

# **Экологические характеристики**

**И ТИПОЛОГИЯ ВОДОЕМОВ**

# Характеристика водных экосистем

- В своем естественном состоянии различные природные водоемы могут сильно отличаться друг от друга.
- На водную флору и фауну действуют такие показатели, как глубина водоема, скорость течения, кислотно-щелочные свойства воды, мутность, кислородный и температурный режим, количество растворенной органики, соединений азота и фосфора, и многие другие.
- На все эти параметры влияет как антропогенная нагрузка, так и естественные процессы, происходящие в водоемах. Для водоемов разных типов в норме будет характерен разный видовой состав и обилие водных организмов (гидробионтов). Стоит заметить, что самые чистые водоемы не будут обладать самой богатой фауной.

# Температурный режим

- Температура воды и динамика ее изменений — важнейший экологический фактор для всех обитателей водоемов. Ведь температура не только непосредственно воздействует на гидробионтов, регулирует скорость жизненных процессов, но и определяет важнейшие физико-химические свойства воды.
- Водные организмы приспособились к различным температурным условиям обитания: одни из них живут в горячих источниках при температуре 45-50°C и выше, другие активны при температуре воды -2°C и могут выдерживать промерзание до -12°C. Важно другое: из-за своей высокой теплоемкости вода является гораздо более термостабильной средой, чем воздух, т. е. её температура изменяется медленно, а это благоприятно для существования живых организмов.

- В водоемах суши температура обычно колеблется значительно существеннее, чем в морях и океанах. Особенно это характерно для водоемов умеренного пояса, где сезоны сильно отличаются друг от друга, и температура воды в течение года может изменяться на 10-20 градусов. Организмы, способные жить в воде разной температуры и переносить значительные ее колебания, называются **эвритермными**. У них вырабатываются различные приспособления, позволяющие компенсировать воздействия меняющейся температуры: изменяется активность ферментов, общая интенсивность процессов обмена веществ. Сами организмы производят миграции в места с более стабильной или благоприятной температурой. Так, многие пресноводные рыбы зимой скапливаются в наиболее глубоких участках водоема. Иногда снижение скорости обмена веществ при низкой температуре может быть выгодно для организма: например, рыб это предохраняет от истощения организма зимой, в период с неблагоприятными кормовыми условиями.

- Организмы, способные существовать только в узком диапазоне температур, называются **стенотермными**. Для них изменение температурного режима водоема может оказаться губительным. Существуют стенотермные виды, приспособленные к жизни только в холодной воде (ручьевая форель) — это **олиготермные** виды. Напротив, есть виды, живущие только в теплой, хорошо прогреваемой воде. К таким **политермным** видам из привычных нам организмов относятся многие аквариумные рыбки.
- Сброс воды из системы охлаждения тепловых и атомных электростанций повышает температуру значительных участков реки или озера на 5-10 градусов, что приводит к коренным изменениям в сообществе организмов, населяющих эту зону.

# Газовый состав

- 
- В воде природных водоемов растворены различные газы. Концентрации этих газов зависят от их природы, их содержания в атмосфере, а также от температуры и солености воды (при повышении этих двух показателей растворимость газов падает). То количество газа, которое может раствориться в воде при данных условиях, называется «нормальным».
- Огромное значение для водных организмов имеет концентрация растворенного в воде кислорода. Этот газ попадает в водоем из атмосферы, а также выделяется водными растениями в процессе фотосинтеза. Относительное значение каждого из этих путей может меняться в зависимости от характеристик водоема: в быстрой, порожистой речке со слабо развитой растительностью более значима диффузия кислорода из атмосферы. А в озере, имеющем мощные заросли водной растительности, большая часть кислорода может поступать в воду в результате их фотосинтетической активности. При 0° С и нормальном атмосферном давлении в одном литре пресной воды может раствориться 10,3 мл кислорода. Чем теплее вода, тем меньше кислорода может быть в ней растворено.

- Насыщение воды атмосферным кислородом идет через поверхность. Фотосинтез максимально интенсивен тоже в верхнем, наиболее освещенном слое воды. Поэтому кислородные условия у поверхности обычно лучше, чем на глубине. Особенно сильно это может быть выражено в тех водоемах, где перемешивание воды почти не происходит, а на дне имеется значительное количество органических остатков: ведь при гниении органика поглощает кислород из воды. Из-за таких процессов содержание кислорода в воде может падать ниже необходимого для нормальной жизни водных организмов уровня.

- Содержание кислорода в водоеме меняется также в зависимости от сезона и времени суток. Минимальные его концентрации в воде обнаруживаются обычно ранним утром: ведь ночью растения не фотосинтезируют, а только поглощают кислород в процессе своего дыхания. Из сезонов наименее благоприятна с точки зрения кислородного режима зима: лед не позволяет проникать в воду кислороду атмосферы, условия для фотосинтеза под слоем льда тоже неблагоприятны. Поэтому именно зимой наиболее часто происходят **заморы** — массовая гибель гидробионтов из-за нехватки кислорода.



- Некоторые водные обитатели сравнительно легко переносят низкие концентрации кислорода в воде (карась, моллюск живородка, малощетинковый червь трубочник), т. к. они приспособились к жизни в водоемах, где дефицит кислорода — обычное явление. Другие организмы, наоборот, чрезвычайно требовательны к содержанию кислорода: форель, поденки из семейства гептагениды (*Heptageniidae*), бродячие ручейники (*Rhyacophilidae*).
- Из других газов, имеющих важное значение для гидробионтов, надо отметить углекислый газ: в небольших концентрациях он необходим для хода фотосинтеза, регулирует скорость некоторых процессов метаболизма. Наличие в воде углекислого газа позволяет также стабилизировать ее кислотно-основные свойства

# Кислотно-основные свойства ВОДЫ

- Кислотно-основные характеристики воды природных водоемов обычно не испытывают сильных изменений. Они зависят прежде всего от характера питания водоема, от того, какими породами сложено его ложе, а также от некоторых происходящих в нем химических и биологических процессов. Вода с рН ниже 6,95 является кислой. Нейтральной считается вода с рН от 6,96 до 7,3. Природные воды с более высокими значениями рН называются щелочными.
- Сильное влияние на реакцию воды в наших широтах оказывают сфагновые мхи, содержащие большое количество органических кислот. В небольших водоемах на сфагновых болотах рН воды может составлять до 3,4!

- Напротив, в ходе активного фотосинтеза в водоеме реакция его воды может становиться более щелочной (до  $\text{pH}=10$ ) из-за истощения запасов уголекислоты. В течение ночи, когда фотосинтез не происходит, а все гидробионты продолжают дышать и насыщать воду уголекислотой,  $\text{pH}$  снова снижается. Размах таких суточных колебаний кислотности обычно не превышает двух единиц  $\text{pH}$ .
- Наиболее чувствительны к закислению водоема моллюски и другие существа с известковыми раковинами: их раковины в кислой воде просто начинают растворяться.
- Для северо-западного региона России из-за большого количества верховых болот, заросших сфагновыми мхами, характерны именно водоемы с кислой реакцией воды. В тех областях, где есть мощные залежи известняков или мела (например, в Белгородской и других областях юга Европейской части России), природные воды имеют щелочную реакцию.

# Соленость, минеральный состав

- **Соленость** — сумма концентраций всех растворенных в воде минеральных веществ. Пресной считается вода, имеющая соленость ниже 0,5 г/кг (эта единица называется **промилле**). Вода океана обычно имеет соленость от 30 до 35 промилле. Кроме пресных водоемов и соленых морей существуют водные объекты с промежуточным уровнем солености. Например, Финский залив Балтийского моря по международной классификации является **солонатоводным олигогалинным** (от 0,5 до 5 промилле) или (в западной части) **мезогалинным** (5-18 промилле) водоемом.

- Сумма концентраций в воде ионов магния и кальция называется **жесткостью**. Особенно важен этот показатель для организмов, имеющих известковые скелеты и раковины. Если для вашего региона залежи известняков и других легкорастворимых горных пород нехарактерны, вода большинства ваших водоемов будет «мягкой» — т. е. содержать мало ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ . Более жесткая вода характерна, например, для некоторых рек южного берега Финского залива: они текут с территории плато, сложенного ордовикскими известняками. Довольно жесткая вода и на юге европейской части России.

- Пресная и соленая вода очень по-разному воздействуют на организм водных животных. Особенно сильно различаются у морских и пресноводных обитателей системы осморегуляции. Поэтому соленые водоемы имеют свою характерную фауну, а пресные водоемы — свою. Наименее благоприятны для жизни водоемы с промежуточным уровнем солености. Как правило, они имеют очень бедную фауну водных беспозвоночных.

# Прозрачность, световой режим

- На поверхность водоемов нашего региона в год падает в среднем около 320 кДж/см<sup>2</sup> солнечной энергии. Если солнце стоит в зените, а поверхность воды идеально гладкая, то от нее отражается около 5% падающей энергии. Даже при слабом волнении доля отраженной энергии возрастает до 15%. Увеличивается она и при косом падении лучей: если солнце находится под углом 30° к линии горизонта, то даже от гладкой водной поверхности будет отражаться 25% энергии.

- Но и проникшие в водную толщу солнечные лучи ожидают нелегкая участь: вода гораздо менее прозрачна, чем воздух, она сильно поглощает и рассеивает световые лучи (см. рисунок). Тем не менее хотя бы минимальный уровень освещенности необходим для большинства водных организмов: растениям он нужен для ведения фотосинтеза органических веществ, животным — для распознавания окружающей среды, ориентации, синхронизации жизненных циклов. Водные животные сильно «близоруки». Рыбы видят достаточно четко только на расстоянии 5-10 см. Зато они могут довольствоваться в миллионы раз более слабым уровнем освещения, чем обитатели суши.



- Прозрачность воды — характеристика, показывающая, насколько уменьшилась интенсивность света при его прохождении через слой воды определенной толщины. Океаны и моря обычно более прозрачны, чем континентальные водоемы: в них слабый свет проникает до глубины 150 и более метров (глубже всех проникают синие и зеленые лучи). И на таких глубинах растут виды красных водорослей, способные вести фотосинтез при этом скудном освещении.

- В континентальных водоемах прозрачность и условия освещенности меняются очень сильно. В горных реках и озерах свет может проникать до дна: дно этих водоемов сложено малорастворимыми породами, в них мало планктона. В равнинных водоемах прозрачность зависит от сезона. В паводок она минимальна. На значительные глубины свет проникает только в озерах с низкими концентрациями органических веществ — в них прозрачность может достигать 40 м. В большинстве же рек и озер прозрачность не превышает 2-3 м. Особенно низкую прозрачность имеют дистрофные озера с *сильно гумифицированной коричневой водой и эвтрофные озера, в которых много планктона.*
- Количество взвешенных частиц, сильно влияющих на прозрачность рек, максимально, если скорость течения велика, а подстилающие породы — мягкие. Так, в Неве, Онеге, Енисее содержание взвешенных частиц всего 2 г/м<sup>3</sup>. В Оби и Печоре — до 5. В Волге — 100, в Дону — 230, а в Амударье — целых 2300 г/м<sup>3</sup>.

# Грунты

- Различают мелкозернистые (мягкие) и крупнозернистые (жесткие) грунты. К мягким грунтам относятся глины (диаметр частиц меньше 0,01 мм), илы (от 0,01 до 0,1 мм) и песок (0,1-1 мм). К жестким — гравий (диаметр частиц 0,1-1 см), галька (1-10 см), валуны (10-100 см) и глыбы (более 100 см). Обычно реальные грунты состоят из смеси различных фракций.
- Большинство водных организмов предпочитает обитать на определенных типах грунта. Организмы, обитающие на песчаных грунтах, называются псаммофилами. На каменистых — литофилами. На илах — пелофилами и т. д. На непривычных грунтах водные организмы не могут нормально питаться, строить убежища, что ведет к их ослаблению и гибели.

- Существует интересная закономерность: при сравнении обитателей каменистого грунта с псаммофилами и далее — с пелофилами, средние размеры и массы отдельных особей уменьшаются, зато их количество возрастает. Попробуйте сами определить причину этого явления.
- Водные организмы и сами оказывают влияние на донный грунт. Растения скрепляют его своими корнями, животные обогащают органикой и активно «перепахивают». Так за год в плотных поселениях грунтоядных червей весь грунт до глубины 25 см успевает пройти через кишечники живущих в нем организмов.

# Гидродинамика (течения, волнения)

- Для водоемов суши наиболее характерны постоянные течения, вызванные наклоном русла (в реках), а также периодические или временные течения, происходящие из-за трения воздушных масс о водную поверхность или из-за разности в температуре и плотности воды в разных частях водоема.
- На порожистых участках рек скорость течения может достигать нескольких метров в секунду. Условия обитания на таких участках очень своеобразны: из-за интенсивного перемешивания вода насыщена кислородом, существует постоянная опасность быть оторванным от грунта и снесенным течением. Пищевые частицы с большой скоростью проносятся мимо. Организмы, приспособленные к обитанию в таких условиях, называются реофилами. Впрочем, большинство равнинных рек имеет более спокойное течение, его скорость обычно не превышает нескольких десятков сантиметров в секунду.

- В озерах и прудах течения имеют еще меньшие скорости, но их значение для жизни водных организмов очень велико. Дважды в год, весной и осенью, во всех водоемах умеренного пояса, имеющих достаточную глубину, происходит масштабное перемешивание водных масс. Вода у поверхности нагревается (весной) или охлаждается (осенью) до температуры  $+4^{\circ}\text{C}$ . Известно, что при такой температуре вода имеет максимальную плотность, поэтому верхние слои воды опускаются вниз, а придонные вытесняются наверх, к поверхности. При этом перемешивании глубины водоема обогащаются кислородом, а к поверхности поднимаются из глубины биогены и минеральные соли.

# Классификация водных экосистем. Трофность

- Природные водоемы различаются по химическому составу воды, донных отложений и потока веществ, поступающих в них с водосборной площади, а также рядом физических, гидрологических и географических параметров. В связи с этим в каждом водоеме формируется собственный набор видов микроорганизмов, растений и животных, взаимно влияющих друг на друга и на окружающую среду.
- Каждая водная экосистема имеет свои определенные характеристики: видовое разнообразие водных организмов, их численность, биомассу и др. Одним из важнейших показателей является продуктивность (трофность) водной экосистемы, т. е. количество нового органического вещества, создаваемого экосистемой за единицу времени. Продуктивность зависит в первую очередь от фотосинтетической деятельности автотрофных организмов и различна в разных водоемах.

- Классификация водоемов по трофности предусматривает деление их на четыре основные группы:
- Олиготрофные
- Мезотрофные
- эвтрофные
- дистрофные.



- Развитие организмов в водоемах определяется условиями среды: прозрачностью воды, содержанием биогенных элементов (прежде всего азота и фосфора), концентрацией кислорода, температурным режимом, величинами pH и др. Поэтому по количеству и видовому составу организмов, интенсивности продукционных и деструкционных процессов можно определить тип водоема

- Развитие водной растительности тесно связано с гидрологическими особенностями водоема, размерами и морфометрией котловины, химическим составом вод, характером и распределением донных отложений и рядом других факторов.
- Степень трофности водоемов дает полное представление об экологических условиях существования организмов и характеризуется набором ряда признаков

- Водная растительность развивается главным образом в литорали и сублиторали, образуя сплошную или прерывистую полосу различной ширины вдоль берега, вокруг островов и мелей, реже покрывает все ложе озера. Глубина распространения водных растений зависит от величины прозрачности воды, изменяясь от 2 до 4 м, а в редких случаях — до 8 м.