

§ 3. Естественные и искусственные экосистемы

Термин «экосистема» применим к биоценозам и биотопам самого различного размера. Можно выделить:

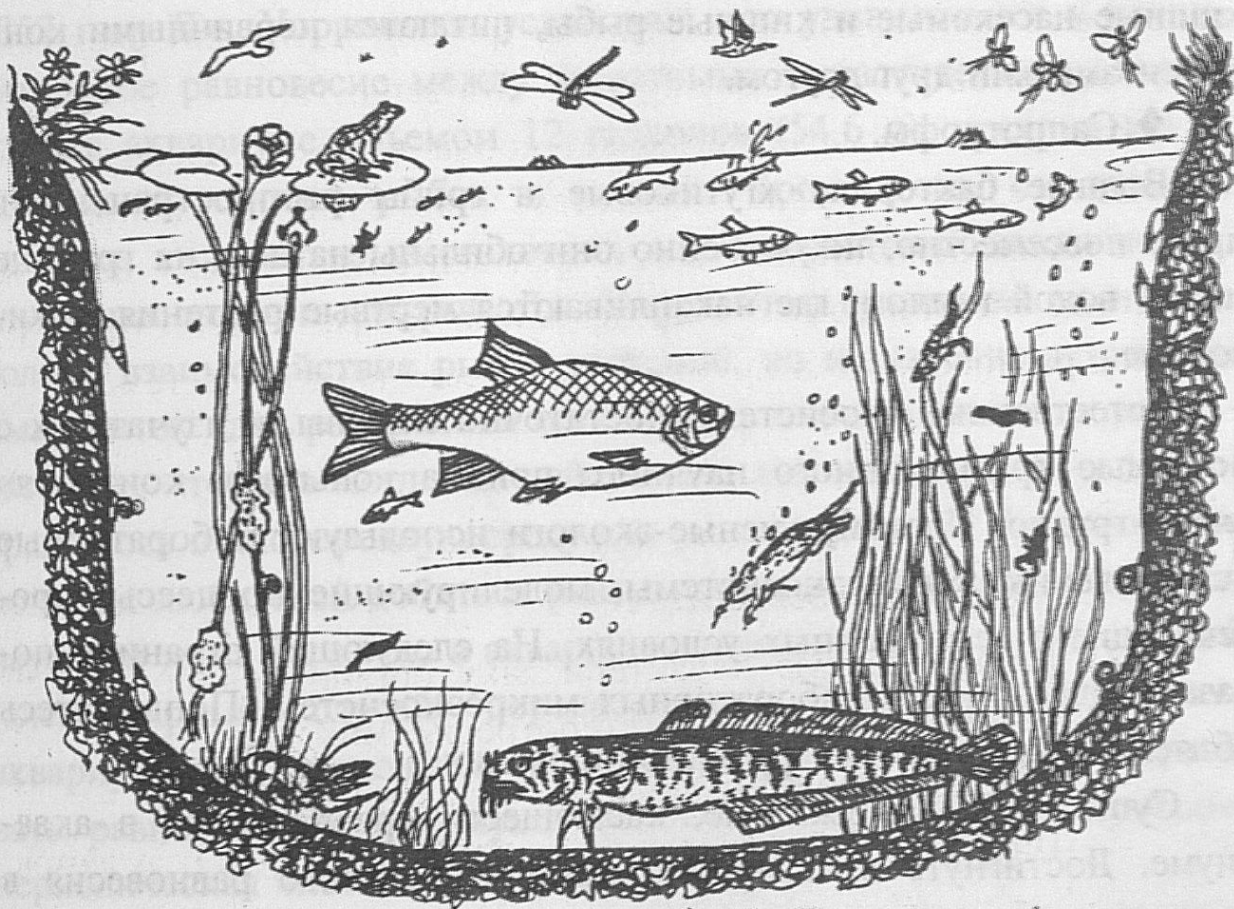
- ◆ микроэкосистемы (например, ствол погибшего дерева);
- ◆ мезоэкосистемы (например, лес или пруд);
- ◆ макроэкосистемы (например, океан).

Все это естественные экосистемы. В качестве примера естественной, сравнительно простой экосистемы рассмотрим экосистему небольшого пруда.

Экосистему пруда можно представить в виде нескольких основных компонентов.

◆ Абиотический компонент.

Это основные органические и неорганические соединения — вода, углекислый газ, кислород, соли кальция, соли азотной и



Экосистема (биогеоценоз) пруда

фосфорной кислот, аминокислоты, гуминовые кислоты, а также температура воздуха и воды и ее перепады в разное время года, плотность воды, давление и др.

◆ **Биотический компонент.**

◆ **Продуценты.**

В пруду они представлены в виде крупных растений, обычно обитающих только на мелководье, мелких плавающих растений (водорослей), называемых фитопланктоном, и наконец, донной флоры – фитобентоса, также представленной в основном водорослями. При изобилии фитопланктона вода приобретает зеленоватый цвет.

◆ **Консументы.**

К этой группе относятся животные (личинки насекомых, ракообразные, рыбы). Первичные консументы (растительноядные) питаются непосредственно живыми растениями или растительными остатками. Они подразделяются на два типа: зоопланктон и зообентос. Вторичные консументы (плотоядные), такие, как хищные насекомые и хищные рыбы, питаются первичными консументами или друг другом.

◆ **Сапротрофы.**

Водные бактерии, жгутиковые и грибы распространены в пруду повсеместно, но особенно они обильны на дне, на границе между водой и илом, где накапливаются мертвые растения и животные.

Естественные экосистемы достаточно сложны, и изучать их с помощью традиционного научного приема «опыта и контроля» очень трудно. Поэтому ученые-экологи используют лабораторные искусственные микроэкосистемы, моделирующие процессы, протекающие в естественных условиях. На следующей странице показаны два примера лабораторных микроэкосистем. Попробуйте объяснить механизм их функционирования.

Существует заблуждение, касающееся «равновесия» в аквариуме. Достигнуть в аквариуме приблизительного равновесия в отношении газового и пищевого режима возможно лишь при условии, что рыб в нем будет мало, а воды и растений много. Еще в

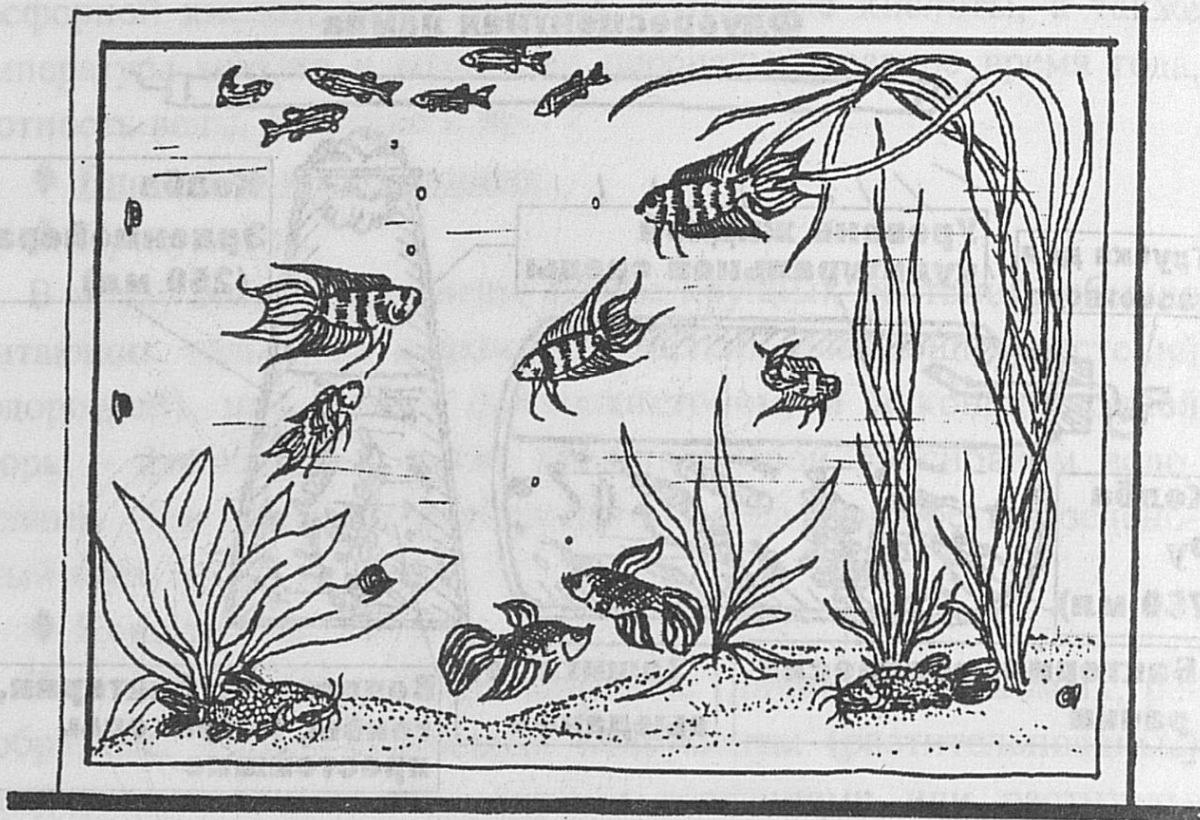
Флуоресцентная лампа



Лабораторные микрэкосистемы

1857 году Дж. Уоррингтон установил «это удивительное и восхитительное равновесие между животными и растительным царством» в аквариуме объемом 12 галлонов (54,6 л), поселив в нем несколько золотых рыбок и улиток. Кроме того, он посадил большое количество многолетних водных растений валлиснерий, служащих кормом для рыб. Дж. Уоррингтон правильно оценил не только взаимодействие рыб и растений, но и значение детритоядных улиток «для разложения остатков растений и слизи», в результате чего «то, что могло бы действовать как ядовитое начало, превращалось в плодородную среду для роста растений». Большинство попыток любителей добиться равновесия в аквариуме оканчивается неудачей из-за того, что в аквариум помещают слишком много рыб (элементарный случай перенаселения). Поэтому любителям-аквариумистам приходится периодически искусственно поддерживать равновесие в аквариуме (дополнительное питание, аэрация, периодическая чистка аквариума).

Возможно, лучший способ представить себе искусственную экосистему – это задуматься о космическом путешествии, так как



Аквариум как искусственная экосистема

человек, покидая биосферу, должен взять с собой четко ограниченную систему, которая обеспечивала бы все его жизненные потребности, используя солнечный свет в качестве энергии, поступающей из окружающей космической среды.

Различают **открытый** и **закрытый** типы космического корабля.

В открытой системе (без регенерации) поток веществ и энергии идет в одном направлении, и жизнь системы будет зависеть от запасов воды, пищи и кислорода. Использованные материалы и отходы хранятся на космическом корабле до возвращения на землю или выбрасываются в космос (!).

В замкнутой по всем параметрам (кроме энергии) системе происходит круговорот веществ, который так же, как и поток энергии, можно регулировать при помощи внешних механизмов. Сегодня практически во всех космических кораблях используется система открытого типа с разными степенями регенерации.



Космический корабль как искусственная экосистема



Вопросы и задания

1. Расскажите об экосистеме пруда.
2. Как в экологических исследованиях используются лабораторные искусственные экосистемы?
3. Какие бывают типы космических кораблей?

§ 4 Гомеостаз экосистемы

Экосистемы характеризуются потоками энергии и круговоротом веществ, а также развитыми информационными сетями, связывающими все части системы и управляющими ею как единым целым. Поэтому можно сказать, что экосистемы имеют **кибернетическую** (от греч. *kibernetike* – искусство управления) природу.

Степень достигаемой стабильности экосистемы зависит как от степени воздействия окружающей среды, так и от эффективности внутренних управляющих механизмов.

Способность системы быстро восстанавливать свое состояние после прекращения внешних воздействий определяется влиянием отрицательной обратной связи. Если положительная обратная связь усиливает отклонение системы от состояния равновесия, то отрицательная обратная связь – его уменьшает.

Данная зависимость проявляется в принципе Ле Шателье – Брауна: при внешнем воздействии, выводящем систему из состояния устойчивого равновесия, равновесие смещается в том направлении, при котором эффект внешнего воздействия ослабляется.

(Вспомните принцип смещения химического равновесия Ле Шателье из курса химии.)

Способность экосистемы к самоподдержанию и саморегулированию называется гомеостазом. В основе гомеостаза лежит принцип отрицательной обратной связи. Благодаря именно этой связи регулируются процессы запасания и высвобождения питательных веществ, продуцирования и разложения органических соединений.

Поддержание гомеостаза экосистемы возможно лишь в определенных пределах. Вне сферы действия отрицательной обратной связи вступает в силу положительная обратная связь.

Рассмотрим пример.

В практике сельского хозяйства повышение урожайности часто связывают с количеством вносимых удобрений. Однако

иногда удобрений вносится столько, что система гомеостаза выходит за верхний предел действия отрицательной обратной связи, вследствие чего в агроценозе начинаются необратимые изменения, приводящие к деградации возделываемых площадей. Примеры увлечения удобрениями, приводящего к эрозии и засолению полей, можно найти в практике сельского хозяйства разных государств.



Вопросы и задания

1. Как вы понимаете кибернетическую природу экосистемы? В чем смысл положительной и отрицательной обратных связей?
2. В чем заключается принцип Ле Шателье–Брауна?
3. Что называется гомеостазом экосистемы?

§ 5. Динамика экосистемы

Любая экосистема динамична, в ней постоянно происходят изменения в состоянии и жизнедеятельности ее основных компонентов и соотношении популяций. Одной из характерных особенностей экосистем (биогеоценозов) является их суточная, сезонная и многолетняя динамика.

◆ **Суточная динамика.** В каждом биогеоценозе имеются группы организмов, активность жизни которых выпадает на разное время суток. Одни активны в ночное время, а днем скрываются в каких-либо убежищах. Другие ночью пассивны. Таким образом, наблюдаются периодические изменения в составе и соотношении отдельных популяций экосистемы. Суточную динамику обеспечивают не только животные, но и растения (фотосинтез невозможен в темноте; некоторые цветы раскрываются только