

Гидросфера

Гидросфера – водная оболочка Земли, т. е. вся вода нашей планеты в твердом, жидком и газообразном состояниях.

Благодаря лучистой энергии Солнца и силе тяжести все воды на Земле тесно взаимосвязаны и образуют единый *круговорот воды в природе*.

Общий объем вод гидросферы составляет 1,4 млрд км³, в том числе:

Мировой океан (моря и океаны)

- около 96,5% вод гидросферы
- 361 млн км² площади земного шара (71%)
- объем воды – 1338000000 км³
- средняя глубина – 3700 м, максимальная глубина – 11022 м (Марианский желоб)
- океаны: Тихий, Атлантический, Индийский, Сев. Ледовитый (некоторые ученые выделяют пятый – Южный океан)

ледники и постоянные снега – около 1,74% вод гидросферы

подземные воды – около 1,72%

озера – около 0,013%

почвенная влага – около 0,001%

болота – около 0,0008%

водохранилища – около 0,0004%

реки – около 0,0002%

вода в атмосфере – 0,001%

Общие запасы воды – 1389,5 млн км

Общие запасы пресных вод – 35,8 млн км³ (2,57% вод гидросферы)

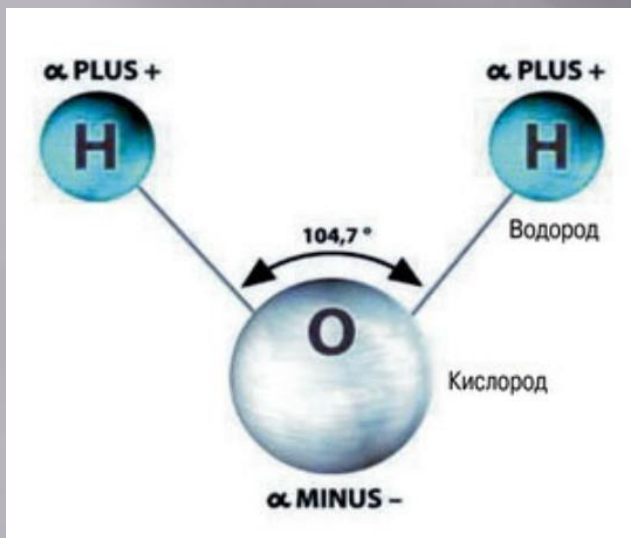
68.7% - воды ледников

30.1% - пресные подземные воды

0.006% - речная вода

Распределение суши и воды на земном шаре

Поверхность земного шара	Северное полушарие		Южное полушарие		Земля в целом	
	в млн км ²	в %	в млн км ²	в %	в млн км ²	в %
Суша	100	39	49	19	149	29
Вода	155	61	206	81	361	71
Всего	255	100	255	100	510	100



Строение молекулы воды

Физико-химические свойства воды:

- точка таяния - 0° , точка кипения - 100° (может замерзнуть при температуре 100°C и оставаться в жидком состоянии при -68°C , в зависимости от содержания кислорода и атмосферного давления);

- пресная вода не имеет запаха, цвета и вкуса; морская вода обладает вкусом, цветом и может иметь запах;

- в естественных условиях только вода встречается в трех агрегатных состояниях: твердом (лед), жидком (вода) и газообразном (водяной пар);

- морская вода при давлении в одну атмосферу и при солености 35‰ имеет температуру замерзания около

- $-1,9^{\circ}\text{C}$ и температуру кипения $100,55^{\circ}\text{C}$;

- температура кипения зависит от атмосферного давления: чем больше высота над Землёй, тем она меньше;

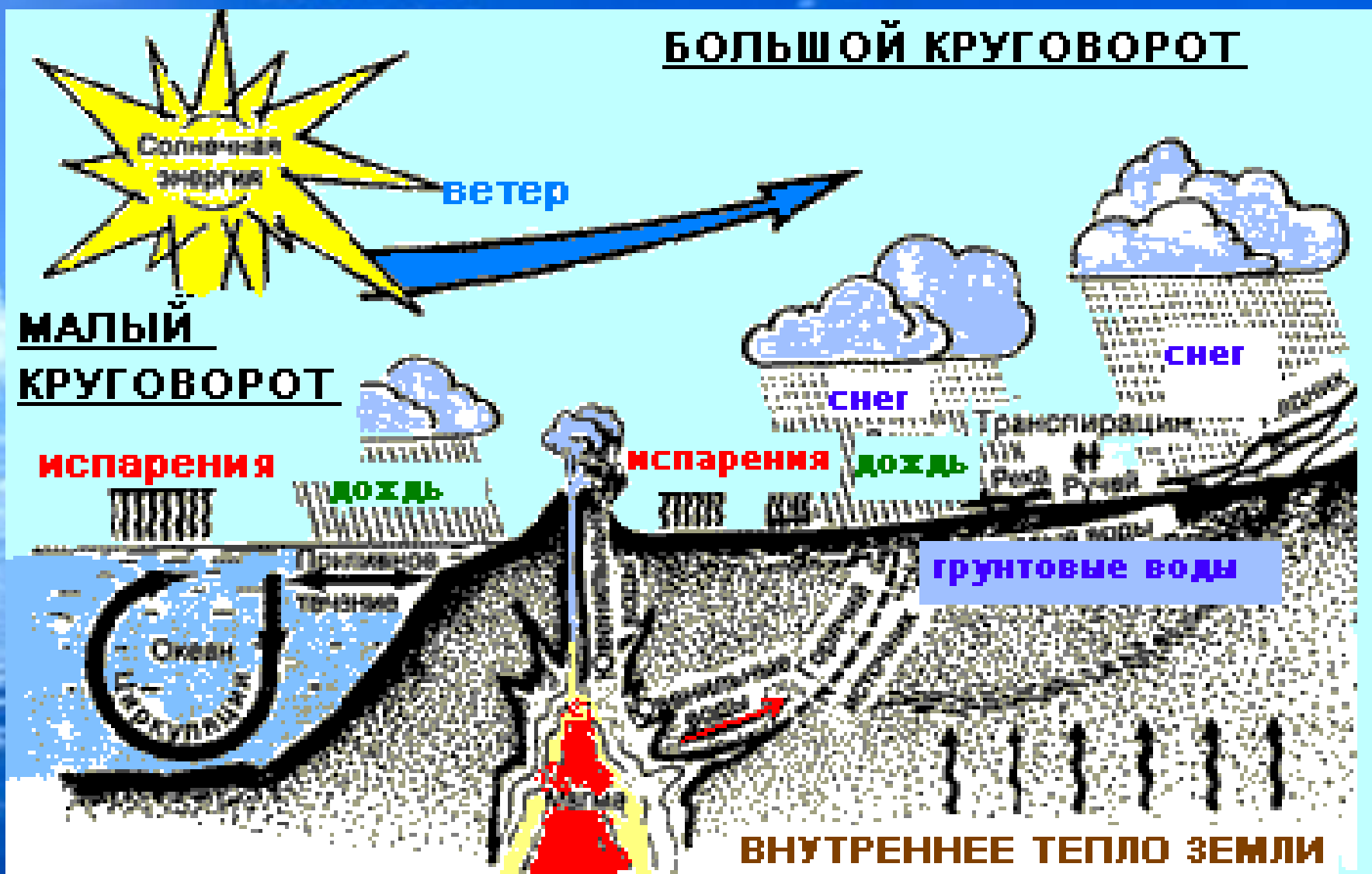
- растворяет больше солей и прочих веществ, чем любое другое вещество; химически стойкое вещество, которое трудно окислить, сжечь или разложить на составные части; вода окисляет почти все металлы и разрушает даже самые стойкие горные породы

- при замерзании вода расширяется, увеличивая свой объем, примерно, на 10%;

- плотность пресной воды составляет $1,0\text{ г/см}^3$, морской — $1,028\text{ г/см}^3$ (при солености 35‰), пресного льда — $0,91\text{ г/см}^3$;

- большая удельная теплоемкость

БОЛЬШОЙ КРУГОВОРОТ



Круговорот воды в природе

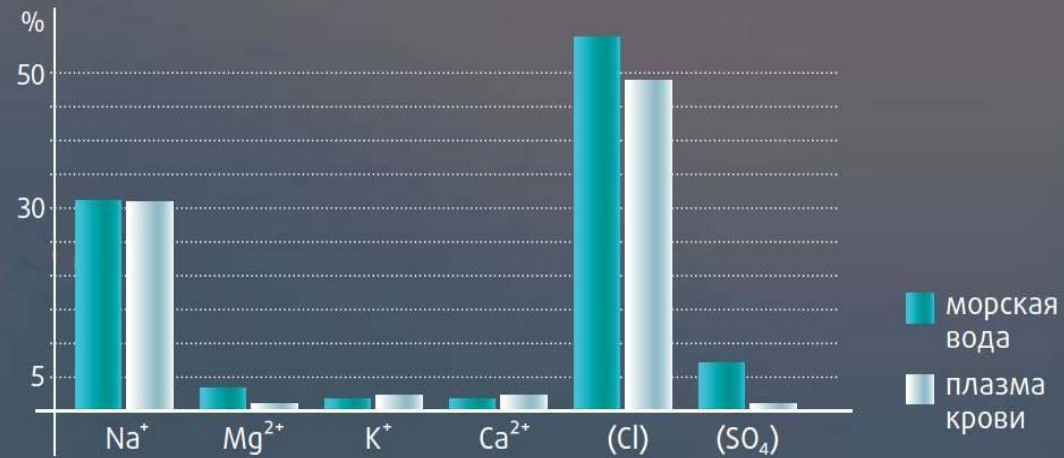
Части гидросферы	Объем			Продолжительность условного водообмена
	тыс. км ³	% от общего объема	% от объема пресных вод	
Мировой океан	1338000	96,5	—	2 500 лет
подземные воды	23 700	1,72	30,9	от 1 400 и до 10 000 лет в зоне вечной мерзлоты
ледники	26 064	1,74	68,7	9 700 лет
озера	176	0,013	0,26	17 лет
почвенная влага	16,5	0,001	0,05	1 год
воды атмосферы	12,9	0,001	0,037	8 суток
болота	11,5	0,0008	0,033	5 лет
водохранилища	6,0	0,0004	0,016	0,5 года
реки	2,0	0,0002	0,006	16 суток

Объем воды и активность водообмена различных частей гидросферы

Мировой океан (океаносфера) — единая непрерывная водная оболочка Земли, которая включает океаны и моря; она покрывает около 2/3 всей поверхности Земли.



Основные элементы, содержащиеся в морской воде и плазме крови человека



Средний химический состав морской воды

Элемент	%	Элемент	%	Элемент	%	Элемент	%
O	85,70	F	$1,3 \cdot 10^{-4}$	Sn	$3,0 \cdot 10^{-7}$	As	$1,3 \cdot 10^{-8}$
H	10,80	Si	$3,0 \cdot 10^{-5}$	U	$3,0 \cdot 10^{-7}$	Ge	$6,0 \cdot 10^{-9}$
Cl	1,90	Rb	$2,0 \cdot 10^{-5}$	V	$3,0 \cdot 10^{-7}$	Se	$4,0 \cdot 10^{-9}$
Na	1,05	Li	$1,5 \cdot 10^{-5}$	Ni	$2,0 \cdot 10^{-7}$	Ga	$3,0 \cdot 10^{-9}$
Mg	$1,3 \cdot 10^{-1}$	N	$1,0 \cdot 10^{-5}$	Mn	$2,0 \cdot 10^{-7}$	Pb	$3,0 \cdot 10^{-9}$
S	$8,8 \cdot 10^{-2}$	P	$7,0 \cdot 10^{-5}$	Ti	$1,0 \cdot 10^{-7}$	Ho	$3,0 \cdot 10^{-9}$
Ca	$4,0 \cdot 10^{-2}$	I	$5,0 \cdot 10^{-6}$	Co	$5,0 \cdot 10^{-7}$	Th	$1,0 \cdot 10^{-9}$
K	$3,8 \cdot 10^{-3}$	Ba	$2,0 \cdot 10^{-6}$	Cs	$3,7 \cdot 10^{-7}$	Au	$4,0 \cdot 10^{-10}$
Br	$6,5 \cdot 10^{-3}$	Fe	$1,0 \cdot 10^{-6}$	Y	$3,0 \cdot 10^{-8}$	La	$2,9 \cdot 10^{-10}$
C	$2,8 \cdot 10^{-3}$	Al	$1,0 \cdot 10^{-6}$	Ag	$3,0 \cdot 10^{-8}$	Cl	$1,3 \cdot 10^{-10}$
Sr	$0,8 \cdot 10^{-3}$	Mo	$1,0 \cdot 10^{-6}$	Bi	$2,0 \cdot 10^{-8}$	Eu	$1,0 \cdot 10^{-10}$
B	$4,6 \cdot 10^{-4}$	Cu	$3,0 \cdot 10^{-7}$	Su	$1,0 \cdot 10^{-8}$	Ra	$1,0 \cdot 10^{-14}$

Состав природных вод

СОСТАВ ПРИРОДНЫХ ВОД (% по массе)

Морская вода				Речная вода			
Катионы		Анионы		Катионы		Анионы	
Na ⁺	1,08	Cl ⁻	1,94	Ca ²⁺	0,0013	HCO ₃ ⁻	0,0059
Mg ²⁺	0,13	SO ₄ ²⁻	0,27	Na ⁺	0,0005	SO ₄ ²⁻	0,0012
Ca ²⁺	0,04	S ²⁻	0,09	Mg ²⁺	0,0003	Cl ⁻	0,0006
K ⁺	0,04	HCO ₃ ⁻	0,01	K ⁺	0,0002	S ²⁻	0,0004

Главные растворенные в морской воде элементы образуют соединения, основные из которых:

хлориды (NaCl , MgCl) — 88,7%, придают морской воде горьковато-соленый вкус;
сульфаты (MgSO_4 , CaSO_4 , K_2SO_4) — 10,8%;
карбонаты (CaCO_3) — 0,3%.

В пресной воде больше всего карбонатов (60,1%) и меньше всего хлоридов (5,2%).

В верхних слоях океана в каждом литре воды в среднем содержится, приблизительно, 50 мл углекислого газа, 13 – азота, от 2 до 8 кислорода, 0,32 мл аргона и незначительные количества других газов.

Соленость воды Мирового океанов, в среднем, составляет 34,69г/кг или 34,69‰ промилле .

75% всех вод Мирового океана имеют соленость от 34,5 до 35,0‰ (средняя величина), но распределяется она неравномерно и зависит от количества выпадающих осадков, испарения, близости устьев крупных рек, таяния льдов и т.д.

В 1 км³ морской воды содержится около 40 т растворенных твердых веществ.

Соленость морей

- Красное море 42‰ (310 ‰)
- Черное море 18‰
- Балтийское море 11‰ (2-3 – 13 – 30‰)
- Берингово море 33‰
- Азовское море 14‰
- Средиземное 39,5‰
- Баренцево море 34‰



Океанская вода обладает слабой щелочной реакцией с рН, примерно, 7.5-8.5. Уровень такой щелочности поддерживается равновесием между карбонатом кальция осадков и растворённым в воде его бикарбонатом $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

Вода в океанах прогревается только в поверхностном слое, поэтому лишь 8% океанских вод теплее $+10^{\circ}\text{C}$, а больше 50% имеет температуру ниже $+2,3^{\circ}\text{C}$.

Плотность вод Мирового океана зависит от температуры, солености и давления. Плотность воды возрастает с глубиной, что определяет стратификацию водной толщи.

Давление в океанских водах возрастает на 1 атм. на 10 м глубины.

Вода океанов и морей находится в непрерывном движении. Поверхностная циркуляция зависит в основном от ветров нижней части атмосферы, влияющих на перемещение воды в самом верхнем слое. Характер циркуляции обусловлен перемещением атмосферы и вращением Земли.

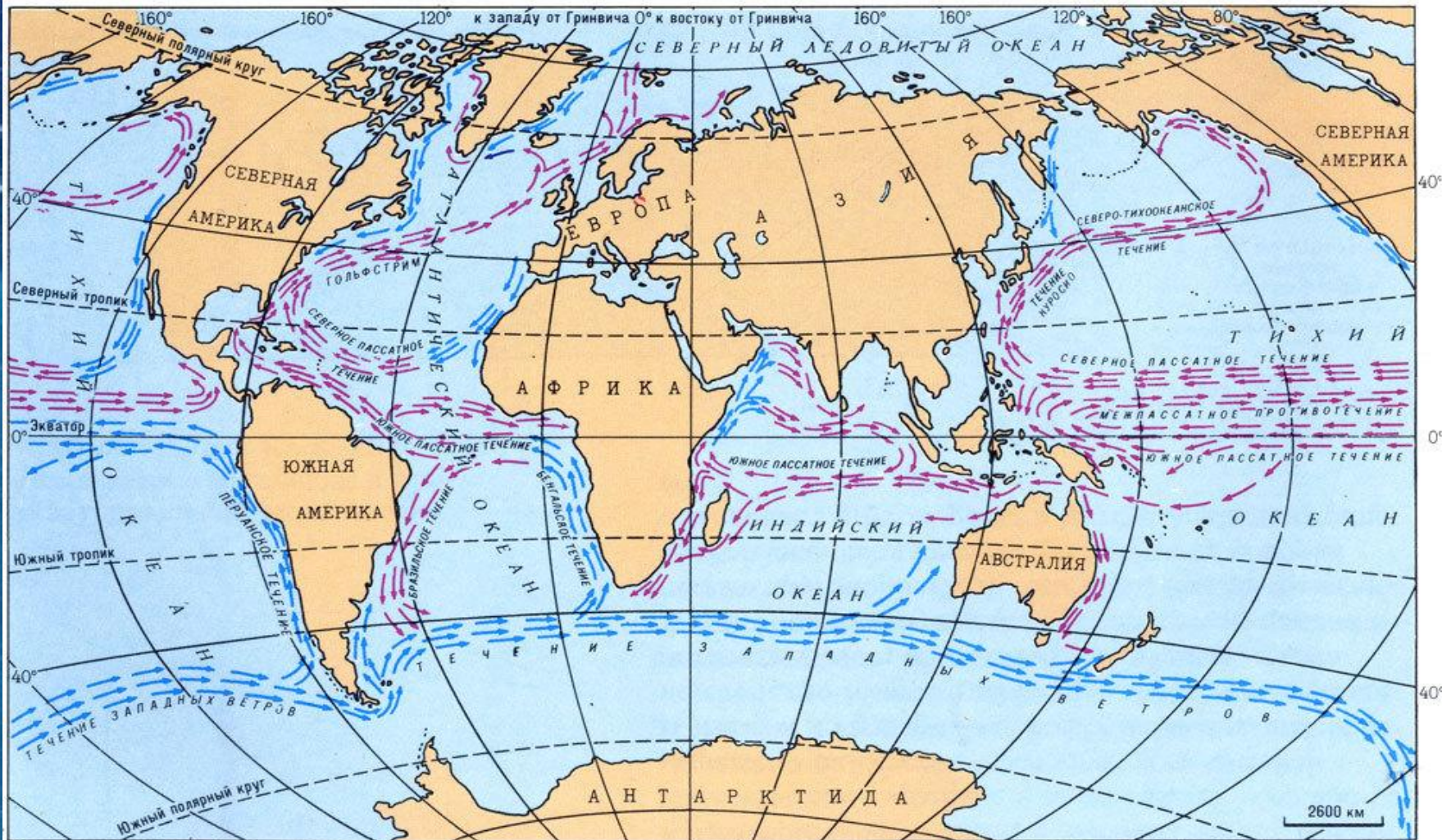
Движущей силой глубинной циркуляции является разница в плотности вод, обусловленная их охлаждением в высоких широтах, опусканием в придонные глубоководные области, а на смену этим холодным водам из низких широт поступают более нагретые воды.



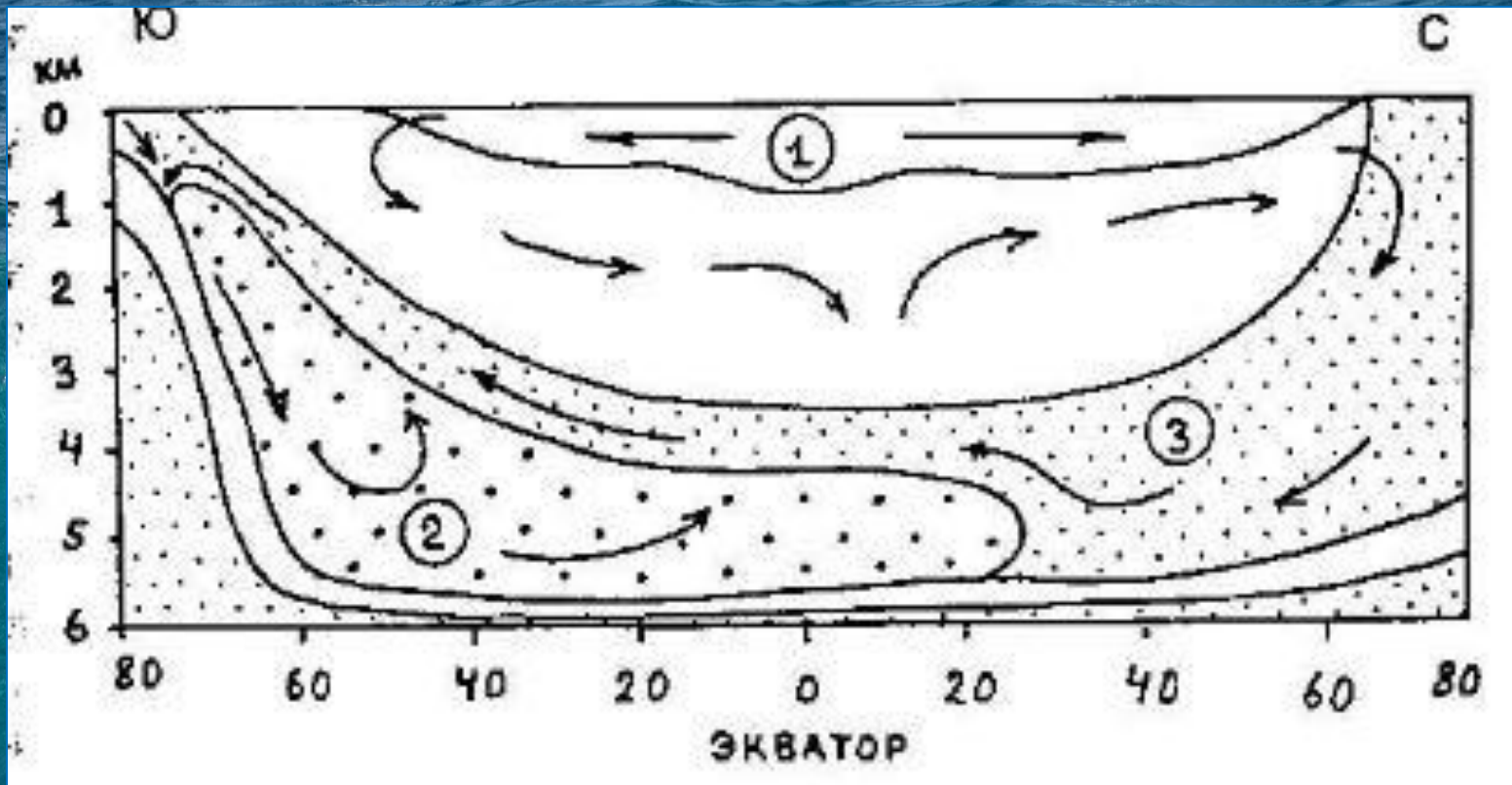
Теплые течения



Холодные течения



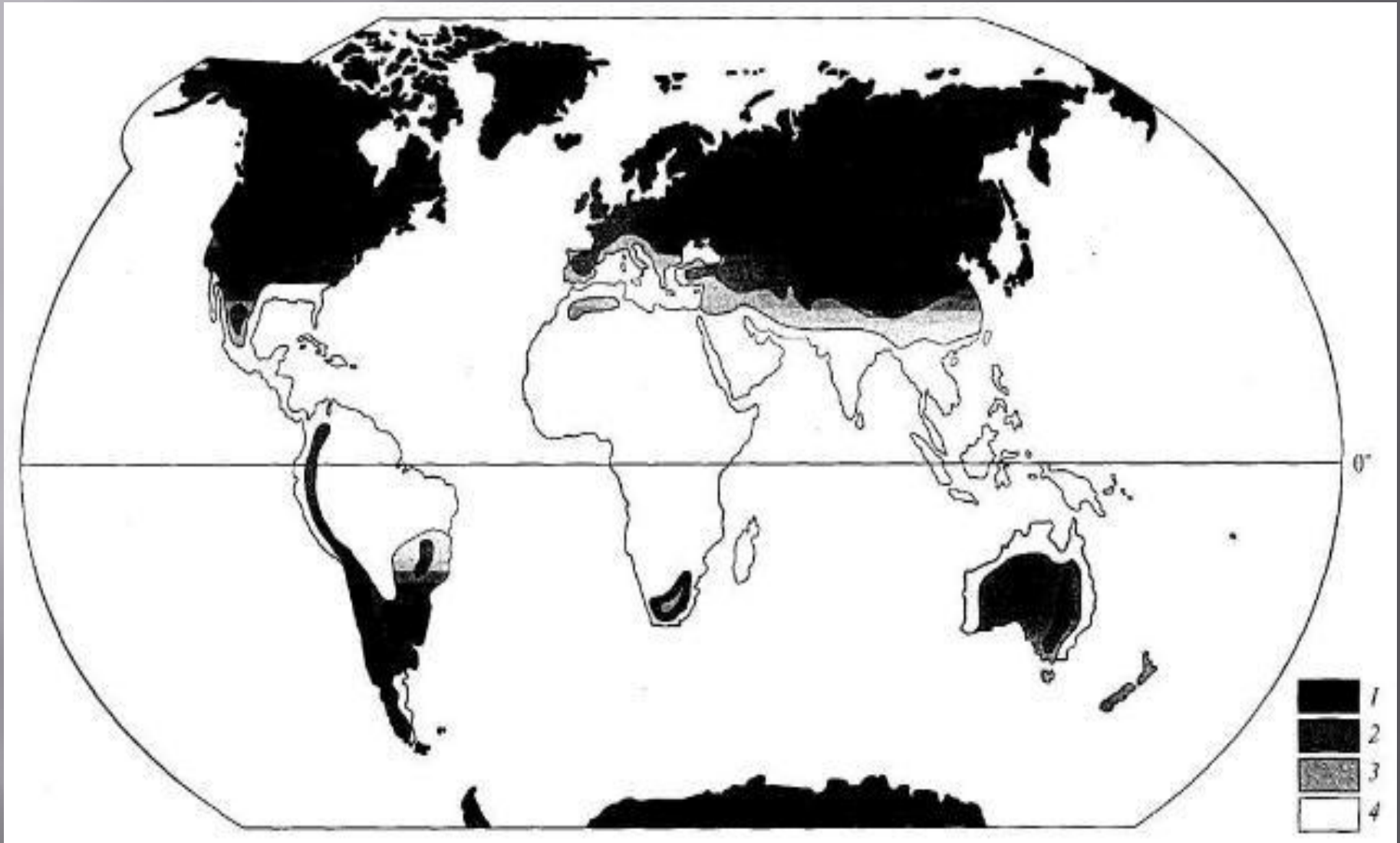
Главные поверхностные течения Мирового океана



Распределение течений воды в продольном разрезе Атлантического океана.
 Холодные Арктические и Антарктические воды располагаются в глубоких частях океана.
 1- тёплые экваториальные воды; 2 – холодные плотные воды периферии Антарктиды;
 3- холодные Арктические воды

Криосфера - прерывистая и непостоянная по конфигурации оболочка Земли в зоне теплового взаимодействия атмосферы, гидросферы и литосферы с отрицательными или нулевыми температурами, при которых вода находится в твердой фазе (лед, снег, иней, мерзлота) или в переохлажденном состоянии.





Криосфера земного шара (Мир географии, 1984):

- 1 — область многолетнемерзлых горных пород и ледяных покровов;**
- 2 — области систематического сезонного промерзания почвы;**
- 3 — области кратковременного и несистематического промерзания почвы;**
- 4 — области, лишённые промерзания почвы**

Криолитосфера — зона многолетнемерзлых горных пород; вмещает лед наземного оледенения и лед мерзлой части литосферы; нижняя граница криолитосферы достигает 4-5 км в Антарктиде



Криогидросфера — зона плавучих пресноводных и морских льдов

Гляциосфера представлена поверхностным оледенением

Хионосфера — зона отрицательных температур в атмосфере; часть тропосферы, где годовое количество твердых осадков превышает их убыль. На поверхности суши при благоприятных условиях рельефа возможно зарождение и существование снежников и ледников. Нижняя граница называется снеговой линией; снеговая линия в Альпах - 2600-2700 м.



Вечная мерзлота — это часть земной коры, которая характеризуется средней нулевой или отрицательной температурой.

Площади, занятые вечной мерзлотой, составляют 14% суши; из них 4,7% находится в Южном полушарии, 95,7% расположены в Северном, главным образом, на северо-востоке Евразии, в Канаде, на островах Арктики и в Гренландии.

Максимальной мощности (1500 м) слой вечной мерзлоты достигает в верховьях р. Марха (приток Вилюя, Якутия).



р. Марха



Распространение многолетней мерзлоты.



Районы со сплошным распространением многолетней мерзлоты



Районы с участками многолетней мерзлоты



Районы распространения многолетней мерзлоты с талыми грунтами



Районы, лишенные многолетней мерзлоты



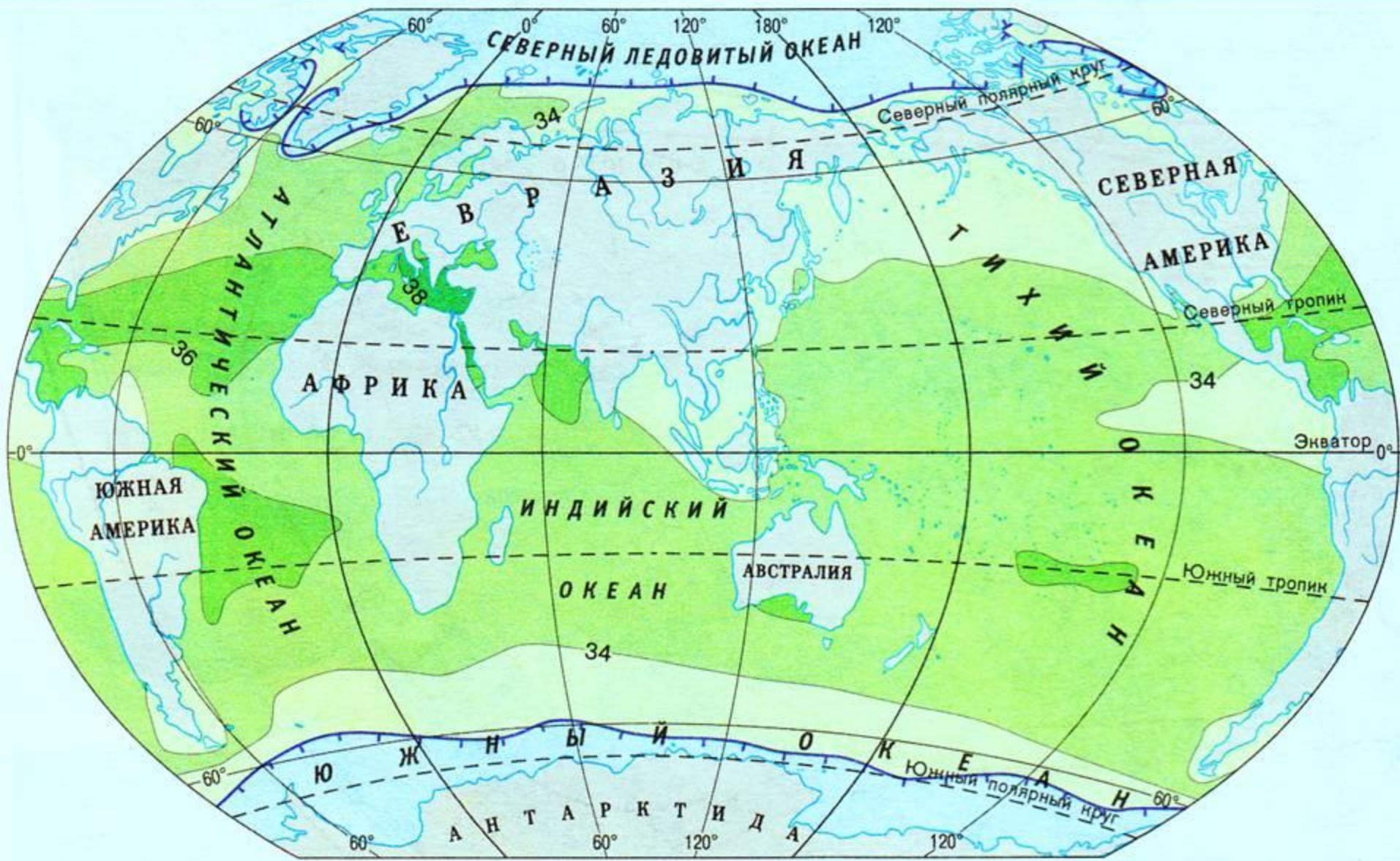
✓ Объем современных ледников составляет $24\ 106\ \text{км}^3$ (примерно, 10% всей площади суши). Если распределить этот объем равномерно по поверхности суши, она окажется под ледяным покровом толщиной 182 м

✓ Таяние этих льдов поднимет уровень Мирового океана на 50-60 м и приведет к затоплению, примерно, 20 млн. км^2 суши

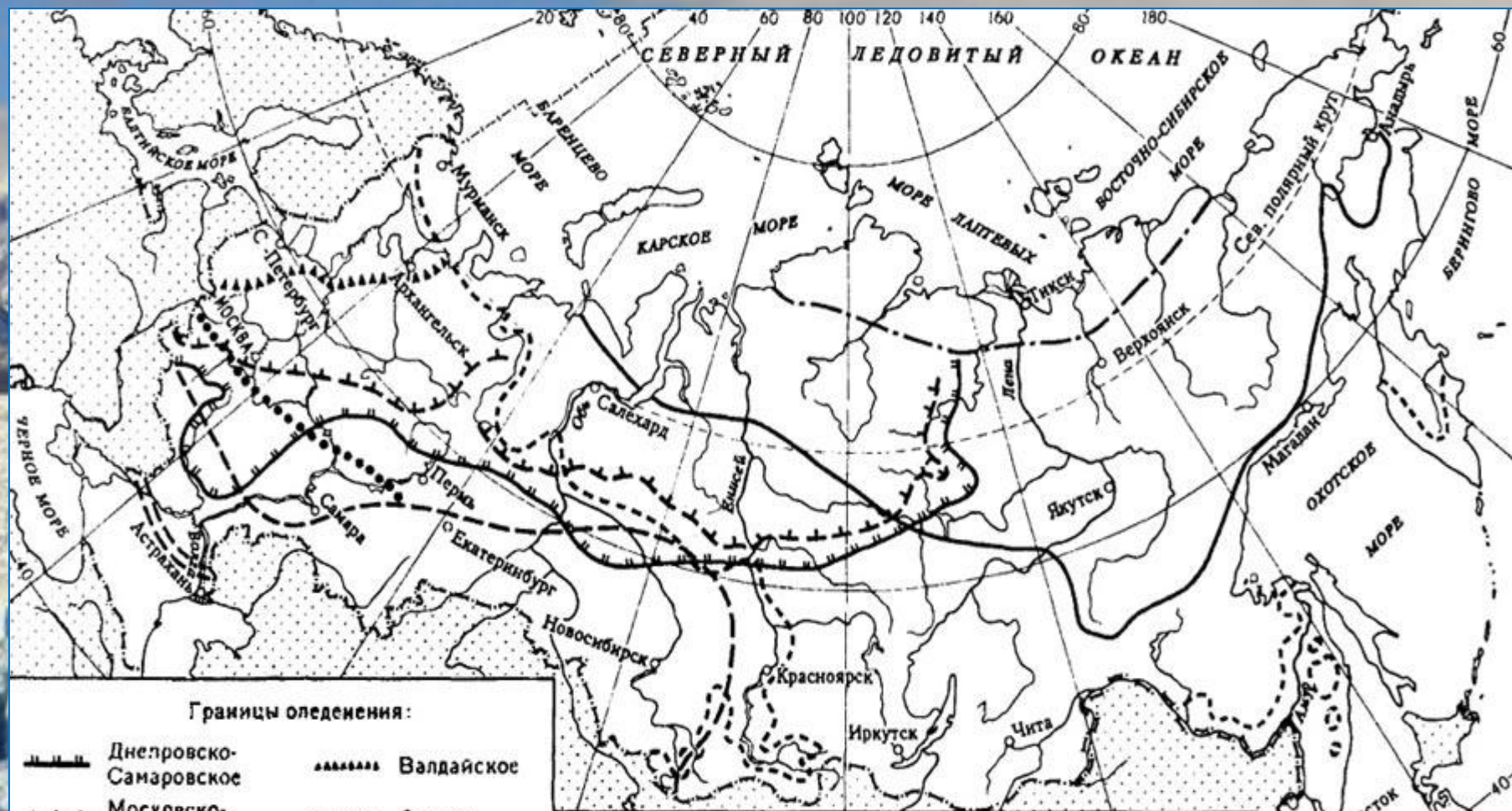
✓ Общий объем льдов на Земле в 32 раза превышает массу всех поверхностных вод суши

✓ 11% ледникового льда находится в Гренландии, 85,6% - в Антарктиде, 3,4% - в горных и субполярных районах





Средняя граница распространения льдов в океане





Масштаб 1 : 300 000 000







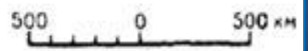
Границы оледенения:

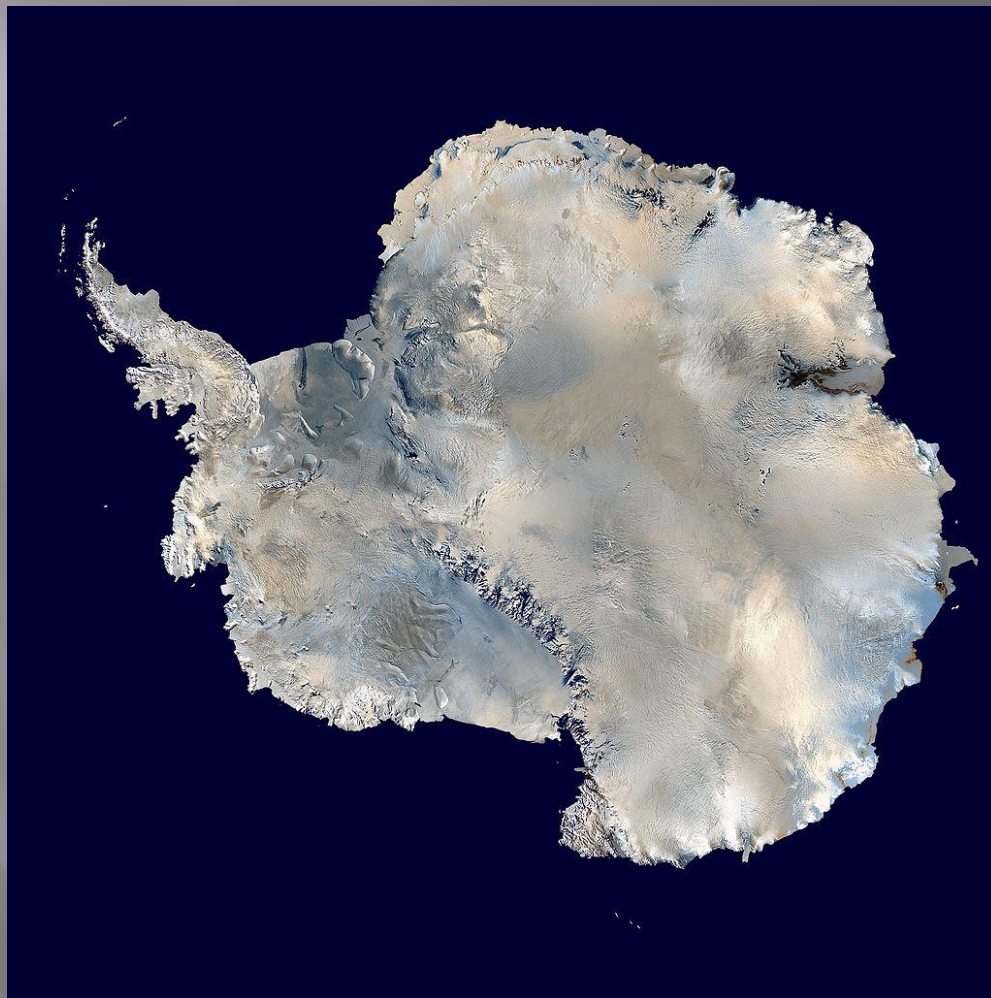
-  Днепровско-Самаровское
-  Московско-Тазовское
-  Валдайское
-  Окское

Южные границы подземного оледенения

-  а) в эпоху максимального оледенения
-  б) в эпоху Валдайского оледенения

-  Современное распространение многолетней мерзлоты
-  Граница распространения сплошной устойчивой многолетней мерзлоты (на глубине 5-10 м, устойчивая температура до -10°C)
-  Граница распространения мощных толщ многолетнемерзлых пород с отдельными таликами (на глубине 5-10 м, температура до -5°C)
-  Южная граница распространения островной многолетней мерзлоты (на глубине 5-10 м, температура до -1°C)





Снимок Антарктиды со спутника NASA

Роль ледяного покрова

Вода в твердом состоянии играет важную роль в реализации влаго- и теплообмена земной поверхности.

1. Ледяной и снежный покровы участвуют в энергетическом бюджете Мирового океана.

Чистая вода поглощает около 80 % поступающей радиации, морской лед может отражать до 80 % и более. Вследствие этого суша и океаны получают меньше солнечной радиации, так как значительная часть ее отражается ледяной поверхностью.

2. Образование морского льда в значительной мере уменьшает взаимодействие океана с атмосферой, задерживая распространение конвекции в глубь океана.

3. Прямые и рассеянные лучи Солнца легко проходят через ледяной покров и, достигая верхнего слоя воды, почти целиком поглощаются. Обратной отдачи подледной водой тепла в атмосферу не происходит, так как лед задерживает длинноволновое излучение и создает, подобно стеклу, парниковый эффект. Благодаря этому, лед не только предохраняет лежащие под ним слои воды от охлаждения, но и способствует их нагреванию.

4. В покрытых льдом полярных областях процессы переноса тепла и скрытой теплоты парообразования, важнейшие в тепловом балансе океана, фактически останавливаются. В итоге разность температур атмосферы между тропиками и полярными областями резко увеличивается. Это приводит к более энергичной циркуляции в глобальной системе ветров, что, в свою очередь, обуславливает более мощный атмосферный теплоперенос к полюсам.

Снеговая линия

- Основное условие существования ледников - постоянные низкие температуры в течение большей части года, при которых накопление снега преобладает над его таянием
- Граница, выше которой снег не стаивает полностью даже летом из-за недостатка тепла, называется климатической **снеговой линией**
- На Шпицбергене снеговая линия проходит на высоте около 460 м над уровнем моря, на вулкане Поучата в Южной Америке - 6120 м, в Гималаях - от 4900 до 6000 м, в Экваториальной Африке (Килиманджаро) - на 5200 м, на Кавказе 2700 - 3800 м.



Снеговая граница



Подшва горы