

ландшафтно-климатических зон. Из морских обитателей киты, будучи эврибионтами, при наличии пищи также живут в различных широтах Мирового океана.

Для выражения относительной степени толерантности употребляют соответствующие данным факторам термины с добавлением приставки «стено» (узкий) или «эври» (широкий). Так, относительно температуры животные бывают *стенотермными* или *эвритермными*, солености водной среды – *стеногалинными* или *эвригалинными*, пищевого рациона – *стенофагами* или *эврифагами* и т.д.

Фактор среды, ограничивающий возможности существования и распространения организмов, называется лимитирующим. Для распознавания лимитирующих факторов необходимо изучать виды на границах их ареалов. Без этого часто трудно сказать, что же именно не позволяет виду расширить занимаемую им область. Так, после 1880 г. в Финляндии наблюдалось незначительное повышение средних температур. Одновременно было установлено расширение на север ареала чибиса (*Vanellus vanellus*). Это говорит о том, что именно температура является лимитирующим фактором, поскольку остальные условия оставались в тот период неизменными. Более подробно отношения животных организмов к конкретным факторам среды рассмотрим отдельно в морской, пресноводной и сухопутной среде.

2.3. Экологические условия морской среды, определяющие распределение и распространение животных

Океаны и моря представляют собой самую крупную жизненную область Земли. На их долю выпадает 71% поверхности планеты. В то же время они включают и наиболее богатую фауну, которая составляет 64% видов животных, тогда как на сушу приходится только 36%. Это и понятно, жизнь зародилась в море, и значительное количество классов животных, кроме огромного большинства насекомых, многоножек и амфибий, до настоящего времени имеют здесь своих представителей. Вместе с тем следует отметить, что в океане и поныне есть представители очень древних групп животных, которые за миллионы лет изменились сравнительно мало. Это свидетельствует о замедленности темпов эволюции морских животных по сравнению с наземными.

Между наземными и водными средами наблюдаются существенные различия в их физико-химических свойствах. Особое экологическое значение для морских организмов имеют распределение тепла, плотность воды, давление, глубина

проникновения солнечной радиации, содержание газов и растворенных солей, течения.

Плотность чистой воды при $t\ 0^{\circ}\text{C}$ в 816 раз больше плотности воздуха при тех же условиях. Такие условия не требуют создания прочных опорных тканей и необходимости поддерживать собственное тело. Плотность тканей морских животных примерно равна плотности морской воды в поверхностных слоях. Все это объясняет наличие в Мировом океане таких своеобразных организмов, как медузы, сифонофоры, голотурии и т.п., не имеющих опорного скелета.

Давление, которое испытывают водные организмы, возрастает при погружении их на каждые 10 м соответственно на 1 атм. Но надо помнить, что внешнее давление в воде нейтрализуется внутренним (водные организмы заглатывают воду), что и позволяет животным обитать на больших глубинах. Тем не менее среди морских животных по отношению к давлению различают *эврибатные* (некоторые виды полихет, погонофор, веслоногих рачков) и *стенобатные* (рифобразующие кораллы, некоторые морские звезды) виды. Эврибатность облегчает расселение, поэтому многие эврибатные животные широко распространены.

Температура играет важную роль в жизни водных животных. Источником тепла в морях служит энергия солнечной радиации, поэтому распределение температур на поверхности и в верхнем слое воды зависит от климата соответствующей части земного шара, где располагается данный водный бассейн – *горизонтальное распределение*. Причинами горизонтального изменения температуры моря также могут быть теплые или холодные течения, впадение речных вод, приливы и отливы, а также подводный рельеф.

В то же время в морях наблюдается *вертикальное зональное распределение* температур. Однако эта зональность часто нарушается течениями. Верхний слой (*термосфера*) характеризуется сезонными изменениями температуры, на глубине 300–500 м наблюдается скачок температур, так называемый *термоклин*. В переходном от него слое, примерно до глубины 1500 м, температура, не испытывая сезонных изменений, медленно понижается – это слой *постоянного термоклина*. Глубинный слой имеет относительно постоянную температуру ($3\text{--}4^{\circ}\text{C}$ в низких широтах, около 0° – в полярных).

Свет, вернее, *степень проникновения солнечной радиации*, которая зависит от веществ, растворенных и взвешенных в воде, оказывает существенное влияние на распределение животных в море. По мере увеличения глубины степень проникновения солнечной радиации уменьшается, причем довольно

быстро. На глубине 1 м инфракрасное излучение полностью поглощается, а видимый свет наполовину слабее, чем на поверхности. Большие глубины практически лишены освещения, и животные там обитают в темноте. Выделяют 3 световые зоны в морях и океанах:

Эвфотическая (фотическая) зона – освещаемая солнцем верхняя толща воды водоёма, в которой благодаря фотосинтетической жизнедеятельности фитопланктона и высших растений происходит фотосинтез. В эвфотической зоне Мирового океана образуется до 90% атмосферного кислорода Земли. В континентальных водоёмах толщина эвфотической зоны может заметно варьировать в зависимости от степени прозрачности воды, которая обусловлена взвесью и растворенными веществами в воде, и в некоторых случаях составлять всего лишь несколько сантиметров. В открытом океане усреднённая нижняя граница эвфотической зоны находится в приповерхностном 80-метровом слое эпипелагиали. В прозрачных водах Саргассова моря толщина эвфотической зоны достигает 150–200 м, в умеренных широтах – около 40 м, тогда как в мутных водах Северного и Балтийского морей её толщина – не более 20–30 м, а в прибрежной зоне – всего несколько метров. Это самая богатая по первичной продукции и самая населённая зона Мирового океана, в которой обитают различные водоросли, высшие растения, многие группы беспозвоночных, бесчелюстные, рыбы, амфибии, рептилии и морские млекопитающие. Из всего многообразия океанических рыб эту экологическую зону океана населяют эпипелагические рыбы.

Дисфотическая зона – водная толща водоёма, в которой вследствие недостатка солнечного освещения фотосинтез крайне незначителен. К дисфотической зоне обычно относят зону затухания солнечного света, или сумеречную зону, включающую нижний слой эпипелагиали (от 80–100 до 200 м), который подстилает приповерхностный слой основного фотосинтеза, и следующую за ней зону – мезопелагиаль (200–1000 м). В нижний слой эпипелагиали ещё проникает небольшая часть солнечного света, достаточного для фотосинтетической деятельности некоторых групп фитопланктона, представленного красными водорослями, однако роль фотосинтеза здесь по сравнению с эвфотической зоной ничтожна. В мезопелагиали, куда проникает до 1% солнечного света, ещё могут существовать бурые водоросли, но фотосинтез практически отсутствует. Верхний слой дисфотической зоны населяют эпипелагические рыбы, нижний слой – мезопелагические рыбы и мезобатипелагические рыбы.

Афотическая зона – глубинная водная толща водоёма, характеризующаяся полным отсутствием солнечного света и практически полным отсутствием фотосинтеза. Формально она определяется как глубина, за пределы которой проникает менее 1% солнечного света. Нередко эту зону также называют «ночной зоной». Характерна для открытого океана, но может присутствовать и в глубоководных континентальных водоёмах, например в озере Байкал.

По сравнению с эвфотической и дисфотической зонами крайне бедна как в плане биоразнообразия, так и по биомассе. Жизненные формы – в основном хищники и детритофаги – существуют здесь главным образом за счёт детрита, представляющего собой так называемый «трупный дождь» из полуразложившихся остатков гидробионтов, падающих из вышележащих слоёв пелагиали. Исключение составляет особая, связанная с чёрными курильщиками, глубоководная экологическая зона – гидротермаль с «оазисами жизни», в которых, в отличие от фотосинтеза эвфотической зоны, пищевая цепь существует благодаря первичной продукции, вырабатываемой на основе хемосинтеза хемоавтотрофных бактерий, усваивающих сульфидные минералы гидротермальных источников – гидротерм. В 2005 г. в одном из глубоководных гидротермальных сообществ вблизи берегов Мексики была впервые обнаружена особая фотосинтетическая зелёная серобактерия (обозначенная как GSB1), способная осуществлять фотосинтез без солнечного света путём усваивания слабого свечения других организмов гидротермали. Зооценоз афотической зоны представлен пелагическими и донными рыбами.

Содержание *кислорода* в морской воде колеблется незначительно. Насыщение им осуществляется в верхних слоях, где живут растения и наблюдается волнение и перемещение вод. Количество кислорода здесь достигает 9 мл/л при 0°C. В экваториальных водах оно значительно меньше (на поверхности кислорода обычно не более 3 мл/л), а иногда падает до нуля, как это отмечается в открытом море близ Аравии. Холодная вода наиболее «кислородоемкая». По мере приближения к полюсам содержание кислорода в морской воде увеличивается. На глубине 1000–1500 м концентрация его повышается из-за холодных течений, идущих из северных в бореальные области океана. В некоторых местах кислород полностью отсутствует. Классическим примером является Черное море. Здесь с глубины 150 м и до дна (2200 м) вода отравлена сероводородом, образующимся при анаэробном разложении органических остатков. Перемешивания слоев воды в Черном море не происходит, т.к. на его поверхность поступают пресные (более легкие) речные воды.

Соленость имеет большое значение в морской воде. В открытом океане средняя концентрация растворенных солей равна 35‰ (промилле), в тропических морях, где велико испарение, она бывает выше, а в полярных водах ниже, особенно летом (из-за тающих льдов).

Внутренние моря довольно сильно отличаются по концентрации солей. В Красном море соленость достигает до 41‰, а в Балтийском она менее 29‰, падая на поверхности до 1‰.

Соленость морской воды подвержена значительным пространственным и сезонным колебаниям. Существенные изменения ее отражаются на распространении стеногалинных организмов и определяют состав морской фауны. Так, рифообразующие кораллы – типичные стеногалинные формы – крайне чувствительны к небольшому опреснению воды. Поэтому коралловые рифы прерываются вблизи устьев даже небольших рек. В таких морях, как Балтийское, наблюдается закономерное изменение фауны по градиенту солености: от пролива Каттегат до Ботнического залива соленость падает с 32 до 3 ‰ и одновременно с этим уменьшается число морских видов рыб, моллюсков, ракообразных и др.

Течения в Мировом океане возникают из-за вращения Земли, или так называемого эффекта Кориолиса (в северном полушарии круговороты направлены по часовой стрелке, а в южном – наоборот), и тем, что Южная Америка, Африка и Юго-Восточная Азия преграждают путь пассатным течениям, отклоняя их к северу и югу. Основные океанические течения описывают гигантские круговороты.

Различают течения теплые и холодные (рис. 2.4). Первые возникают в тропической зоне, вторые приносят воду из приполярных областей. Некоторые течения проходят в определенном направлении и постепенно сходят на нет (Гольфстрим), другие образуют замкнутый круг (экваториальное противотечение в тропической части Атлантики).

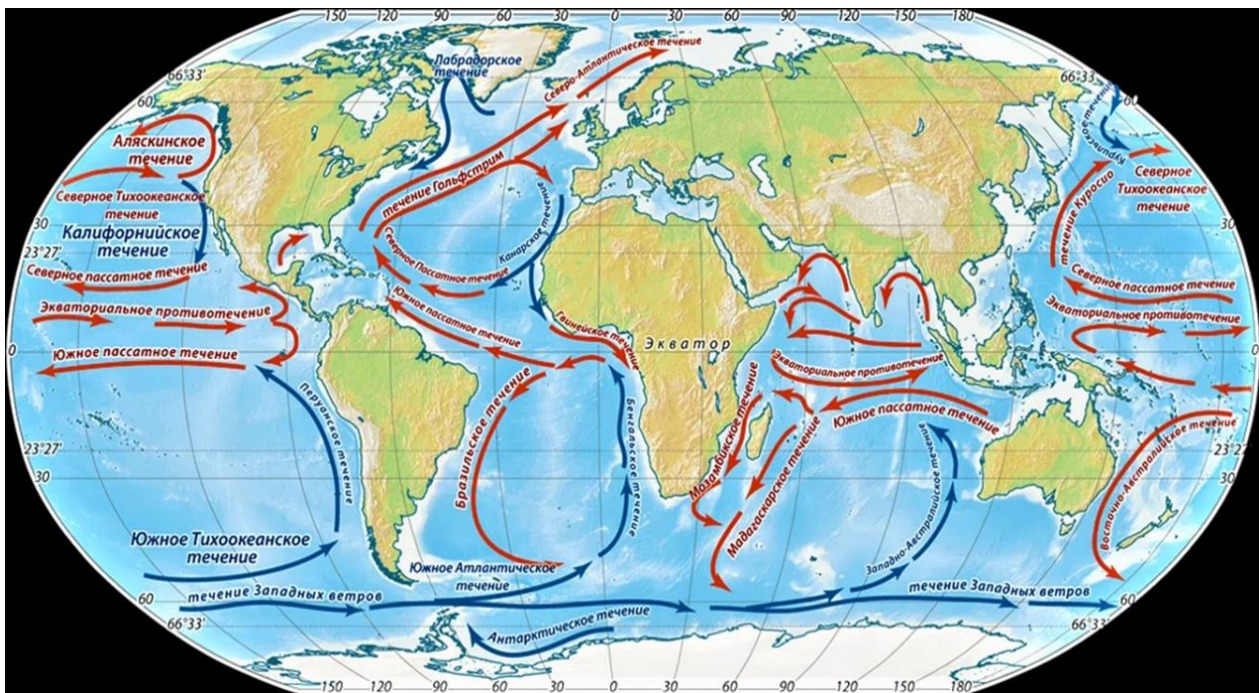


Рис. 2.4. Теплые (красные стрелки) и холодные (синие стрелки) течения в Мировом океане

(из <https://uooknkursk.ru/wpcontent/uploads/1/5/1/15147b1682c187723c3595cdaaa368fd.png>)

Морские течения являются важнейшим фактором существования и распространения морских организмов. Они влияют на распределение температуры в море, смещая его температурные зоны, а также на соленость отдельных участков. Так, благодаря теплоте течения Гольфстрим коралловые полипы хорошо развиваются у Бермудских островов, хотя общая граница их обитания проходит южнее на 2°. Нордкапское течение вносит соленую воду в опресненное Баренцево море, и поэтому здесь встречаются типично морские (атлантические) ракообразные.

Важна роль течений в расселении морских организмов. Особенно это касается пассивно плавающих, таких как мелкие ракообразные, разнообразные личинки и др. Крупные водоросли, рыбы и змеи также очень эффективно пользуются возможностью морских течений для своего расселения.

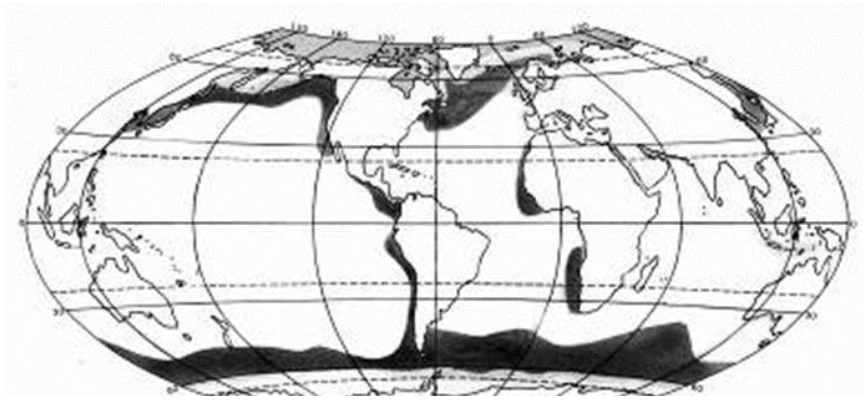


Рис. 2.5. Зоны апвеллингов в Мировом океане
(из https://studwood.net/imag_/28/94545/image001.jpg)

Течения часто определяют количественное богатство животного населения моря. Там, где сходятся течения разных температур, возникают сильные восходящие токи воды — апвеллинги (рис. 2.5). Они

поднимают в поверхностные зоны океана обогащенные питательными веществами громадные массы воды. Здесь при хорошей освещенности и богатстве минеральными солями стимулируется развитие одноклеточных водорослей, которыми питаются рачки, служащие кормом для рыб.

2.4. Экологические условия пресных водоемов, определяющие распределение и распространение животных

Пресные воды представляют вторую, хорошо отличающуюся в зоогеографическом отношении, жизненную область. Сюда относятся озера, реки и ручьи, образующиеся за счет атмосферных осадков. Площадь пресных водоемов сравнительно невелика – около 4 млн км².

Условия среды в них резко отличаются от морских и характеризуются, прежде всего, пестротой и большим размахом колебаний, разобщенностью. Все материковые водоемы неглубоки, в среднем менее 100 м, за исключением озер типа Байкала (1642 м) или Танганьики (1470 м). Отличается и качественный состав пресноводной фауны от морской. В пресных водах нет представителей типа Иглокожие, классов Головоногие моллюски, Оболочники. Очень бедно представлены класс Немертины, Многощетинковые черви. Зато только в пресноводных водоемах обитают земноводные.

При всем различии пресноводных бассейнов им свойственны общие факторы среды, влияющие на распространение в них живых организмов. Таковыми прежде всего являются *химический состав*, *температура*, наличие или отсутствие *движения воды*. В отличие от моря в пресных водоемах давление практически не играет большой роли.

Химический состав воды – фактор изменчивый. Главная составная часть солей морской воды – хлористый натрий – в пресноводных бассейнах отсутствует. Только некоторые озера содержат солоноватую или соленую воду, однако колебания солёности в них весьма значительны – от 0,3–0,5‰ (совершенно пресные водоемы) до 12–17‰ (Каспий) и даже 350‰ (Мертвое море). Некоторые животные приспособлены к колебаниям солёности.

Существенным фактором для пресных водоемов служит **жесткость воды** (содержание извести). Важное значение для пресноводных животных имеет и содержание *гумуса*, а также количество растворенного в воде кислорода. *Гумусные водоемы* (лесные реки, болота) обычно бедны жизнью, в них мало не только рыб и моллюсков, но и личинок комаров. Разложение органических веществ здесь