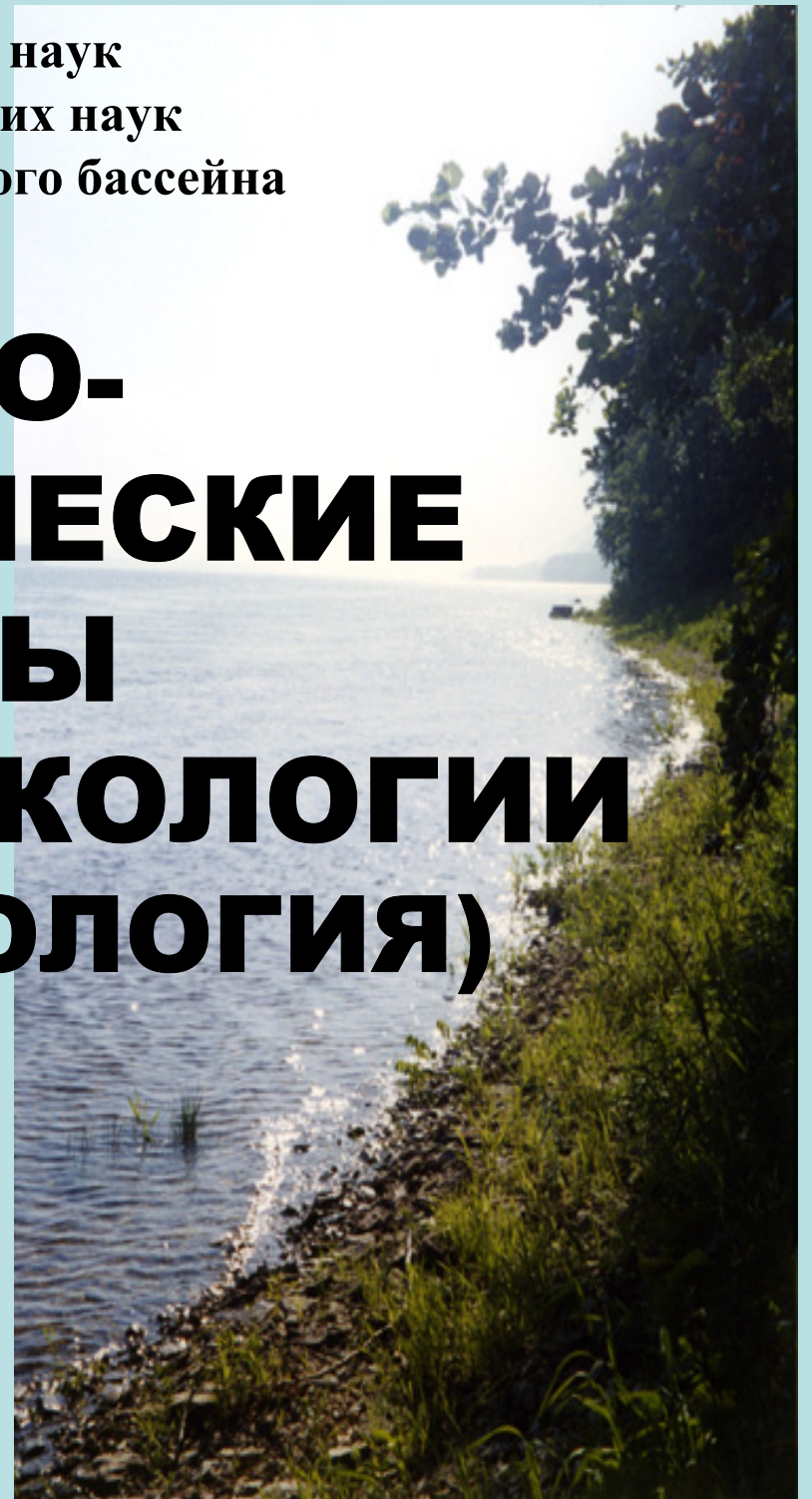


Российская академия наук  
Отделение биологических наук  
Институт экологии Волжского бассейна

# **СИСТЕМО- МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ЭКОЛОГИИ (СИСТЕМНАЯ ЭКОЛОГИЯ)**

**Г.С. Розенберг**



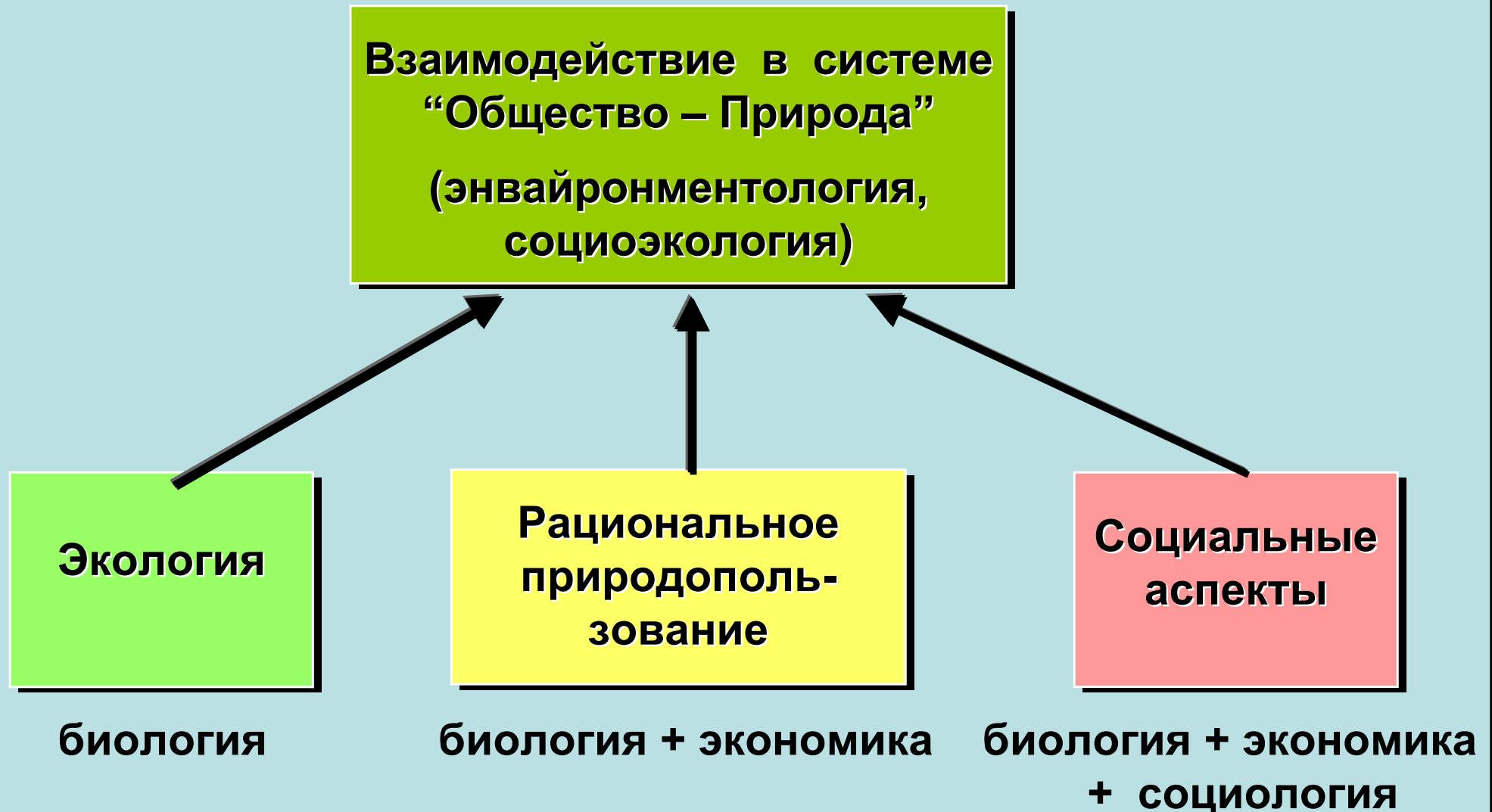
# ВВЕДЕНИЕ В ПРЕДМЕТ

Сегодня границы экологии раздвинуты далеко за рамки даже синтетической биологической дисциплины. Думается, что это происходит по ряду причин.

- **Во-первых**, термин «экология» (в переводе с греческого «*oikos*» – дом, «*logos*» – наука; таким образом, «экология» – наука о доме, о взаимоотношениях между живыми организмами и окружающей их средой) **оказался просто очень удачным с лингвистической точки зрения.**

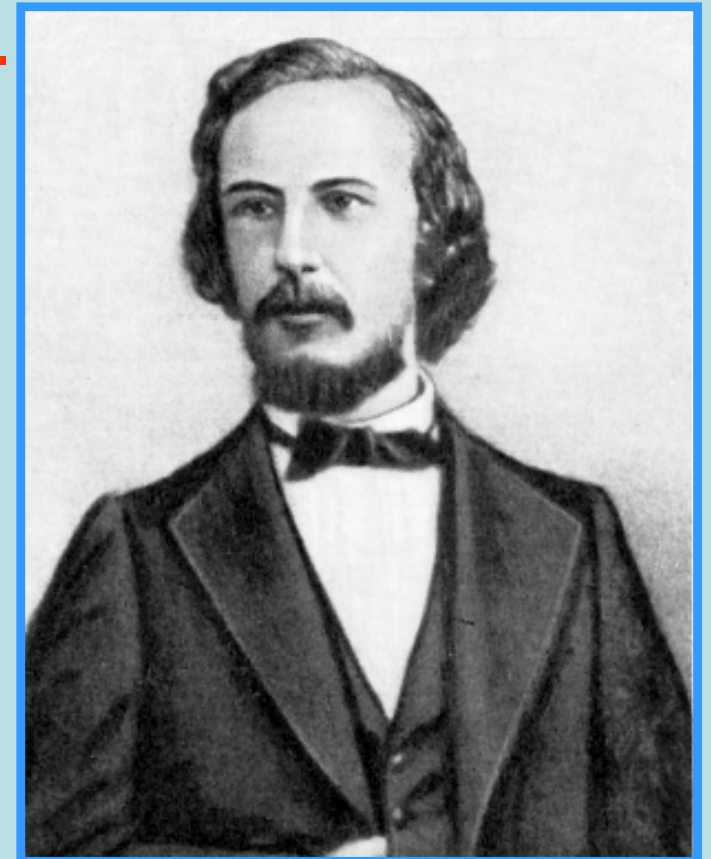
- **Во-вторых,** Человек – тоже живой организм, находящийся во взаимоотношениях с окружающей средой, причем, его поведение оказывает очень значительное влияние на Природу.
- **В-третьих,** экология – развивающаяся наука, и ее понятийный, методический и теоретический аппараты еще не устоялись (так, например, продолжаются дискуссии даже об основном объекте изучения экологии).

**Чтобы как-то упорядочить  
терминологическую путаницу, возьмем  
за основу следующую схему:**



# Так что же такое «экология»?

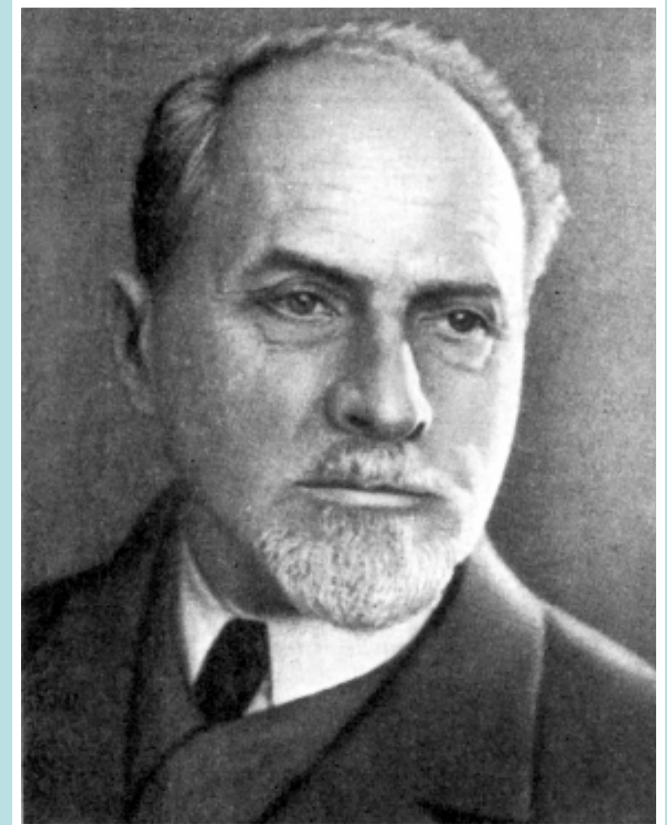
«...Под экологией мы подразумеваем общую науку об отношении организма к окружающей среде, куда мы относим все "условия существования" в широком смысле этого слова. Они частично органической, частично неорганической природы» (Haeckel, 1866, s. 286).



Эрнст Геккель  
Ernst Haeckel (1834-1919)

# Так что же такое «экология»?

- «...Содержанием экологии является изучение взаимоотношений организма (вида) со средой его обитания, изучение приспособлений и противоречий между особенностями вида и элементами этой среды, именуемой факторами; задачей экологического исследования является познание "условий существования" вида, то есть тех факторов среды, которые являются необходимыми для существования вида, дабы, зная эти условия существования, управлять жизнью вида или всего комплекса» (Кашкаров, 1938, с. 10).

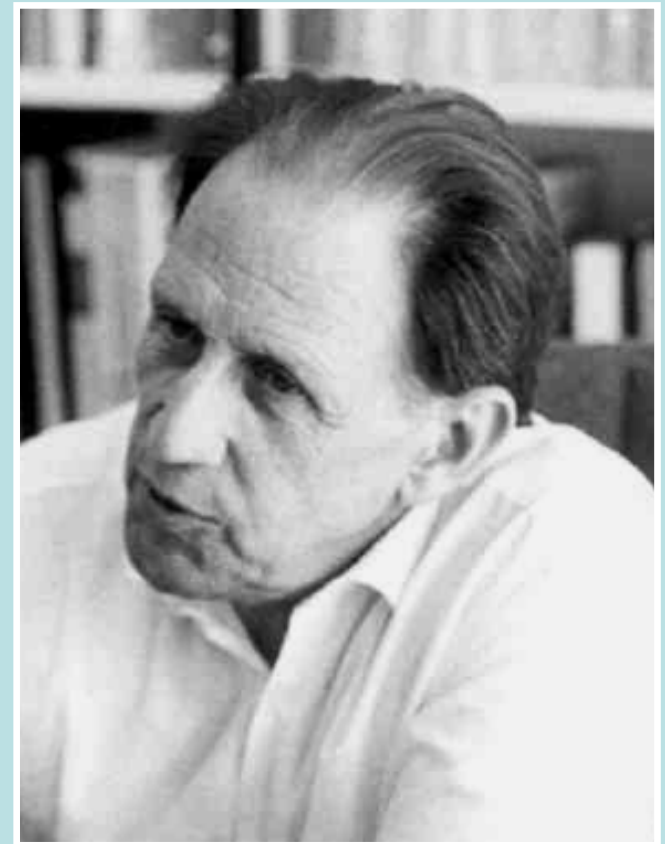


Даниил Николаевич  
Кашкаров (1878-1941)



# Так что же такое «экология»?

«...Я утверждаю, что **экология** — это изучение систем на том уровне, на котором индивиды (организмы) рассматриваются как элементы, взаимодействующие между собой либо с окружающей средой. Системы такого уровня называются экосистемами, и экология есть ничто иное, как биология таких систем» (Margalef, 1969).

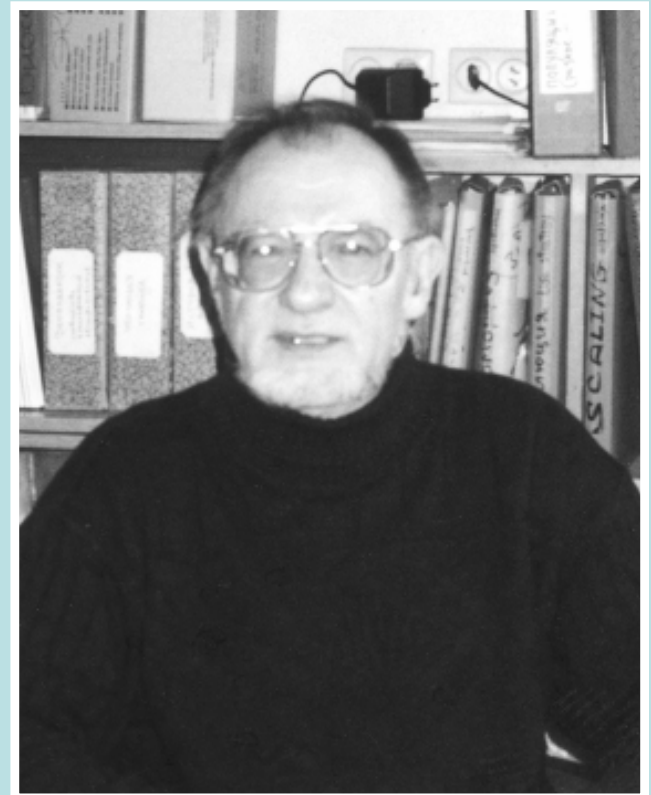


Рамон Маргалеф  
Ramón Margalef (1919–2004)

# Так что же такое «экология»?

«Когда в 1866 г. Э. Геккель впервые употребил слово "экология", обозначив им биологическую науку, он, наверное, не подозревал о том, что через сто с небольшим лет слово это, многократно повторенное газетами и журналами всего мира (не говоря уже о других неведомых ранее средствах массовой информации), станет своеобразным символом своего времени.

Действительно, **об экологии говорят сейчас буквально все, понимая под экологией в большинстве случаев любое взаимодействие человека и природы или ухудшение качества среды, вызванное его хозяйственной деятельностью»** (Гиляров, 1989, с. 5).

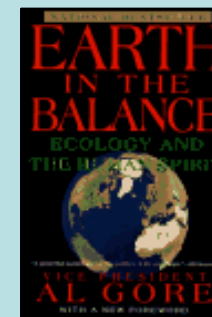


Алексей Меркурьевич  
Гиляров (г.р. 1943)



# Так что же такое «экология»?

- «...Но что такое экология? Наука? Общественное движение? Партия "зеленых"? Инстинкт самосохранения? Мистическое учение об апокалипсисе? Не будем совершенно исключать из этого понятия ни того, ни другого, ни третьего... Но, требуя глубоких специальных знаний, **экология — не только знание, но и сознание, доступное каждому.** Она — сама современность и злободневность всех злободневностей» (Залыгин, 1992, с. 5).
- «...Экология представляет собой **изучение баланса**» (Gore, 1993, p. 18).



Альберт  
Albert [Al]  
(г.р. 1948)



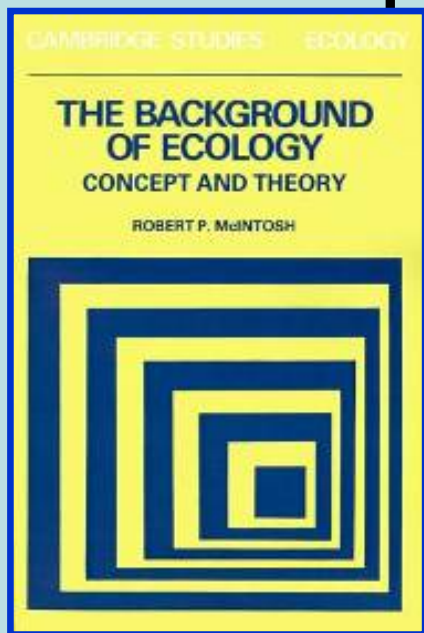
Изданная в 1971 г. и переведенная на русский язык в 1975 г. книга **Юджина Одума** «Основы экологии» стала первой монографической работой, в которой **системный подход** был поставлен «во главу угла» экологии.



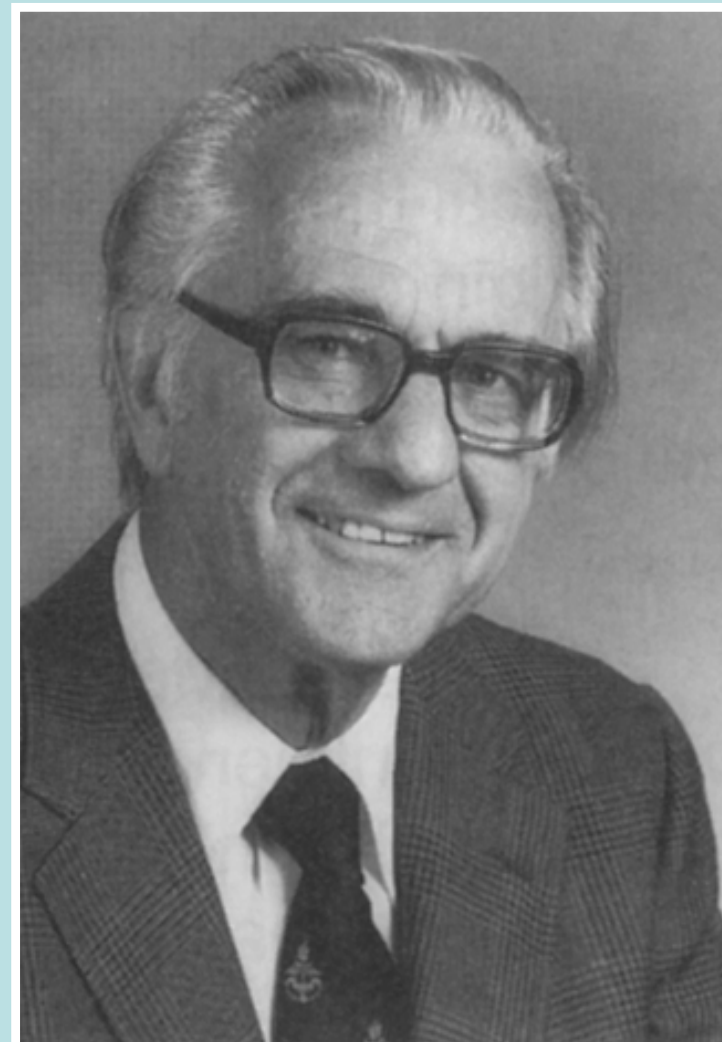
**Юджин Одум**  
**Eugene Pleasants Odum**  
**(1913-2002)**

# Системный подход не всеми экологами признается «базовым» для экологии

Американский эколог **Роберт Макинтош** называет системную экологию «браком под ружьем» инженерии и экологии.



Роберт Макинтош  
Robert McIntosh  
(г.р. 1924)



# Системный подход не всеми экологами признается «базовым» для экологии

Академик **В.Е. Соколов** в предисловии редактора перевода к двухтомнику Ю. Одума писал: «...иногда приходится читать о преимуществах системного подхода перед всеми другими способами научного исследования... приходится констатировать, что **системный подход – это предвзятый подход**».



**Владимир Евгеньевич  
Соколов (1928-1998)**



# **Системный подход не всеми экологами признается «базовым» для экологии**

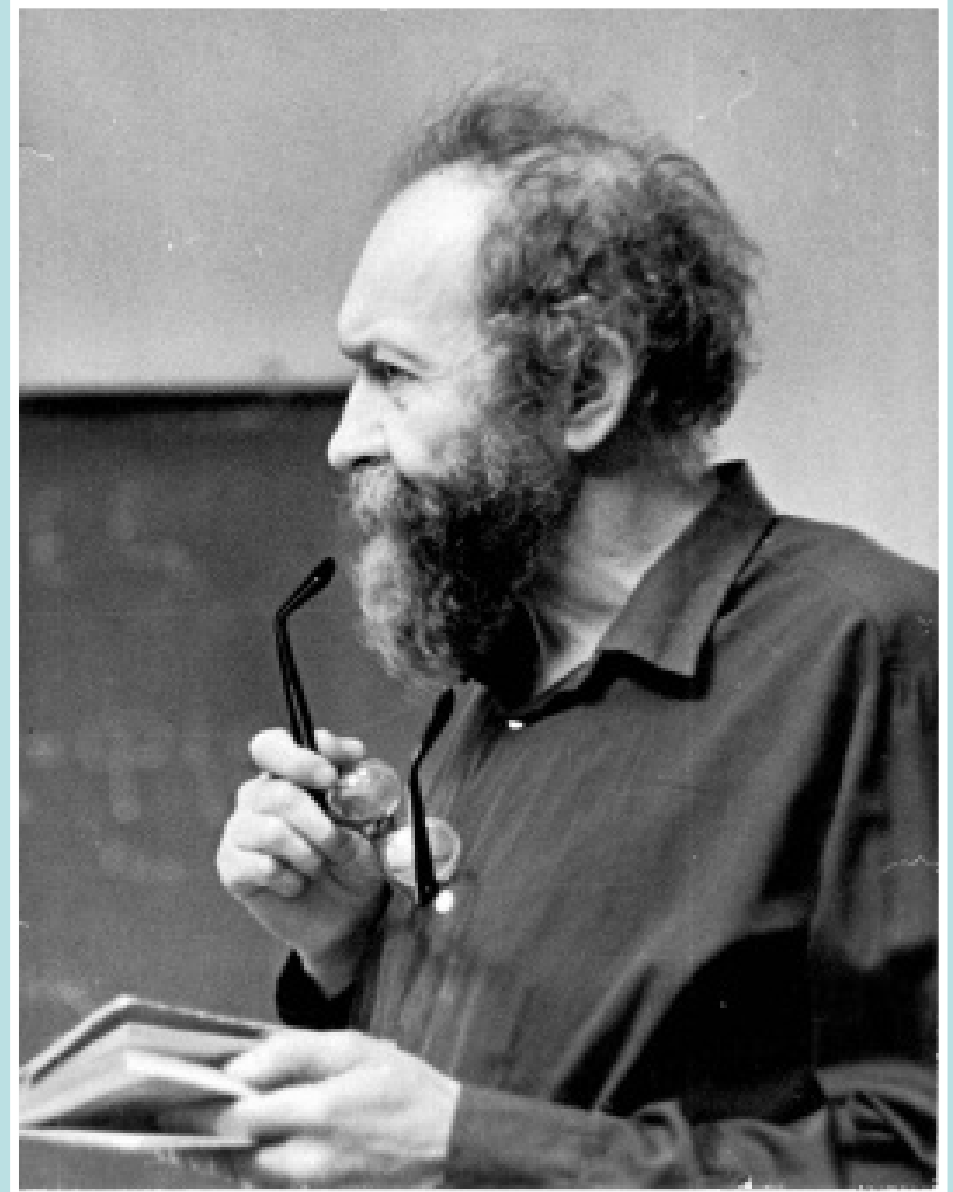
Профессор **Б.М. Миркин** считает, что «...понятие "системный подход" сегодня изрядно затаскано и стало обыденным научным клише, которое уже приносит скорее вред, чем пользу».

**Борис Михайлович  
Миркин (г.р. 1937)**



Вообще говоря, **системный подход** не является строго методологической концепцией, что отмечал еще А.А. Ляпунов (1970) – он выполняет эвристические функции, ориентируя конкретные экологические исследования в двух основных направлениях:

Алексей Андреевич  
Ляпунов (1911-1973)





- **во-первых**, его содержательные принципы позволяют фиксировать недостаточность старых, традиционных методов изучения экосистем для постановки и решения новых задач их целостного исследования;
- **во-вторых**, понятия и принципы **конструктивного системного подхода** (некоторые из них излагаются далее, что существенным образом отличает его от просто «терминологических изысков») помогают создавать новые программы изучения, ориентированные на раскрытие сущности процессов трансформации энергии, передачи вещества и информации в экосистемах.

# ЧТО ТАКОЕ «СИСТЕМА»?

Традиционным является следующее определение:

***система – совокупность элементов со связями между ними.***

Однако это определение не является полным и в класс однотипных систем могут попасть значительно различающиеся объекты.

# Простой пример, заимствованный из работы Ю.А. Урманцева (1974, с. 60).

Пусть *элементами системы* будут атомы углерода **C** и водорода **H**; отношением, связывающим их, будет *отношение химического сродства*.



Юнир Абдуллович Урманцев (г.р. 1931)

На этой основе можно построить систему углеводородов, которая включит подсистемы **предельных** (метан, этан, пропан, бутан и т.д.) и **непредельных углеводородов** (метил, этил, пропил, бутил и т.д.). Для их идентификации совершенно необходимо задать **еще один критерий**, который Ю.А. Урманцев назвал **«законом композиции»**.

Если указать один из законов ( $C_nH_{2n+2}$  или  $C_nH_{2n}$ ), то систему предельных или непредельных углеводородов можно выделить однозначно.

# ЧТО ТАКОЕ «СЛОЖНАЯ СИСТЕМА»?

Каждая система определяется некоторой

- **структурой** (элементы и взаимосвязи между ними) и
- **поведением** (изменение системы во времени).



# ЧТО ТАКОЕ «СЛОЖНАЯ СИСТЕМА»?

В системологии **под структурой** понимается инвариантная во времени фиксация связей между элементами системы, формализуемая, например, математическим понятием «графа».

**Под поведением системы** понимается ее функционирование во времени.

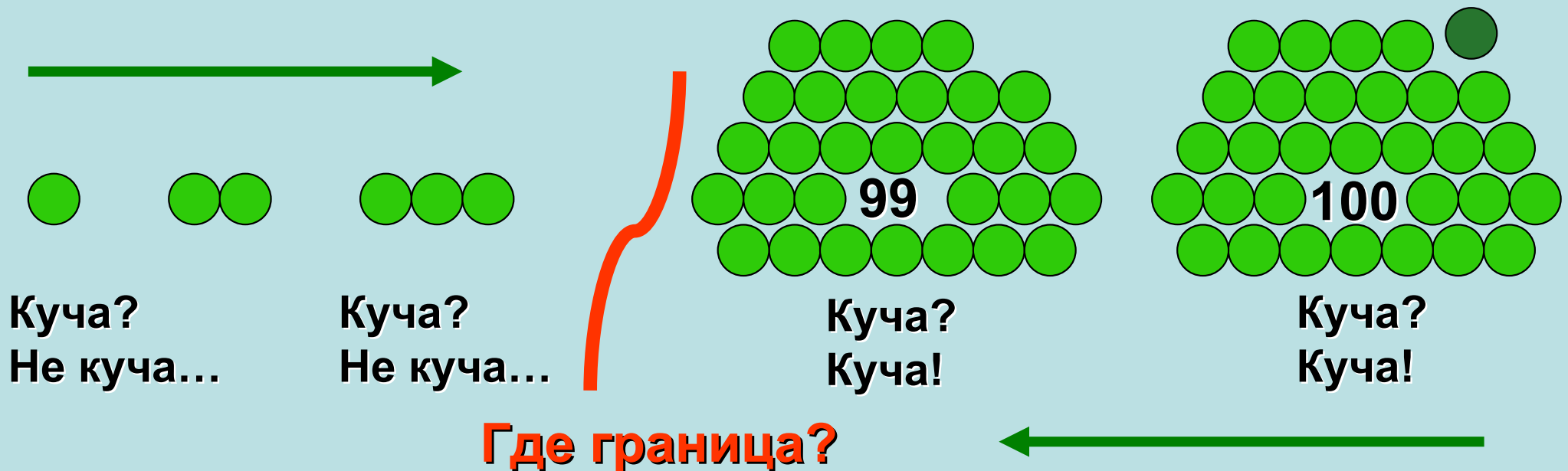
Изменение структуры системы во времени можно рассматривать как ее сукцессию и эволюцию.

# ЧТО ТАКОЕ «СЛОЖНАЯ СИСТЕМА»?

Различают *неформальную структуру* системы (в качестве элементов которой фигурируют «первичные» элементы, вплоть до атомов) и *формальную структуру* (в качестве элементов фигурируют системы непосредственно нижестоящего иерархического уровня).

# ЧТО ТАКОЕ «СЛОЖНАЯ СИСТЕМА»?

Сложность системы на «структурном уровне» задается **числом ее элементов и связей между ними**. Дать определение «сложности» в этом случае крайне трудно: исследователь сталкивается с, так называемым, «эффектом кучи»:



# ЧТО ТАКОЕ «СЛОЖНАЯ СИСТЕМА»?

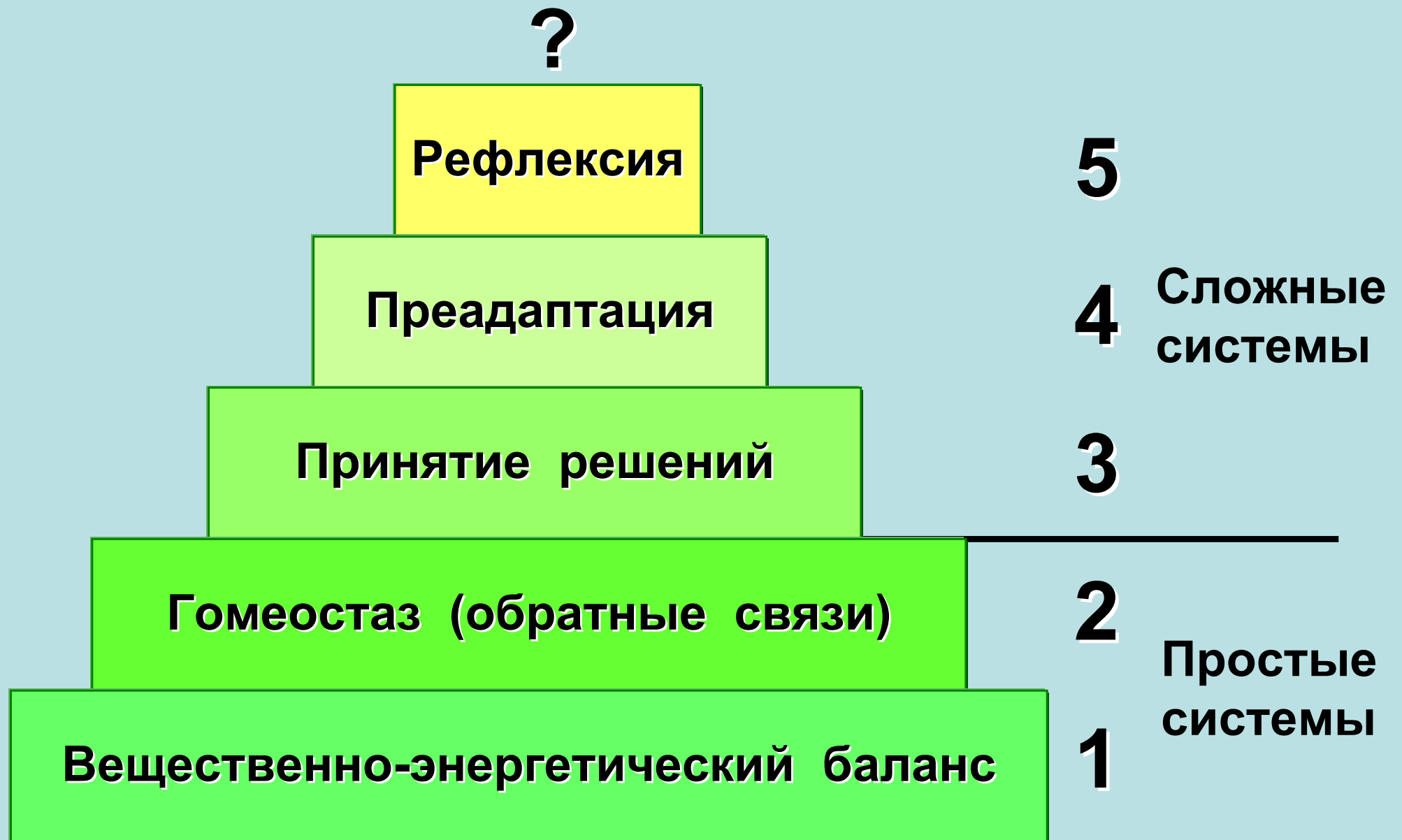
Определить, что такое «сложная система» на «поведенческом уровне» представляется более реалистичным.

**Б.С. Флейшман (1978)**  
предложил

**пять принципов  
усложняющегося  
поведения систем.**



Бенцион Семенович  
Флейшман (г.р. 1926)



**Уровень 1 – физика, 2 – кибернетика,  
3-5 – системология**

# ОСНОВНОЙ ОБЪЕКТ ЭКОЛОГИИ

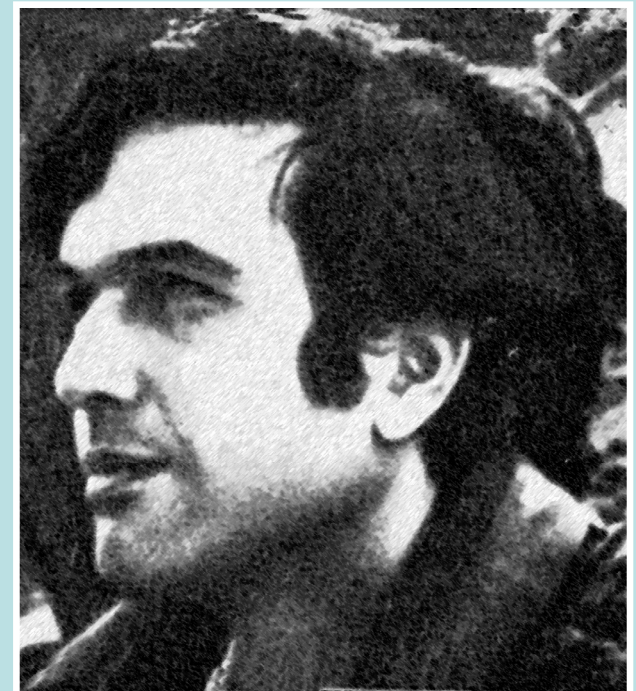
## Сообщество

$$\cap P_i \in S$$

**Группы взаимодействующих популяций, которые встречаются в одной и той же области.**

«В сущности, термин "сообщество" можно с успехом использовать для обозначения любой группы взаимодействующих популяций... нужно лишь достаточно четко обозначить границы сообщества» (Риклефс, 1979).

Роберт Риклефс  
Robert E. Ricklefs (г.р. 1943)

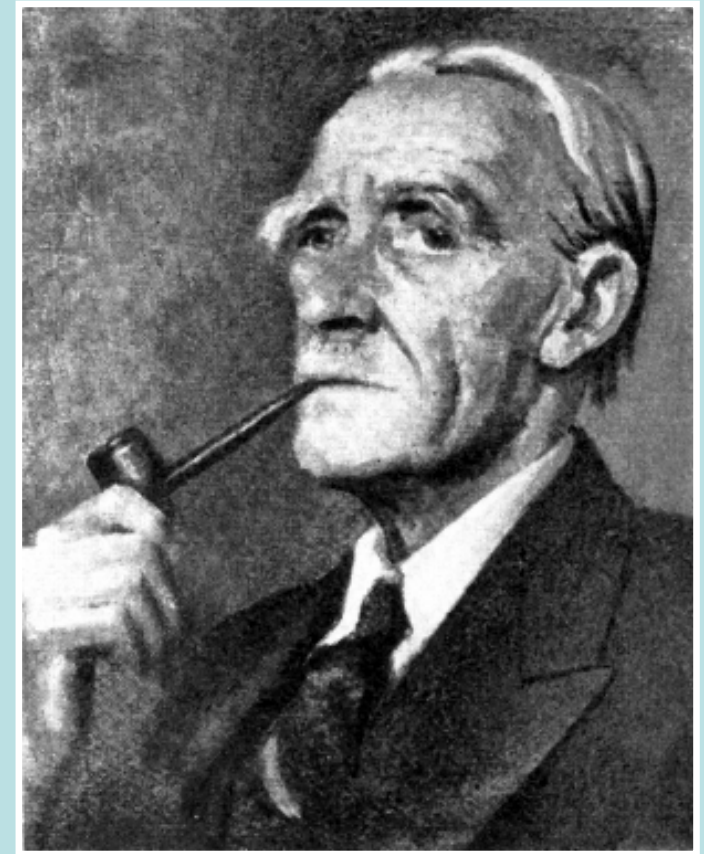




# ОСНОВНОЙ ОБЪЕКТ ЭКОЛОГИИ

**Экосистема**  $(B \cap E) \in S \rightarrow R$

Любая единица (биосистема), включающая все совместно функционирующие организмы (биотическое сообщество) на данном участке и взаимодействующая с физической средой таким образом, что поток энергии создает четко определенные биотические структуры и круговорот веществ между живой и неживой частями.



Артур Тэнсли  
Arthur George Tansley (1871–1955)

# ОСНОВНОЙ ОБЪЕКТ ЭКОЛОГИИ

## Биогеоценоз $(B \cap E) \in Ph \rightarrow R$

Биокосная открытая система, являющаяся частью биосферы, находящаяся под воздействием внешних по отношению к ней факторов, характеризующаяся свойственным ей взаимодействием слагающих ее *биотических и абиотических* компонентов и определенным типом обмена веществом и энергией между ними и компонентами других биокосных и косных систем, границы которой определяются границами свойственного ей фитоценоза.



Владимир Николаевич  
Сукачёв (1880-1967)

# ОСНОВНОЙ ОБЪЕКТ ЭКОЛОГИИ

«Сообщество» – слишком обще,

«Биогеоценоз» – слишком частно.

Все это заставляет рассматривать «экосистему» как основной объект экологического исследования.

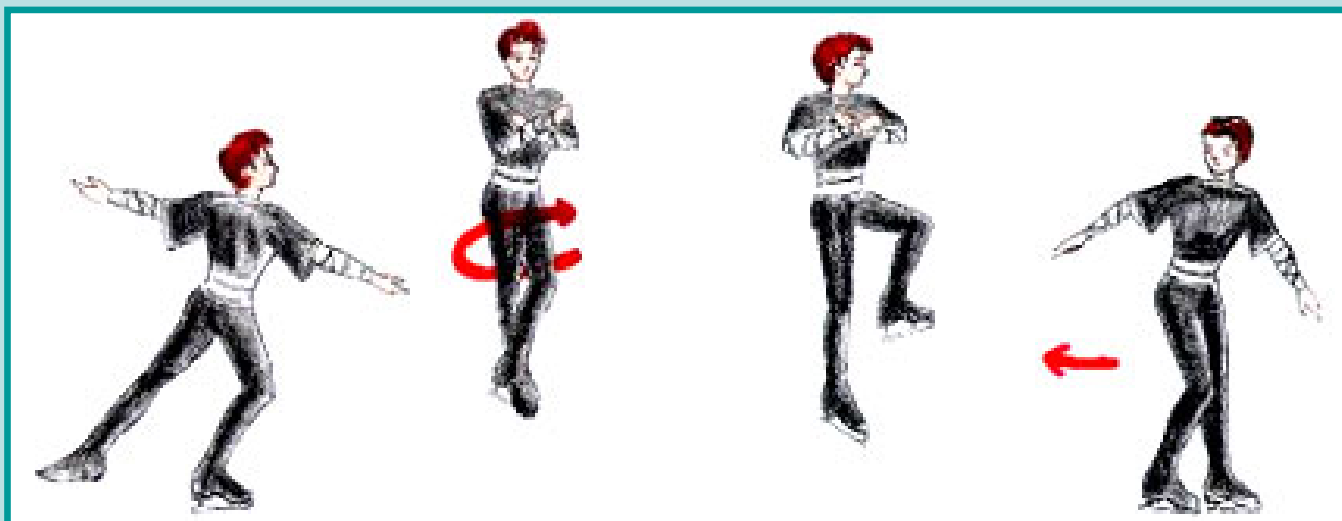
Понятием «экосистема» задается верхняя граница по градиенту объектов экологии:

особь – популяция – экосистема – биосфера  
(соответственно, экология как наука подразделяется на *аутэкологию*, *демэкологию*, *синэкологию* и *биосферологию*).

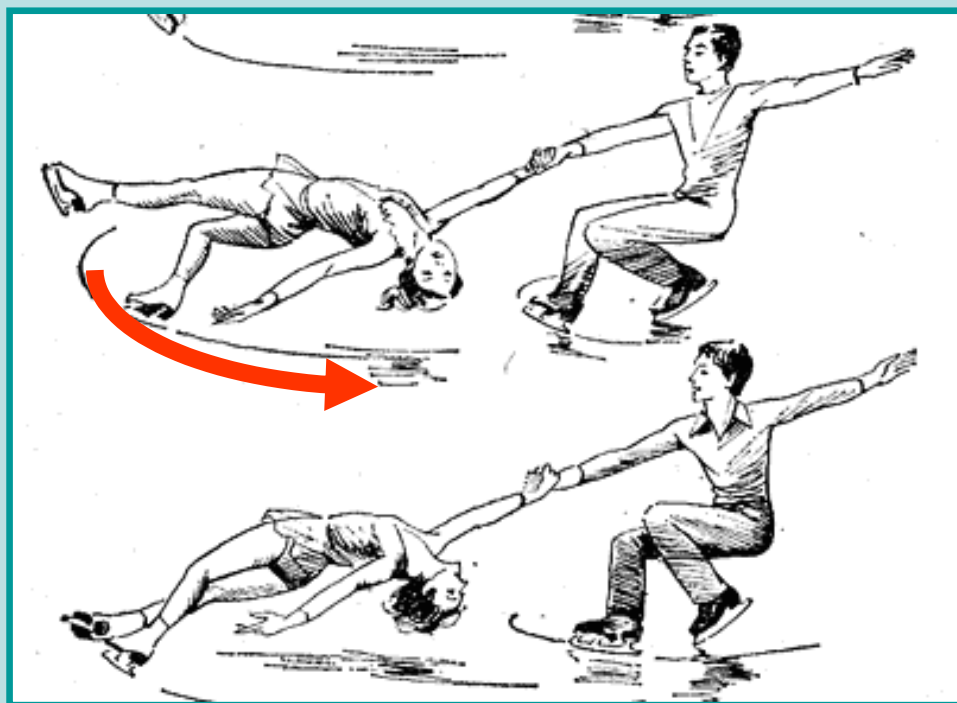
# ПРОСТЫЕ И СЛОЖНЫЕ СВОЙСТВА ЭКОСИСТЕМ

В системологии под *целостными (сложными) параметрами* понимают такие характеристики, которые присущи целой системе, но либо отсутствуют у составляющих ее элементов, либо имеются и у элементов, и у системы в целом, но не выводимы для последней из знания их для элементов.

# Фигурное катание



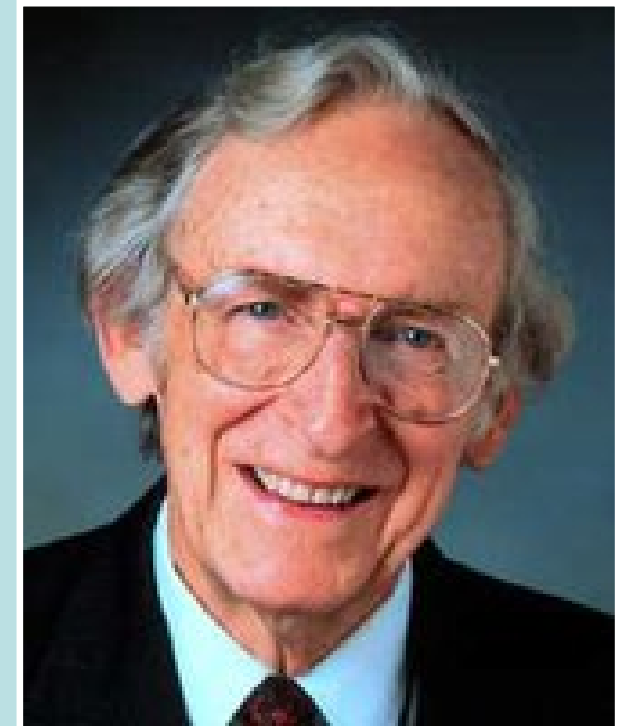
Прыжок «риттбергер» – выполняет как "одиначник", так и "пара";



вращение «тодес» может  
выполнить только "пара"...

Это и есть **принцип эмерджентности**, важную роль которого в экологии особо подчеркивал **Юджин Одум** (1986, с. 17):

«...принцип не сводимости свойств целого к сумме свойств его частей должен служить **первой рабочей заповедью** экологов».



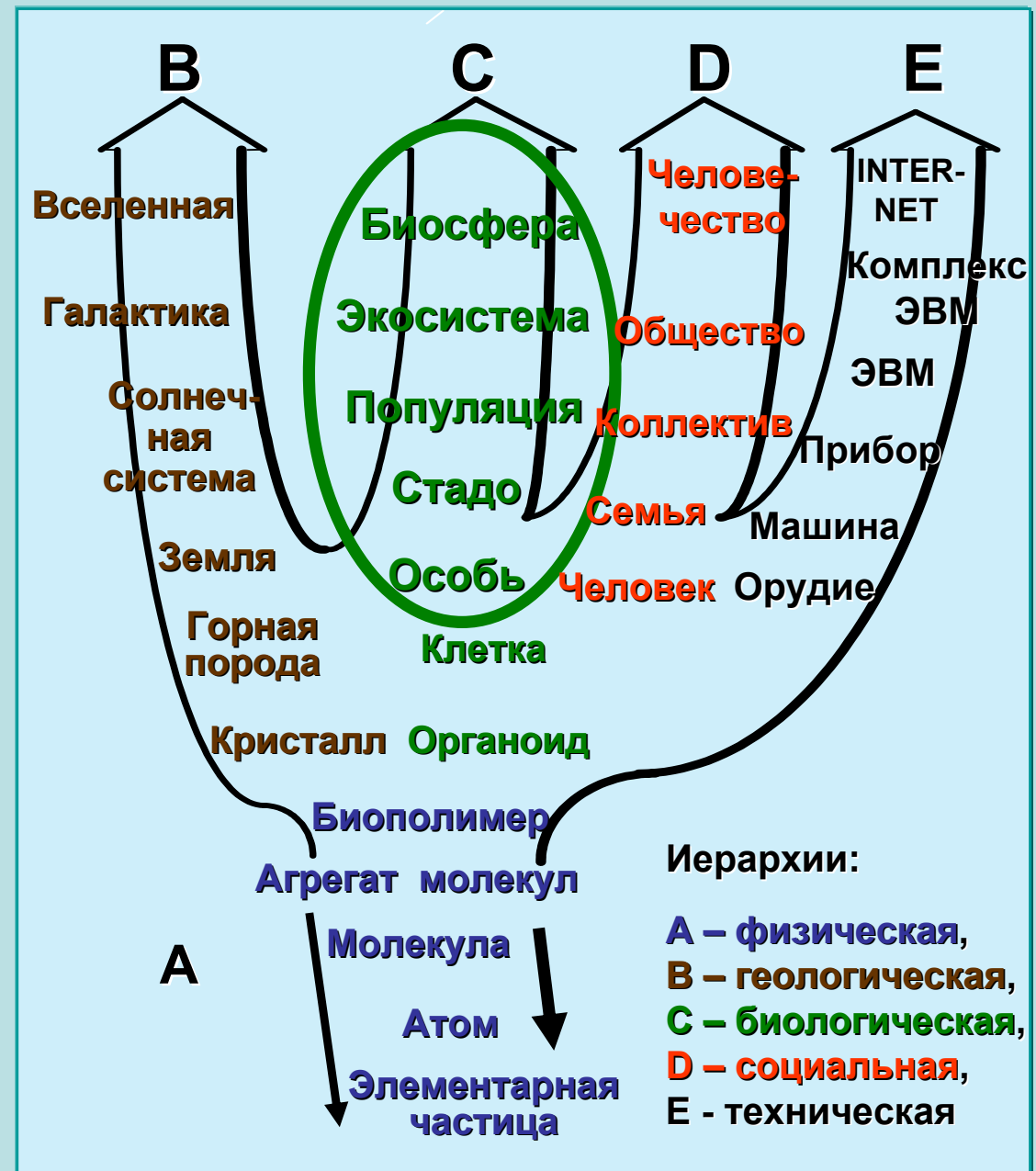
**Законы теоретической экологии** должны быть направлены на вскрытие именно отношений между экосистемами и слагающими их компонентами, с одной стороны, и их целостными характеристиками – с другой.



# ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СИСТЕМОЛОГИИ

**Принцип иерархической организации**  
(или **принцип интегративных уровней**)

позволяет соподчинить друг другу как естественные, так и искусственные системы.



# **Принцип несовместимости Заде**

**Чем глубже анализируется реальная сложная система, тем менее определены наши суждения о ее поведении.**

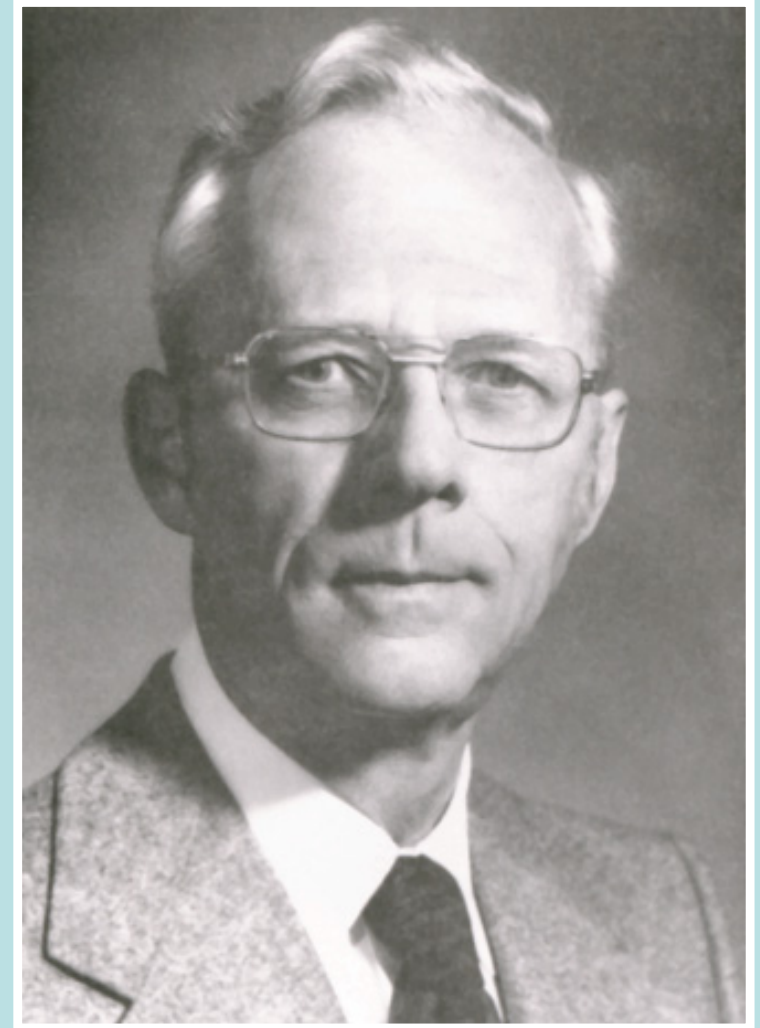


**Лотфи Али Аскер Заде**  
**Lotfi Ali Asker Zadeh**  
**(г.р. 1921)**

# Принцип контринтуитивного поведения Форрестера

**Дать удовлетворительный прогноз поведения сложной системы на достаточно большом промежутке времени, опираясь только на собственный опыт и интуицию, практически невозможно.**

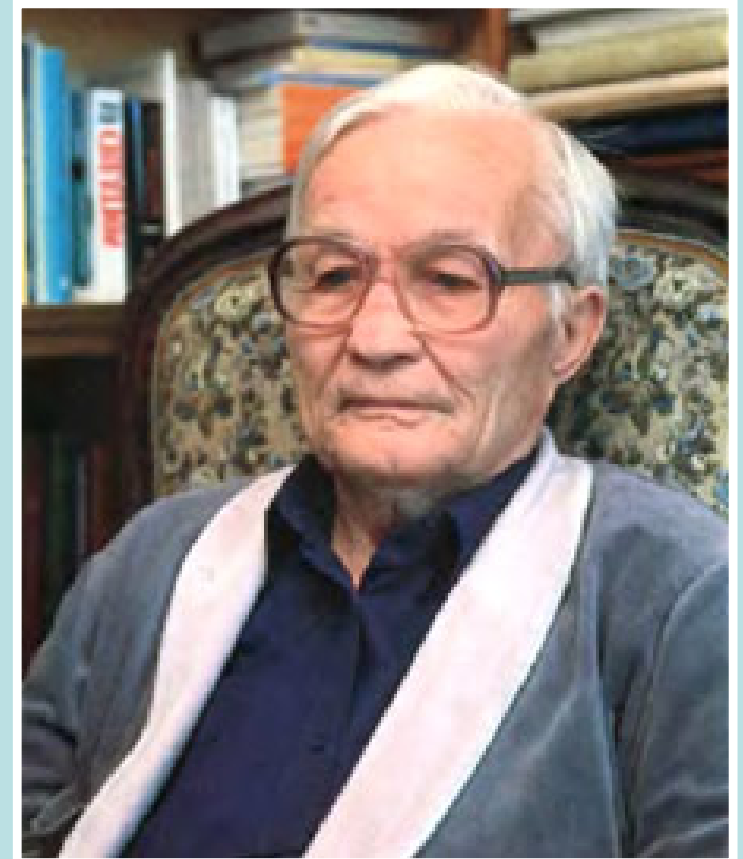
**Сложная система ведет себя совсем не так, как мы предполагаем...**



**Джей Форрестер**  
**Jay Wright Forrester**  
**(г.р. 1918)**

# Принцип множественности моделей Налимова

Для объяснения и предсказания структуры и (или) поведения сложной системы возможно построение **нескольких моделей**, имеющих одинаковое право на существование.



Василий Васильевич  
Налимов (1910-1997)

# Проиллюстрируем этот принцип примерами.

**Пример 1** демонстрирует **различие механизмов явления**, которые могут быть положены в основу построения моделей.

На вопрос, почему соловей (*Luscinia luscinia*), как и большинство других насекомоядных птиц, гнездящихся в умеренной зоне, осенью улетает на юг, можно дать **четыре** (не исключающих друг друга) ответа (Гиляров, 1990, с. 18-19):



- потому что не способен найти зимой достаточного для своего пропитания количества насекомых (условно назовем такой ответ **экологическим**);
- потому что такие же перелеты совершали его предки или миграционное поведение этих птиц есть результат заложенной в них генетической программы (**генетический** ответ);

- организм соловья реагирует на сокращение светлого времени суток рядом физиологических изменений, в результате чего возникает предмиграционное беспокойство и готовность к началу перелета (**физиолого-генетический** ответ);
- отлет соловьев в данной местности и в конкретный год начинается потому, что резкое похолодание накануне стимулировало дополнительное повышение миграционной активности (**физиолого-экологический** ответ).



**Пример 2.** Динамика и прогноз среднегодовой численности водорослей *Melosira baicalensis* в оз. Байкал (Брусиловский, 1985, 1987) описываются (**различие методов моделирования**):



*Melosira baicalensis*

- разными типами **имитационных** моделей (Израэль и др., 1976; Домбровский и др., 1979; Меншуткин и др., 1981; Ащепкова, Кузеванова, 1983; Зилов, 2004);
- **самоорганизующейся** моделью метода группового учета аргументов (Ивахненко и др., 1980; Брусиловский, 1987);
- с помощью **эволюционного моделирования** (Брусиловский, 1986);
- с помощью процедуры "**модельного штурма**" (Брусиловский, Розенберг, 1983).

# «БАЙКАЛЬСКИЕ МОДЕЛЬЕРЫ»



**Юрий Антониевич  
Израэль (г.р. 1930)**



**Юрий Анатольевич  
Домбровский (г.р. 1949)**



**Владимир Васильевич  
Меншуткин (г.р. 1930)**



**Лариса Яковлевна  
Ащепкова (г.р. 1946)**



**Алексей Григорьевич  
Ивахненко (г.р. 1913)**



**Павел Михайлович  
Брусиловский (г.р.1947)**

Пример 3 демонстрирует **различие целей моделирования** одного и того же экологического процесса (Брусиловский, 1985, 1987). Пусть имеет место динамика численности популяции некоторого грызуна (например, обыкновенной полевки *Microtus arvalis*). Эта динамика представляет интерес для разных специалистов, которые при построении моделей будут пользоваться различной, как априорной, так и апостериорной, информацией:

- **фундаментальные исследования**, направленные на вскрытие генетико-экологических механизмов динамики популяции (полевка – традиционный объект таких работ);
- **исследования специалистов сельского хозяйства**, для которых популяция грызунов является вредителем зерновых культур;
- **исследования специалистов-гигиенистов**, для которых популяция грызунов является возможным источником возникновения эпизоотий.



# Принцип осуществимости Флейшмана

**Математические модели** требуют только указания необходимых и достаточных условий существования решения (логическая непротиворечивость: *что есть на самом деле?*).

**Модели конструктивной математики** дополнительно к этому требуют указания алгоритма нахождения этого решения (например, путем полного перебора всех возможных ситуаций; *как надо это сделать?*).



Бенцион Семенович  
Флейшман (г.р. 1926)

# Принцип осуществимости Флейшмана

**Системология** рассматривает только те модели, для которых этот алгоритм осуществим, т.е. решение может быть найдено с заданной вероятностью  $p_0$  за время  $t_0$  ( **$p_0, t_0$ -осуществимость**; преодоление сложности или ответ на вопрос: **что мы можем сделать?**). Иными словами, принцип осуществимости может быть сформулирован следующим образом: **мы не надеемся на везение и у нас мало времени.**

# Принцип формирования законов

Постулируются осуществимые модели, а из них в виде теорем выводятся законы сложных систем.

При этом законы касаются имеющих место или будущих естественных и искусственных систем. Они могут объяснить структуру и поведение первых и индуцировать построение вторых.

Таким образом, **законы системологии носят дедуктивный характер** и никакие реальные явления не могут опровергнуть или подтвердить их справедливость.



# **Принцип рекуррентного объяснения**

**Свойства систем данного уровня иерархической организации мира выводятся в виде теорем (объясняются), исходя из постулируемых свойств элементов этой системы (т.е. систем непосредственно нижестоящего уровня иерархии) и связей между ними.**

Например, для вывода свойств экосистемы (биоценоза) постулируются свойства и связи популяций, для вывода свойств популяций — свойства и связи особей и т.д.

# Принцип минимаксного построения моделей

Теория должна состоять из простых моделей (*min*) систем нарастающей сложности (*max*).

Другими словами, формальная сложность модели (например, число описывающих ее уравнений) не должна соответствовать неформальной сложности системы (*принципы усложняющегося поведения*).

# Принцип минимаксного построения моделей



Этот принцип рассматривается как аналог **принципа «бритвы Оккама»** (принцип бережливости, принцип простоты или

**принцип лаконичности мышления**

был сформулирован в XIV в.

английским философом **Уильямом**

**Оккамом** в следующем виде:

*frustra fit plura, quod fieri potest pauciora* –

не следует делать посредством большего то, что можно достичь посредством меньшего.).



Уильям Оккам  
William of Ockham  
(Ockham)  
(ок. 1285-1349)

# ОБЪЯСНЕНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ В ЭКОЛОГИИ

Любая естественно-научная теория  
выполняет несколько функций, таких как:

опознавательная,  
интегративная,  
селективная,  
дескриптивная,  
объяснительная,  
предсказательная,

инструментальная,  
измерительная,  
эвристическая,  
контрольная,  
синтезирующая,  
осветительная  
и др.

Среди них наиболее важными являются функции **объяснения** и **предсказания** наблюдаемых феноменов в исследуемом классе систем.

При исследовании **простых систем** (например, в классической физике) функции объяснения и предсказания совмещаются в рамках **одного закона**.

Так, одним из явлений, которые получили **объяснение** в законе всемирного тяготения **Исаака Ньютона**, было явление приливов и отливов на Земле, а **предсказанием** – анализ движения Луны, связанный с падением тел на Землю.



Исаак Ньютон  
Isaak Newton (1643-1727)

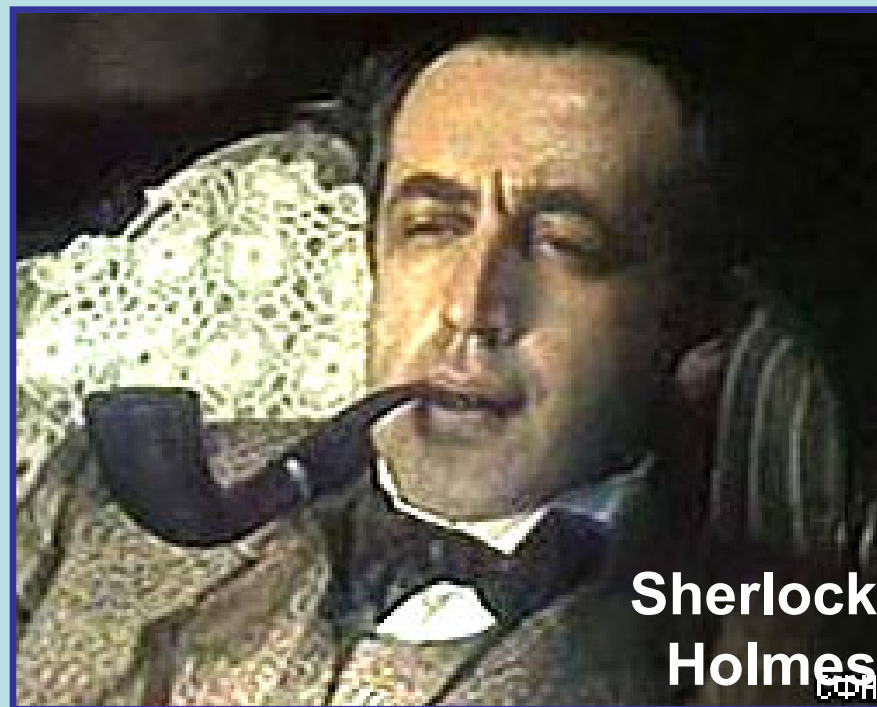
**Для сложных свойств сложных систем**  
нельзя ожидать аналогичного успеха:  
одна модель (один закон) будет не в  
состоянии одновременно удовлетвори-  
тельно выполнять как объяснитель-  
ную, так и предсказательную функции.  
Разделение функций объяснения и  
прогнозирования для сложных систем в  
рамках, **как минимум, двух моделей**  
сводит на нет всю дискуссию о примате  
простоты или сложности в экологии.



# Рассмотрим логическую структуру научного объяснения и предсказания.

Процесс **объяснения** заключается в том, что некоторые явления или свойства **сложных систем** (известные или вновь открытые) пытаются подвести под заранее установленные и принятые в данной теории законы и гипотезы (**дедуктивное объяснение**).

Если это не удастся, то необходимо либо дополнять существующую теорию новым законом или гипотезой, либо отказаться от этой теории и строить другую.



Кроме дедуктивного объяснения выделяют методы **индуктивного объяснения**, связанные с выдвижением статистических гипотез и получением статистических описаний для объясняемого явления. В этот класс следует отнести **методы экстраполяции, адаптивных оценок и аналогий**.

Методы **предсказания** также делятся на **дедуктивные** (в количественном прогнозировании это — **имитационные модели**) и **индуктивные** (**классический регрессионный анализ и методы самоорганизации**).

Для **объяснения** необходимы простые модели, и здесь, по меткому выражению **У. Росс Эшби** (1966, с. 177), «...в будущем теоретик систем должен стать экспертом по упрощению».

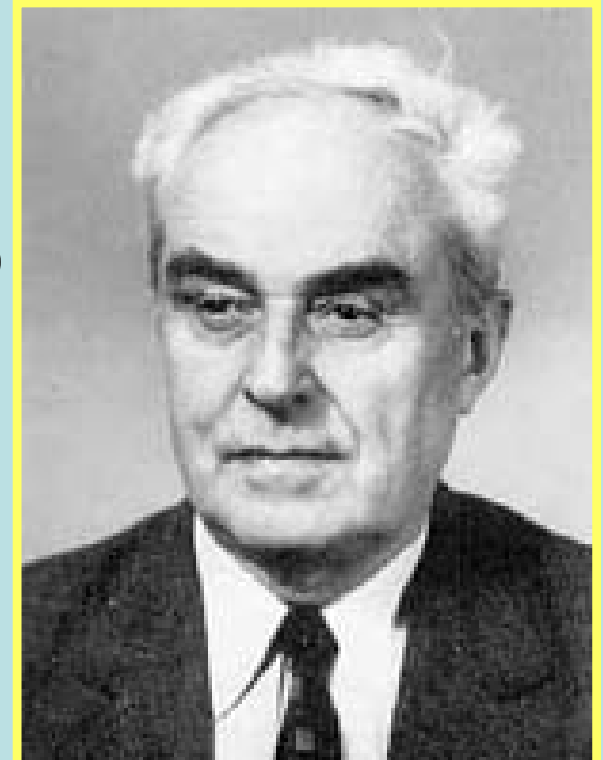
Что касается **экологического прогнозирования**, то «...сложность модели для сложных объектов принципиально необходима» (Ивахненко и др., 1980).



Уильям Росс Эшби  
William Ross Ashby  
(1903-1972)



Алексей  
Григорьевич  
Ивахненко  
(г.р. 1913)



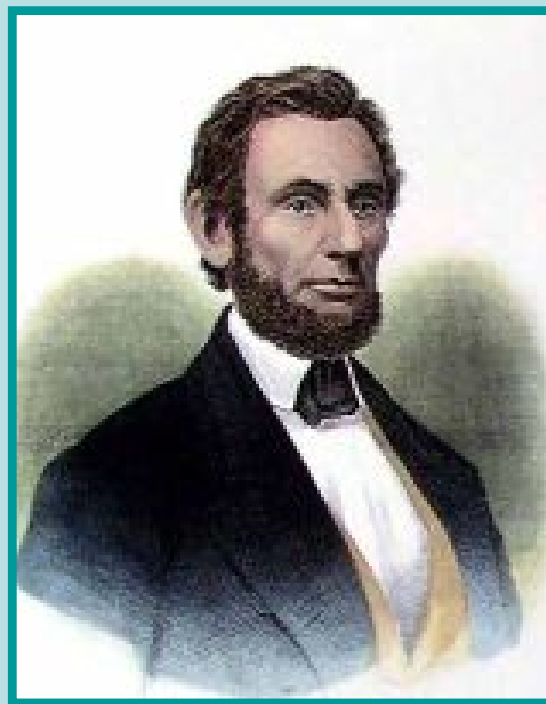
# О РЕДУКЦИОНИЗМЕ И ХОЛИСТИЗМЕ В ЭКОЛОГИИ

| Парадигмы                 | Познавательные установки |               |             |
|---------------------------|--------------------------|---------------|-------------|
|                           | Редукция                 | Наличие целей | Эксперимент |
| «Наивная»<br>системология | —                        | +             | —           |
| «Физикализм»              | +                        | —             | +           |
| Системология              | —                        | +             | —, +        |

**Читайте книги – некоторые из них специально для этого написаны.**

**Михаил Михайлович Генин (1927-2003),  
писатель-сатирик, афорист, музыкант.**

**Книги нужны, чтобы напоминать человеку,  
что его оригинальные мысли не так уж новы.**



**Авраам Линкольн  
Abraham Lincoln (1809-1865),  
16-й Президент США**

**А теперь перейдем к  
рекомендуемой литературе...**

# СПИСОК

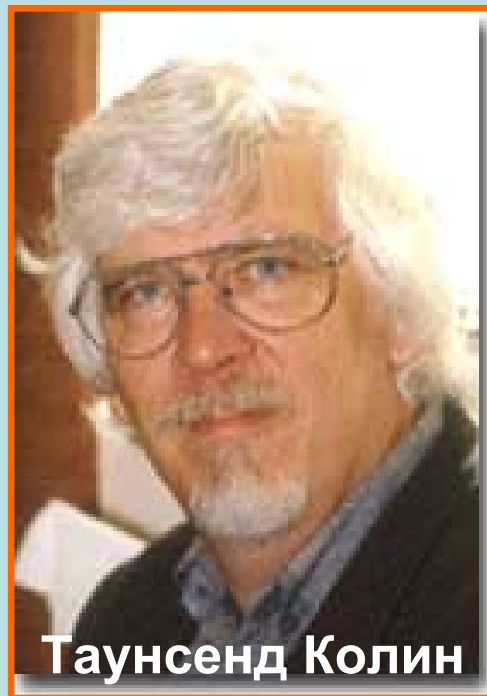
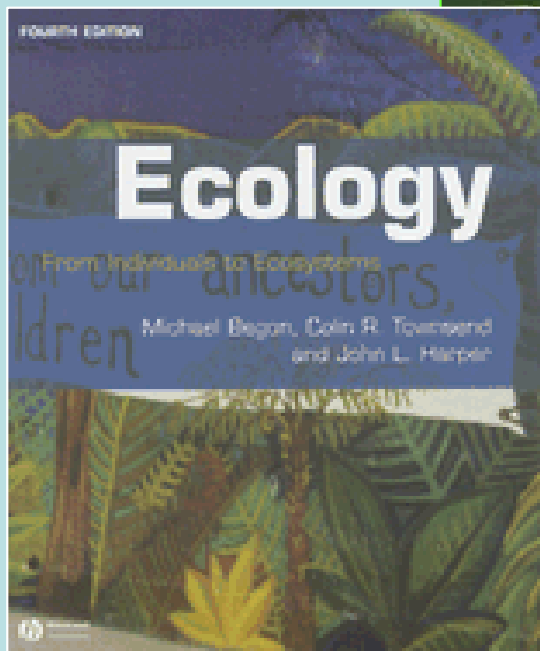
(не по алфавиту, а по важности)  
обязательной рекомендуемой литературы

- **Одум Ю.** Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 740 с.
- **Одум Ю.** Экология: В 2 т. – М.: Мир, 1986. Т. 1. – 328 с.; Т. 2. – 376 с.



Юджин Одум  
Eugene Pleasants Odum  
(1913-2002)

- **Бигон М., Харпер Дж.,  
Таунсенд К. Экология:  
Особи, популяции,  
сообщества: В 2 т. –  
М.: Мир, 1989. –  
Т. 1. – 667 с.; Т. 2.  
– 477 с.**



**Таунсенд Колин**  
**Colin R. Townsend**  
(г.р. 1942)



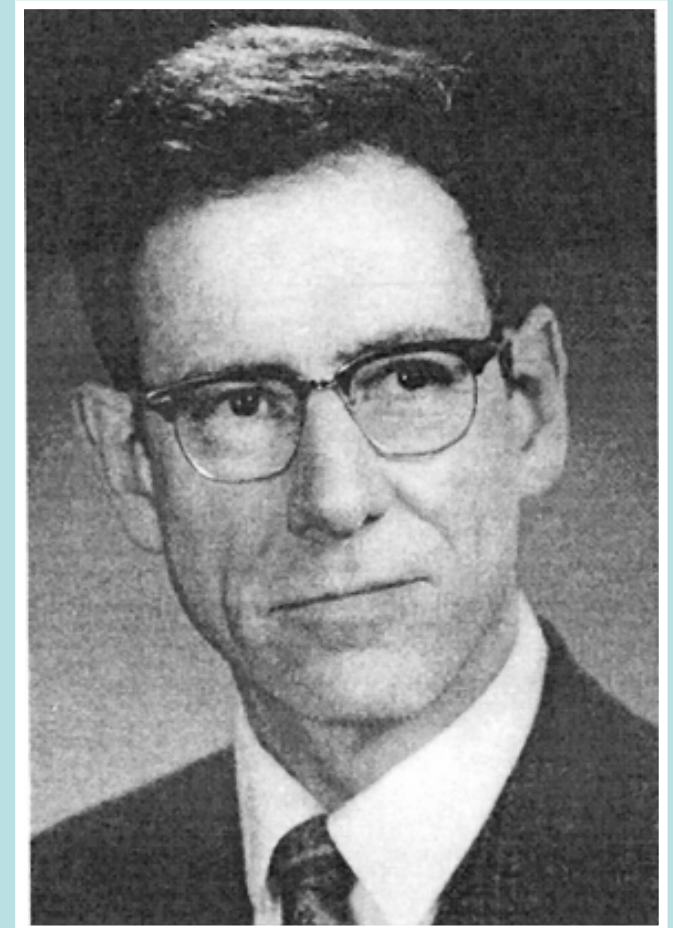
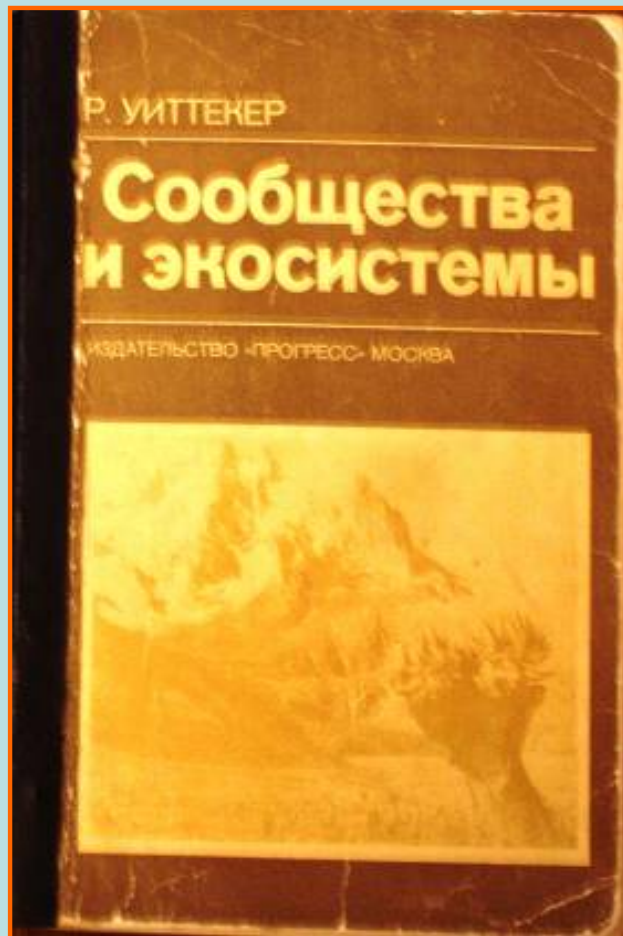
**Майк Бигон**  
**Michael Begon (г.р. 1951)**



**Джон Харпер, John L. Harper (г.р. 1925)**



• **Уиттекер Р.** Сообщества и экосистемы. – М.: Прогресс, 1980. – 328 с.



**Роберт Уиттекер**  
**Robert H. Whittaker (1920-1980)**

- **Реймерс Н.Ф.** Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы). – М.: Журнал «Россия молодая», 1994. – 367 с.



Николай  
Федорович  
Реймерс  
(1933-1993)

- **Розенберг Г.С., Мозговой Д.П., Гелашвили Д.Б.** Экология (элементы теоретических конструкций современной экологии). – Самара: СамНЦ РАН, 1999. – 396 с.



Мозговой  
Джон Поликарпович  
(г.р. 1937)

Гелашвили  
Давид Бежанович  
(г.р. 1946)

# **СПИСОК**

**(уже по алфавиту)**  
**дополнительной литературы**

- **Большаков В.Н., Липунов И.Н., Лобанов В.И. и др.**

**Экология: Учебник для вузов / Под ред. Г.В. Тягунова, Ю.Г. Ярошенко. – М.: Интермет Инжиниринг, 2000. – 330 с.**

**2-е изд., перераб. и доп. – М.: Логос, 2005. – 504 с.**

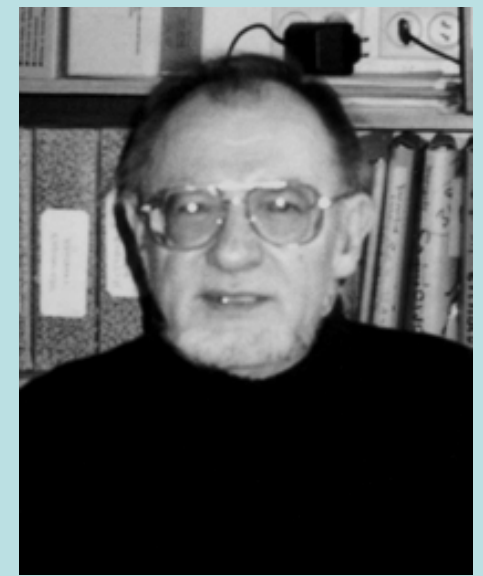


**Владимир Николаевич  
Большаков (г.р. 1934)**





- **Гиляров А.М.** Популяционная экология. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 191 с.



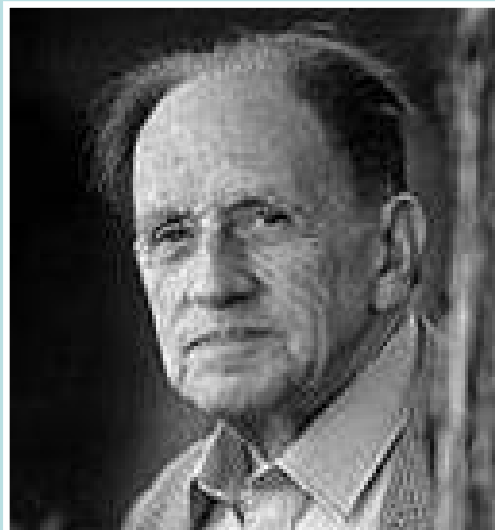
Алексей Меркурьевич  
Гиляров (г.р. 1943)

- **Краснощеков Г.П.,  
Розенберг Г.С.** Экология «в законе» (теоретические конструкции современной экологии в цитатах и афоризмах). – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2002. – 250 с.



Георгий Петрович  
Краснощеков  
(г.р. 1938)

- **Маргалеф Р.**  
Облик биосферы.  
– М.: Наука,  
1992. – 214 с.



**Рамон Маргалеф**  
**Ramón Margalef**  
(1919–2004)

- **Миркин Б.М., Наумова Л.Г.**  
Наука о растительности (история и современное состояние основных концепций). - Уфа: Гилем, 1998. - 413 с.
- **Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г.** Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. – М.: Наука, 1989. – 223 с.

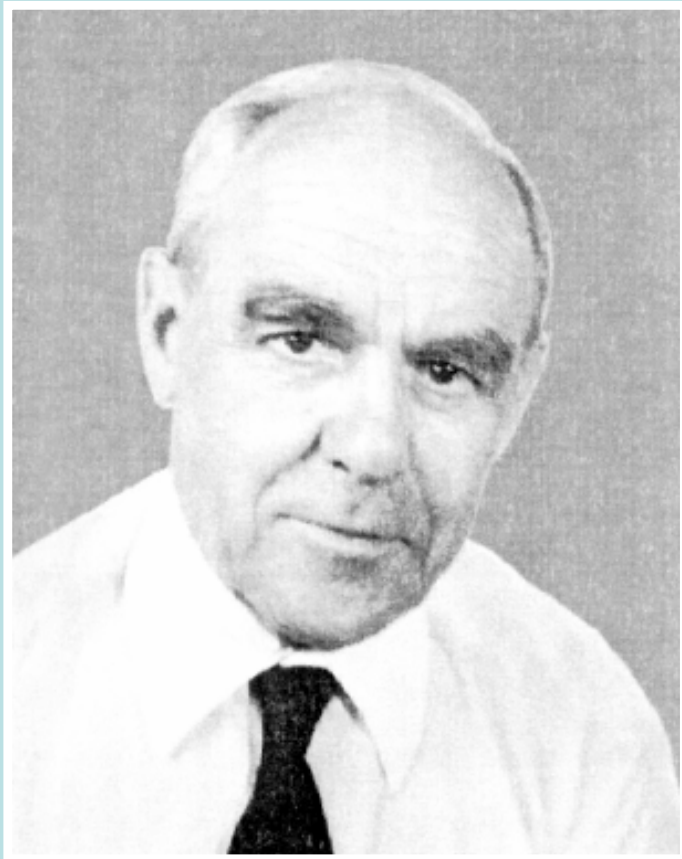


**Борис Михайлович Миркин**  
(г.р. 1937)

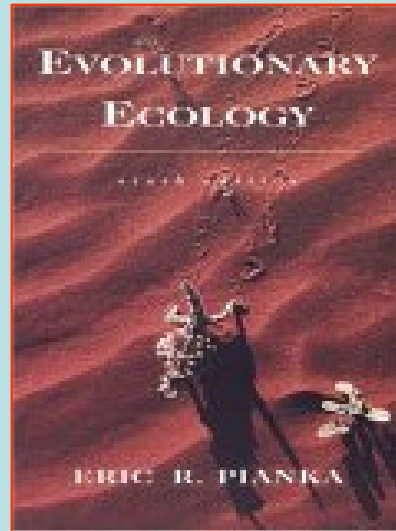


**Лениза Гумеровна Наумова** (г.р. 1947)

- **Наумов Н.П.** Экология животных. 2-е изд. – М.: Высшая шк., 1963. – 618 с.



Николай Павлович  
Наумов (1902-1982)



- **Пианка Э.** Эволюционная экология. – М.: Мир, 1981. – 399 с.



Эрик Пианка  
Eric R. Pianka  
(г.р. 1939)

- **Петров К.М.** Общая экология: взаимодействие общества и природы. – СПб.: Химиздат, 1998. – 352 с.



Кирилл Михайлович  
Петров (г.р. 1933)

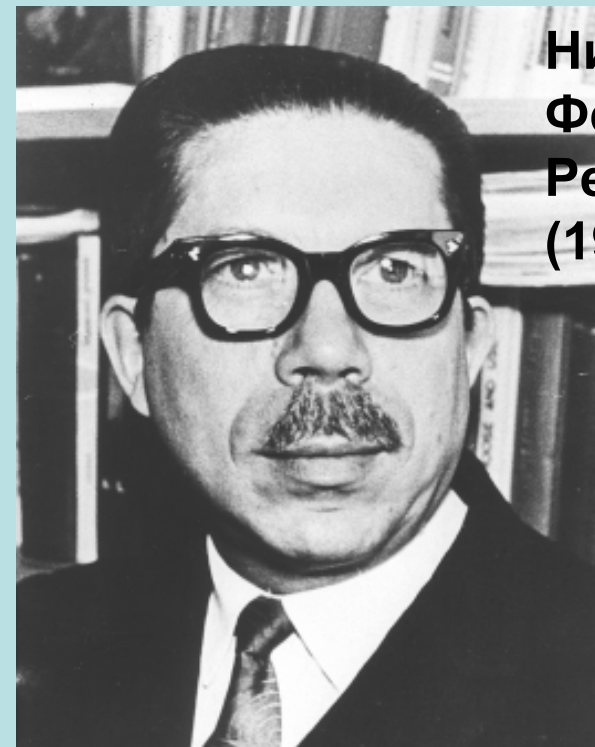
- **Рамад Ф.** Основы прикладной экологии: Воздействие человека на биосферу. – Л.: Гидрометеоиздат, 1981. – 543 с.



Франсуа Рамад  
François Ramade (г.р.1934)



- **Реймерс Н.Ф.** Природопользование: Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

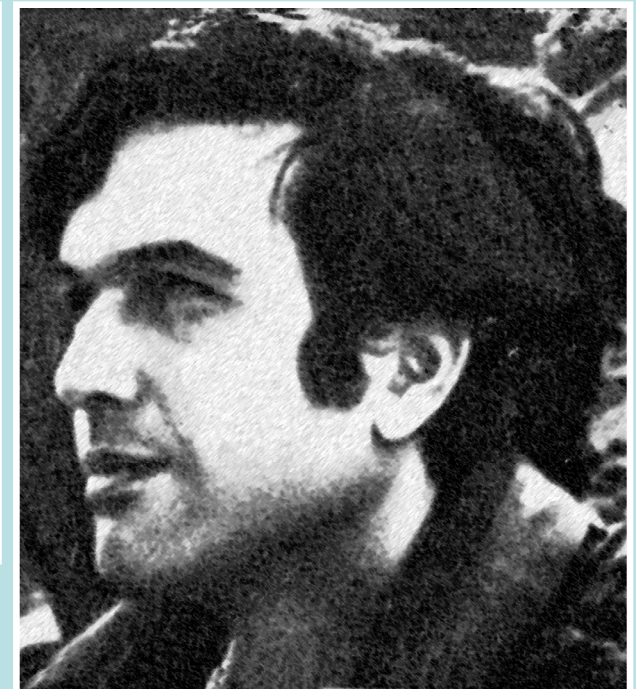


Николай  
Федорович  
Реймерс  
(1933-1993)

- **Риклефс Р.** Основы общей экологии. – М.: Мир, 1979. – 424 с.

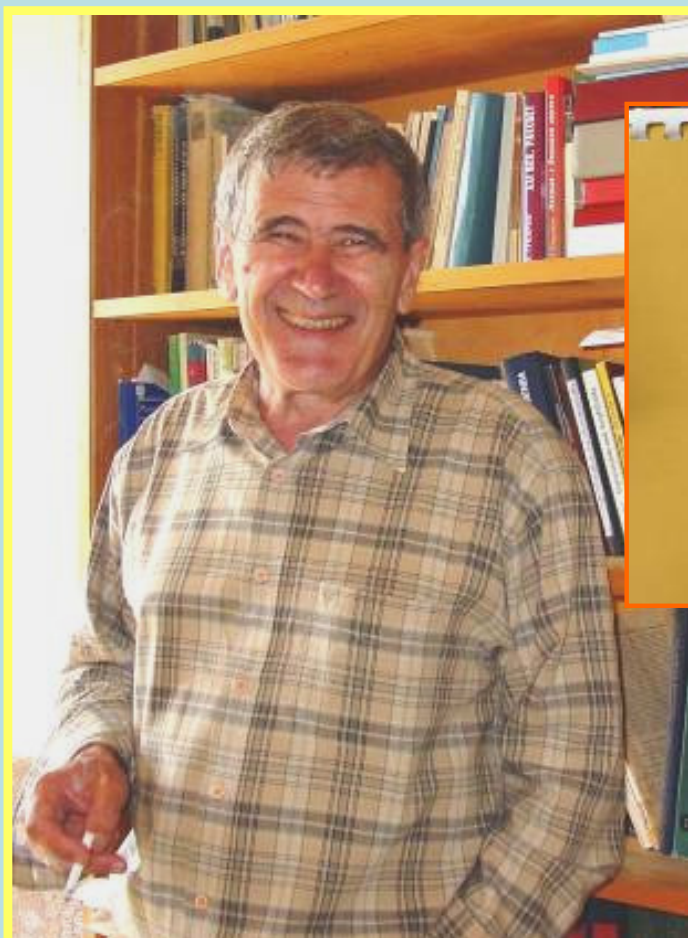


Роберт Риклефс  
Robert E. Ricklefs (г.р. 1943)



- **Розенберг Г.С., Краснощеков Г.П.,  
Саксонов С.В.**

**Календарь эколога. – Тольятти:  
ИЭВБ РАН, 2003. – 174 с.**



**Георгий Петрович Краснощеков (г.р. 1938)**

**Сергей Владимирович  
Саксонов (г.р. 1960)**



- **Розенберг Г.С., Рянский Ф.Н., Шустов М.В.** Краткий курс современной экологии: Учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2002. – 228 с.



- **Розенберг Г.С., Рянский Ф.Н.** Теоретическая и прикладная экология: Учебное пособие. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. пед. ин-та, 2004. – 294 с. (Учебная книга. Вып. 8).



- **Тимофеев-Ресовский Н.В.,  
Яблоков А.В., Глотов Н.В.**  
Очерк учения о популяциях. —  
М.: Наука, 1973. — 277 с.



**Николай Васильевич  
Тимофеев-Ресовский  
(1900-1981)**

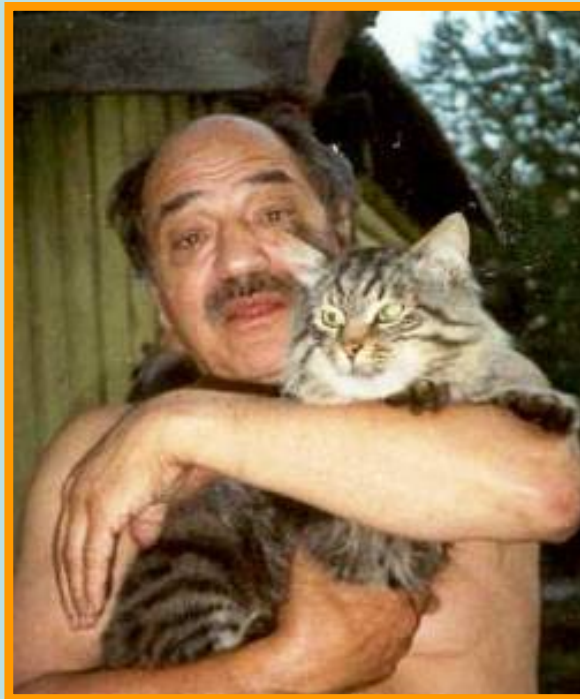


**Алексей Владимирович  
Яблоков (г.р. 1933)**



**Николай Васильевич  
Глотов (г.р. 1939)**

- **Федоров В.Д.,  
Гильманов Т.Г.**  
Экология. – М.:  
Изд-во Моск.ун-та,  
1980. – 464 с.



Вадим Дмитриевич  
Федоров (г.р. 1934)



Тагир Габдулнурович  
Гильманов (г.р. 1947)

- **Христофорова Н.К.** Основы  
экологии. – Владивосток:  
Дальнаука, 1999. – 516 с.



Надежда Константиновна  
Христофорова (г.р. 1940)





Игорь Александрович  
Шилов (1921-2001)



- **Шилов И.А.** Экология. – М.: Высш. шк., 1998. – 512 с.



**Но будем помнить, что**

**«Составлять много книг – конца не будет, и много читать – утомительно для тела...» (Екклесиаст, 12, 12).**





**Благодарю за внимание ...**