



География Мирового океана

Курс лекций для кафедры физики моря и вод суши (Физический факультет МГУ)

Лекция 1

Введение

Общие представления о географии океанов.
Основные процессы и явления в морях и океанах.

Мысленков Станислав Александрович

МГУ имени М.В.Ломоносова, Географический факультет,

кафедра океанологии

stasocean@gmail.com

Основные определения

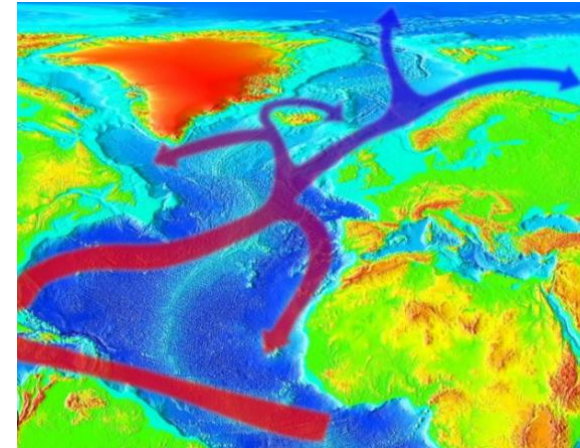
География - наука, изучающая географическую оболочку Земли, ее структуру и динамику, взаимодействие и распределение в пространстве ее отдельных компонентов

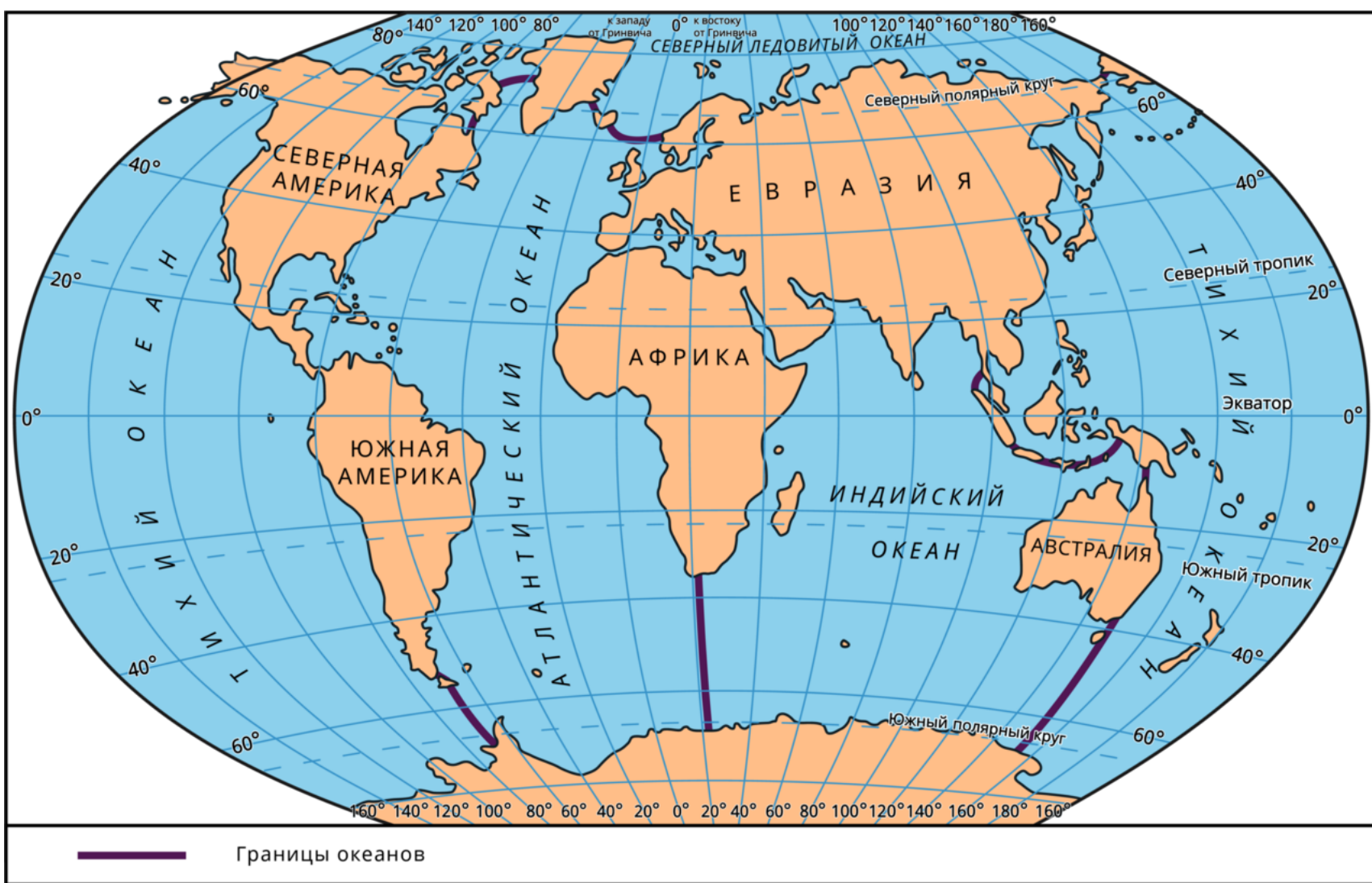
Физическая география - система наук, изучающих структуру, динамику и функционирование географической оболочки и её структурных частей – природно-территориальных комплексов и их компонентов

Географическая оболочка - это комплексная оболочка земного шара, где соприкасаются и взаимно друг в друга проникают и взаимодействуют литосфера, гидросфера, биосфера и атмосфера.

Гидросфера — это водная оболочка Земли, которая включает все воды, находящиеся в жидком, твёрдом (в виде снега и льда) и газообразном (в виде водяного пара) состояниях.

Мировой океан - непрерывная водная оболочка Земли, окружающая сушу (материки и острова) и обладающая общностью солевого состава.





Океан	Площадь, млн км ²	Объём, млн км ³	Средняя глубина, м	Наибольшая глубина, м
Тихий	179	710	3984	11022, Марианский жёлоб
Атлантический	92	329	3736	8742, жёлоб Пуэрто-Рико
Индийский	76	282	3711	7729, Зондский жёлоб
Северный Ледовитый	14,7	18	1225	5527, в Гренландском море

Ю. М. Шокальский в своем труде «Океанография» (1917) использовал понятие «Мировой океан», которое определил как «совокупность всей непрерывной водной оболочки земного шара».

Биолог Л. А. Зенкевич (1951) и океанолог Н. Н. Зубов (1956) добавили к этому определению упоминание о солености океанических вод.

В. И. Вернадский писал о **биокосных естественных телах**, состоящих одновременно из неживого (косного) и живого (биосного) вещества, к которым относятся воды природных водоемов и почвы. Из монографии (Lebedev et al., 1989) **«Мировой океан — единое биокосное тело, образованное системой соленых водных масс, занимающее большую часть поверхности земного шара и расположенное своим основным объемом в океанических впадинах земной коры».**



Классификация наук



Фундаментальные науки

изучают «в чистом виде» законы, управляющие поведением и взаимодействием базисных структур природы, общества и мышления

Прикладные науки служат для непосредственного применения результатов фундаментальных наук, для решения познавательных, производственных и социально-практических задач

Как правило, фундаментальные науки опережают в своем развитии прикладные

Основные определения

Океанология – наука о Мировом океане как части гидросферы Земли

Океанография – океанология, совокупность научных дисциплин о физических, химических, геологических и биологических процессах в Мировом океане. Объединение физики, химии, геологии и биологии океана в единую науку определяется единством среды, в которой происходят разнородные процессы, многообразными взаимодействиями между ними

Физика моря - (физика океана, физическая океанография) включает гидротермодинамику, акустику и оптику океана, исследование его радиоактивности (ядерную гидрофизику) и электромагнитного поля в нём.

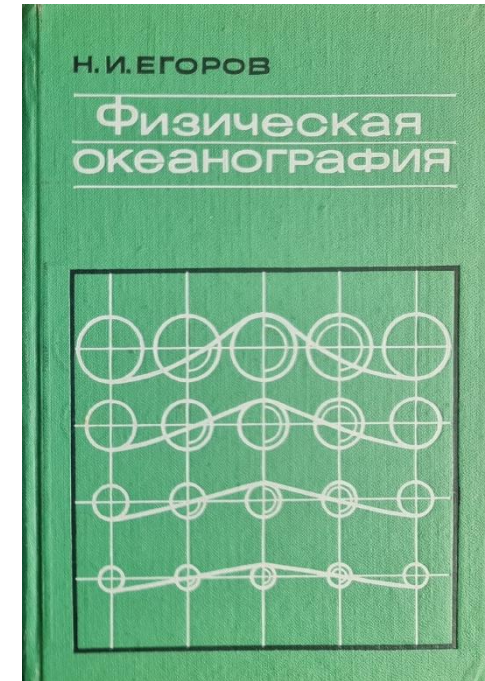
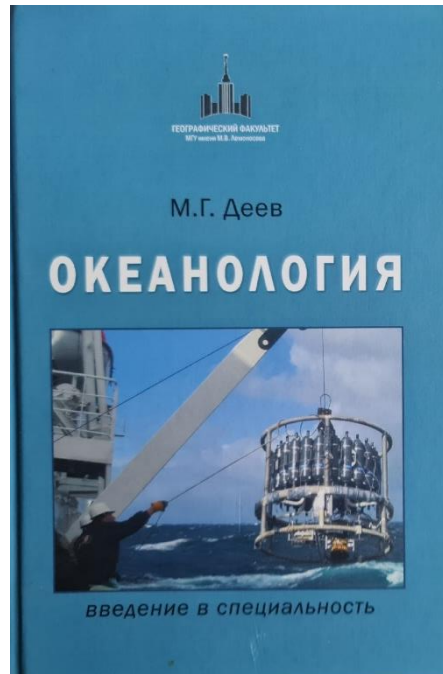
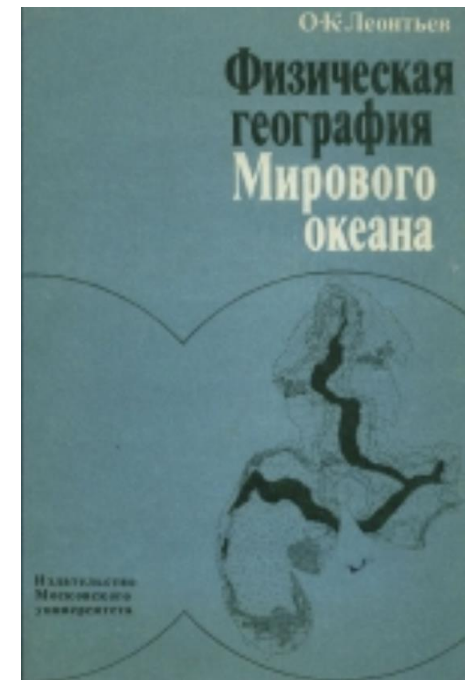
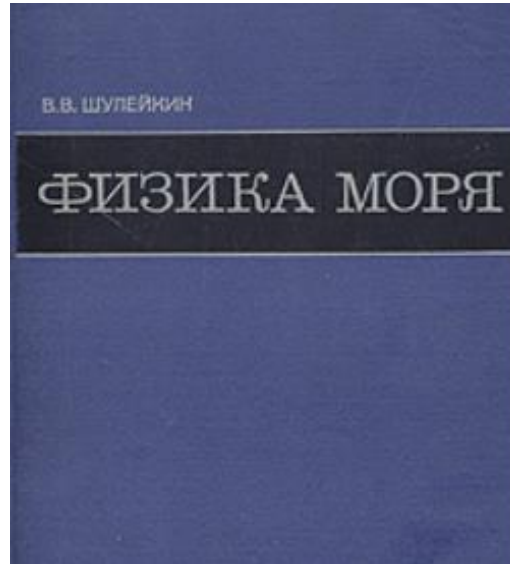
Гидрометеорология - научная дисциплина, изучающая процессы, происходящие в гидросфере и атмосфере Земли, обобщающая данные гидрологии и метеорологии.



Структура курса «География Мирового океана»

1. Общие представления о географии океанов. Основные процессы и явления в океане.
2. История океанологии. Выдающиеся личности в океанологии. Современная океанология. Научный флот СССР/России и мира.
3. Где работают океанологи. Академия наук, ВУЗы, коммерческие структуры. Гидрометеорологические изыскания.
4. Представление о водных массах. Водные массы Мирового океана. Атлантические воды в арктических морях. Водообмен через проливы. Босфор и Керченский пролив.
5. Вертикальная структура вод океана. Зимняя конвекция. Конвекция в Северной Атлантике и Балтийском море. Холодный промежуточный слой в Черном и Балтийском море.
6. Суточный ход температуры воды. Коэффициент вертикального турбулентного перемешивания. Внутренние волны в морях и океанах.
7. Самые крупные апвеллинги в Мировом океане. Перуанский апвеллинг. Апвеллинги в Черном и Каспийском морях. Биологическая продуктивность. Взвесь в океане. Загрязнения в Мировом океане. Вихри Ленгмюра.
8. Крупномасштабная циркуляция Мирового океана. Западные пограничные течения. Экваториальные течения. Гольфстрим и Куроисио.
9. Сгонно-нагонные явления. Катастрофические наводнения в истории. Прогнозы уровня моря. Уровень Каспийского моря.
10. Эмпирические модели ветрового волнения. Ветровые волны в океанах и морях. Режимные и экстремальные характеристики ветрового волнения в морях России.
11. Особенности распространения речных вод в океанах и морях. Пресноводный сток в Арктике. Речные плюмы.
12. Основные методы прогноза опасных явлений. Ураганы, обледенение судов, тягун. Ледовые явления в морях России.

Основная литература



Мировой океан состоит из:

4-5 океанов, моря, заливы, проливы

Океан — значительная часть Мирового океана, разделяющая континенты, заполняющая океанические котловины, обладающая океанической земной корой и собственной системой атмосферной циркуляции

Море — часть океана, обычно ограниченная материковыми берегами, островами и повышениями дна. Моря разделяются по положению на средиземные (межматериковые и внутриматериковые), окраинные, межостровные и внутренние, замкнутые сушей и не имеющие связи с океаном.

Пролив - сравнительно широкое водное пространство, ограниченное с двух сторон берегами материков, островов или полуостровов. По ширине проливы очень различны. Пролив Дрейка около 1000 км шириной, а Гибралтарский пролив в самом узком месте не шире 14 км.

Залив - часть акватории моря (или океана), погруженный в сушу и имеет свободный водообмен с основным водным бассейном.

Средняя температура воды в Мировом океане — 3,73 °С,

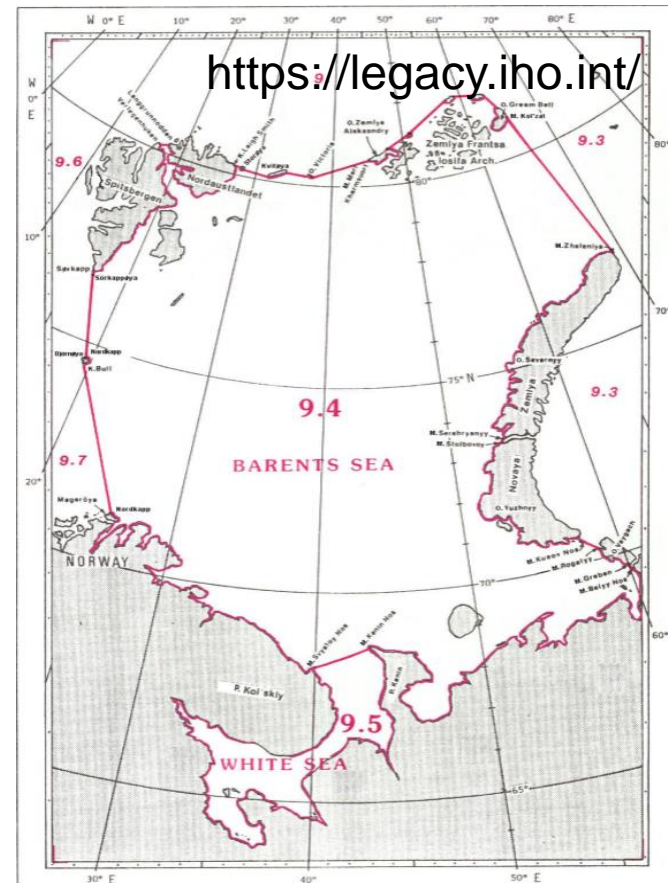
Температура воды на поверхности океана изменяется от -1,9 °С (температура замерзания океанической воды) до 36 — 37 °С (перегретые воды Персидского залива).

Средняя соленость равна 34,72 кг/т. соленость — от минимальной в устьях рек до 41 —42 кг/т в Красном море и Персидском заливе.

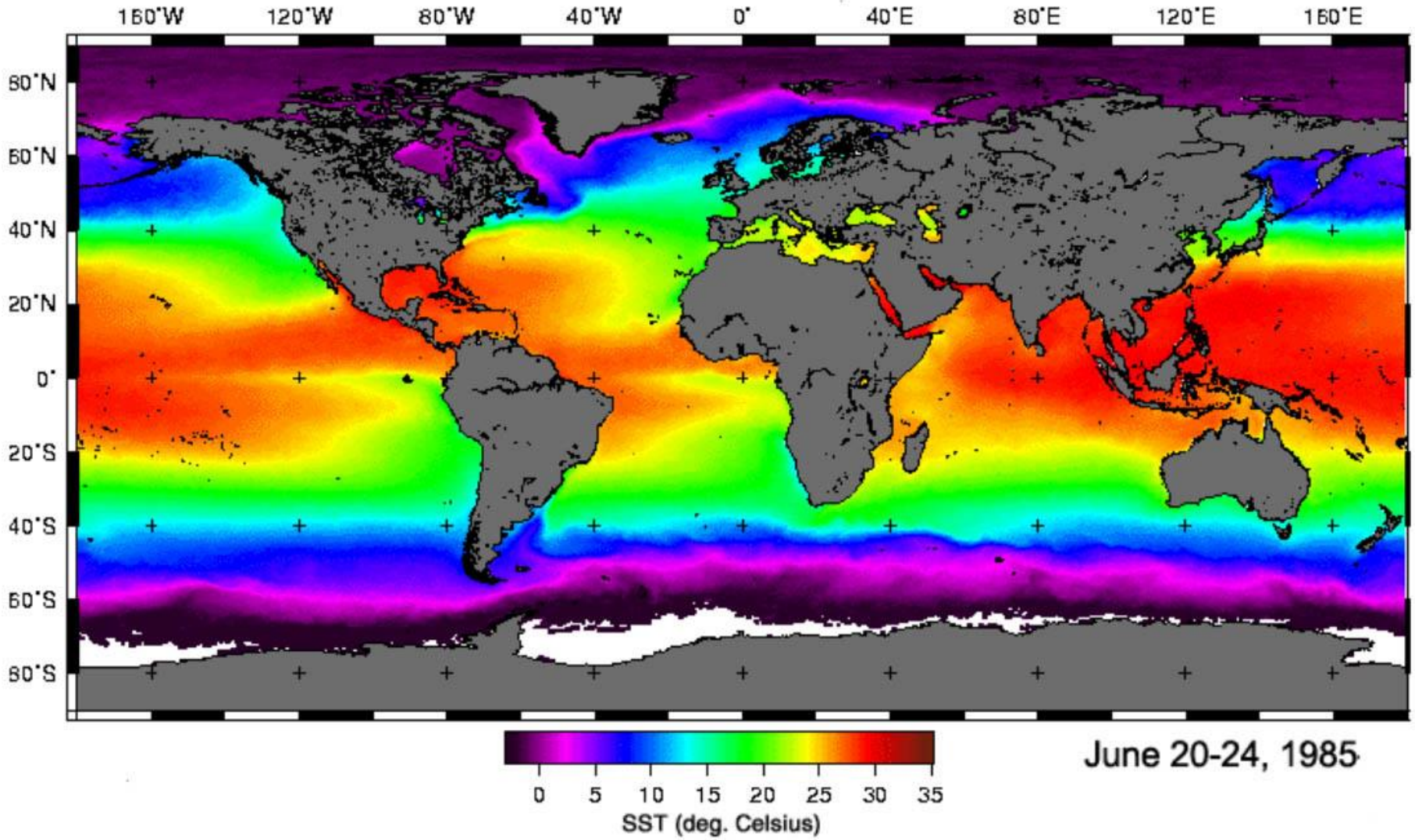
Моря :

1. [Philippine Sea](#) – 5.695 million km²
2. [Coral Sea](#) – 4.791 million km²
3. [American Mediterranean Sea](#) – 4.200 million km²
4. [Arabian Sea](#) – 3.862 million km²
5. [Sargasso Sea](#) – 3.5 million km²
6. [South China Sea](#) – 3.5 million km²
7. [Weddell Sea](#) – 2.8 million km²
8. [Caribbean Sea](#) – 2.754 million km²
9. [Mediterranean Sea](#) – 2.510 million km²
10. [Gulf of Guinea](#) – 2.35 million km²
11. [Tasman Sea](#) – 2.3 million km²
12. [Bay of Bengal](#) – 2.172 million km²
13. [Bering Sea](#) – 2 million km²
14. [Sea of Okhotsk](#) – 1.583 million km²
15. [Gulf of Mexico](#) – 1.550 million km²
16. [Gulf of Alaska](#) – 1.533 million km²
17. [Barents Sea](#) – 1.4 million km²
18. [Norwegian Sea](#) – 1.383 million km²
19. [East China Sea](#) – 1.249 million km²
20. [Hudson Bay](#) – 1.23 million km²
21. [Greenland Sea](#) – 1.205 million km²
22. [Somov Sea](#) – 1.15 million km²
23. [Mar de Grau](#) – 1.14 million km²
24. [Riiser-Larsen Sea](#) – 1.138 million km²
25. [Sea of Japan](#) – 1.05 million km²
26. [Argentine Sea](#) – 1 million km²
27. [East Siberian Sea](#) – 987,000 km²
28. [Lazarev Sea](#) – 929,000 km²
29. [Kara Sea](#) – 926,000 km²
30. [Scotia Sea](#) – 900,000 km²
31. [Labrador Sea](#) – 841,000 km²
32. [Andaman Sea](#) – 797,700 km²
33. [Laccadive Sea](#) – 786,000 km²
34. [Irminger Sea](#) – 780,000 km²
35. [Solomon Sea](#) – 720,000 km²
36. [Mozambique Channel](#) – 700,000 km²
37. [Cosmonauts Sea](#) – 699,000 km²
38. [Banda Sea](#) – 695,000 km²

1. [Baffin Bay](#) – 689,000 km²
2. [Laptev Sea](#) – 662,000 km²
3. [Arafura Sea](#) – 650,000 km²
4. [Ross Sea](#) – 637,000 km²
5. [Chukchi Sea](#) – 620,000 km²
6. [Timor Sea](#) – 610,000 km²
7. [North Sea](#) – 575,000 km²
8. [Bellingshausen Sea](#) – 487,000 km²
9. [Beaufort Sea](#) – 476,000 km²
10. [Red Sea](#) – 438,000 km²
11. [Black Sea](#) – 436,000 km²
12. [Gulf of Aden](#) – 410,000 km²
13. [Yellow Sea](#) – 380,000 km²
14. [Baltic Sea](#) – 377,000 km²
15. [Caspian Sea](#) – 371,000 km²
16. [Libyan Sea](#) – 350,000 km²
17. [Mawson Sea](#) – 333,000 km²
18. [Levantine Sea](#) – 320,000 km²
19. [Java Sea](#) – 320,000 km²
20. [Gulf of Thailand](#) – 320,000 km²
21. [Celtic Sea](#) – 300,000 km²
22. [Gulf of Carpentaria](#) – 300,000 km²
23. [Celebes Sea](#) – 280,000 km²
24. [Tyrrhenian Sea](#) – 275,000 km²
25. [Sulu Sea](#) – 260,000 km²
26. [Cooperation Sea](#) – 258,000 km²
27. [Persian Gulf](#) – 251,000 km²
28. [Flores Sea](#) – 240,000 km²
29. [Gulf of Saint Lawrence](#) – 226,000 km²
30. [Bay of Biscay](#) – 223,000 km²
31. [Aegean Sea](#) – 214,000 km²
32. [Gulf of Anadyr](#) – 200,000 km²
33. [Molucca Sea](#) – 200,000 km²
34. [Oman Sea](#) – 181,000 km²
35. [Ionian Sea](#) – 169,000 km²
36. [Gulf of California](#) – 160,000 km²
37. [Balearic Sea](#) – 150,000 km²
38. [Adriatic Sea](#) – 138,000 km²



Температура и соленость



Температура и соленость

Соленость Мирового океана

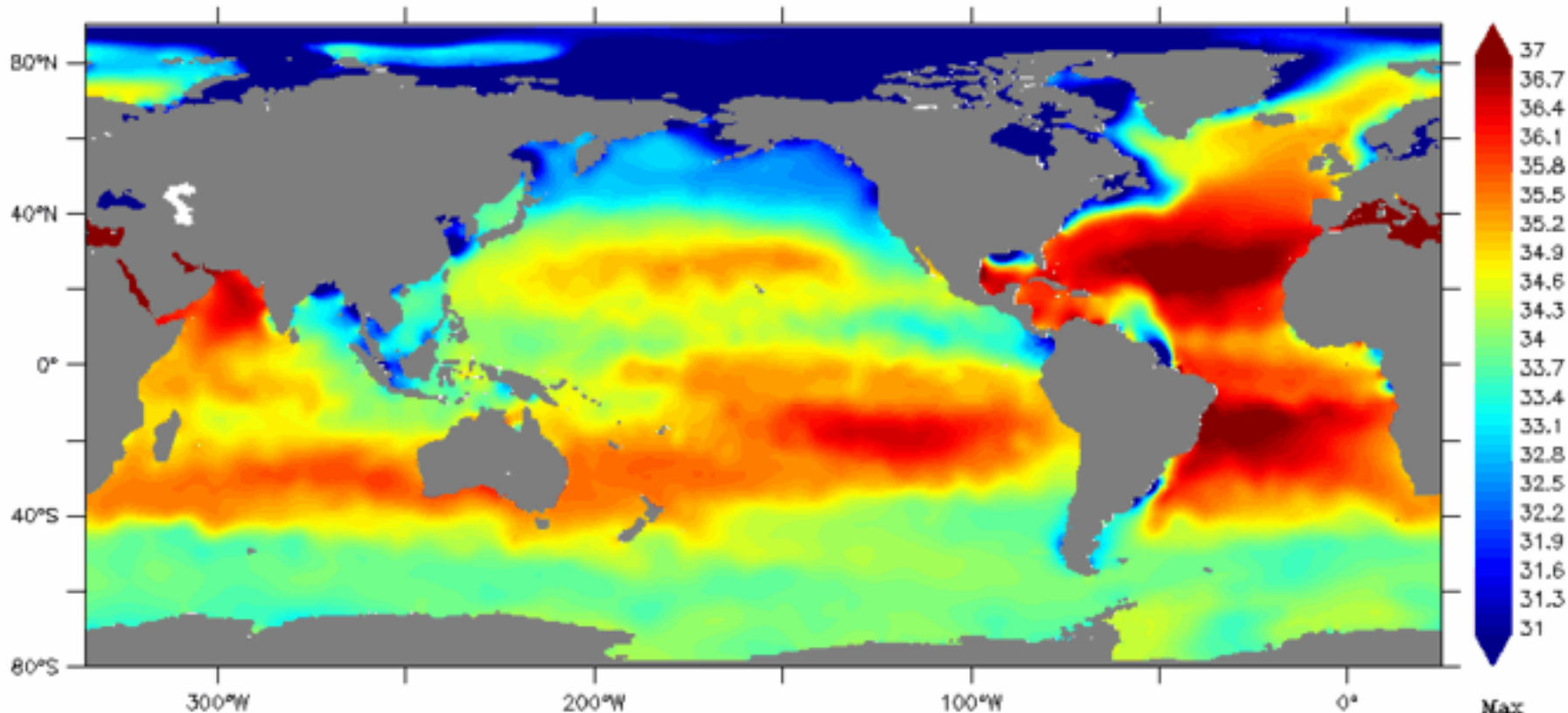
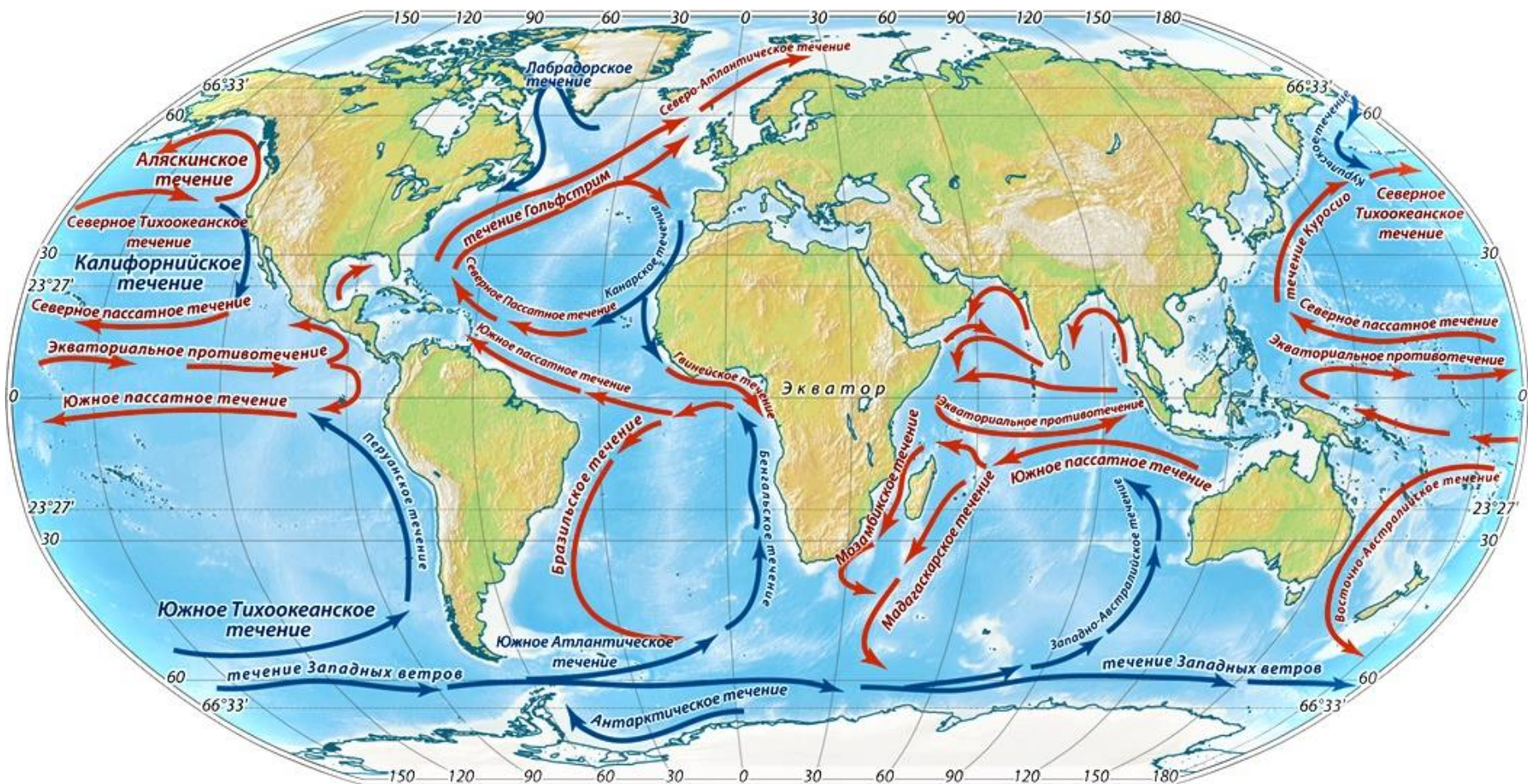


Таблица 1.1. Солевой состав морской и речной воды (Л. А. Жуков, 1976)

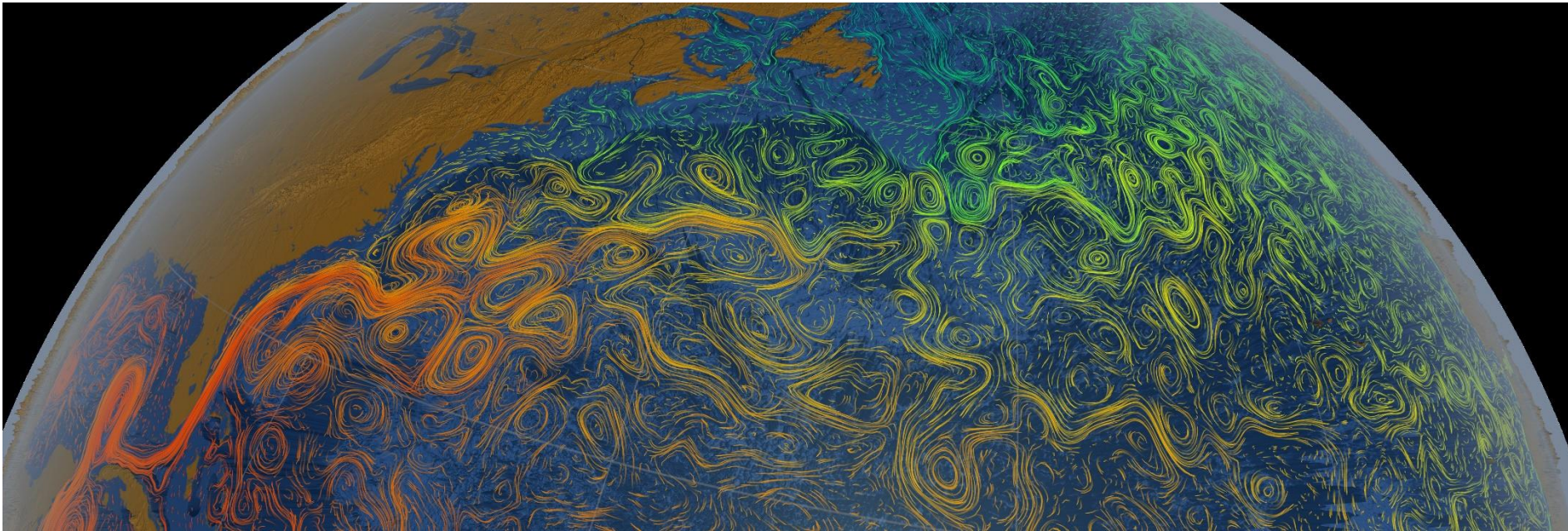
Соли	Концентрация %	
	морская	речная
Хлориды	88,65	5,2
Сульфаты	10,79	9,9
Карбонаты	0,34	60,1
Прочие	0,22	24,8
Сумма	100	100

Max
40.7
Min
3.3
Average
34.5

Течения в Мировом океане



Течения в Мировом океане



Процессы и явления в мировом океане

О том, как синоптические вихри в океанах формируют погоду на Земле и трудностях глубинных исследований

28 ноября 2021, 15:45 [Мария Шарковская](#), Специальный корреспондент

Морские течения

Колебания уровня, приливы

Волны в океане

Морские льды

Перемешивание и устойчивость

Синоптические вихри

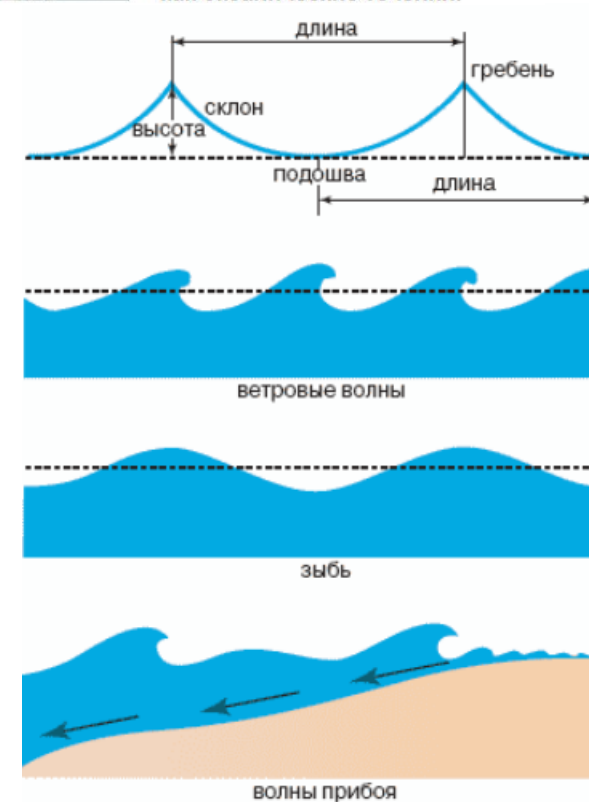
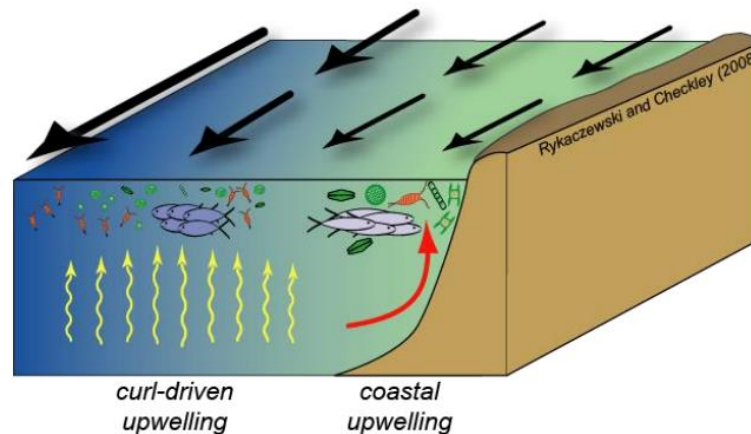
Водные массы

Акустика океана

Оптика океана



Человечество не сразу разобралось в том, как мировой океан влияет на формирования климата на Земле. Исследователи долго бились над познанием природы волн, затем изучали причины возникновения приливов и отливов. В какой-то момент было открыто и такое явление, как океанические течения.



Взаимодействие океана и атмосферы

Основные масштабы: мелкомасштабное взаимодействие (минуты, часы), среднемасштабное (синоптический масштаб сутки, сезон) и крупномасштабное (сезоны, годы).

Большинство океанологических процессов (термодинамика, формирование волнения и течений, колебания уровня моря, ледообразование и др.), оказывающих влияние на хозяйственную деятельность человека в океанах и морях, происходят в пограничном слое вода — воздух.

Тепловой баланс

Изменчивость во времени и в пространстве таких элементов режима моря, как температура воды, ледообразование и ледотаяние, является следствием непостоянства теплового баланса моря.

Уравнение теплового баланса моря имеет следующий вид:

$$Q_C + Q_D + Q_B + Q_X + Q_P + Q_K + Q_{OC} \pm Q_L \pm Q_{TO} \pm Q_T - Q_{эф} - Q_I - Q_a = \Delta Q \quad (1)$$

где Q_C - поглощенная солнечная радиация (прямая и рассеянная); Q_D - количество теплоты, поступающей от морского дна; Q_B — количество теплоты, выделяемое при диссипации кинетической энергии; Q_X — количество теплоты, выделяемое в результате химических процессов; Q_P — количество теплоты, приносимое речным стоком; Q_K — тепло, выделяемое при конденсации водяных паров; Q_L — количество теплоты, выделяемое в результате процессов ледообразования и ледотаяния; Q_{TO} — контактный теплообмен; Q_T — адвекция тепла течениями; $Q_{эф}$ — количество теплоты, теряемое в результате эффективного излучения (длинноволновая радиация); Q_a — альбедо морской поверхности; Q_{OC} - тепло, выделяемое при выпадении осадков; ΔQ — остаточное количество теплоты, идущей на локальное изменение температуры воды, Q_I — испарение.

Водный баланс

В морях, сообщающихся с океаном, средний уровень моря в течение продолжительного времени сохраняется неизменным, что говорит о том, что море теряет воды главным образом вследствие испарения столько же, сколько получает ее обратно в виде твердых и жидких осадков, т.е. соблюдается баланс воды. Полный водный баланс записывается в следующем виде:

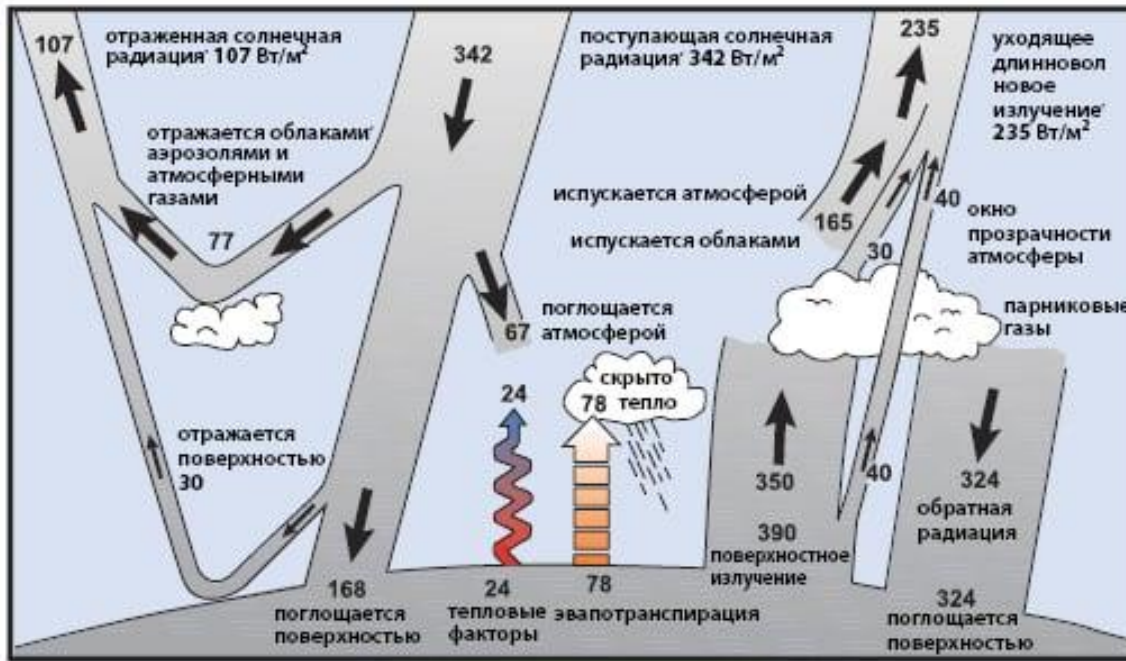
$$W_c - W_u + W_o \pm W_{eo} \pm W_{по} + W_k = 0, \quad (2)$$

где W_c — речной сток; W_o — осадки, выпадающие на поверхность моря; W_u — испарение с поверхности моря; W_{eo} — водообмен через проливы с океаном; $W_{по}$ — водообмен через дно моря; W_k — осадки, выпадающие в море вследствие конденсации водяных паров.

Космогелиогеофизические факторы

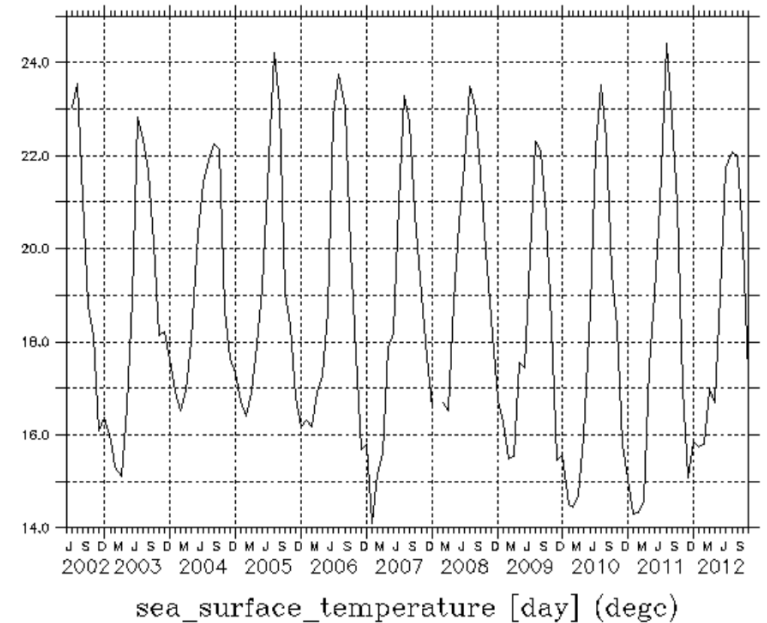
Учет космогелиогеофизических факторов осуществляется, как правило, при разработке долгосрочных прогнозов погоды и состояния поверхности морей и океанов.

Тепловой баланс и колебания температуры воды



: 30W(-30)
40N

DATA SET: MODIS Aqua monthly 4km



Опасные явления

Цунами в Японии



Лазаревское



Керченский пролив

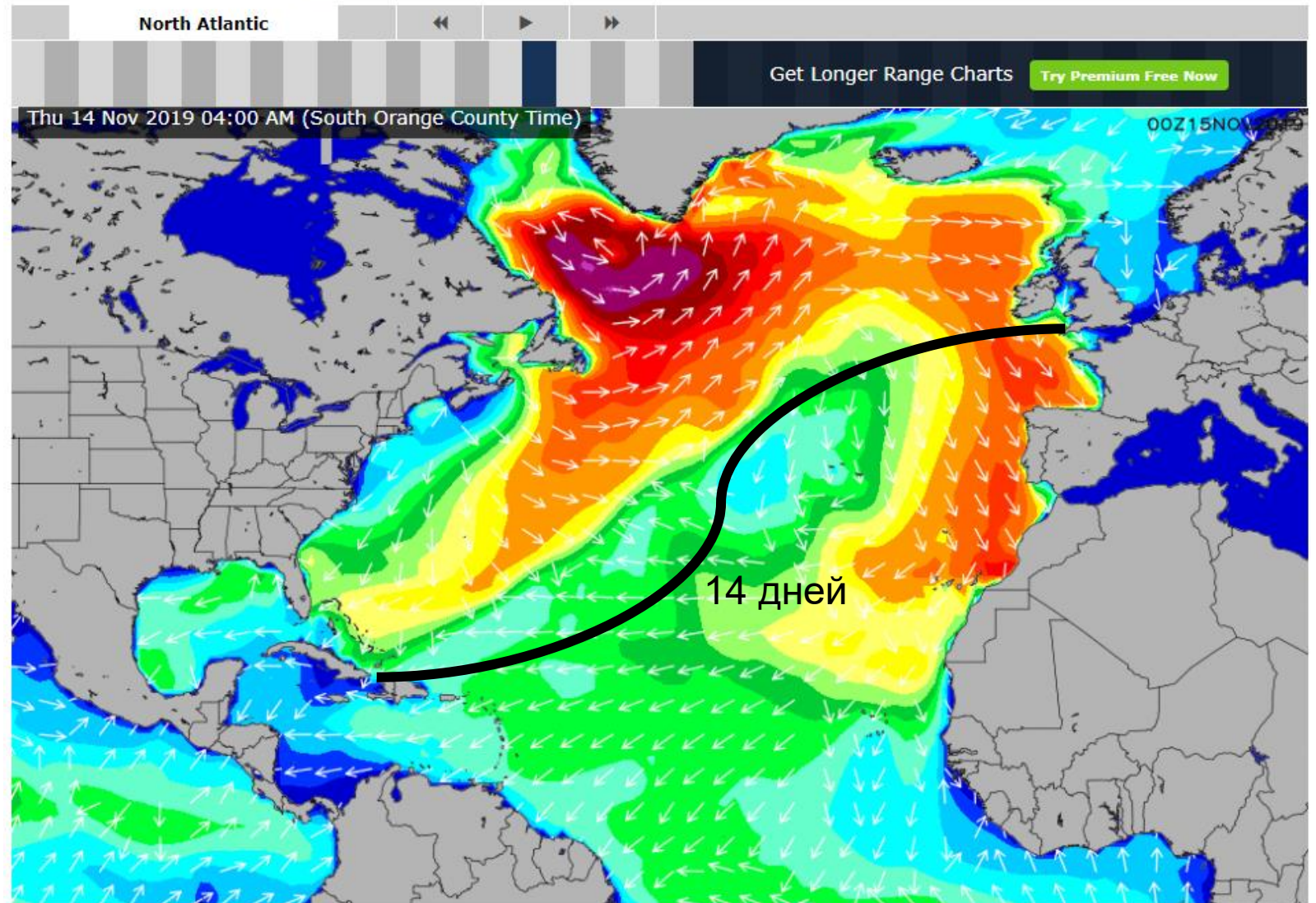


Имеретинский порт



Пример использования знаний об океане для экономии денег

North Atlantic Wave Height



Wave Height (meters)



Источники гидрометеорологических данных



Search by

- All Server Types ▾
- All Data Types ▾
- All Grid Types ▾
- All Time Coverages ▾
- Ocean ▾
- All Temporal Resolutions ▾

- Any/all variables
- Ocean temperature
- Salinity
- Nutrients
- Bathymetry
- SST
- Sea level
- Surface pressure
- Surface winds
- Precipitation
- Ocean currents
- Sensible heat flux
- Latent heat flux
- Short wave radiation
- Long wave radiation

Data

Search Dataset Titles:

- i** AMSR **LAS** **LAS 8** **OPeNDAP** **DChart** **ERDDAP**
- i** Aquarius SS Salinity V4/V5 **LAS** **LAS 8** **OPeNDAP** **DChart** **ERDDAP** Remote rate:
- i** Aquarius OISSS V5.0 (IPRC gridded products) **LAS** **LAS 8** **OPeNDAP** **DChart** **ERDDAP**
- i** Argo **OPeNDAP** **DChart** **ERDDAP**
- i** Argo (IPRC Argo products) **LAS** **LAS 8** **OPeNDAP** **DChart** **ERDDAP**
- i** AVISO TOPEX/ERS/Jason1 merged **LAS** **LAS 8** **OPeNDAP** **DChart** **ERDDAP**
- i** CSIRO Atlas of Regional Seas (CARS) **LAS** **LAS 8** **OPeNDAP** **DChart** **ERDDAP**
- i** CliPAS Hindcast **OPeNDAP**
- i** CMIP5 (uniform lat/lon grid) **LAS** **LAS 8** **OPeNDAP** **ERDDAP**
- i** COADS (iCOADS version 3.0) **LAS** **LAS 8** **OPeNDAP** **DChart** **ERDDAP**
- i** Data Assimilation System of KIOST (DASK) **LAS** **LAS 8** **OPeNDAP** **DChart** **ERDDAP**
- i** ECBilt-CLIO Transient climate simulation **LAS** **LAS 8** **OPeNDAP** **DChart** **ERDDAP**
- i** ECCO-V4r4 Model Simulation **LAS** **LAS 8** **OPeNDAP** **DChart** **ERDDAP**
- i** ECCO2-JPL Model Simulation (cube92 & local subset) **LAS** **LAS 8** **OPeNDAP** **DChart** **ERDDAP**
- i** ECMWF ERA5 **LAS** **LAS 8** **OPeNDAP** **DChart** **ERDDAP**
- i** FCMWF FRA-Interim **LAS** **LAS 8** **OPeNDAP** **DChart**

Maritime Shipping Routes and Strategic Locations



Маршруты судов

Платформа Кацивели



Метеостанция на острове Белый

Ледовая карта по спутниковым данным



Буи Арго

