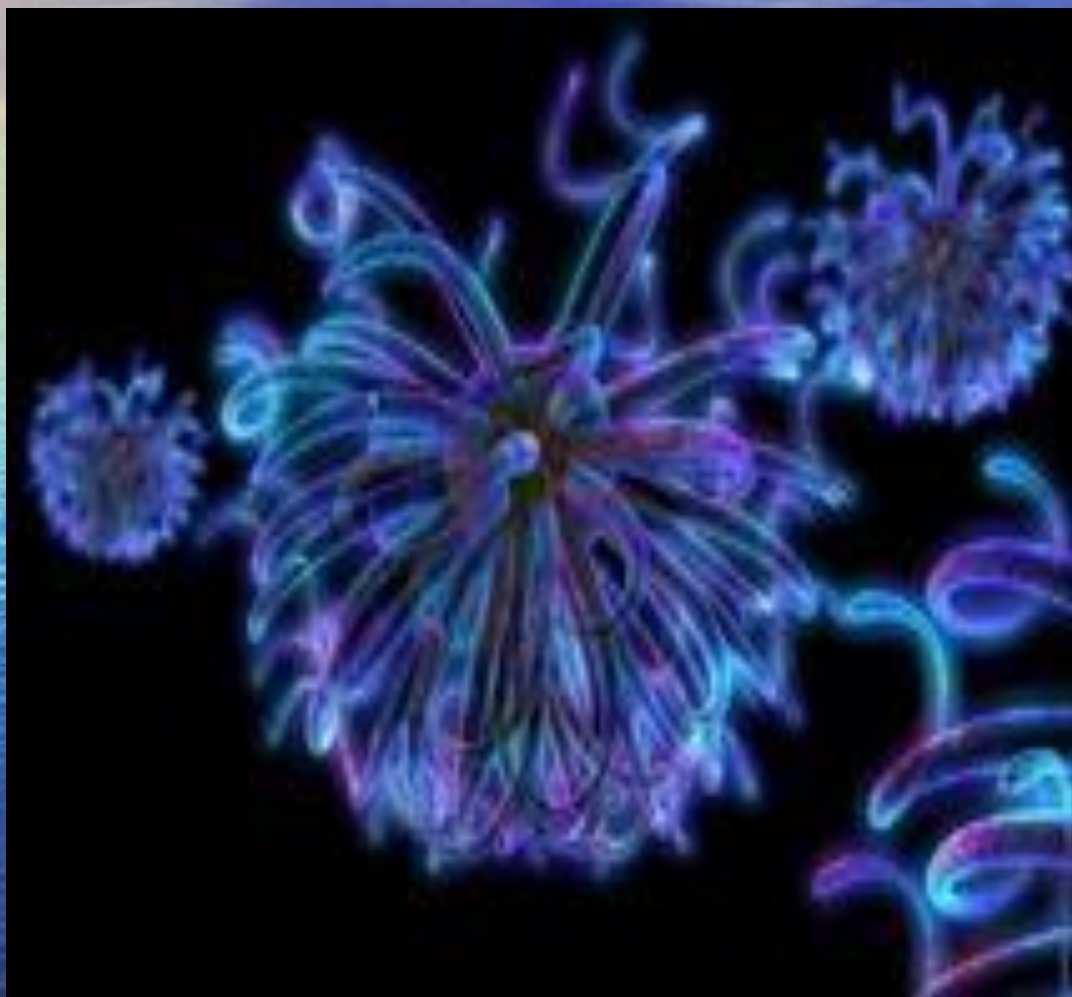
ОПТИЧЕСКИЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОРСКОЙ ВОДЫ. Свечение моря

У некоторых организмов свечение связано с процессом дыхания, поэтому во время штормов, при обогащении воды кислородом, свечение бывает более интенсивным

Ночесветка



Медузы



Свечение вод Индийского океана



КАПИТВА.РУ



Рыба - удильщик



ОПТИЧЕСКИЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОРСКОЙ ВОДЫ. Распространение звука

- Распространение звука в морской воде зависит от температуры, солености, давления, содержания газов, взвешенных примесей органического и неорганического происхождения
- Реальная скорость звука в Мировом океане и отдельных морях часто убывает с глубиной, затем достигает минимума в слое минимума температуры, ниже которого она возрастает ко дну под влиянием гидростатического давления

ОПТИЧЕСКИЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОРСКОЙ ВОДЫ. Распространение звука

- Скорость звука в океане колеблется от 1400 до 1550 м/с
- Слой, в пределах которого звуковые лучи претерпевают многократное внутреннее отражение, носит название **подводного звукового канала** (глубины 1200 – 1300 м).
- Сигналы от взрывов бомб массой 0,2, 1,8, 2,7 кг прослушивались на расстояниях 750, 2300, 3100 миль.
- В зоне подводного звукового канала создаются благоприятные условия для сверхдальнего распространения звука, что широко используется в практике подводной навигации, для сверхдальней связи, для различных подводных исследований, в том числе сейсмических и вулканических явлений, для обнаружения косяков рыб и т. д.

КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ ОКЕАНОВ И МОРЕЙ

- Свободная поверхность океанов и морей называется **уровенной поверхностью**. Она представляет собой поверхность, перпендикулярную в каждой точке направлению равнодействующей всех сил, действующих на нее в данном месте
- Колебания поверхности Мирового океана
 - Периодические (приливные и сезонные)
 - Непериодические (вызванные влиянием гидрометеорологических факторов)

ОСНОВНЫЕ СИЛЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ МИРОВОГО ОКЕАНА

- **Космические** — приливообразующие силы
- **Физико-механические**, связанные с распределением солнечной радиации по поверхности Земли, и воздействием атмосферных процессов
- **Геодинамические**, связанные с тектоническими движениями земной коры, сейсмическими и геотермическими явлениями

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

- Под действием приливообразующих сил Луны и Солнца
- Под действием ветров, периодически меняющих направление (муссонные ветры). Так, например, в Адене высокие уровни наблюдаются при северо-восточных и низкие при юго-западных ветрах.
- Длительные периодические колебания уровней, охватывающие годовой период, вызываются изменением элементов водного баланса. Эти колебания особенно отчетливо выражены в средиземных морях, соединенных узкими проливами с океаном, хотя заметны и в океане

НЕПЕРИОДИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

1. Колебания, связанные со **сгонно-нагонной циркуляцией** вод под влиянием ветров.
2. Колебания, вызванные **изменениями давления атмосферы**. Они проявляются в двух формах: в виде статической реакции гидросферы на изменения давления атмосферы и в виде динамического эффекта изменений давления и уровня (Если давление увеличивается на 1 гПа, то уровень понижается на 1,33 см)
3. Колебания вследствие **изменений элементов водного баланса** — испарения, осадков, берегового стока — и связанного с ними водообмена с соседним морем или океаном. Климатические изменения могут приводить к катастрофическим подъемам или падениям уровня в связи с ливнями, засухами или обильными снегопадами.
4. Колебания уровня в связи с **изменениями плотности** морской воды. При уменьшении плотности уровень повышается.

ВЕКОВЫЕ (ЭПЕЙРОГЕНИЧЕСКИЕ) КОЛЕБАНИЯ

- Вертикальные движения земной коры (геодинамические процессы) в форме
 - трансгрессий (опускание суши и наступание на материк моря) → выровненная береговая полоса, затопленные подводные террасы, дельты и русла рек
 - регрессий (поднятие суши и отступление моря) → изрезанная береговая черта, поднятия прибрежных форм рельефа, зарастание лагун, бухт и заливов.

ВЕКОВЫЕ (ЭПЕЙРОГЕНИЧЕСКИЕ) КОЛЕБАНИЯ

- Геотермические процессы, например освобождения территорий от материковых льдов
 - Отступление и таяние льдов приводит к поднятию участков суши, освободившихся от давления огромных масс льда → происходит медленное понижение уровня моря. Примером могут служить Балтийское и Белое моря, где наблюдается медленное понижение уровня.
 - Таяние больших масс льда сопровождается увеличением объема воды в Мировом океане. (если произойдет таяние ледников Гренландии, то уровень Мирового океана должен повыситься на 8 м; если растопить и льды, покрывающие Антарктиду, то уровень поднимется на 23 м).

ВОЛНЫ В ОКЕАНАХ И МОРЯХ

- **Колебательные движения, при которых частицы описывают замкнутые или почти замкнутые орбиты, совершая вертикальные и горизонтальные перемещения, носят название волн**

ВОЛНЫ

- По происхождению, т. е. в зависимости от сил, возбуждающих их, волны подразделяют на
 - ветровые (волны трения)
 - Приливные
 - Анемобарические
 - сейсмические (цунами)
 - корабельные

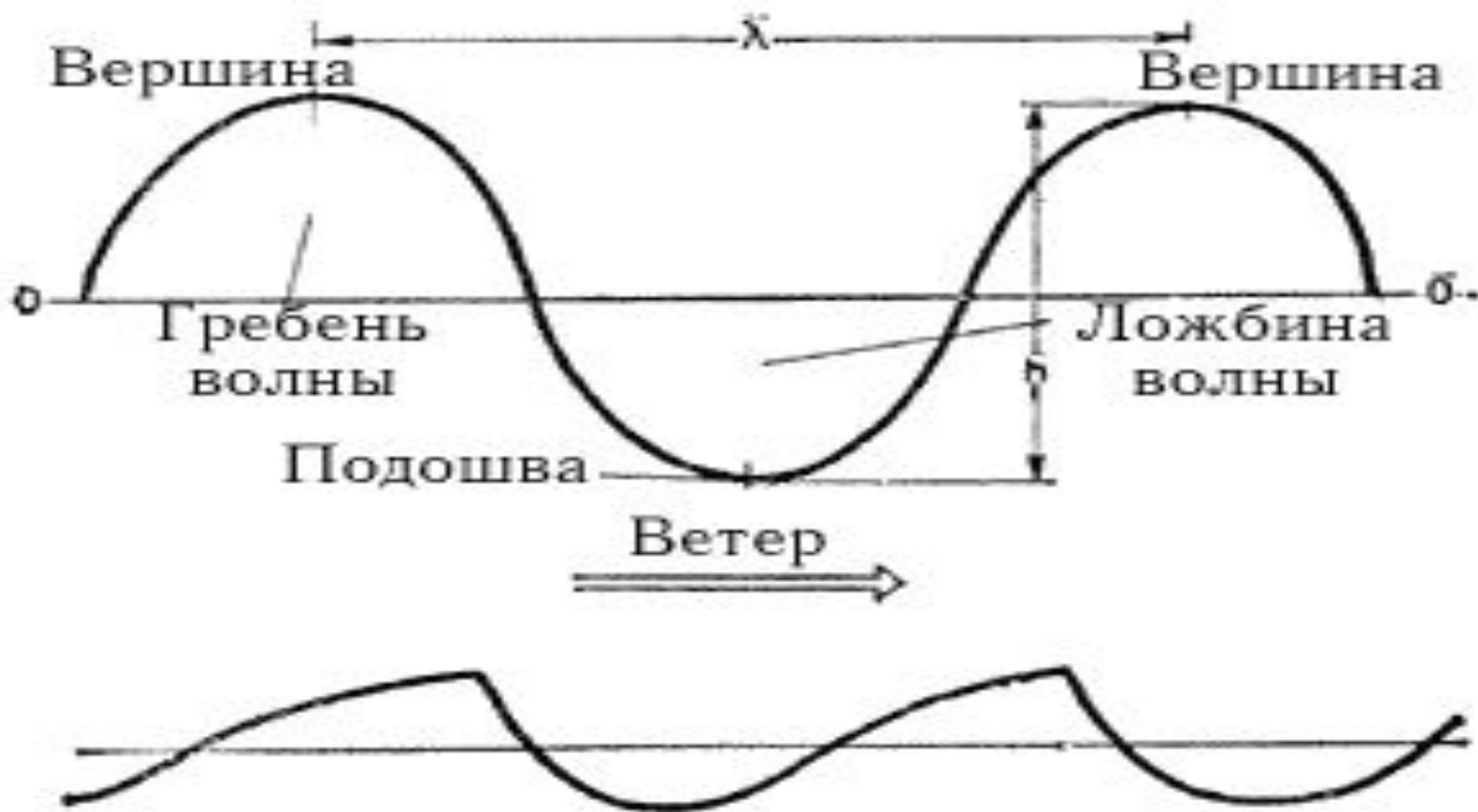
ВОЛНЫ

- **Ветровые** волны возникают под действием трения и нормального давления воздушных масс, движущихся над водной поверхностью.
- **Приливные** волны
 - возбуждаются приливообразующими силами Луны и Солнца
 - проявляются в периодических колебаниях уровня океанов и морей, а горизонтальные смещения определяют поступательные периодические движения воды в форме приливных течений.

ВОЛНЫ

- **Анемобарические волны** — длинные волны, связанные с прохождением барических систем (циклонов, тайфунов); возникают в связи с изменениями давления атмосферы и ветровых условий.
- **Сейсмические волны** создаются резкими вертикальными и горизонтальными движениями земной коры при землетрясениях, оползнях и подводных извержениях.
- **Корабельные волны** возникают при движении корабля или иного твердого тела в воде.

Элементы ветровых волн



Ветер



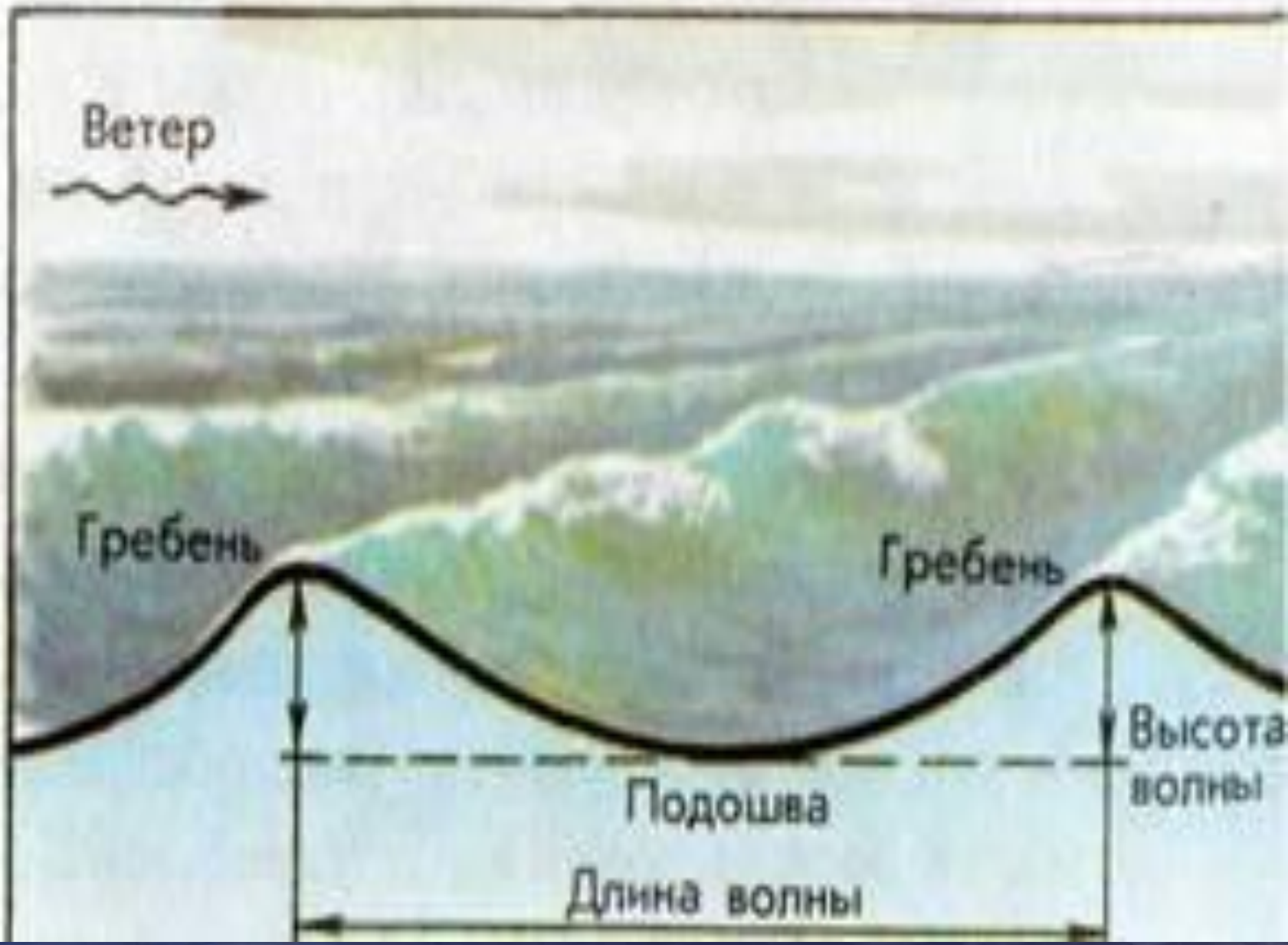
Гребень

Гребень

Высота
волны

Подощва

Длина волны



Энергия волн

- Энергия зависит от высоты волны, ее длины и ширины гребня. Но главную роль играет высота — энергия волны пропорциональна квадрату этой величины.
- На побережье Шотландии волны выломали из пирса и передвинули каменные блоки массой 1350 и 2600 т. При этом давление при ударе волны достигло 29 т/м^2 .

Внутренние волны

- Внутренние волны имеют амплитуду, обычно значительно большую, чем поверхностные ветровые волны.
- Скорость их распространения гораздо меньше, чем у поверхностных вод, следовательно, энергия внутренних волн меньше, чем у поверхностных волн той же амплитуды.
- Высота внутренних волн может достигать 20—30 м. Отмечались случаи, когда поплавки, уравновешенный в слое скачка на глубине 30—35 м, появлялся на поверхности моря. Некоторые исследователи (например, Нансен) указывают на высоты внутренних волн порядка 100 м.

Внутренние волны

- Внутренние волны
 - переносят питательные вещества
 - оказывают влияние на распространение звука в воде
 - воздействуют на гидротехнические сооружения в открытом океане, на судовождение кораблей с глубокой осадкой и подводных аппаратов.

1.3.2. ЦУНАМИ

- Цунами – морские гравитационные волны большой длины, возникающие главным образом при подводных землетрясениях в результате сдвига вверх (или вниз) протяженных участков дна
- Скорость распространения от 50 до 1000 км/ч
- Высота в области возникновения от 0,1 до 5 м, у побережья от 10 до 50 м и более

ЦУНАМИ

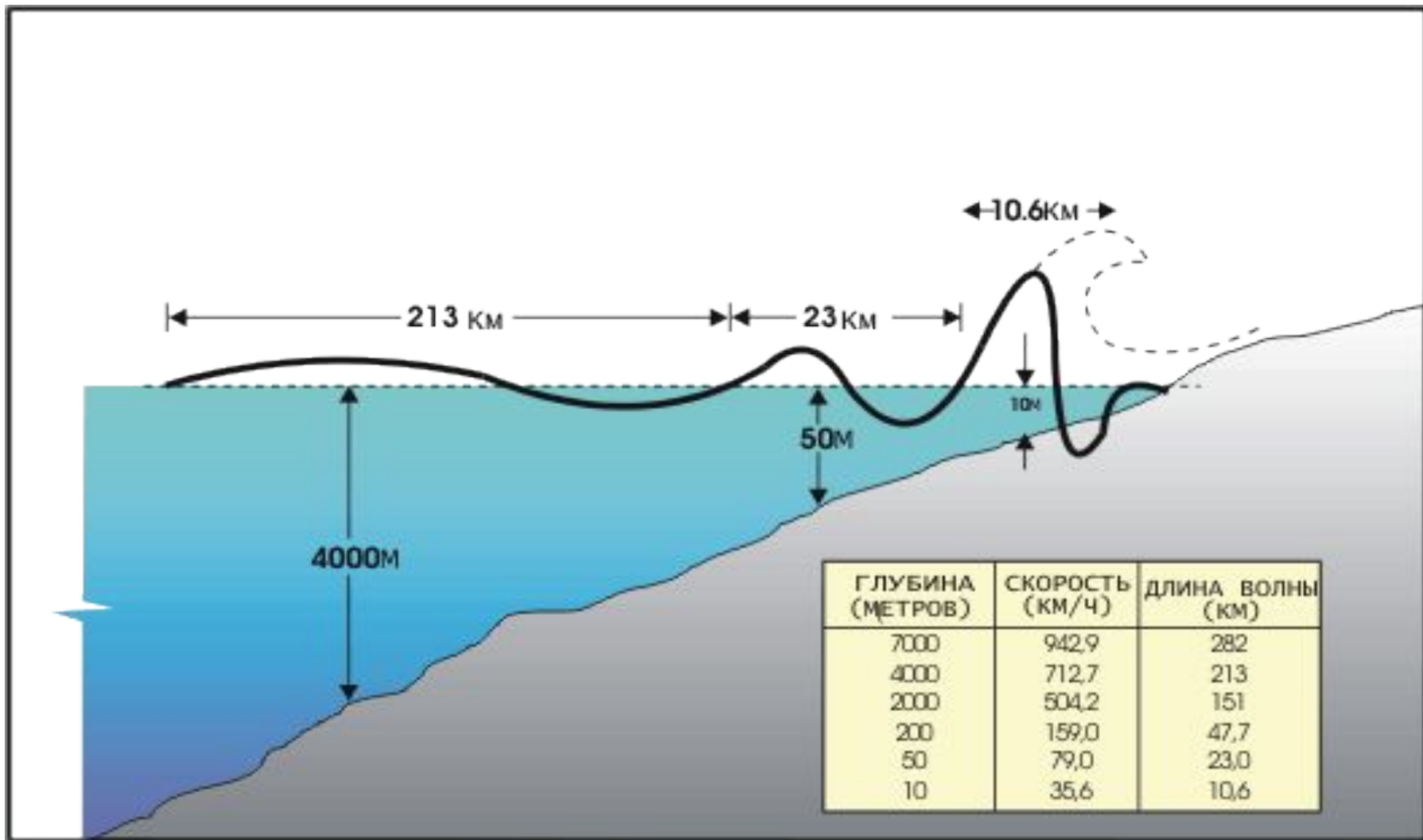


Steel
Crown
www.steelcrown.com
1-7-844-2702

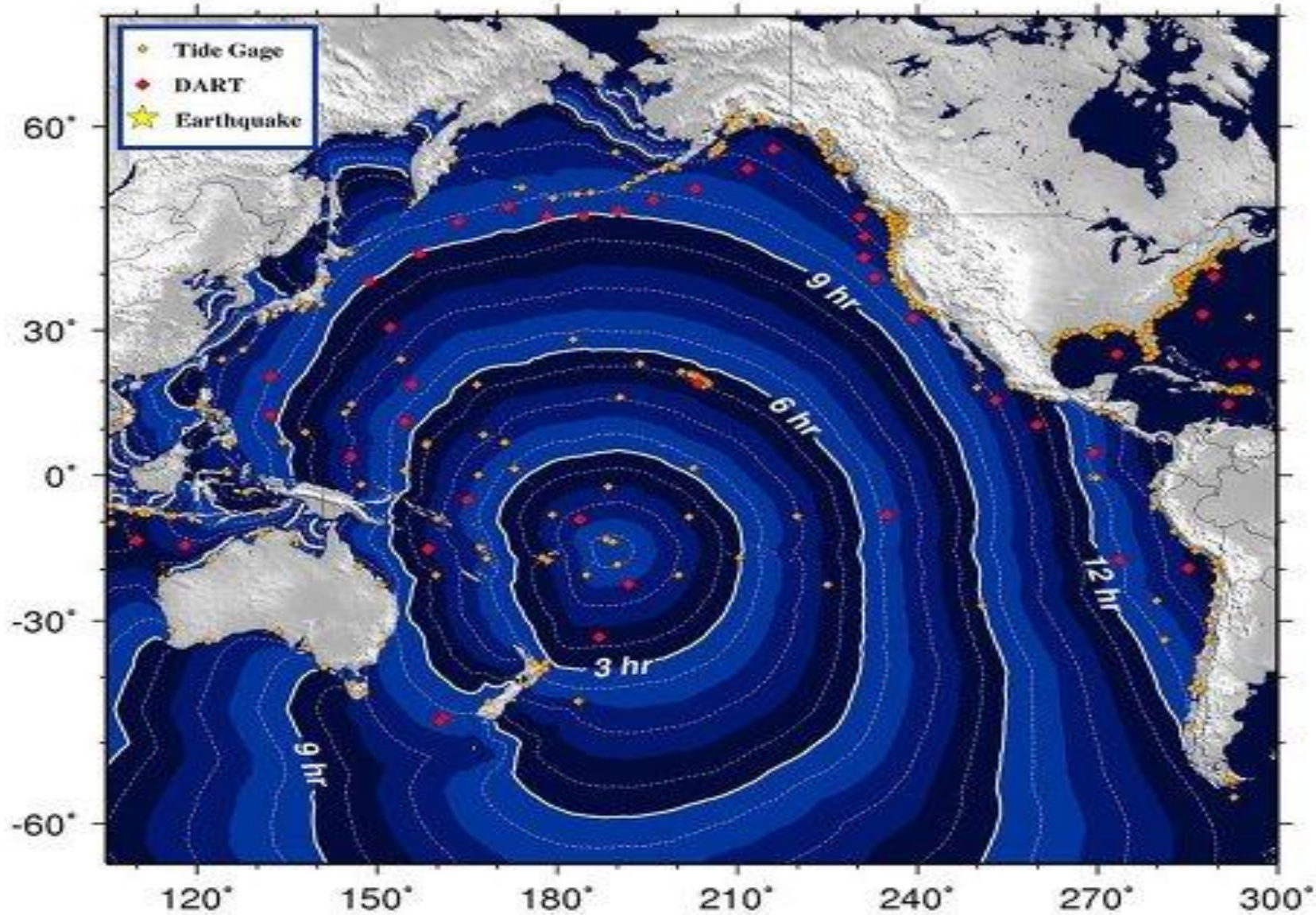
ЦУНАМИ

- Наступлению волн цунами на берег обычно предшествует **понижение уровня моря**. В течение нескольких минут вода отступает от берега на сотни метров, а при небольшой глубине и на километры. За первой крупной волной, как правило, приходит еще несколько волн с интервалом от 20 до мин 1—2 час.
- Приближаясь к берегу, волны замедляют свое движение и резко увеличивают высоту (до 20—30 м).
- Наступление цунами иногда сопровождается **свечением воды** и производимым планктоном. Свечение бывает иногда настолько сильным, что напоминает вспышку прожектора.
- За 2500 лет было отмечено 355 цунами, из них 308 — в Тихом океане, 26 — в Атлантическом, 21 — в Средиземном море.

Трансформация волн цунами



Tsunami Travel Times



ПРИЛИВО-ОТЛИВНЫЕ ВОЛНЫ

- Периодические колебания уровня моря, возникающие под действием сил притяжения Луны и Солнца, называются приливными явлениями. Фазы подъема и спада уровня называют собственно приливом и отливом.

ПРИЛИВО-ОТЛИВНЫЕ ВОЛНЫ

- Приливообразующая сила Луны в среднем в 2,17 раза больше приливообразующей силы Солнца. Поэтому основные черты приливных явлений определяются главным образом взаимным положением Луны и Земли.

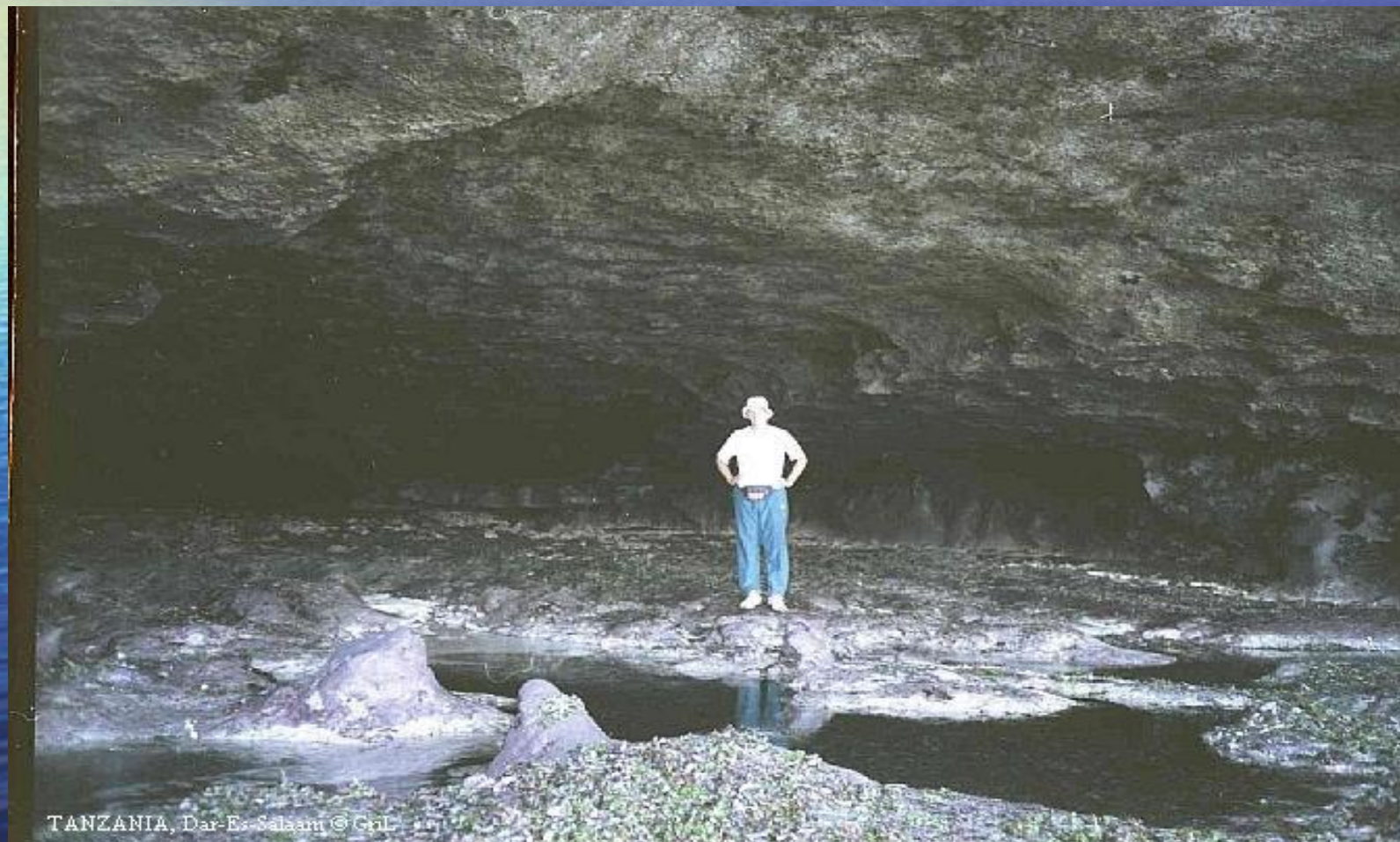
Характеристики приливов

- Во время прилива уровень воды постепенно повышается и достигает наивысшего положения (**полная вода**).
- При отливе уровень постепенно падает до наинизшего положением (**малая вода**).
- При приливах и отливах возникают поступательные движения воды — **приливные течения**. Во время прилива они направлены к берегу, а при отливе — от берега.
- Расстояние по вертикали между уровнями полной и малой воды называется **величиной прилива**.
- Половина величины прилива — **амплитуда прилива**

Морская звезда, ожидающая прилива



Пещеры на берегу Индийского океана во время прилива они заполняются водой



ТЕЧЕНИЯ

- Горизонтальный перенос масс воды из одного места океана или моря в другое называется течением.
- Течения
 - способствуют обмену вод
 - перераспределению тепла
 - изменению берегов
 - переносу льдов
 - оказывают большое влияние на циркуляцию атмосферы и на климат различных частей Земли.
- Их длина достигает нескольких тысяч км, ширина – десятки, сотни км, глубина – сотни метров
- Течения многоструйны и многослойны и по обе стороны от осевой зоны представляют собой систему вихрей

По происхождению
течения
делятся

фрикционные

градиентные

приливно-
отливные

Классификация течений по происхождению

- Фрикционные течения, вызванные временными ветрами, называются ветровыми, в отличие от дрейфовых, вызванных постоянными (господствующими) ветрами.
- Приливо-отливные течения создаются горизонтальной составляющей приливообразующих сил. Наибольшую скорость эти течения имеют в узких проливах (до 22 км/ч), в открытом океане она не превышает 1 км/ч.

Классификация течений по происхождению

- **Градиентные течения:**
 - а) бароградиентные, связанные с изменением атмосферного давления;
 - б) стоковые, которые возникают в случае устойчивого поднятия уровня воды, вызванного ее притоком, обилием атмосферных осадков или, наоборот, в случае опускания уровня, обусловленного оттоком воды, ее испарением;
 - в) плотностные (конвекционные), обусловленные горизонтальным градиентом плотности воды.

КЛАССИФИКАЦИИ ТЕЧЕНИЙ

- По продолжительности
 - Постоянные
 - Периодические
 - Временные
- **Постоянными** называют течения, всегда наблюдающиеся в одних же районах океана и мало меняющиеся по скорости и направлению за сезон или год (пассатные течения океанов, Гольфстрим)
- Направление и скорость **периодических** течений изменяются в соответствии с характером изменения вызвавших их (муссонов, приливов).
- **Временные** (непериодические) течения вызываются случайными причинами (обычно ветром), и в изменении их нет закономерности.

КЛАССИФИКАЦИИ ТЕЧЕНИЙ

- По глубине расположения
 - Поверхностные
 - Глубинные
 - Придонные
- По физико-химическим свойствам
 - Теплые
 - Холодные
 - Нейтральные
 - Соленые
 - Распресненные

КЛАССИФИКАЦИИ ТЕЧЕНИЙ

- По характеру движения
 - Меандрирующие
 - Прямолинейные
 - Криволинейные
 - циклонические, представляющие собой круговые течения против часовой стрелки в северном полушарии и по часовой стрелке — в южном
 - антициклонические

ЗАКОНЫ ЭКМАНА (Для дрейфовых течений)

1. Направление течений под воздействием силы Кориолиса отклоняется от направления вызвавшего его ветра в северном полушарии вправо, в южном — влево, причем это отклонение может достигать 45° .
2. На направление течения влияет конфигурация берегов — приближаясь к берегу, течение раздвигается, причем, если течение подходит под косым углом, то большая ветвь следует в сторону тупого угла.
3. Скорость дрейфового течения (V) прямопропорциональна скорости ветра (W) и уменьшается с увеличением широты места:

$$V = A \frac{W}{\sqrt{\sin \varphi}},$$

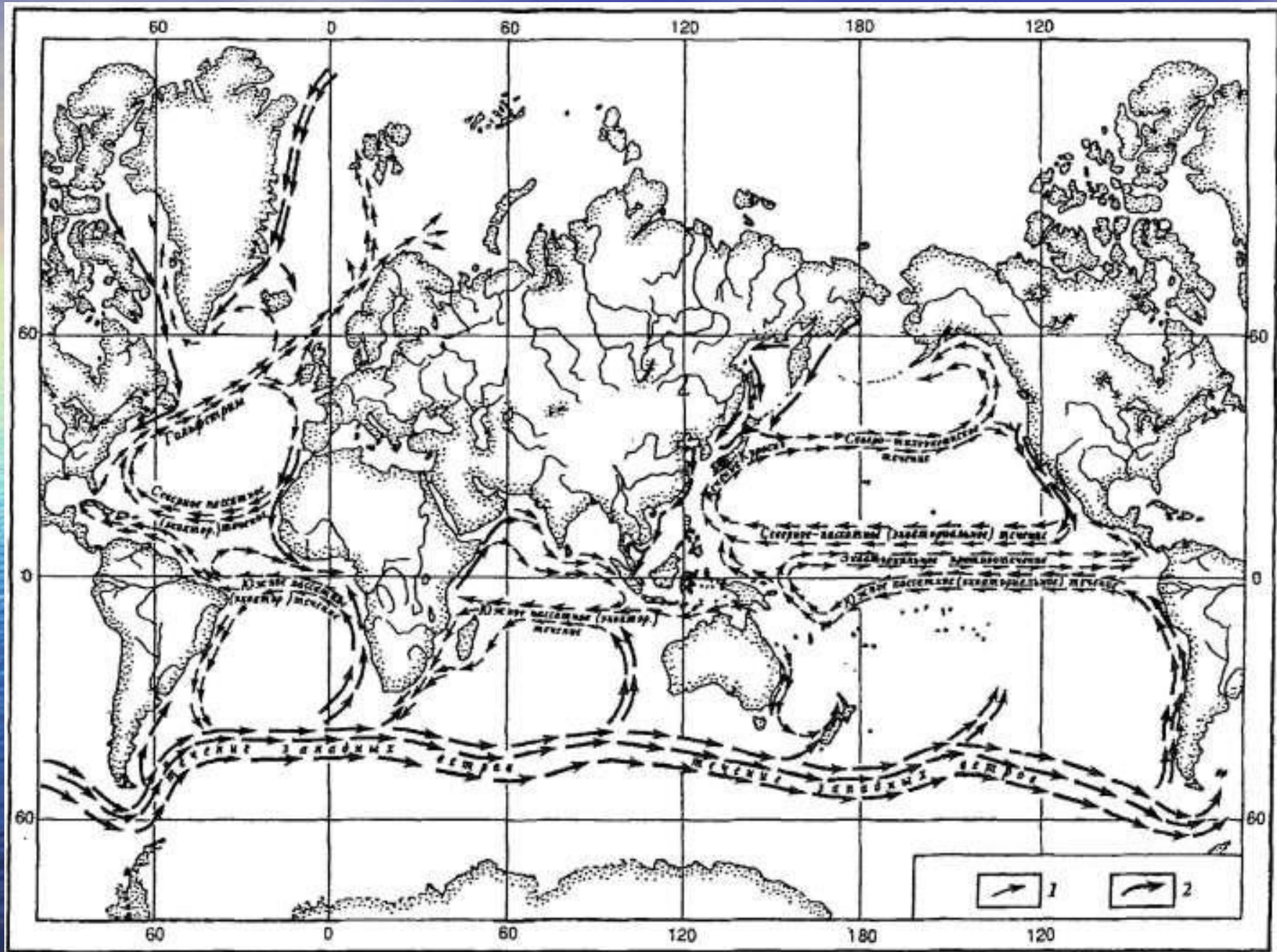
где A – ветровой коэффициент, равный 0,013.

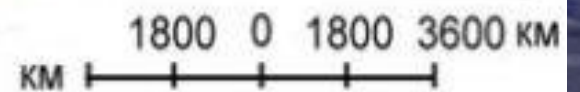
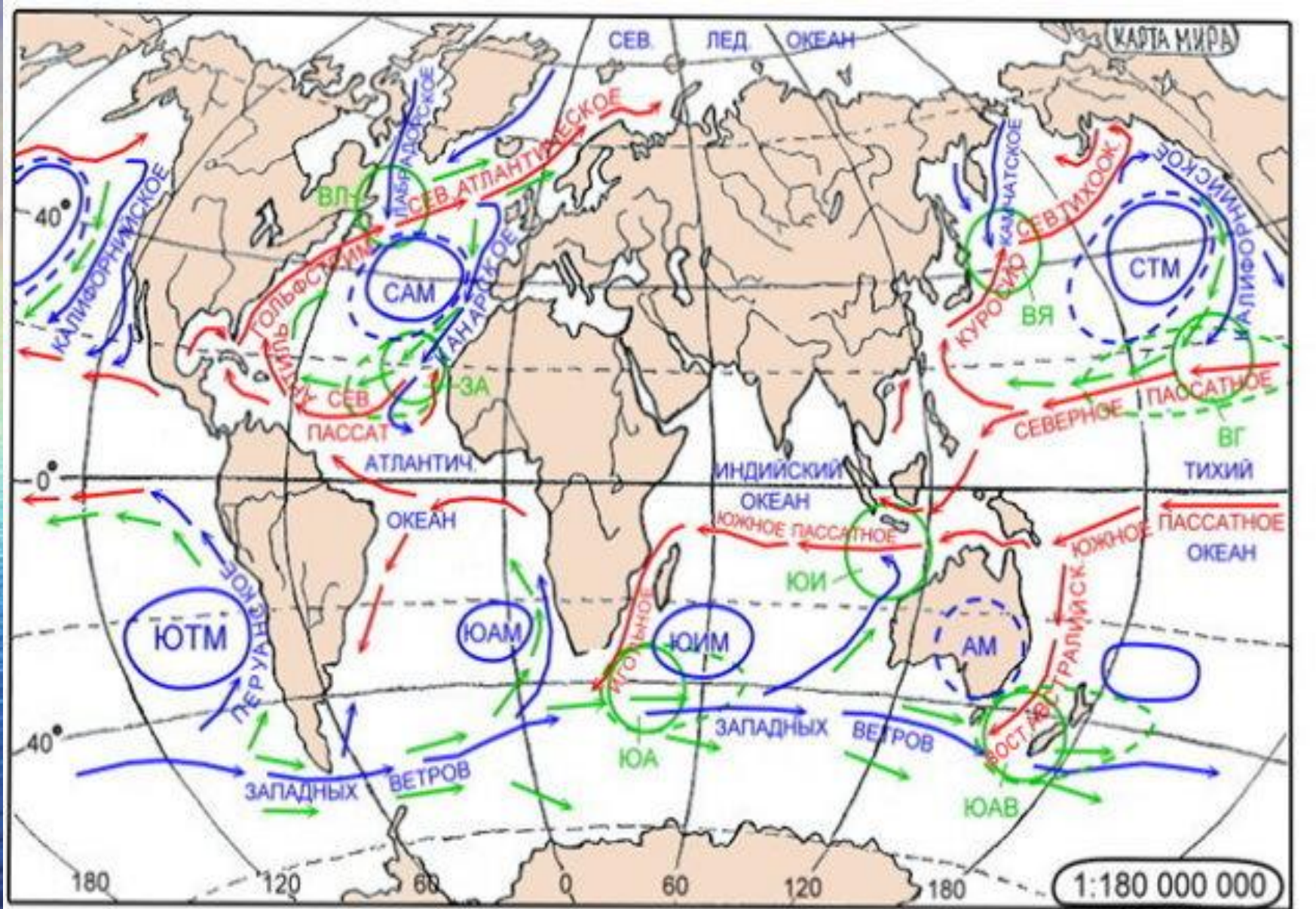
ЗАКОНЫ ЭКМАНА

4. Вследствие течения движение воды, вызванное ветром на поверхности, постепенно передается расположенным ниже слоям.
- Скорость течения при этом убывает в геометрической прогрессии, а направление течения (под влиянием вращения Земли) все более отклоняется и на некоторой глубине оказывается противоположным поверхностному. Эта глубина называется **глубиной трения**. Скорость здесь, согласно теории, составляет $1/23$ скорости на поверхности.
 - Таким образом, даже самые постоянные ветры создают движение воды только в поверхностном слое (слой Экмана) мощностью до 200 м, а суммарный перенос в нем направлен вправо от вектора ветра в северном полушарии и влево — в южном, причем величина отклонения от направления ветра достигает 90° . Чтобы течение распространялось до глубины трения, нужно около 5 месяцев.

Морские течения на Дальнем Востоке







СИСТЕМА ТЕЧЕНИЙ ОКЕАНА

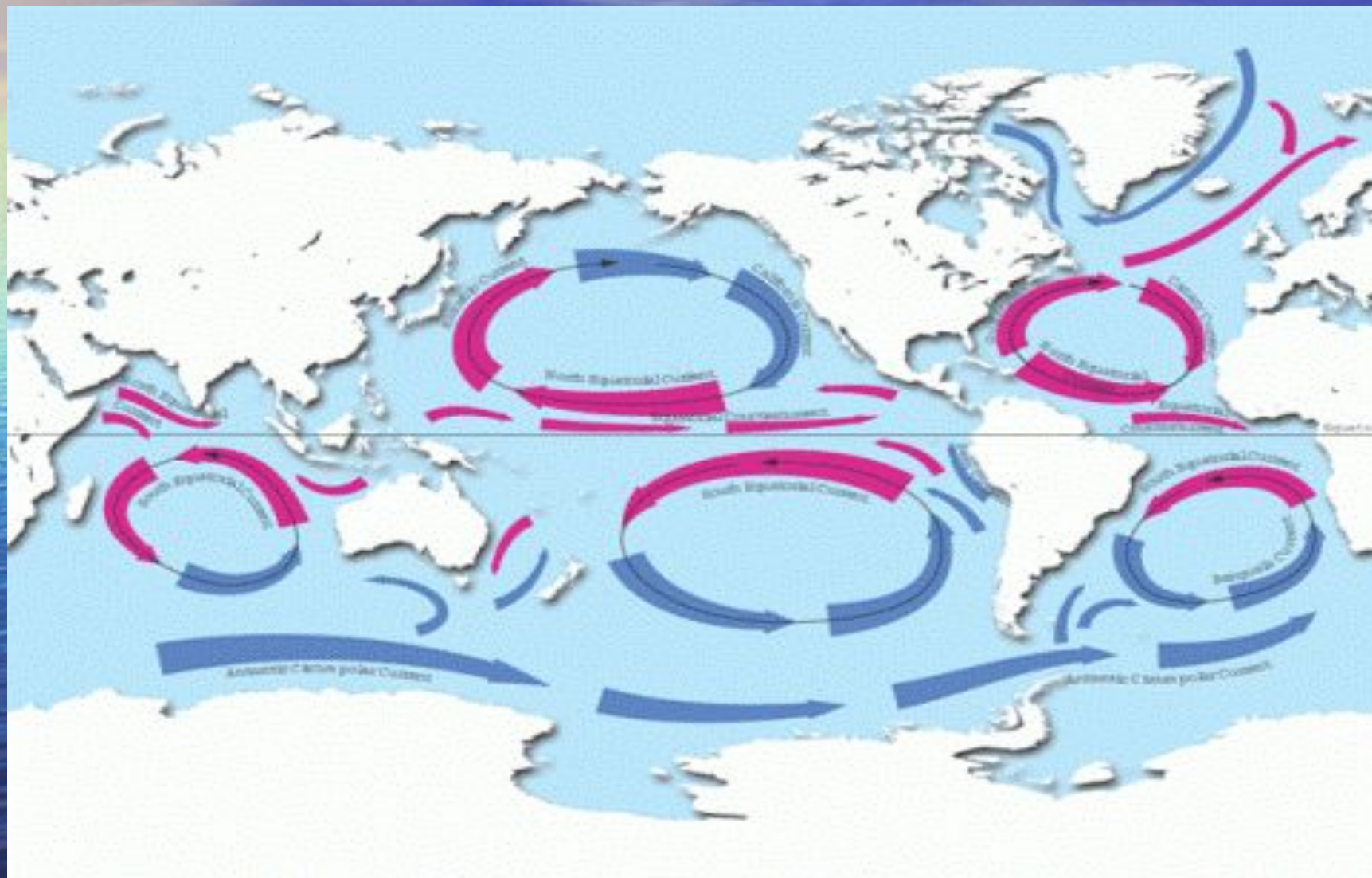
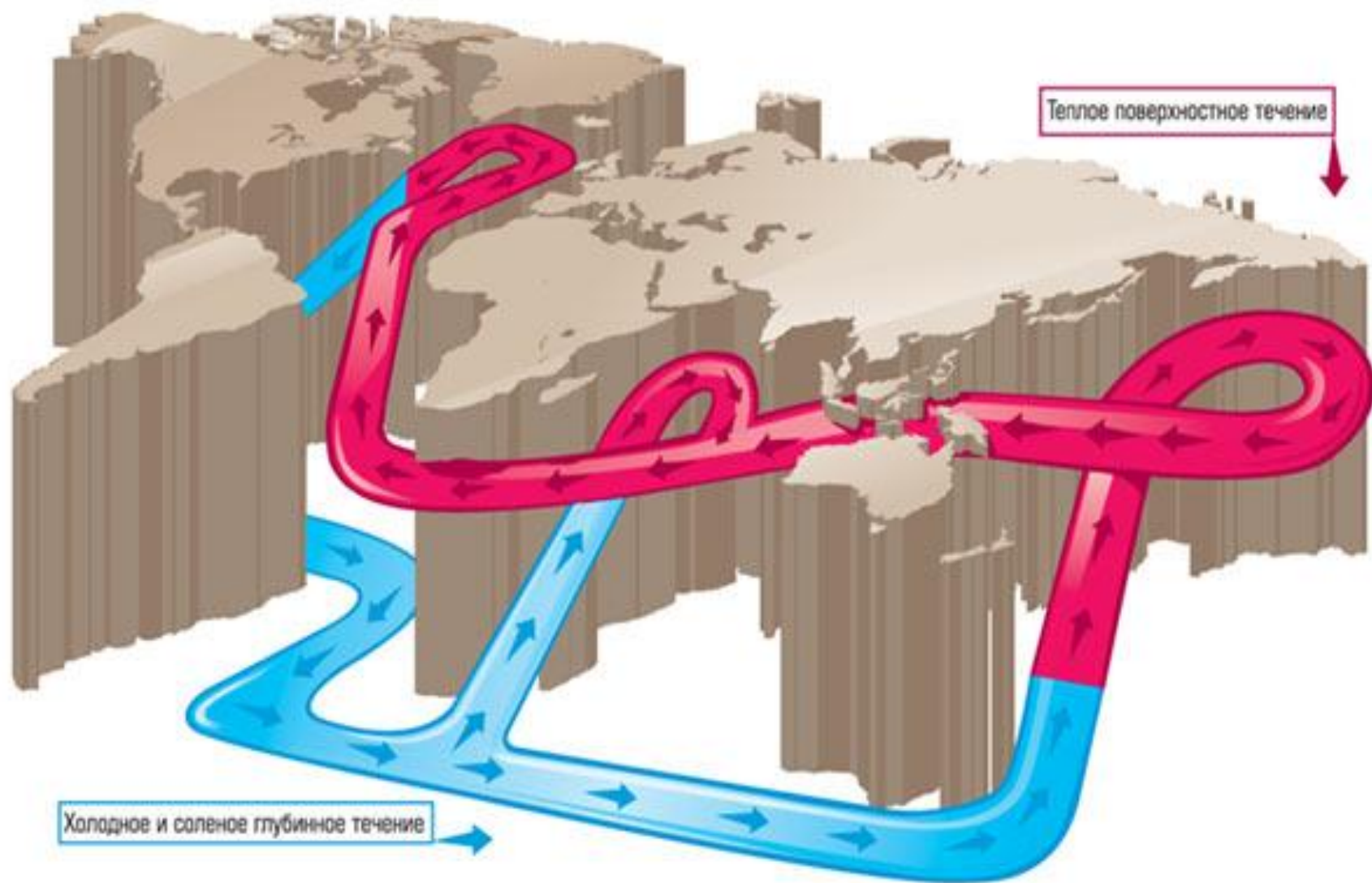


Схема циркуляции вод Мирового океана — глобальный конвейер



Структура и водные массы Мирового океана

- 1. Верхняя сфера** — слой мощностью 200—300 м, характеризующийся перемешиванием, проникновением света и колебаниями температуры.
- 2. Промежуточная сфера** до глубин 1500—2000 м. Ее воды образуются из поверхностных при их опускании. При этом они охлаждаются и уплотняются, а затем перемещаются в горизонтальных направлениях, преимущественно с зональной составляющей.

Структура и водные массы Мирового океана

- 3. Глубинная сфера** не доходит до дна примерно 1000 м. Ей свойственна гомогенность (однородность) воды. В этой сфере толщиной не менее 2000 м заключена почти половина всей воды океана.
- 4. Придонная сфера** — толщиной около 1000 м от дна. Ее воды образуются в холодных поясах, в Антарктиде и Арктике и перемещаются на огромных пространствах по глубоким (свыше 4000 м) котловинам и желобам. Они воспринимают тепло из недр земли и химически взаимодействуют с дном океана. Поэтому значительно трансформируются.

Водные массы Мирового океана

- В верхней сфере существуют **водные массы** — сравнительно большие объемы воды, формирующиеся в определенной акватории Мирового океана и обладающие в течение длительного времени почти постоянными физическими (температура, свет), химическими (соленость, газы), биологическими (планктон) свойствами и перемещающиеся как единое целое.

ЗОНАЛЬНЫЕ ТИПЫ ВОДНЫХ МАСС

- **Экваториальные ВМ** характеризуются самой высокой в открытом океане температурой, пониженной (до $32\text{—}34^\circ/\text{оо}$) соленостью, минимальной плотностью, большим содержанием кислорода и фосфатов.
- **Тропические и субтропические ВМ** образуются в области тропических атмосферных антициклонов, характеризуются повышенной (до $37^\circ/\text{оо}$ и выше) соленостью и большой прозрачностью, бедностью питательными солями и планктоном. Это океанские пустыни.

ЗОНАЛЬНЫЕ ТИПЫ ВОДНЫХ МАСС

- **Умеренные ВМ** располагаются в умеренных широтах и отличаются большой изменчивостью свойств как по географическим широтам, так и по сезонам года. Для них характерен интенсивный обмен теплом и влагой с атмосферой.
- **Полярные ВМ Арктики и Антарктики** характеризуются самой низкой температурой, наибольшей плотностью, повышенным содержанием кислорода. Воды Антарктики интенсивно погружаются в придонную сферу и снабжают ее кислородом. Арктическая вода, обладающая низкой соленостью и потому небольшой плотностью, не выходит за пределы верхней промежуточной сферы.

ФРОНТАЛЬНЫЕ ЗОНЫ

- При встречах водных масс возникают фронтальные зоны, отличающиеся градиентами температуры, солености, а значит и плотности
- Фронтальные зоны — это зоны конвергенции (сходимости). При конвергенции вода накапливается, уровень океана повышается, увеличивается давление и плотность воды, и она опускается.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОКЕАНА И АТМОСФЕРЫ

● ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН

- Океан — главный аккумулятор тепла на Земле,
- гигантский преобразователь лучистой энергии в тепловую
- Почти все тепло, получаемое нижними слоями атмосферы, является скрытым теплом конденсации, заложенным в водяном паре
- Скрытая энергия, поступающая в атмосферу с водяными парами, частично преобразуется в механическую энергию, обеспечивающую перемещение воздушных масс и возникновение ветра
- Ветер передает энергию водной поверхности, вызывая волнения и океанические течения, переносящие тепло из низких широт в более высокие.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОКЕАНА И АТМОСФЕРЫ

- **ОБМЕН ВЕЩЕСТВАМИ** - водяные пары, газы, соли

1.4. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ ОКЕАНА

БИОЛОГИЧЕСКИЕ

(РЫБНЫЕ,
ЗВЕРОБОЙНЫЙ
ПРОМЫСЕЛ,
МОЛЛЮСКИ,
ВОДОРОСЛИ,...)

**ХИМИЧЕСКИЕ И
МИНЕРАЛЬНЫЕ**
(ВОДА, ПОВАРЕН-
НАЯ СОЛЬ, ПОЛЕЗ-
НЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ,
НЕФТЬ, ГАЗ, ...)

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ

(ПРИЛИВНЫЕ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ
,
ГИДРОТЕРМИ-
ЧЕСКИЕ,
ДЕЙТЕРИЙ, ...)