

**Российская академия наук
Отделение биологических наук
Институт экологии Волжского бассейна**

СИНЭКОЛОГИЯ

Г.С. Розенберг

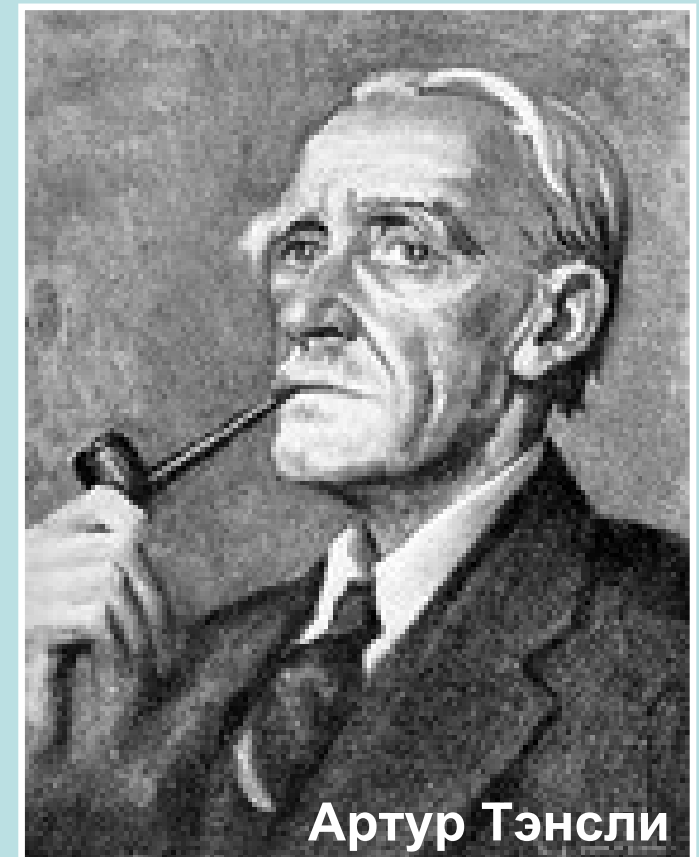
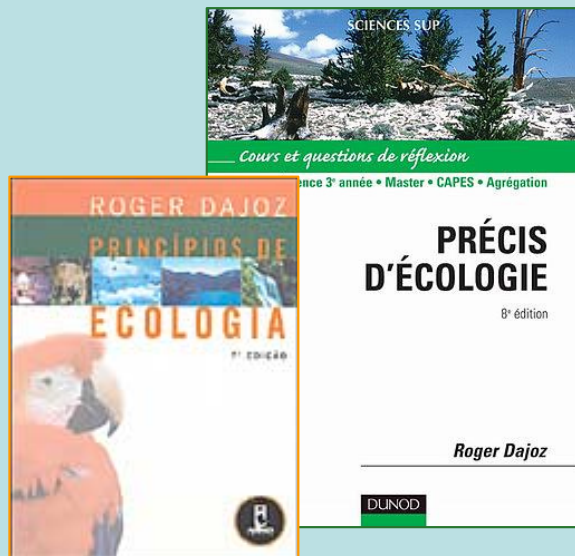


Термин «экосистема» был введен в 1935 г. английским экологом и геоботаником **Артуром Тэнсли**.

Экосистема (от греч. *oikos* – дом, место и *systema* – целое, составленное из частей) – **функциональная система, включающая в себя сообщество живых организмов и их среду обитания.**

Весьма наглядно иллюстрирует это французский эколог **Р. Дажо** (Roger Dajoz; г.р. 1929):

экосистема = биотоп + биоценоз.



Артур Тэнсли

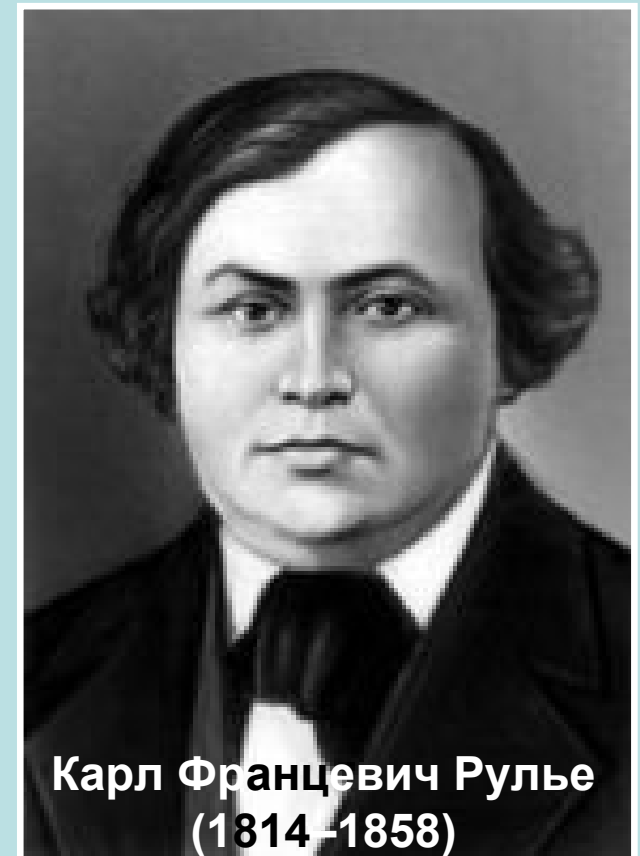
Arthur George Tansley (1871–1955)

КОНЦЕПЦИЯ ЭКОСИСТЕМЫ

Любая биосистема, включающая все совместно функционирующие организмы (биотическое сообщество, биоценоз) на данном участке территории и взаимодействующая с физической средой так, что поток энергии создает достаточно четко определенные биотические структуры с круговоротом веществ между живой и неживой частями, представляет собой **экологическую систему**, или **экосистему**.
Экосистема – основная функциональная единица в экологии.

К.Ф. Рулье (1852) "Жизнь животных по отношению ко внешним условиям":

«Приляг к лужице, изучи подробно существа – растения и животных, ее населяющих, в постепенном развитии и взаимно непрестанно перекрещающихся отношениях организации и образа жизни, и ты для науки сделаешь несравненно более, нежели многие путешественники... Полагаем, задачей, достойной первого из первых ученых обществ, назначить следующую тему для ученого труда первейших ученых: **"Исследовать три вершка ближайшего к исследователю болота относительно растений и животных в их постепенном взаимном развитии организации и образа жизни среди определенных условий"**. Пока ни одно общество не решилось предложить такой задачи, и не решилось по весьма достойной причине – оно знает, что не нашло бы даже сколько-нибудь удовлетворительного ответа».



Карл Францевич Рулье
(1814–1858)

С точки зрения трофических отношений **экосистема** состоит из двух групп организмов:



Вильгельм Пфеффер
Wilhelm Pfeffer (1845-1920)

- **автотрофных** (самостоятельно «питающихся», осуществляющих, в основном, фиксацию световой энергии и использующих простые неорганические вещества для построения сложных веществ) и
- **гетеротрофных** (питающихся другими, для которых характерны утилизация, перестройка и разложение сложных веществ).

Это разделение было предложено в 1885 г. немецким биологом **Вильгельмом Пфеффером**.

Однако еще раньше эти группы организмов предложил различать французский химик **Антуан Л. Лавуазье**.

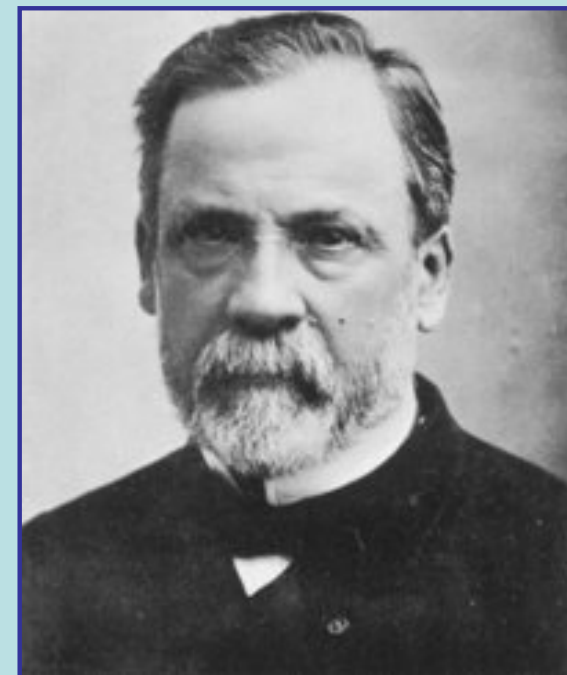
Луи Пастер еще в апреле 1862 г. в Докладе министру просвещения Франции об успехах химических и биологических наук "Роль брожения в природе" писал:

«Слова Лавуазье указывают с поразительной точностью на **три составных элемента**, к которым сводится проблема непрерывности жизни на поверхности Земли (*продуценты, консументы и*



Антуан Л. Лавуазье
Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794)

редуценты в современной экологической терминологии)... Для того, чтобы он замкнулся (*круг превращений жизни*), необходимо превращение органического вещества мертвого растения или животного в неорганические вещества...».



Луи Пастер
Louis Pasteur (1822-1895)

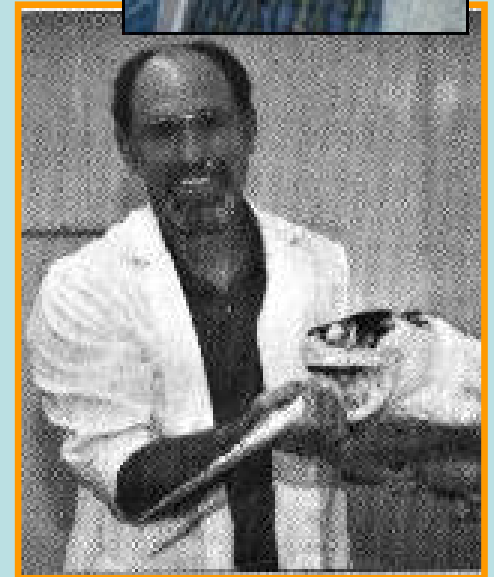
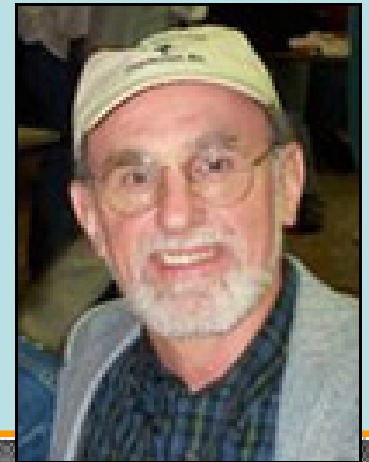
Для удобства описания в составе экосистемы выделяют следующие компоненты:

- **неорганические вещества** (С, N, P, CO₂, H₂O и т.д.);
- **органические вещества** (белки, углеводы, липиды, гуминовые кислоты и т.д.);
- **климатический режим** (температура и другие физические факторы);
- **продуценты** (автотрофные организмы, главным образом зеленые растения, которые способны создавать пищу из простых неорганических веществ);

- **макроконсументы** или **фаготрофы** (гетеротрофные организмы, главным образом животные, которые поедают другие организмы или частицы органического вещества);
- **микроконсументы, сапрофиты, редуценты** или **осмотрофы** (гетеротрофные организмы, преимущественно бактерии и грибы, которые разрушают сложные органические соединения мертвой протоплазмы, поглощают некоторые продукты разложения и высвобождают неорганические вещества, пригодные для использования продуцентами, а также органические вещества, способные служить источниками энергии, ингибиторами или стимуляторами для других биотических компонент экосистемы).

Р. Вигерт и Д. Оуэнс разделяют **гетеротрофов** на две группы (учитывается разрыв во времени между потреблением живого и мертвого вещества):

- **биофаги** (**биотрофы**; организмы, поедающие другие живые организмы);
- **сапрофаги** (**сапротрофы**; организмы, питающиеся мертвым органическим веществом).



Дэвид Оуэнс
David W. Owens
(г.р. 1941)



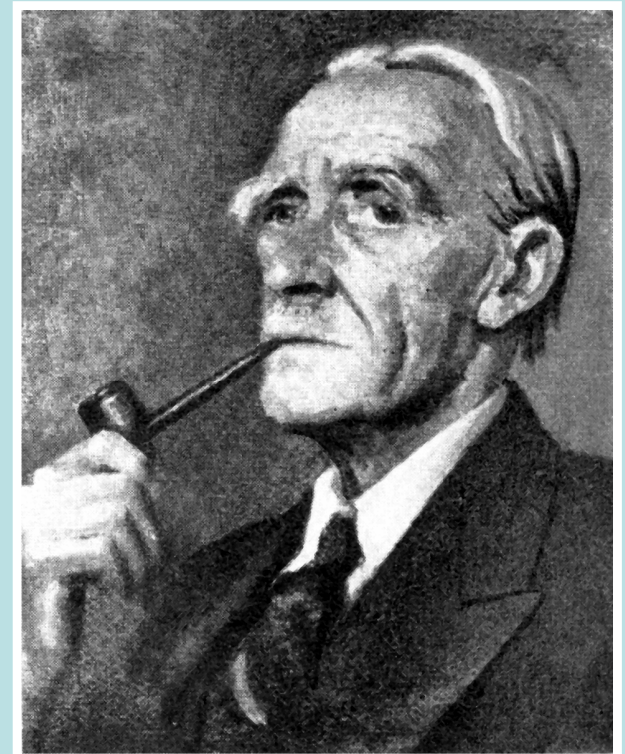
Ричард Вигерт
Richard G. Wiegert
(1948-2002)



ГИПОТЕЗА ЭКОСИСТЕМЫ Тэнсли

Повторим: по определению А. Тэнсли (Tansley, 1935), под экосистемой понимается функциональная система, включающая в себя сообщество живых организмов и среду их обитания.

Артур Тэнсли
Arthur George Tansley
(1871–1955)



Ф. Эванс в 1956 г. предложил расширить понятие «экосистемы», используя данный термин для определения **любой** части жизни, взаимодействующей с окружением (от особи до биосферы или, по меткому выражению эстонского эколога **В. Мазинга**, *"от кочки до оболочки"*).



Френсис Эванс
Francis Cope Evans (1914-2002)

С этой точки зрения определение— гипотеза Тэнсли более конкретно.



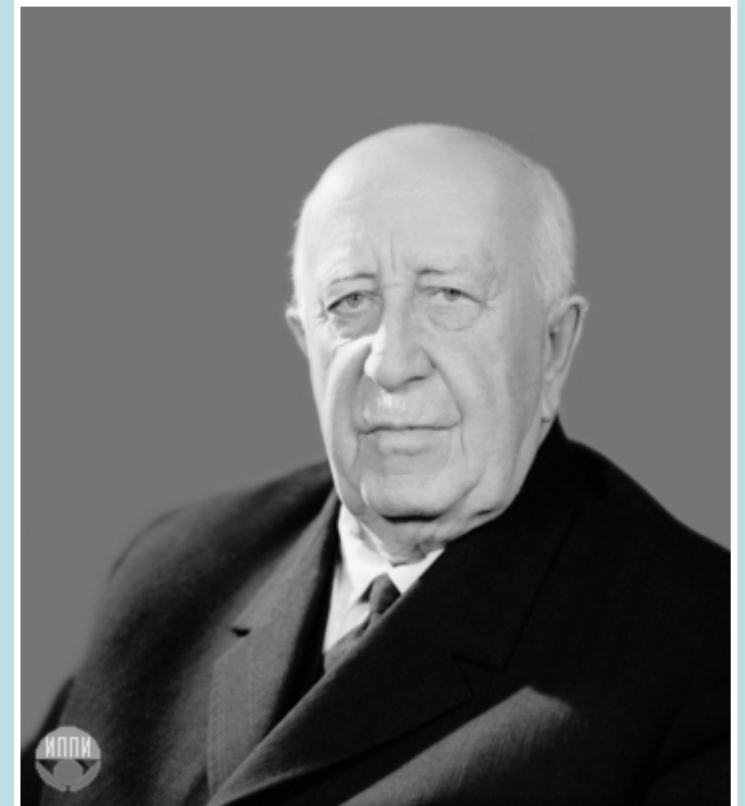
Виктор Мазинг
Victor Masing (1925-2001)

ГИПОТЕЗА БИОГЕОЦЕНОЗА Сукачева

Понятие «биogeоценоз» характеризуется бóльшим числом существенных признаков, чем понятие «экосистема». Поэтому оно имеет меньший объем, то есть охватывает меньшее число объектов.

По В.Н. Сукачеву (1942 г.):

«Биogeоценоз — это участок земной поверхности, где биоценоз и отвечающие ему части атмосферы, литосферы, гидросферы и почвенного покрова, остаются однородными и образуют единый комплекс, объединенный круговоротом веществ и потоком энергии».



Владимир Николаевич
Сукачëв (1880-1967)

Учитывая, что границы растительных сообществ, то есть фитоценозов, определяются почвенно-климатическими условиями, **Е.М. Лавренко** и **Н.В. Дылис** (1968, с. 159) предлагают и более короткое определение понятия «биогеоценоз»:

«Это экосистема, границы которой определяются растительным сообществом».



**Николай Владиславович
Дылис (1912-1985)**



**Евгений Михайлович
Лавренко (1900-1987)**

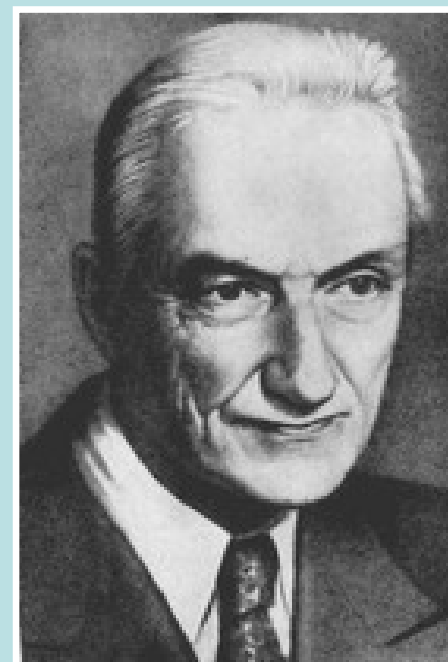
ГИПОТЕЗА КОНСОРТИВНЫХ СВЯЗЕЙ

Беклемишева – Раменского



Владимир Николаевич
Беклемишев (1890-1962)

Представления о консорции
были независимо сформули-
рованы зоологом
В.Н. Беклемишевым в 1951 г.
и ботаником **Л.Г. Раменским**
в 1952 г.

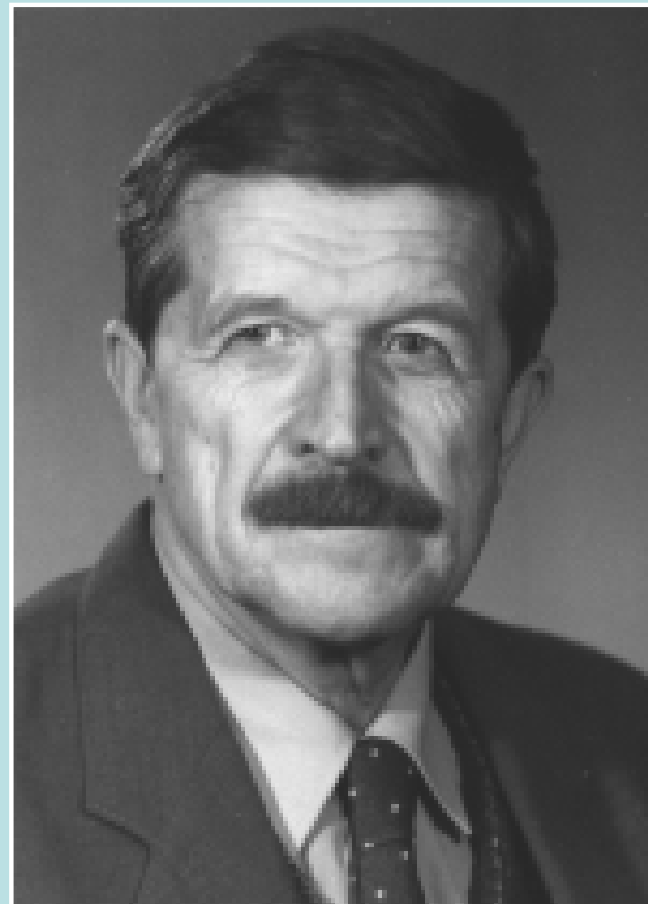


Леонтий Григорьевич
Раменский (1884-1953)

Представление о существовании основной
ячейки трансформации энергии в экосистеме,
являющейся ее структурной частью и называемой
консорцией.

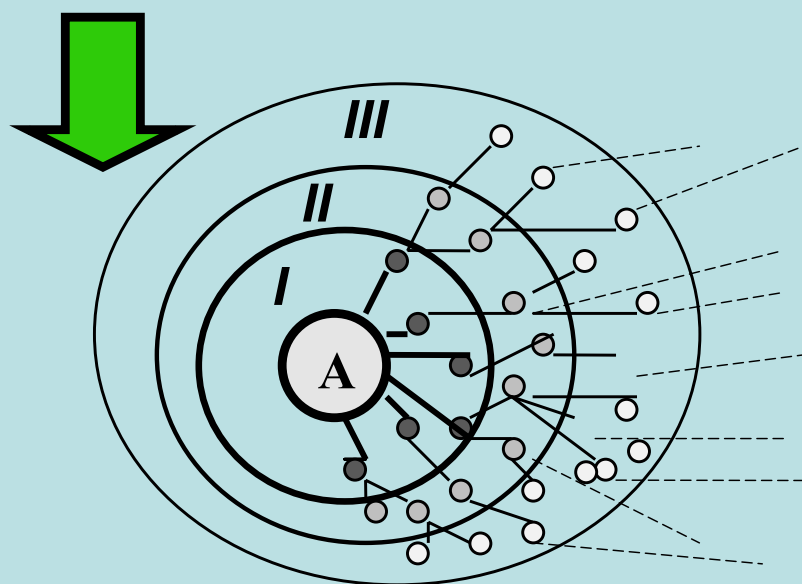
Большой теоретический
и методический вклад в
изучение консорций внес
эстонский геоботаник
Виктор Мазинг.

В частности, он различал
индивидуальные,
клональные,
популяционные,
региональные и
видовые консорции.



Виктор Мазинг
Victor Masing (1925-2001)

В качестве ядра **индивидуальной консорции** обычно выступает автотрофное растение-эдификатор, компонентами (видами-консортами) являются непосредственно связанные с ним (трофически и топически) организмы.



⊙ A, ⊙ A_i ядро-детерминант

Ядром **популяционной консорции** является вся популяция или вид в целом, **синузальной консорции** – виды одной экобиоморфы (например, темнохвойные деревья).

Консортивные связи различаются по своей приуроченности к ценопопуляции детерминанта.

Например, детерминант – манник водный (*Glyceria maxima*),

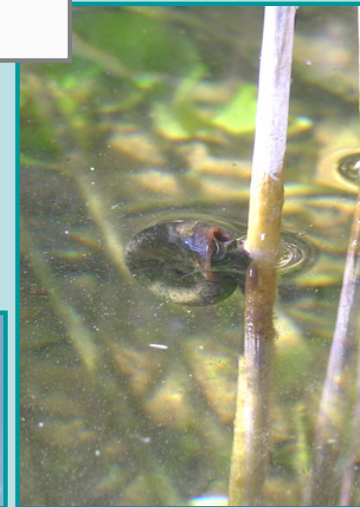
собственно консорты [личинки хирономид (массовые виды

Glyptotendipes glaucus и *Pentapedilum sordens*)],

супраконсорты (хищные пиявки рода *Erpobdella*, брюхоногие моллюски

Lymnea stagnalis и *Planorbarius corneus*)

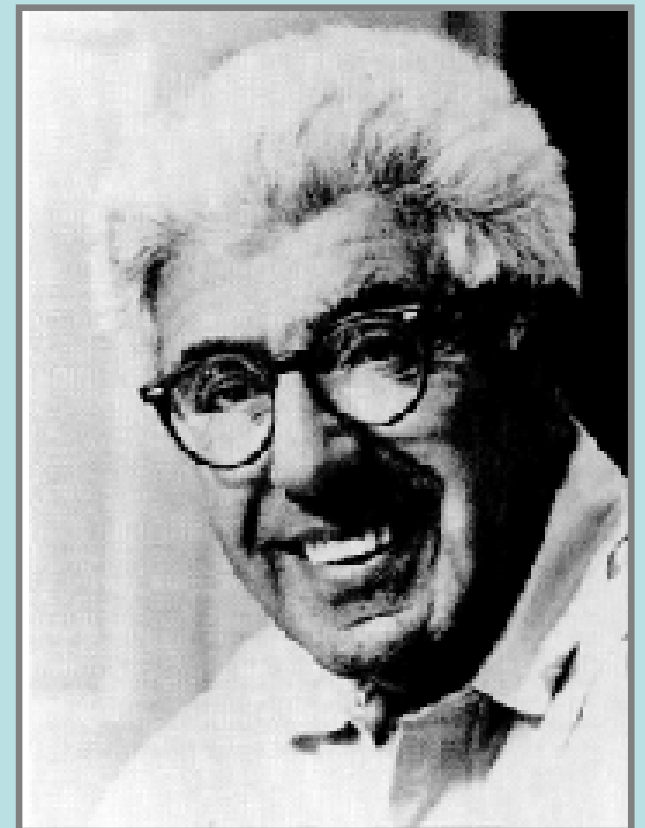
и «посетители» (представители nekтона – рыбы).



ПРИНЦИП ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРЕЛЯЦИИ

В экосистеме все входящие в нее виды живого и абиотические компоненты функционально соответствуют друг другу и взаимосвязаны (первый закон-афоризм экологии Барри Коммонера – **все связано со всем**).

Барри Коммонер
Barry Commoner (г.р. 1917)



ПРИНЦИП ЕДИНСТВА ОРГАНИЗМ – СРЕДА (ОСНОВНОЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЗАКОН)

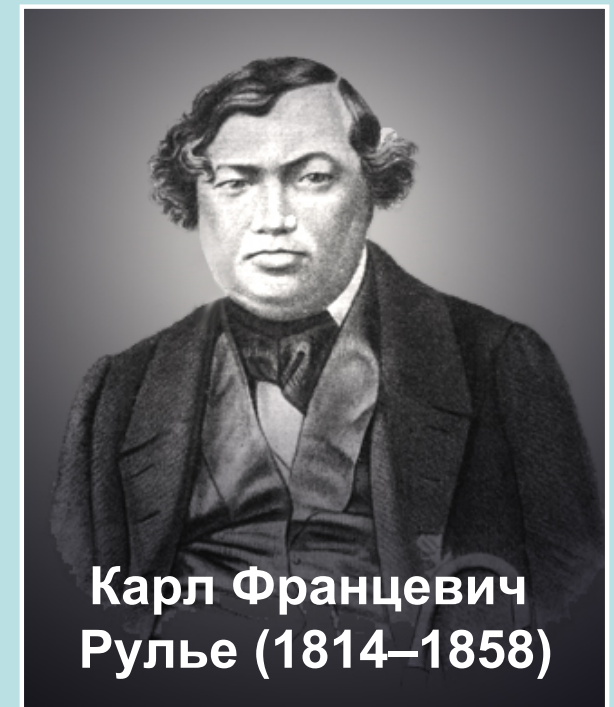
Рулье – Сеченова

Закон, согласно которому между живыми организмами и окружающей их средой существуют тесные взаимоотношения, взаимозависимости и взаимовлияния, обуславливающие их единство.

Экосистема – открытая система
(второй закон–афоризм экологии

Б. Коммонера – **все должно куда-то деваться** – every-thing must go somewhere).

В 1850 г. **К.Ф. Рулье**, профессор Московского университета и признанный основатель московской школы эволюционистов, писал:



Карл Францевич
Рулье (1814–1858)

«Вся история животного (как и всего действительно существующего) показывает несомненно на то, что животное, предоставленное самому себе, удаленное от внешнего мира, не может ни родиться, ни жить, ни умереть. Для совершения полного круга развития нужно обоюдное участие двоякого рода элементов, принадлежащих животному и элементов для него внешних. **Закон двойственности жизненных элементов или закон общения животного с миром. Этот закон имеет самое общее, мировое значение**» (Рулье, 1954, с. 78).

В 1861 г. физиолог **И.М. Сеченов** независимо от К.Ф. Рулье приходит к аналогичным выводам:

«**Организм без внешней среды**, поддерживающей его существование, **невозможен**; поэтому в научное определение организма должна входить и среда, влияющая на него. Так как без последней существование организма невозможно, то споры о том, что в жизни важнее, среда ли, или само тело, не имеют ни малейшего смысла» (Сеченов, 1952, с. 533).



Иван Михайлович
Сеченов (1829-1905)

Из многочисленных современных интерпретаций этого закона остановимся на его видении ихтиологом **Г.В. Никольским** (1972, с. 23):

«Каждый вид приспособлен к своей специфической среде, к определенной пище, хищникам, температуре, солености воды и другим элементам внешнего мира, без которых он не может существовать. Вид и его среда представляют собой диалектическое противоречивое единство – единство противоположностей. *Закон противоречивого единства организма и среды*, вытекающий из общей закономерности единства внешнего и внутреннего, *есть один из основных биологических законов*. Только опираясь на эту закономерность, могут успешно развиваться все отрасли биологии».



Георгий Васильевич
Никольский (1910 – 1977)

ЗАКОН ОПТИМАЛЬНОЙ КОМПОНЕНТНОЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНОСТИ

Никакая экосистема не может самостоятельно существовать при искусственно созданном значительном избытке или недостатке какого-либо экологического компонента (как биотического, так и абиотического). Сразу подчеркнем, что этот закон не распространяется на случаи «стопроцентного насыщения» (естественно, водная экосистема может развиваться только в водной среде).

В известном смысле, этот закон может рассматриваться как развитие **принципа лимитирующих факторов Либиха – Шелфорда**.

ПРАВИЛО ВЗАИМОПРИСПОСОБЛЕННОСТИ

Мебиуса – Морозова

Все виды в биоценозе приспособлены друг к другу настолько, что их сообщество составляет внутренне противоречивое, но единое и взаимно увязанное системное целое (в природе нет «полезных» и «вредных» видов, все виды, как правило, взаимоприспособлены).

Правило было сформулировано немецким гидробиологом **Карлом Мебиусом** в 1877 г. (тогда же он предложил и понятие «биоценоз»). В 1912 г. **Г.Ф. Морозов** в книге "Учение о лесе" писал: «...в природе не существует полезных и вредных птиц, полезных и вредных насекомых, там все служит друг другу и взаимно приспособлено» (с. 392).

ПРАВИЛО ВЗАИМОПРИСПОСОБЛЕННОСТИ

Мебиуса – Морозова



Карл Август Мёбиус
Karl August Möbius (1825–1908)



Георгий Федорович
Морозов (1867-1920)

ПРАВИЛО ВНУТРЕННЕЙ НЕПРОТИВОРЕЧИВОСТИ

В естественных экосистемах деятельность входящих в них видов, как правило, направлена на поддержание этих экосистем как среды собственного обитания.



Наиболее яркими примерами соответствия между организмами и средой могут служить пищевые взаимоотношения (зависимость коалы от листвы эвкалипта или панды от побегов бамбука), мутуалистическая связь между азотфиксирующими бактериями и корнями бобовых растений, а также взаимодействия в системе «паразит – хозяин».



Благодарю за внимание ...