



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 – 1370 млн 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, Векселятово противотечение, Куроси, Сев.-Тихоокеанские, Калифорнийские, Гольфстрим, Зап. Ветров
Атлантический	91,56	329,66	3600	8742 (жёлоб Пуэрто-Рико)	+16,5	Сев. Пассатное, Юж. Пассатное, Гольфстрим, Сев.-Атлантическое, Бразильское, Лабрадорское, Канадское, Бонфильское, Зап. Ветров
Индийский	76,17	282,65	3710	7729 (Зондский жёлоб)	+17	Юж. Пассатное, Муссонное, Моусоническое, Сомалийское, Зап. Ветров
Южный	20,33	...	4000	7235 (Южно-Сандвичев жёлоб)	+10...-2	Западный 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

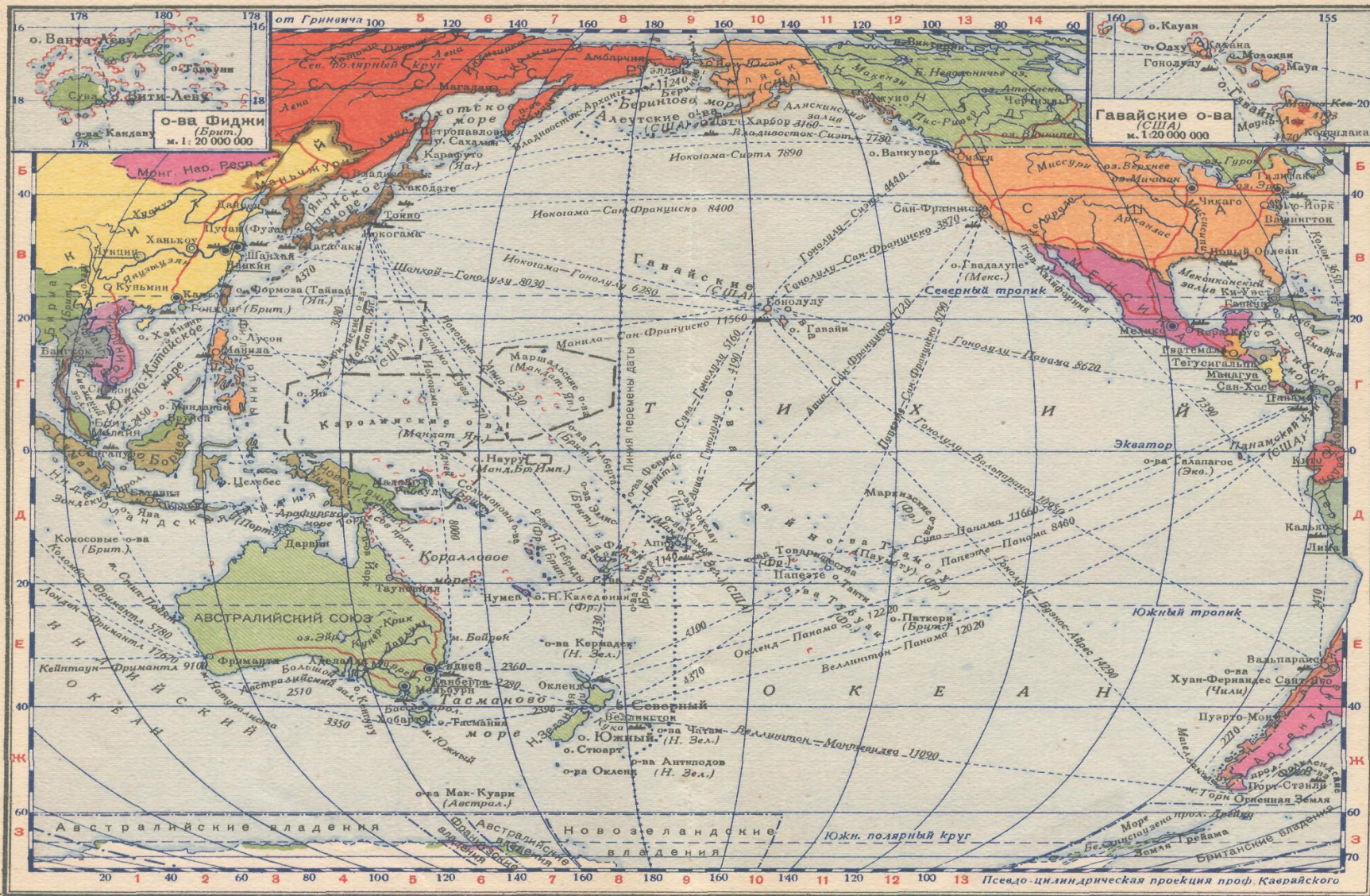
ОКЕАН

- 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

Гавайские о-ва (США) м. 1:20 000 000

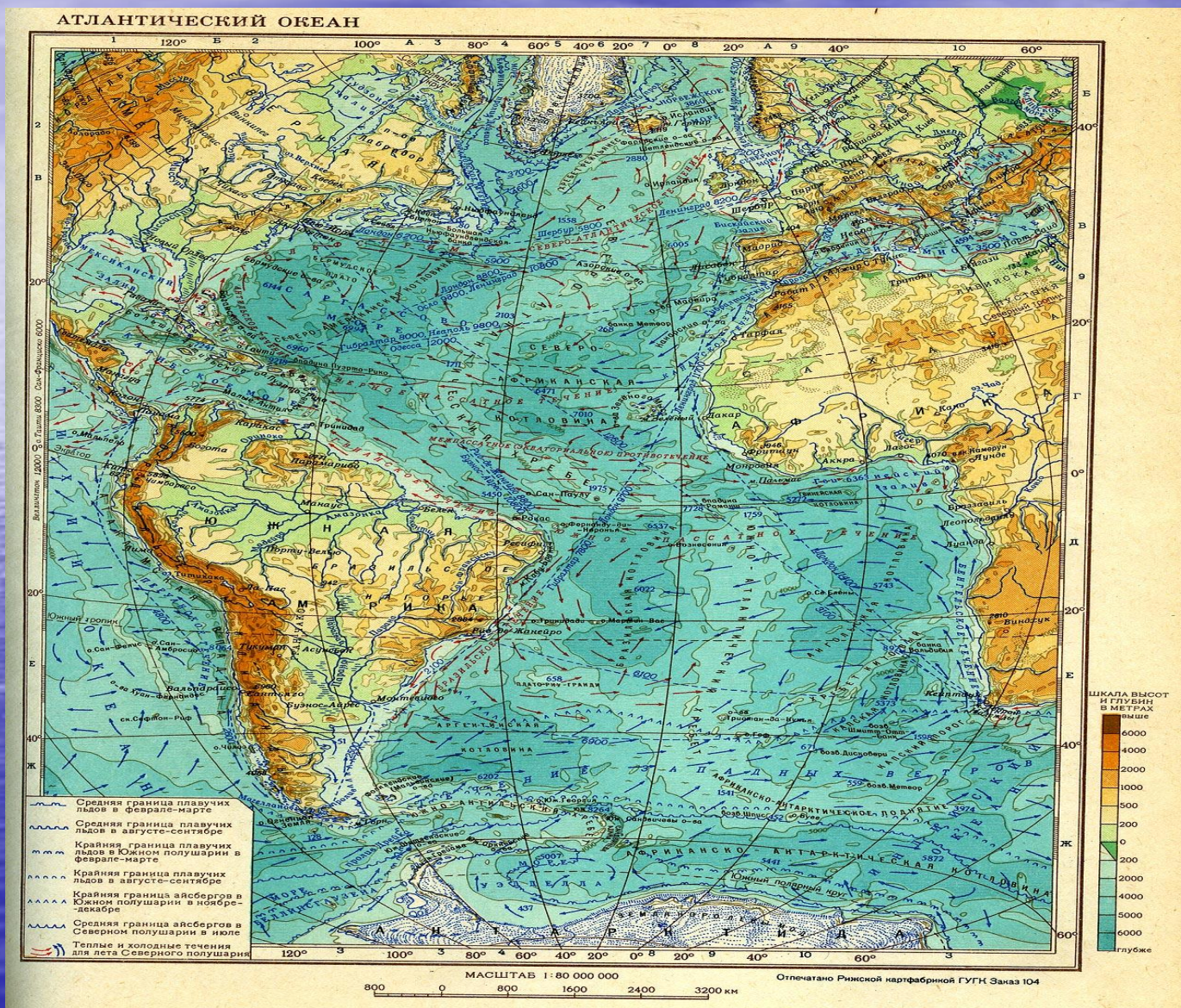
о-ва Фиджи (Брит.) м. 1: 20 000 000

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

- 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

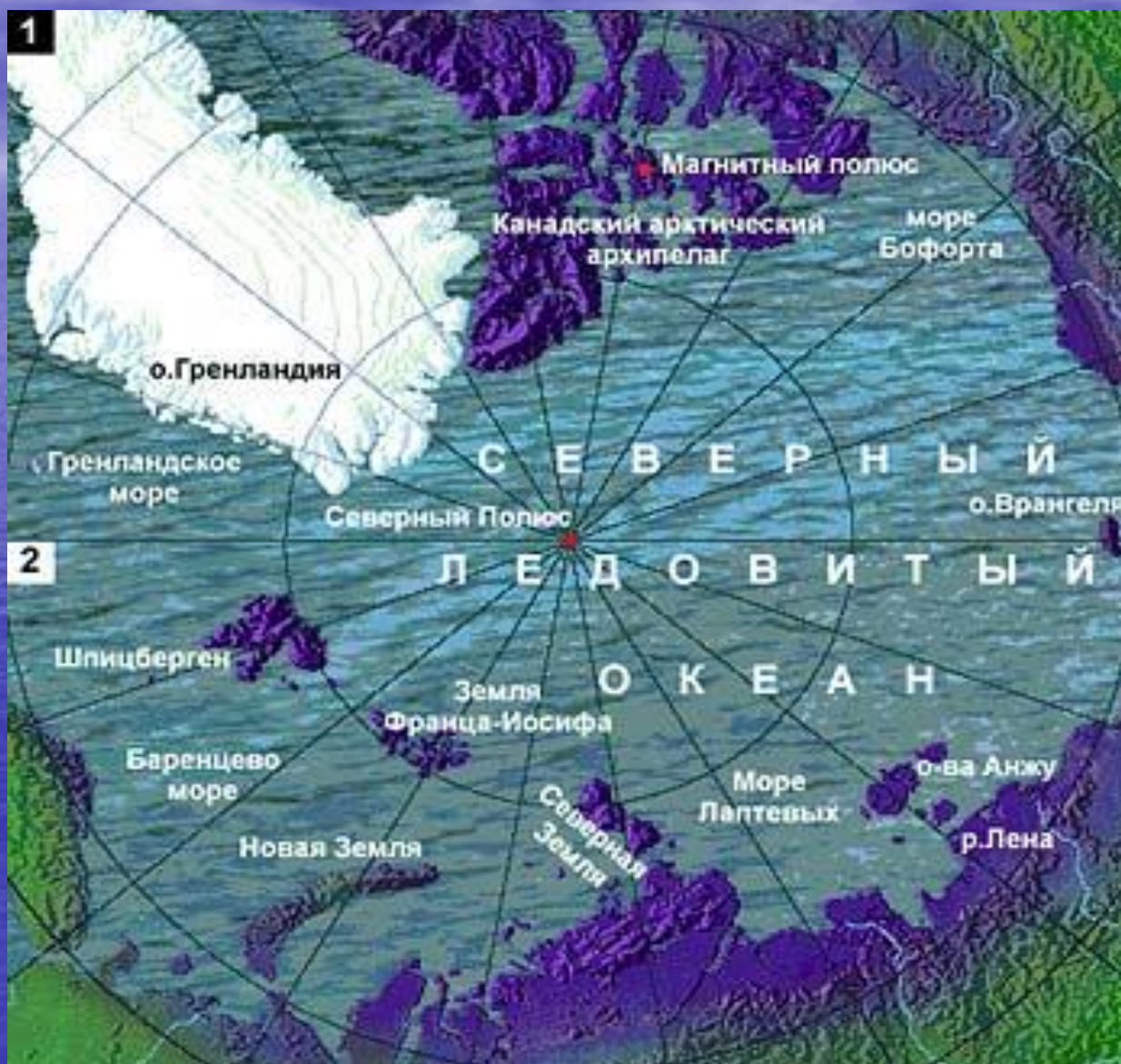
ИНДИЙСКИЙ ОКЕАН



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)

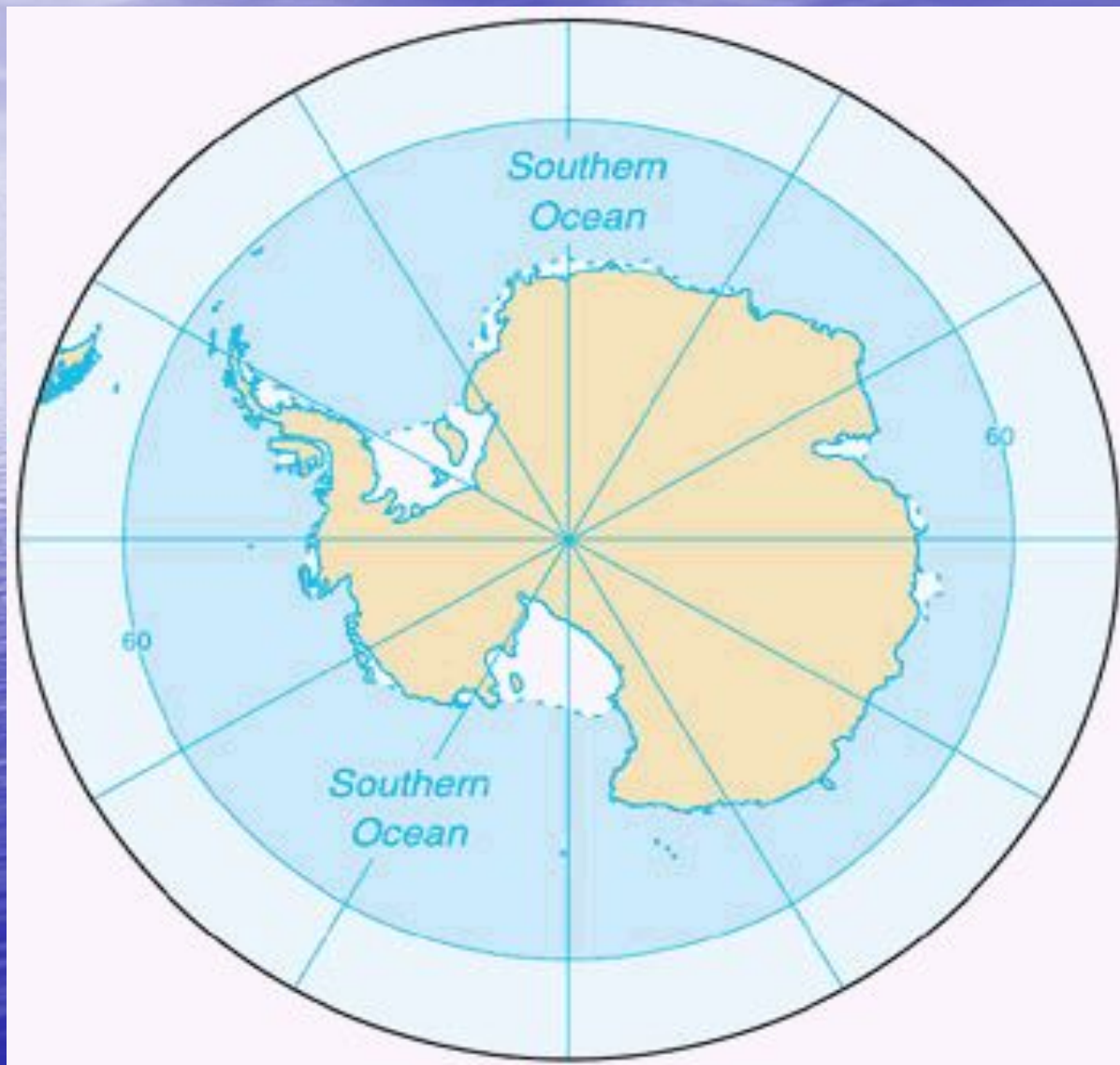
СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН



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 photograph of the ocean floor, showing a vast, flat expanse of the seafloor with subtle variations in color and texture, indicating different geological features. The water above is a deep blue, and the horizon is visible in the distance.

РЕЛЬЕФ ДНА МИРОВОГО ОКЕАНА



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**

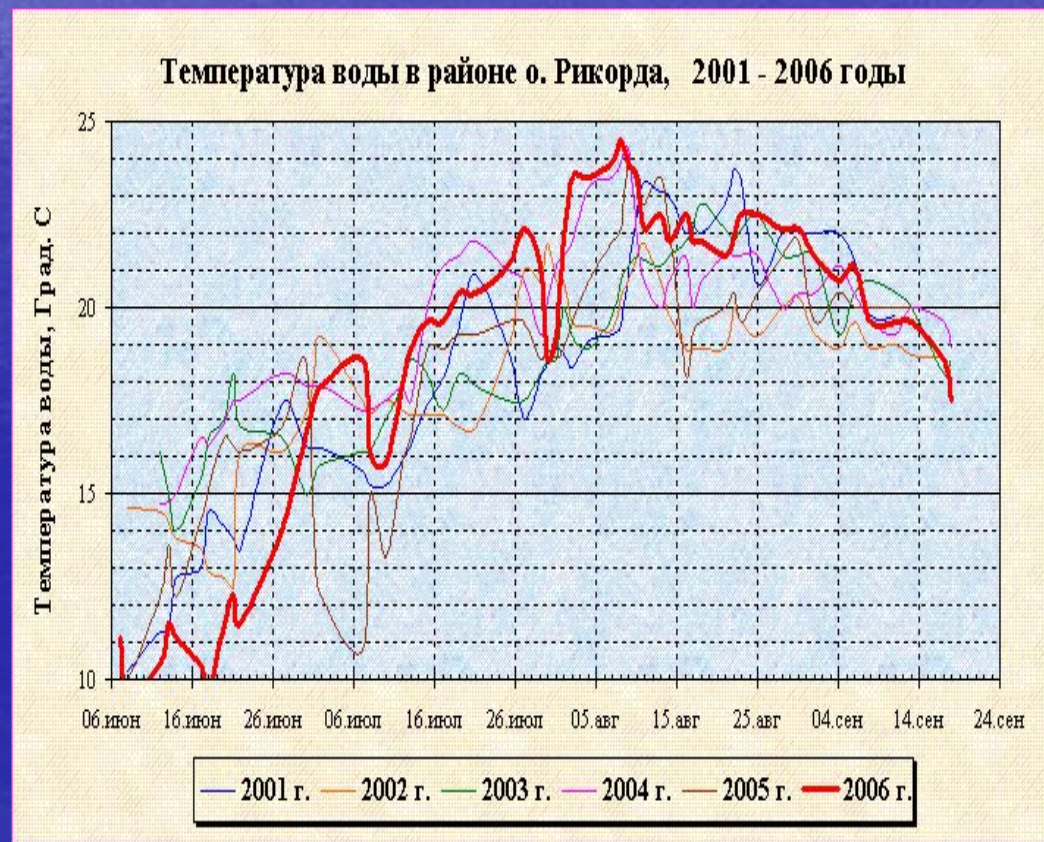
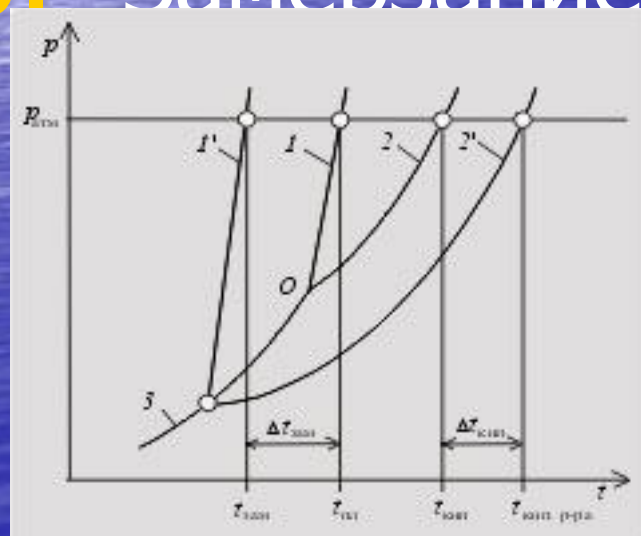
- Терригенные
- Органические (органогенные)
- Красная глина
- Хемогенные
- Ледниковые и айсберговые (в полярных районах)

1.2 СВОЙСТВА ОКЕАНСКОЙ ВОДЫ

1. Состав и соленость

2. Температура

3. Замерзание



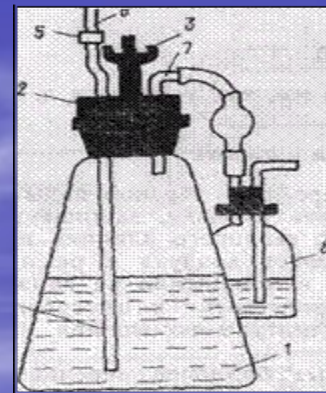
СОСТАВ МОРСКОЙ ВОДЫ

- 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

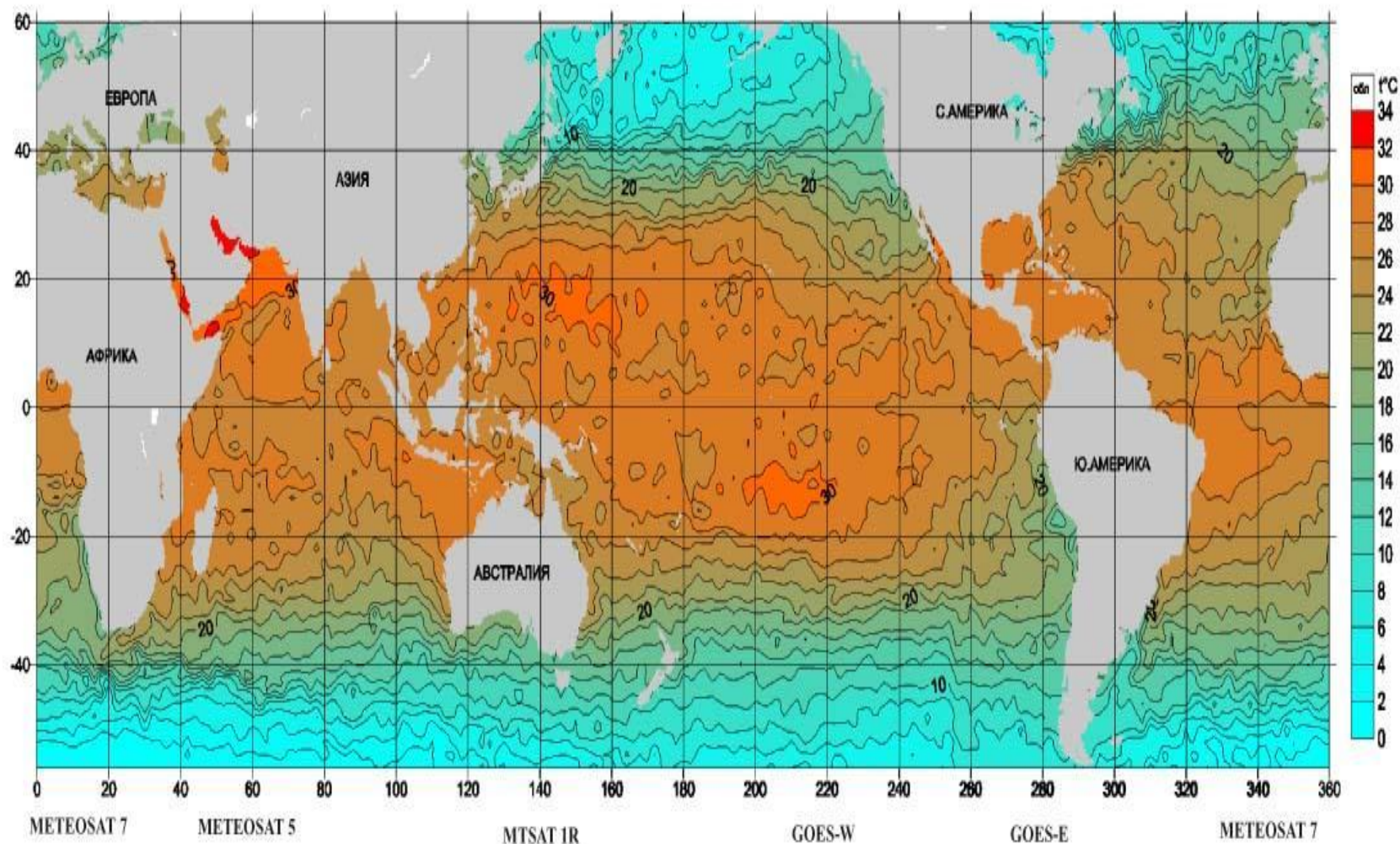
- В полярных областях на поверхности располагается холодный и относительно опресненный слой:
 - в Антарктике вследствие пополнения пресной воды таянием материковых льдов
 - в Арктике в результате выноса речных вод
- Температура этого слоя около 0°C , а в южных широтах даже до $-1,8^{\circ}\text{C}$
- 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 **термоклином**. 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

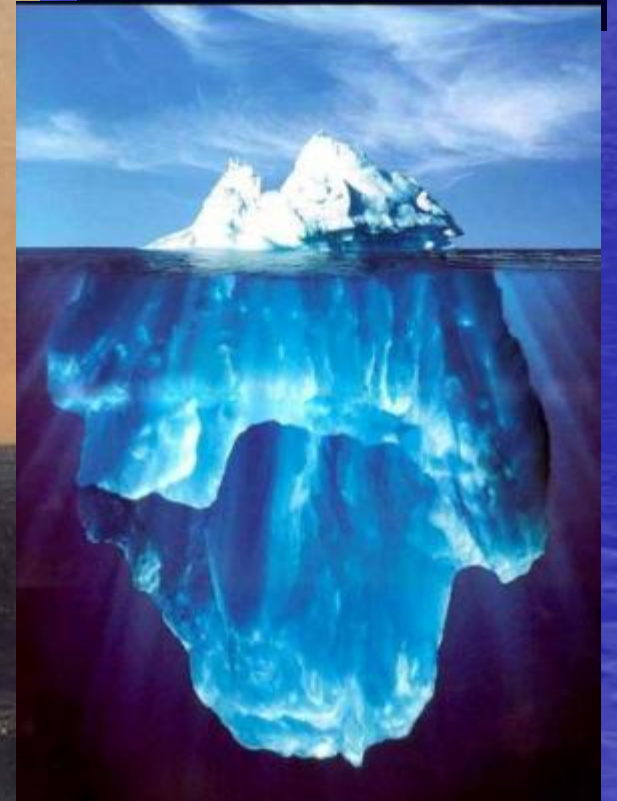
● По подвижности

- **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.

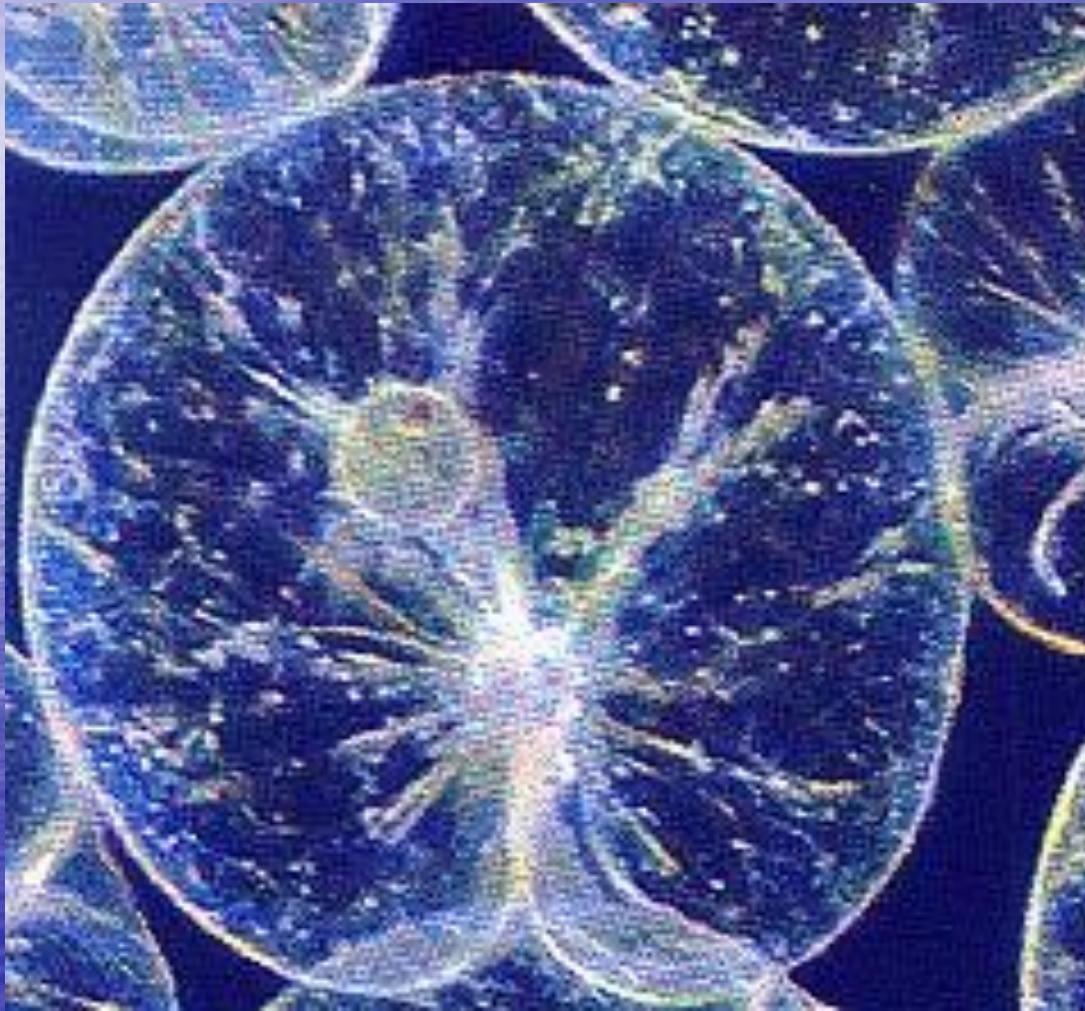
ОПТИЧЕСКИЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОРСКОЙ ВОДЫ. Свечение моря

- 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.)

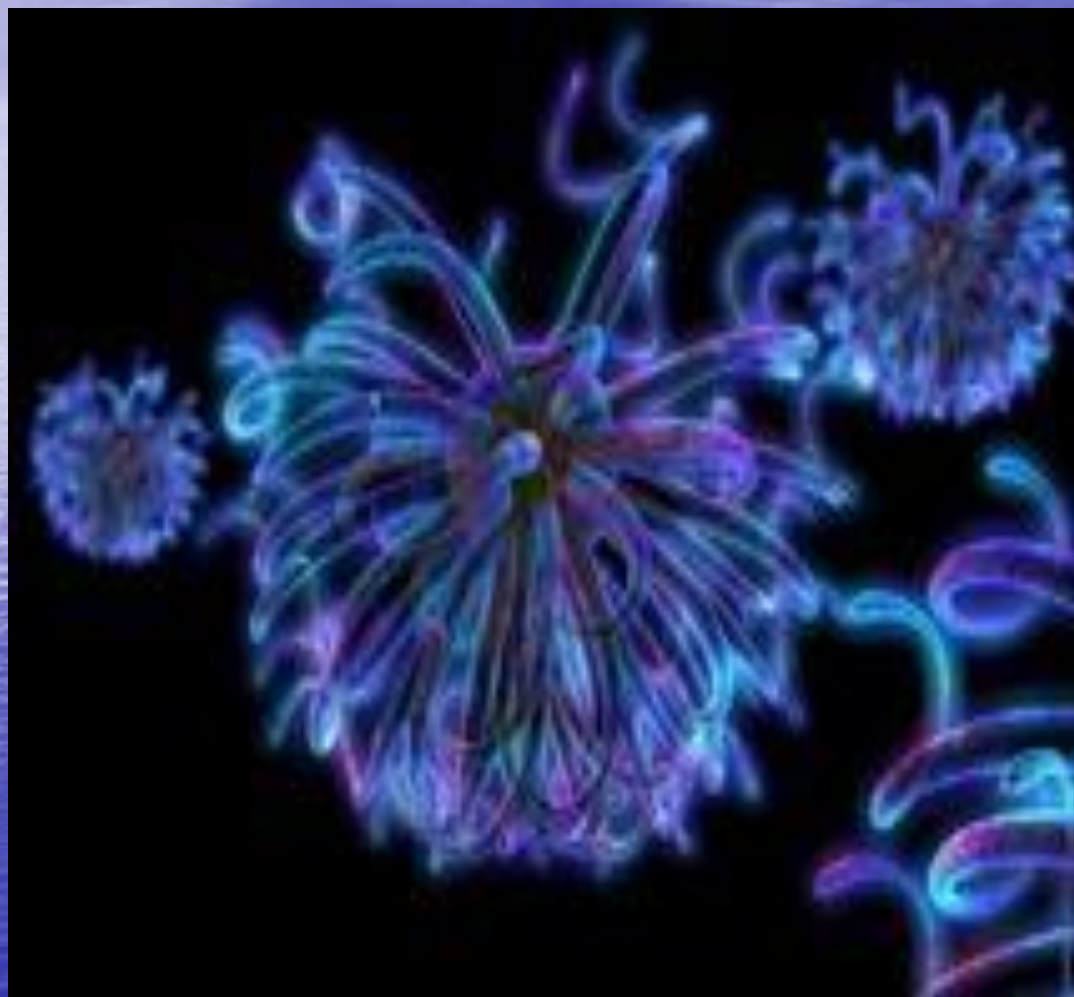
ОПТИЧЕСКИЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОРСКОЙ ВОДЫ. Свечение моря

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

Ночесветка



Медузы

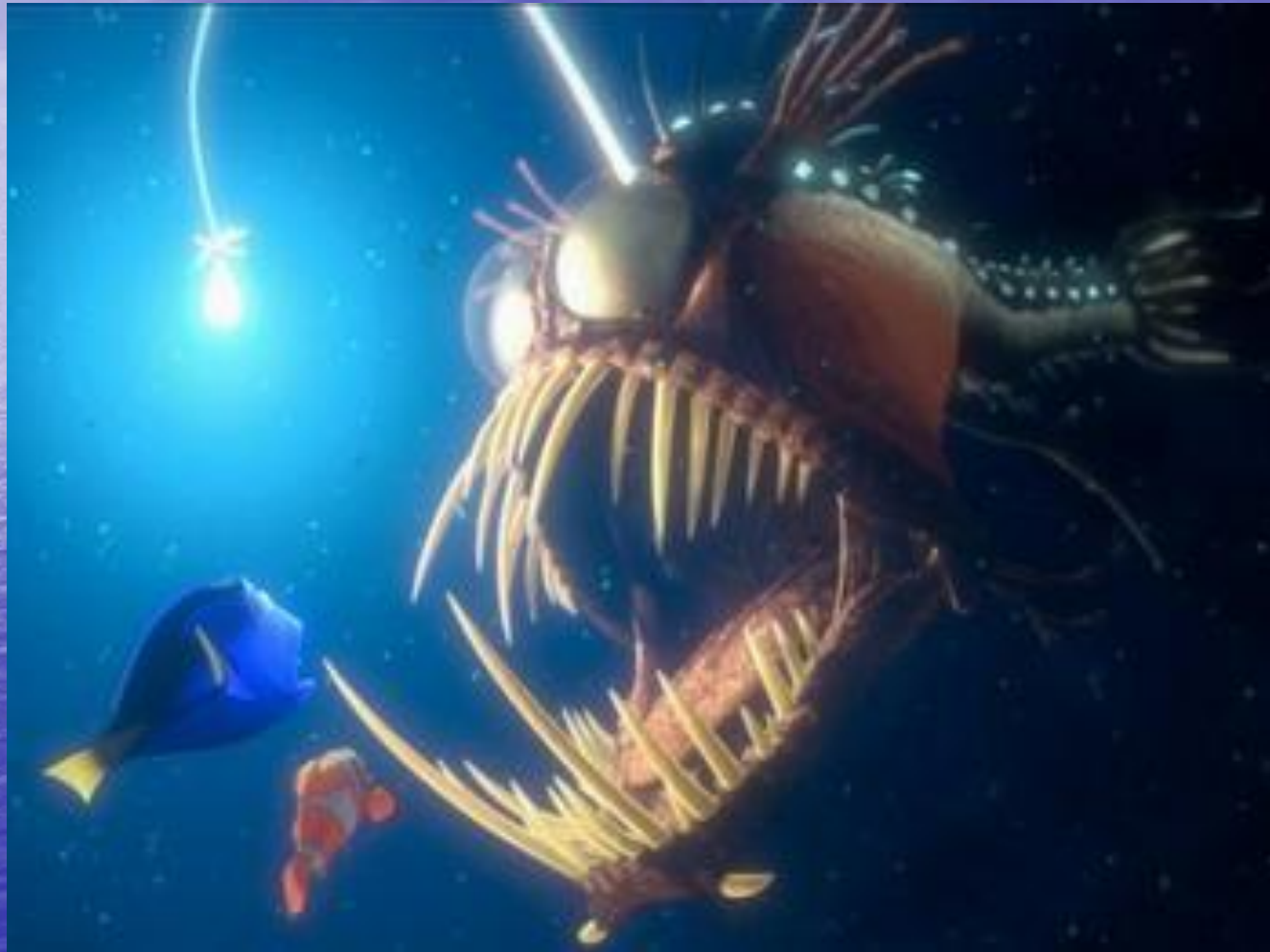


Свечение вод Индийского океана





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

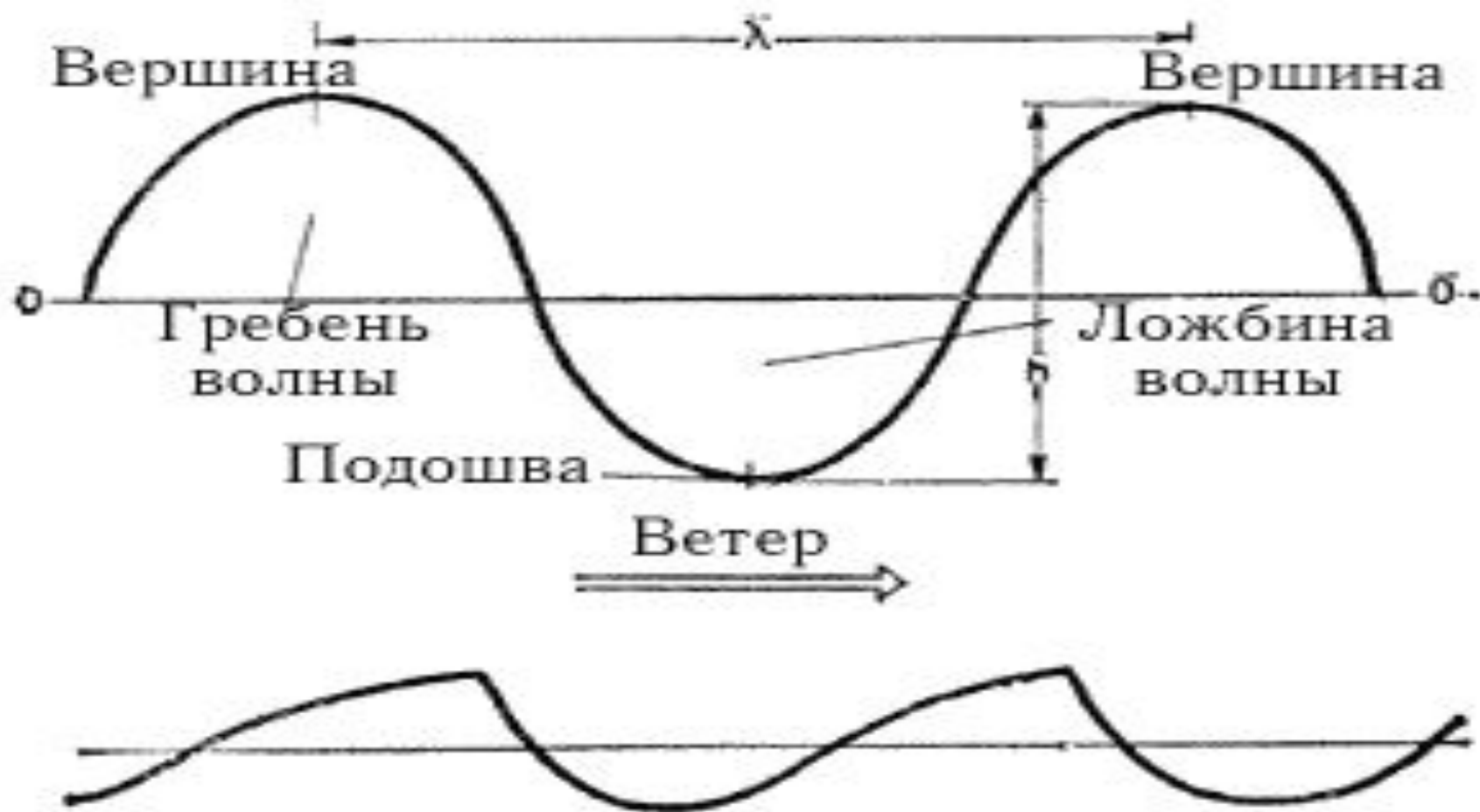
ВОЛНЫ

- **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



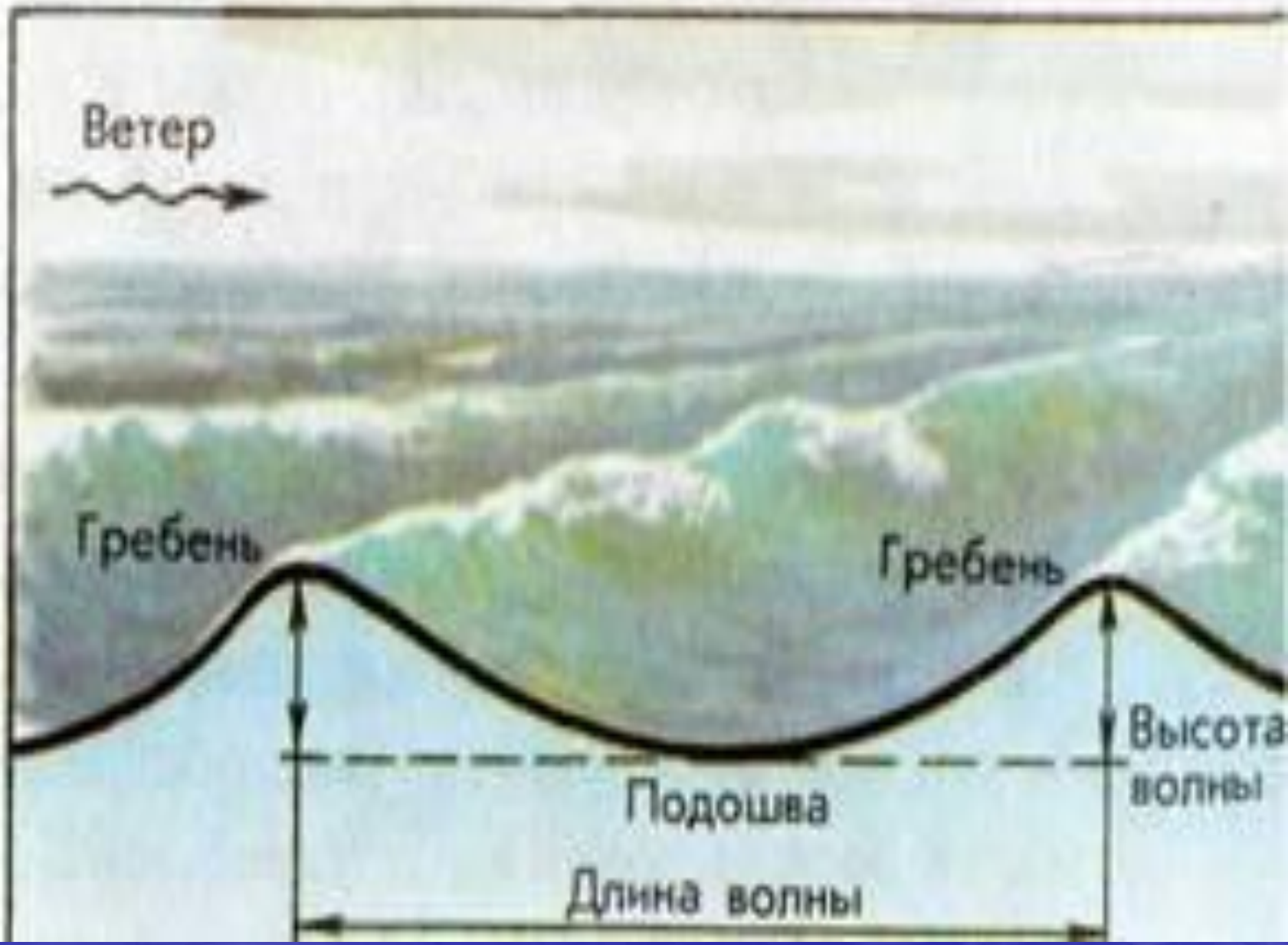
Гребень

Гребень

Высота
волны

Подшва

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 поплавок, 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
17-04-2012

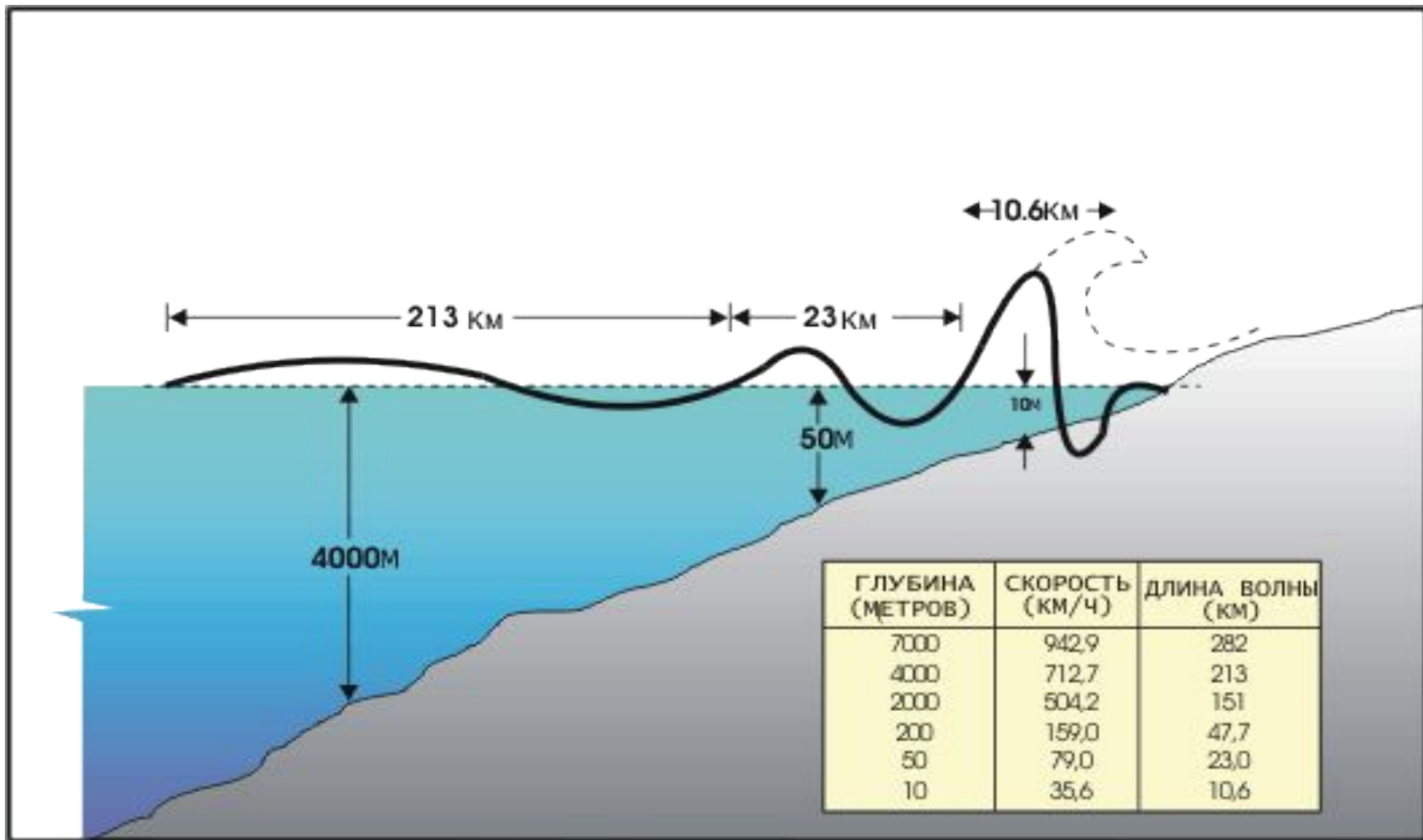


DotaJru

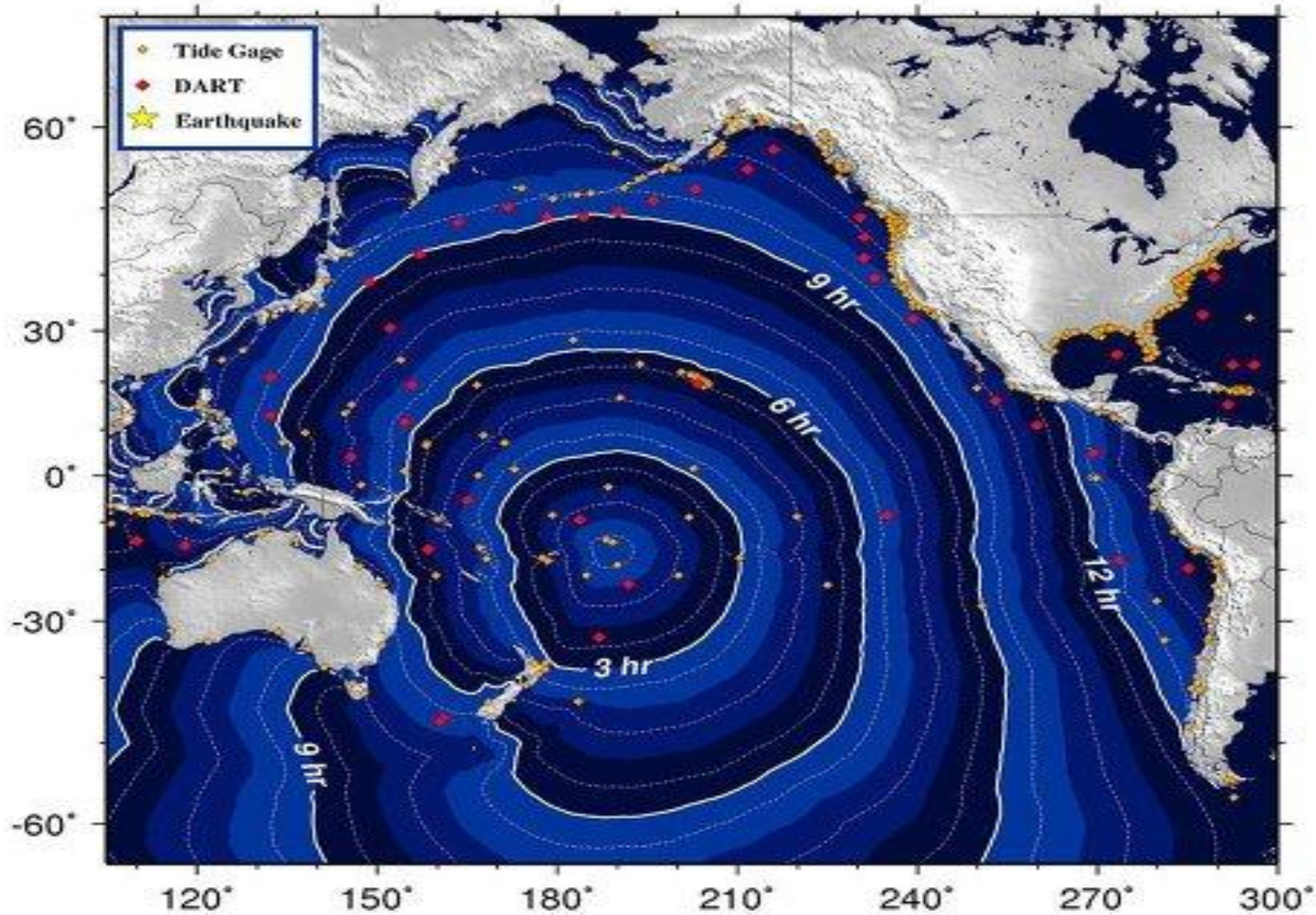
ЦУНАМИ

- 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.

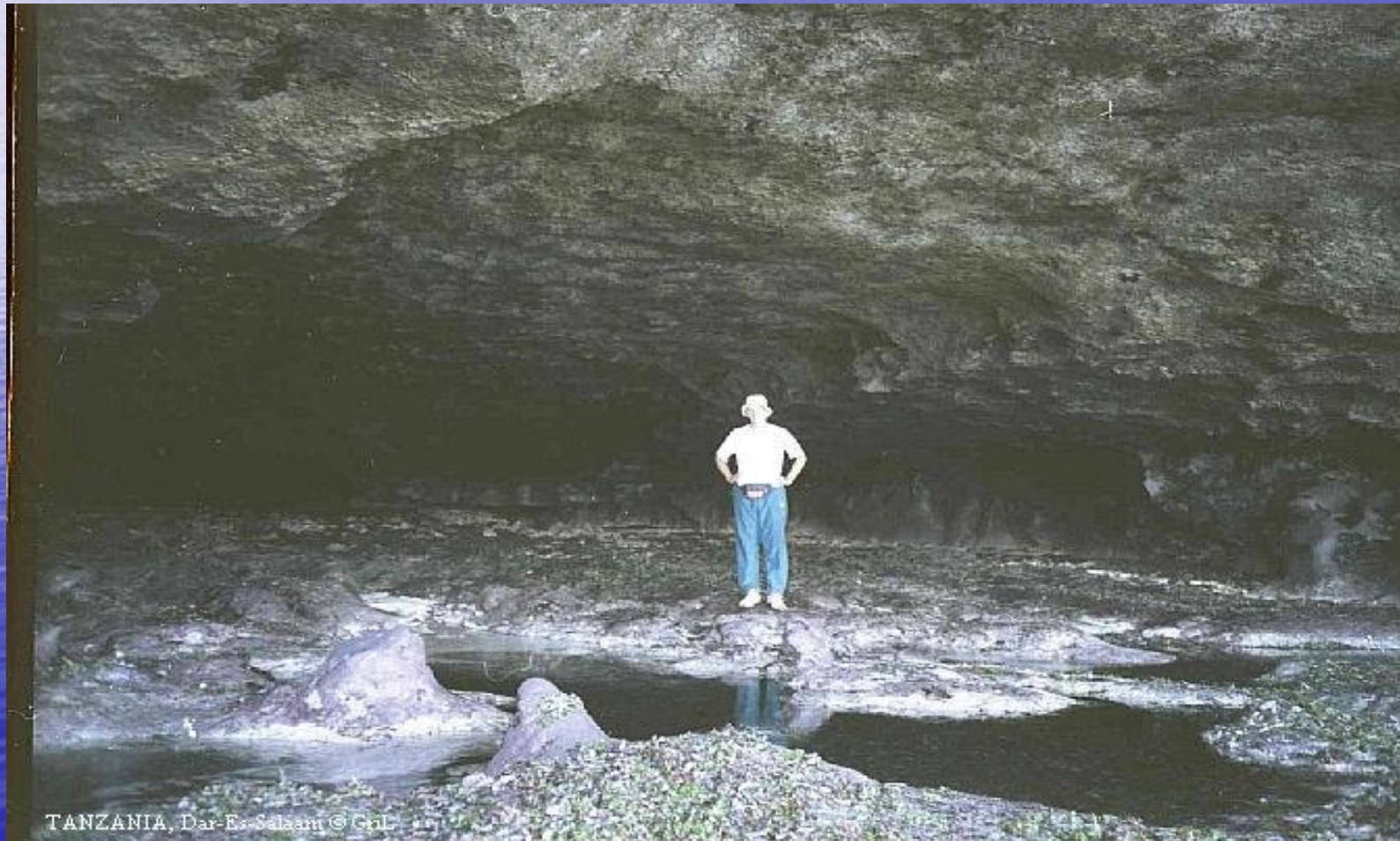
Характеристики приливов

- 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



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:

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

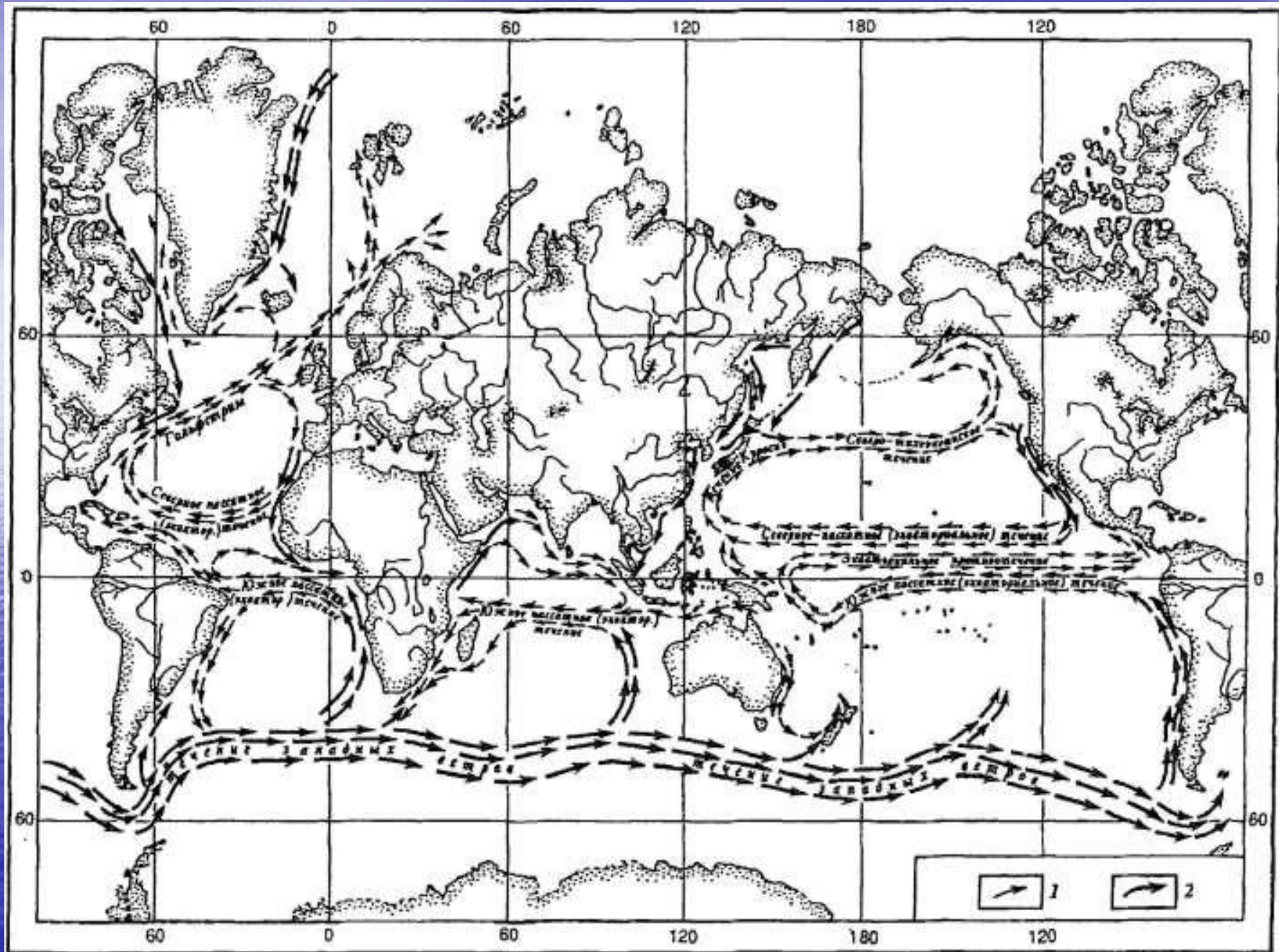
где A – ветровой коэффициент, равный 0,013.

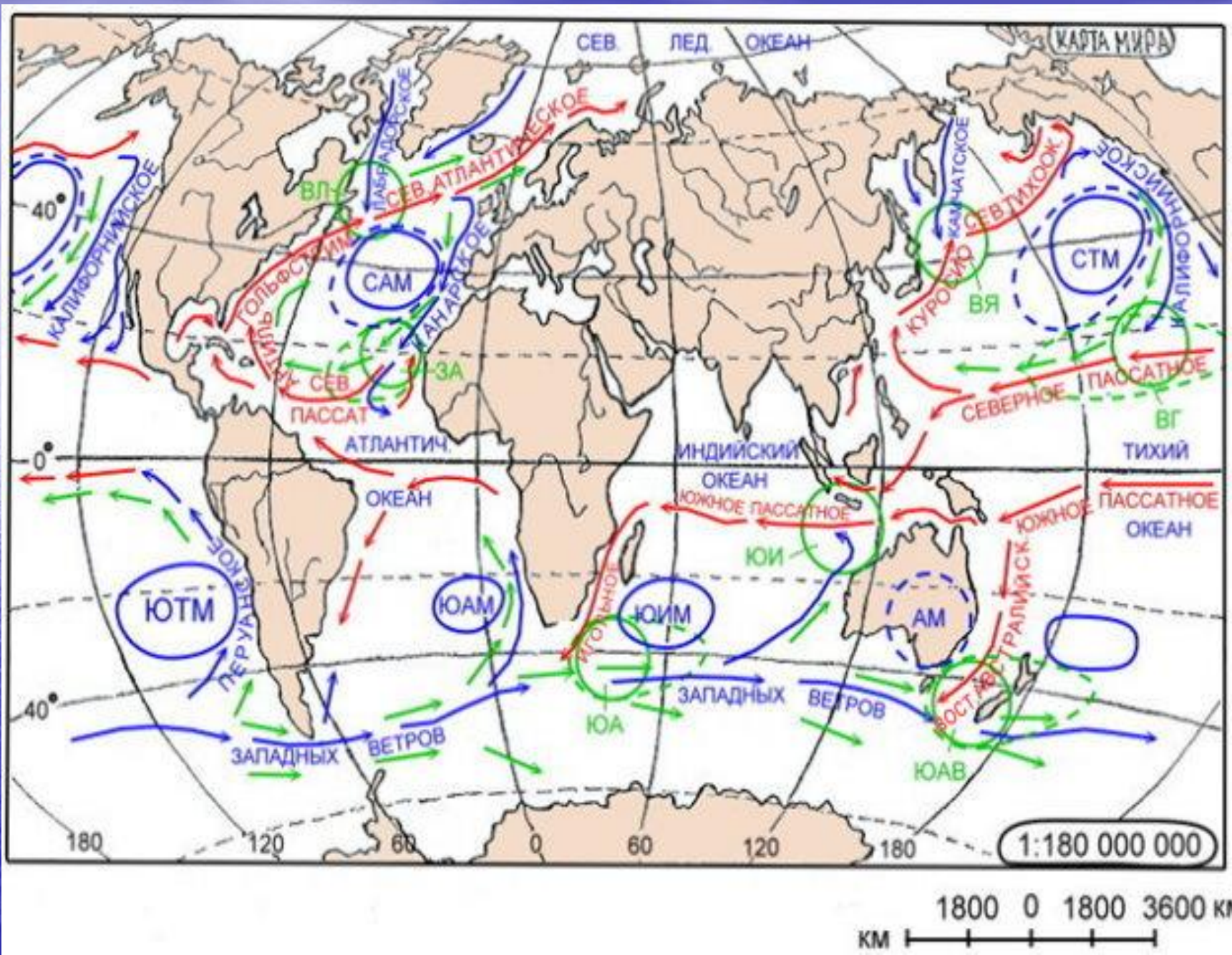
ЗАКОНЫ ЭКМАНА

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

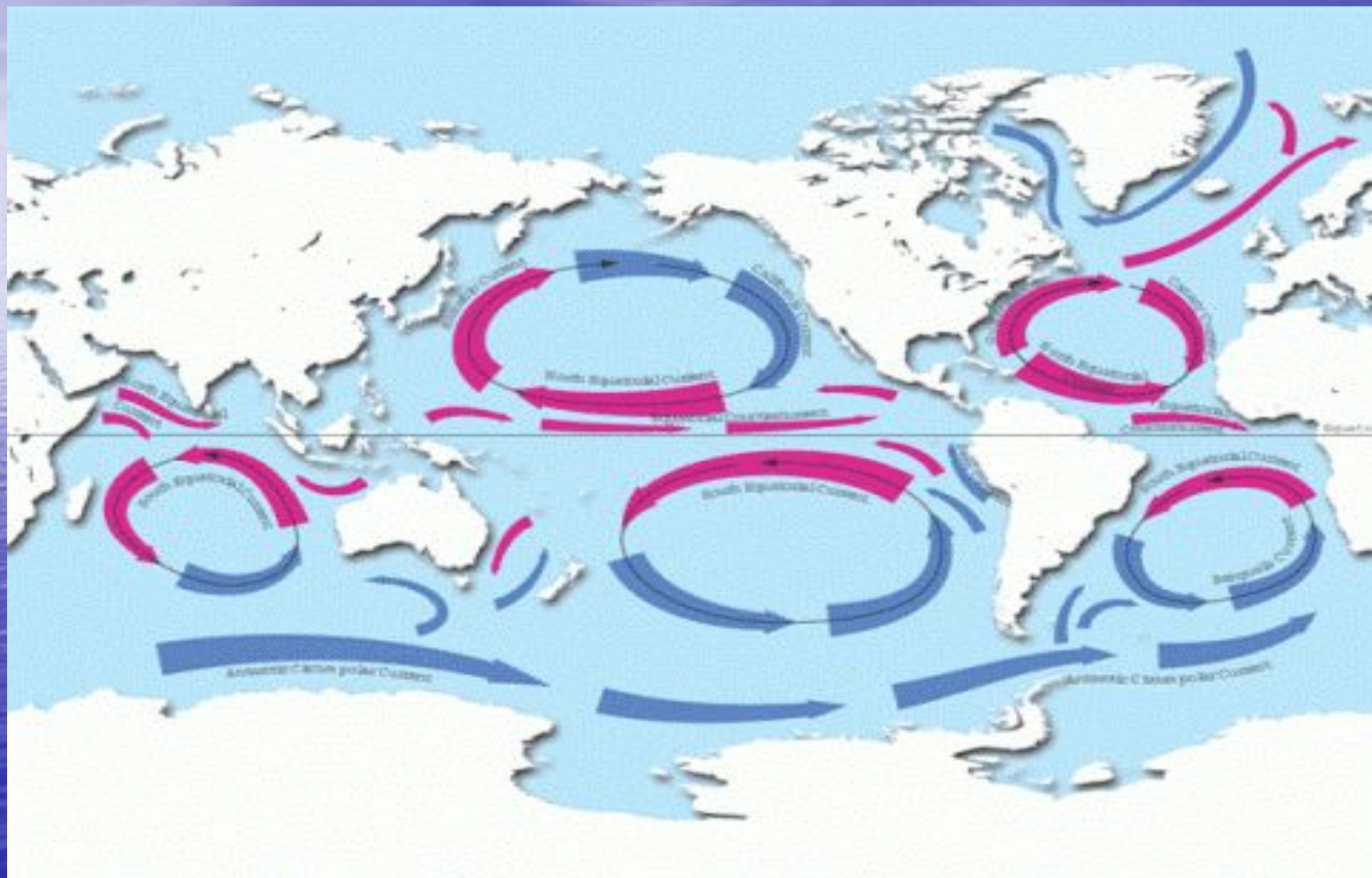
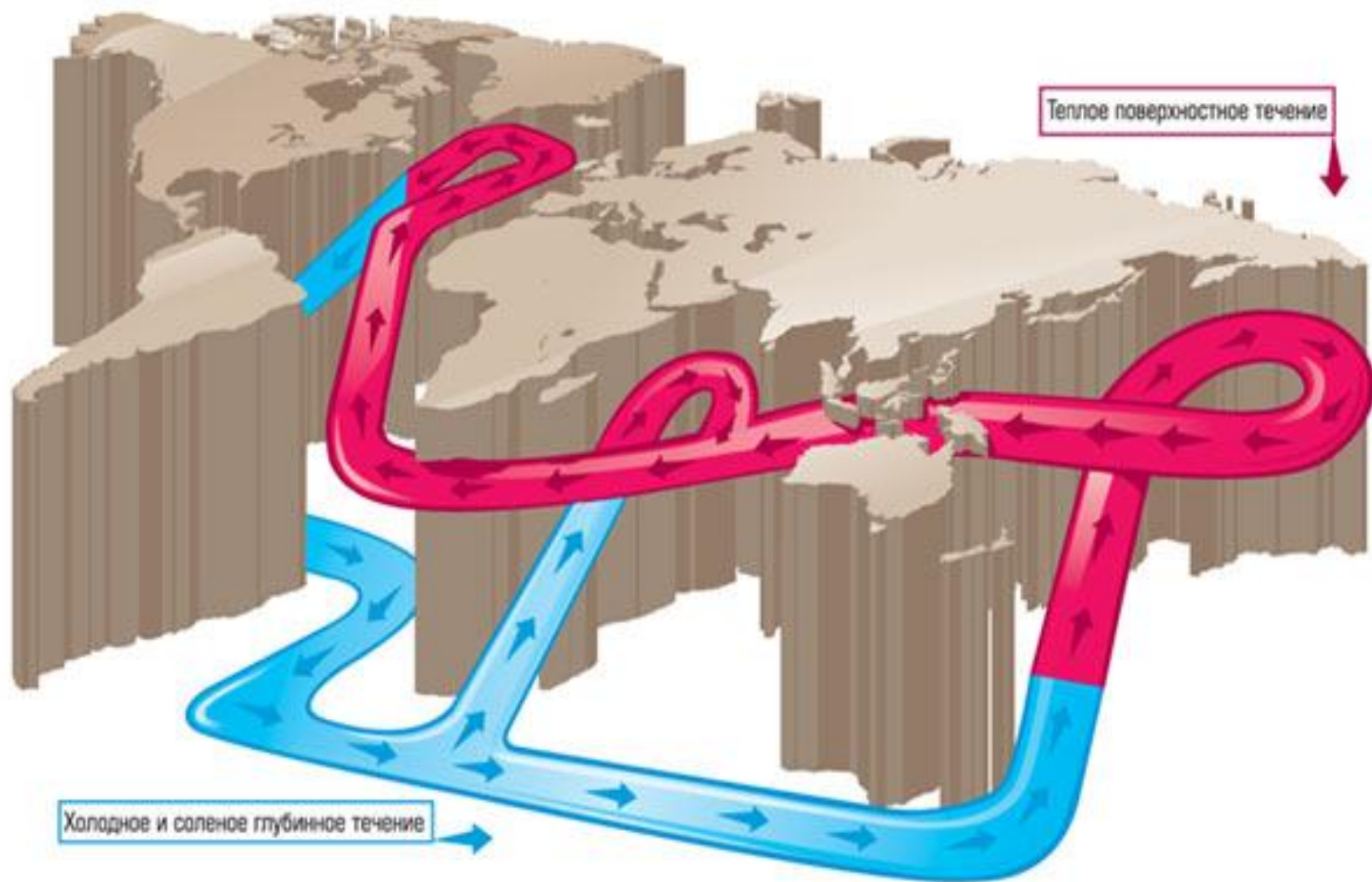


Схема циркуляции вод Мирового океана – глобальный конвейер



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 $32\text{—}34^\circ/\text{oo}$) соленостью, минимальной плотностью, большим содержанием кислорода и фосфатов.
- **Тропические и субтропические ВМ** образуются в области тропических атмосферных антициклонов, характеризуются повышенной (до $37^\circ/\text{oo}$ 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

