

Лекция 7

Океаны

1. Особенности гидрохимия океана

Химический состав открытой океанической воды от других видов природных вод существенно отличается двумя признаками:

1 – прежде всего, устойчивым обратным по сравнению с континентом соотношением между главными ионами: $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{CO}_3^{2-}$, и $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+$. Отмеченное постоянство океанической воды нарушается лишь во внутренних морях, заливах, лагунах и при значительном опреснении под влиянием внешних факторов, например притоков крупных рек. Соотношение между основными компонентами, образующими солевой состав морской воды во всех океанах, остается практически постоянным, в то время как общая солевая концентрация имеет значительные колебания. Между приходной и расходной частями солевого баланса океана имеется динамическое равновесие, которое определяется взаимодействием океана и окружающей средой и процессами, протекающими в самом океане.

2 – в отличие от других видов природных вод в океанической воде присутствуют в заметных количествах ионы брома, фтора, бора и стронция, которые наряду с Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} и Mg^{2+} могут быть отнесены к главным компонентам сухого остатка.

Для выражения общей концентрации солей в океане пользуются так называемой *соленностью*, которая выражается через концентрацию самого распространенного иона в морской воде – хлора. По своей величине хлорная соленность практически равна сумме главных ионов: Она выражается в промилле и определяется из уравнения: $s = 0,03 + 1,805 \text{ Cl}$, где s выражает общую массу солей (в г) на 1 кг морской воды; Cl – массу хлора (в г) на 1000 г морской воды.

Соленость океанической воды непостоянна в различных частях океана и на разных глубинах и определяется разными условиями: количеством атмосферных осадков, материкового стока, выпадением солей в осадок, потреблением биотой и т. д.

Средняя соленость поверхности Мирового океана равна 34,7 г/кг, колебания составляют от 32 до 37,5. Наибольшая соленость отмечается в тропической зоне, наименьшая – в Арктическом бассейне.

Указанная зональность солености океанической воды нарушается постоянно действующими морскими течениями, такими как Гольфстрим, Лабрадорское и др. В большинстве океанов соленость с глубиной уменьшается.

Таблица 3

Главные составные части морской воды

Химические соединения	% всей массы солей
Хлориды:	(88,64)
хлористый натрий (соленый вкус)	77,758
хлористый магний (горький вкус)	10,878
Сульфаты:	(10,802)
сернокислый магний	4,737
сернокислый кальций	3,600
сернокислый калий	2,465
Карбонаты:	(0,532)
углекислый магний	0,315
бромистый магний	0,217
Другие вещества	(0,026)

2. Биофильные элементы в морской воде (фосфор, нитраты)

Наиболее обеднена фосфором верхняя, приповерхностная зона, где развиты процессы фотосинтеза. Содержание фосфора с глубиной увеличивается. В поверхностной зоне отмечается сезонное колебание концентраций фосфора. Так, поверхностная вода в Средиземном море и в Атлантическом) в летнее время почти полностью лишена фосфатов. Сезонные колебания в содержании фосфатов установлены в Баренцевом

море. В летнее время концентрация фосфора в верхнем слое практически равна нулю. С осени начинается восстановление запаса и к концу зимы фосфор распределяется равномерно от поверхности до дна и составляет 40-50 мг P_2O_5 на 1 м³.

Содержания нитратов в океанической воде невелики, распределение их аналогично фосфатам как по площади, так и по глубине. В поверхностной зоне отмечаются также сезонные колебания, вызванные поглощением его живыми организмами. Исследованиями, проведенными в Ламанше, обнаружены совершенно закономерные сезонные колебания нитратов. В течение зимних месяцев концентрация их во всей толще воды от поверхности до дна достигает 60-70 мг/м куб. Весной происходит уменьшение содержания нитратов в поверхностных слоях, к августу истощение запасов нитратов захватывает все слои и концентрация их падает почти до нуля даже в глубинной зоне. С осени регенерация нитратов в придонной воде начинает идти быстрее, чем потребление их растениями. Нитраты обнаруживаются в океанической воде на небольших глубинах. Максимальные содержания наблюдаются на глубинах до 50 м (5-10 мг/м³)

3. Газовый состав морской воды

Газовый состав морской воды иной, чем в атмосфере, не только по количеству, но и по соотношению газов. Как и в атмосфере, в океанских водах преобладают кислород и азот, но например, общее количество свободного кислорода в океане 7480 млрд. т, что в 158 раз меньше, чем в атмосфере (Масса атмосферы около $5,27 \cdot 10^{15}$ т, а углекислоты, наоборот, в 60 раз больше и всё это связано с разной растворимостью газов в воде. Общее количество растворенных в воде газов зависит от температуры и давления: при понижении температуры и увеличении давления количество газов увеличивается. Поэтому наблюдается, как правило, уменьшение содержания газов в морской воде от полюсов к экватору. В высоких широтах в 1 л воды содержится до 8 см³ газа, а у экватора этот показатель падает до 5 см³.

Кислород. Особенно большое экологическое значение имеет содержание в воде кислорода, необходимого для жизни большинства морских организмов. Поступление кислорода происходит из воздуха атмосферы. Кроме того, кислород поступает в морскую воду в результате процесса фотосинтеза, осуществляемого морскими водорослями. Кроме того, в океане кислород расходуется при разложении отмерших остатков организмов и в процессах окисления, протекающих в водной среде. Взмывание воды при волнении резко увеличивает поглощение кислорода. Проникновению кислорода на глубину способствует перемешивание воды вертикальными конвекционными токами и циркуляционными течениями, всегда существующими в морях и океанах. В сезоны максимального развития водорослей содержание кислорода в морской воде может достигать 180% обычной нормы, тогда как зимой относительное содержание кислорода в поверхностном слое воды падает до 80–90%. В среднем его содержание в верхнем 100–150-метровом слое колеблется от 4,0 мг/дм³ у экватора до 7,0–8,0 мг/дм³ – в полярных районах. С глубиной содержание кислорода уменьшается до 2,5–3,0 мг/дм³.

1. Верхняя приповерхностная зона (мощность от 100 до 300м) характеризуется наиболее высоким содержанием растворенного кислорода (1-9 мг/л) в высоких широтах и 4,3-5 мг/л – в низких. Концентрация кислорода в верхней зоне определяется соотношением процессов фотосинтеза, абсорбции, идущих с выделением кислорода и поглощением его животными~растительными организмами, и процессами окисления.

2. Средняя зона расположена на глубинах 200-1400 м и характеризуется самым низким содержанием кислорода (0,4-1,0 мг/л).

3. Глубинная зона охватывает глубины более 1400-1600 м, содержание кислорода в среднем составляет 5 мг/л, источником его поступления являются глубинные арктические и антарктические течения.

Сезонные колебания содержаний кислорода в океанической воде существенны лишь в верхней зоне.

Углекислота

Поступает в морскую воду из атмосферы, выделения из земной коры на дне океанов, в результате жизнедеятельности органического мира океанов и морей (в частности, она выделяется в процессе дыхания морских организмов), а также при разложении органических веществ. Иногда углекислый газ выделяется при извержениях вулканов непосредственно на дне моря. Океан является своего рода резервуаром, регулирующим распределение этого газа в воздушной и водной оболочках Земли. Более холодные полярные воды поглощают углекислоту легче, чем теплые приэкваториальные. Поэтому в полярных районах углекислота переходит из атмосферы в океан, а в тропиках происходит выделение углекислоты из морской воды в атмосферу.

Углекислота содержится в морской воде не только в свободном виде ($0,51\text{--}0,44\text{ см}^3$ в 1 дм^3 воды), но и в химически связанном – в форме карбонатов и бикарбонатов (CaCO_3 , CaHCO_3). Общее количество его в морских водах очень велико. Между свободной и химически связанной углекислотой, содержащейся в морской воде, существует сложное подвижное равновесие. Так как растворимость углекислоты повышается с понижением температуры, то в холодных водах свободной CO_2 больше, чем в теплых, и соответственно большее количество химически связанной углекислоты удерживается в растворенном состоянии. При повышении температуры воды количество CO_2 в ней уменьшается, равновесие между свободной и химически связанной углекислотой нарушается и последняя выпадает в осадок в виде труднорастворимых карбонатных солей. Эти реакции имеют большое значение и как регуляторы содержания свободной кислоты в растворе, и как причина обогащения донных осадков карбонатами Ca и Mg.

Сероводород присутствует в морской воде в небольшом количестве (доли см^3 в 1 дм^3 воды). Только в исключительных случаях – в глубоких слоях воды некоторых замкнутых морских бассейнов, в зонах слабой

подвижности вод, куда свободного кислорода поступает мало – H_2S может накапливаться в больших количествах (до нескольких см³ в 1 дм³ воды). Наиболее ярким примером подобного бассейна является Черное море, в котором ниже глубины 200 м начинается зона сероводородного заражения. Сероводород является сильным восстановителем, поэтому кислород здесь отсутствует (сероводород легко соединяется с кислородом, образуя кислоты H_2SO_3 , H_2SO_4 и др.). Здесь нет никаких организмов, кроме некоторых анаэробных бактерий, способных жить при отсутствии свободного кислорода. Поэтому большая часть толщи воды Черного моря является почти безжизненной.

Исследованиями причин возникновения сероводородного заражения Черного моря занимался Н. И. Андрусов. Он высказал предположение о том, что сероводородное заражение в Черном море возникло в результате гниения огромного количества морских организмов, погибших от изменения условий при вторжении в замкнутый и сильно опресненный бассейн, каким было Черное море в недавнем прошлом, соленых средиземноморских вод. Гидрологическими исследованиями установлено, что в Черном море ниже 200 м отсутствует вертикальная циркуляция воды, что также способствует сохранению обстановки сероводородного заражения на больших глубинах. Источниками сероводорода могут быть, помимо гниения органического вещества, и другие процессы. Сероводород может выделяться из магматических очагов на дне океанов (ювенильный сероводород), а также возникать в результате жизнедеятельности анаэробных бактерий, восстанавливающих сульфаты.

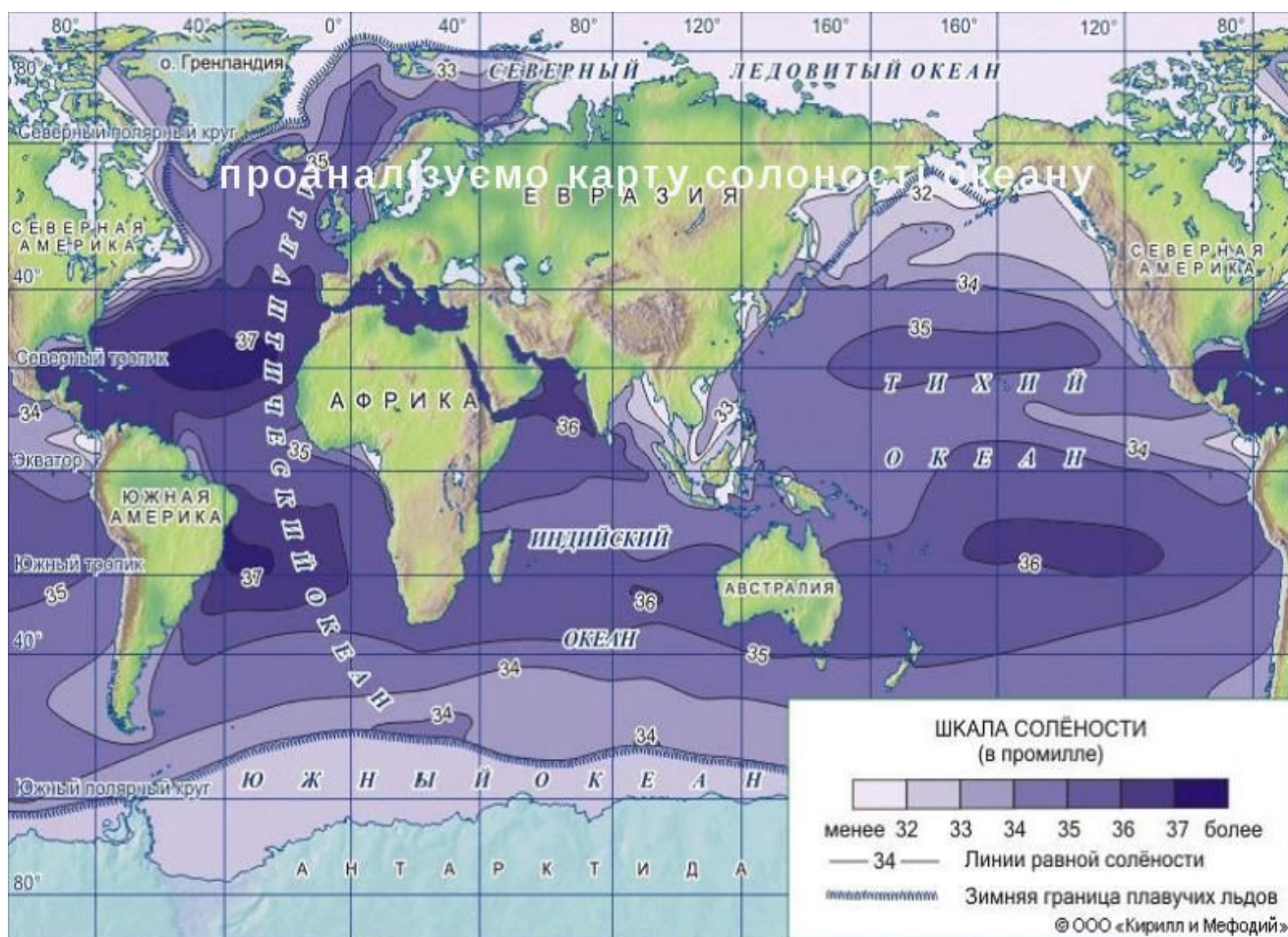
Сероводородное заражение известно и в других морских бассейнах, где вертикальное перемешивание толщи воды ослаблено или отсутствует хотя бы в отдельные сезоны года. Так, например, сезонное сероводородное заражение, хотя и в гораздо более слабой степени, чем в Черном море, наблюдается в глубоководной впадине Южного Каспия, в некоторых глубоких и узких заливах на Атлантическом побережье Норвегии и даже в

Оманском заливе Индийского океана, свободно сообщаемся с открытым морем.

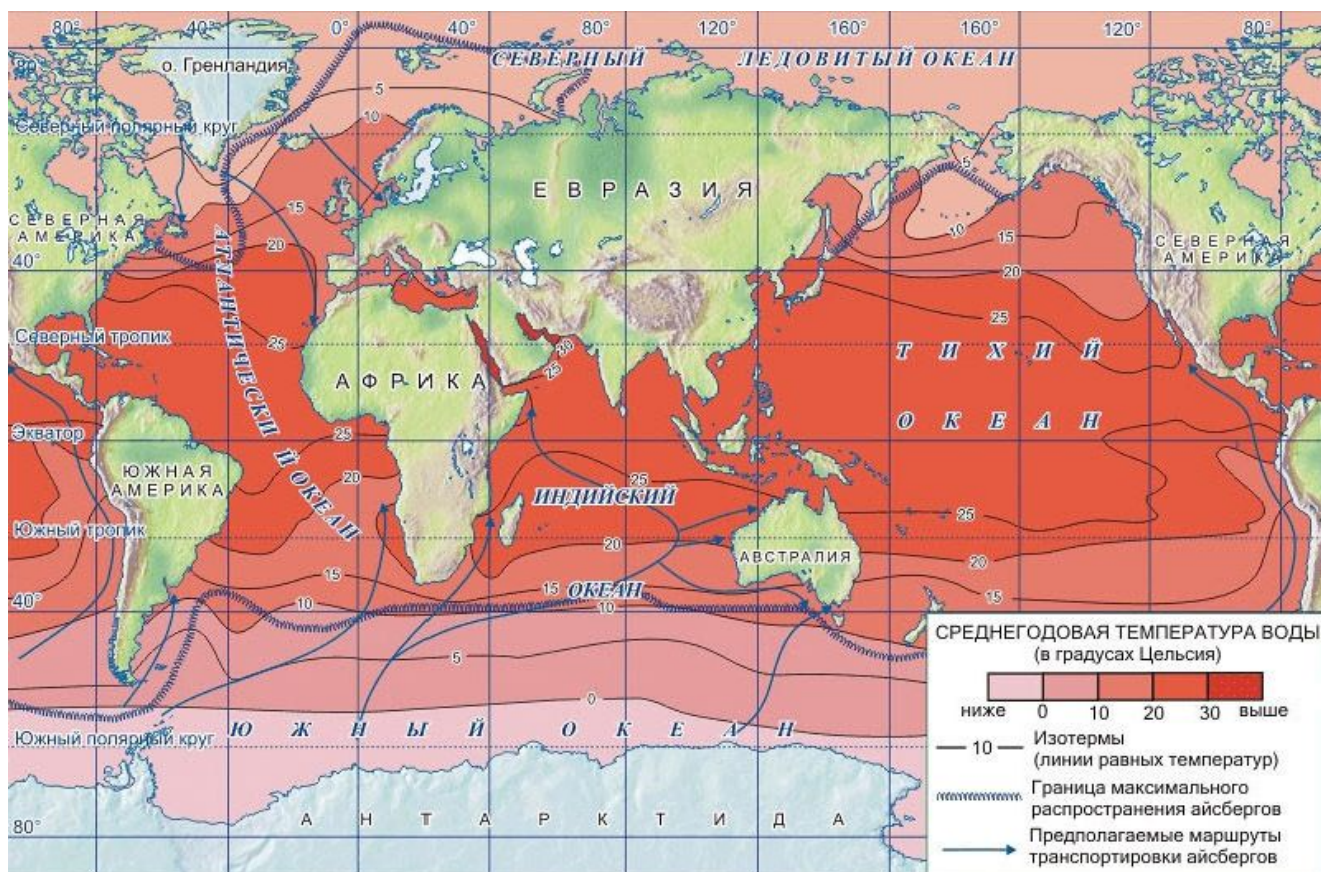
Появление в морской воде анаэробных условий интересно с геологической точки зрения, потому что при этом органическое вещество, поступающее в осадок, разлагаясь при отсутствии кислорода, преобразуется в так называемые битумы, близкие по составу к нефти. По мнению многих ученых, именно таким путем и образуются в земной коре залежи этого ценного горючего ископаемого.

4. Микроэлементы

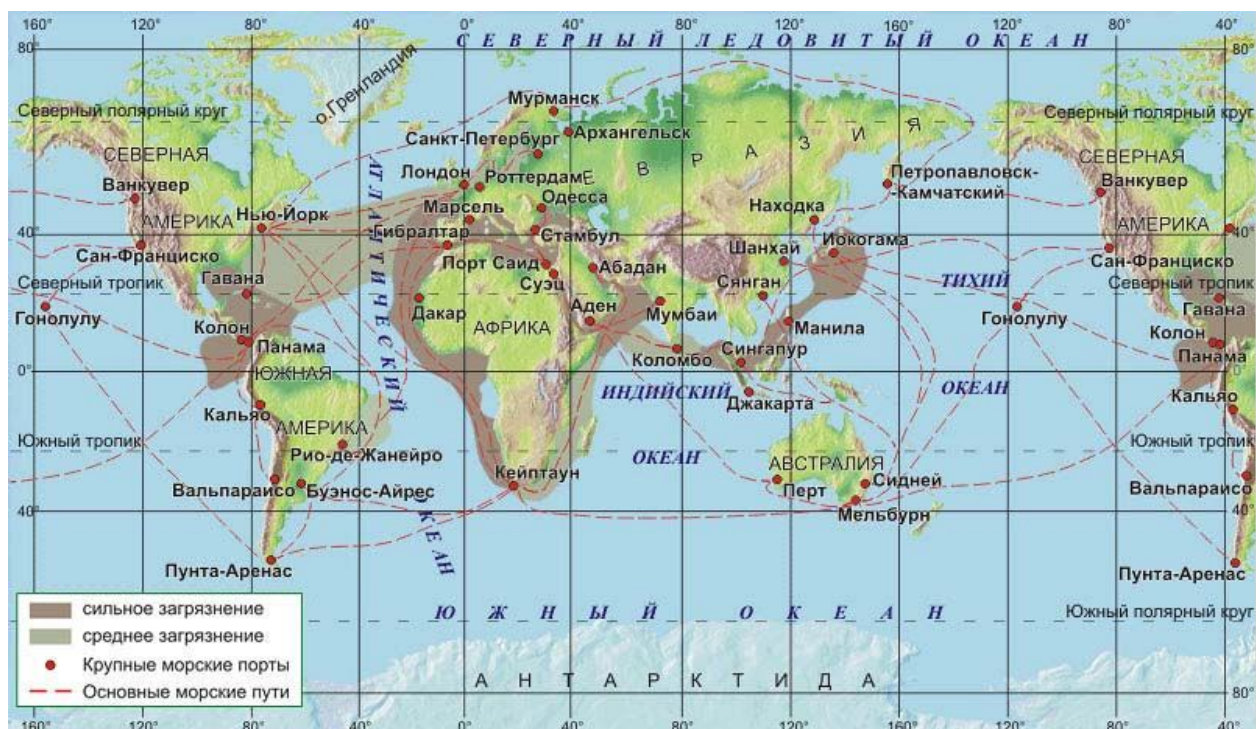
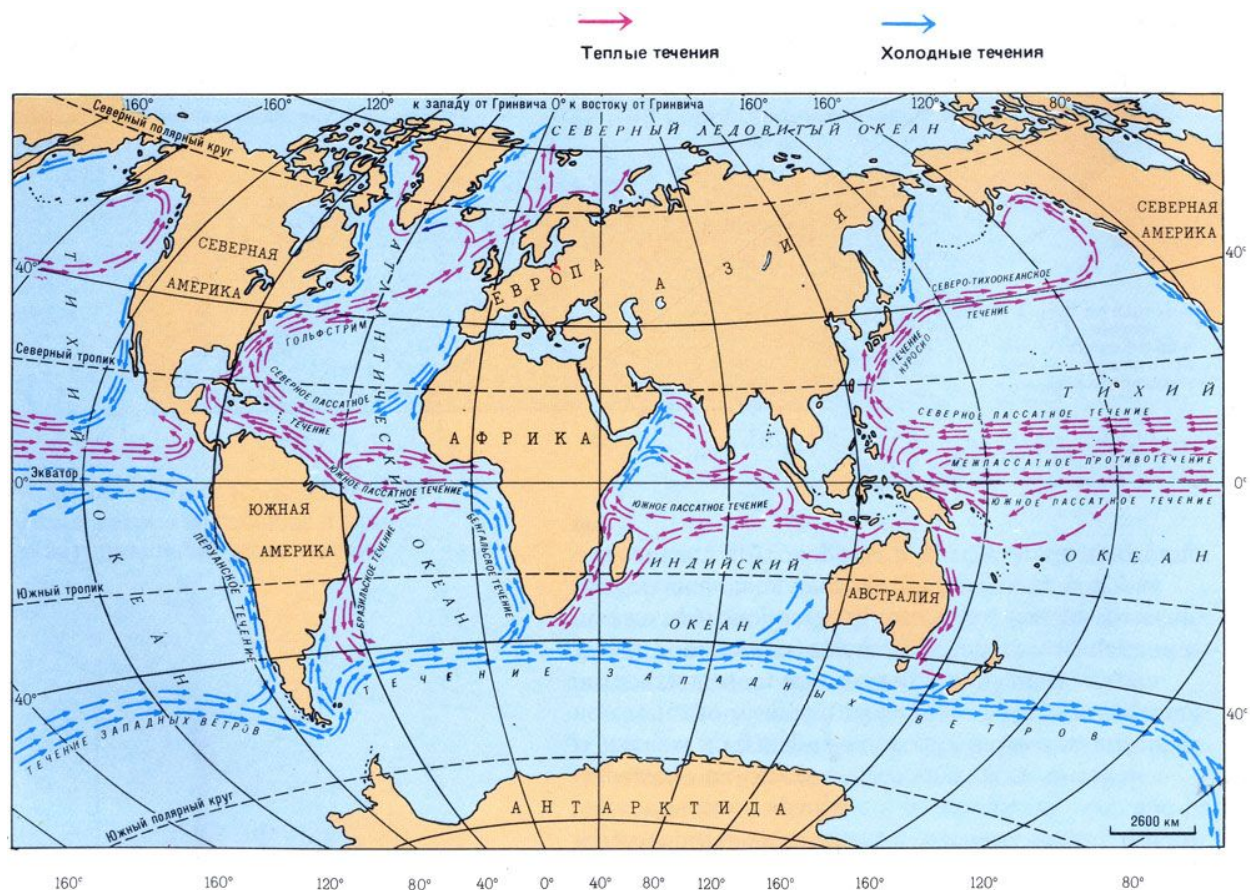
По абсолютным значениям невелики, однако общее их содержание весьма значительно. Наибольшие концентрации отмечены для таких элементов, как литий (200 мкг/л), рубидий (120 мкг/л), иод (60 мг/л), барий (30 мкг/л). В океане не происходит накопления растворенных микроэлементов, концентрация их определяется равновесием в системе морская вода-осадки. Существенное влияние на содержание микроэлементов оказывают адсорбционные процессы и деятельность организмов. Поскольку микроэлементы вовлекаются в геологические и биологические процессы, содержание любого ингредиента изменяется довольно сложным образом, как во времени, так и в пространстве.



Карта солёности вод Мирового океана в промилле (количество грамм соли на килограмм воды).



Среднегодовая температура вод Мирового океана. Географическая карта.



© ООО «Кирилл и Мефодий»

Нефтяное загрязнение в Мировом океане. Сильное загрязнение наблюдается у побережий, где располагаются морские порты, нефтеперерабатывающие заводы и загрязненные сбросами стоки рек. Географическая карта.