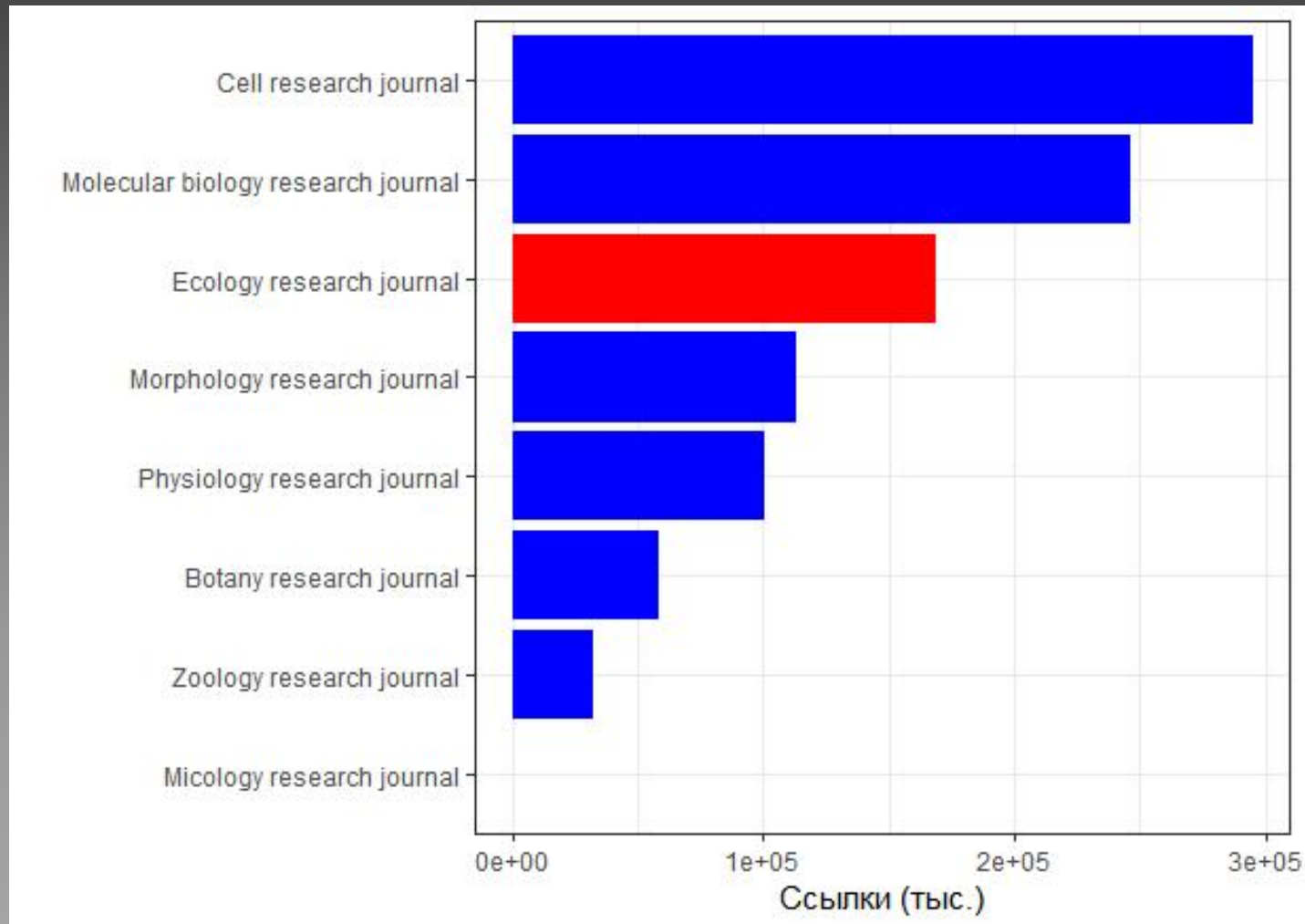


# Предмет экологии

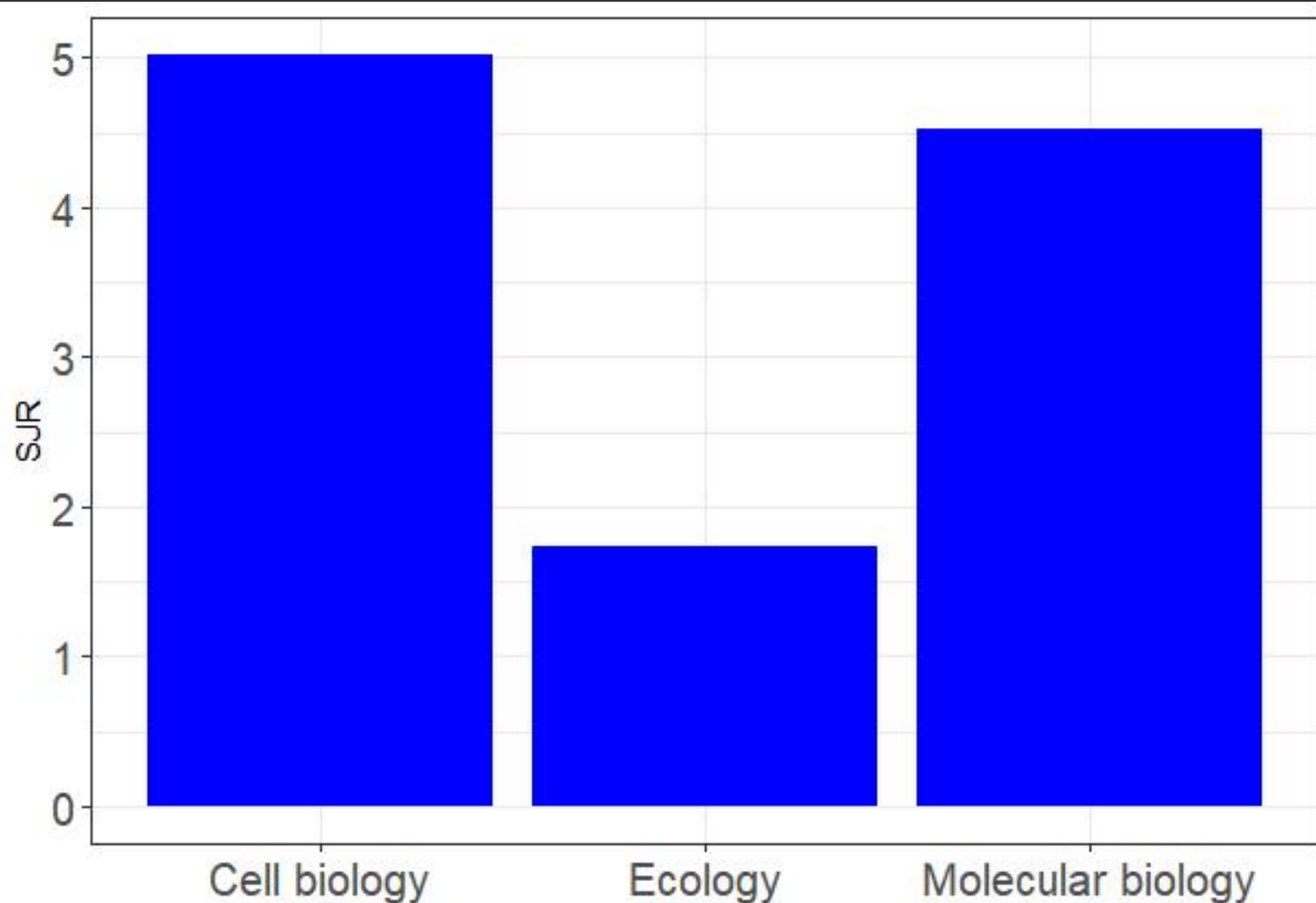
*Вадим Михайлович Хайтов  
к.б.н.  
кафедра Зоологии  
беспозвоночных  
[polydora@rambler.ru](mailto:polydora@rambler.ru)*

# Место экологии в современной науке

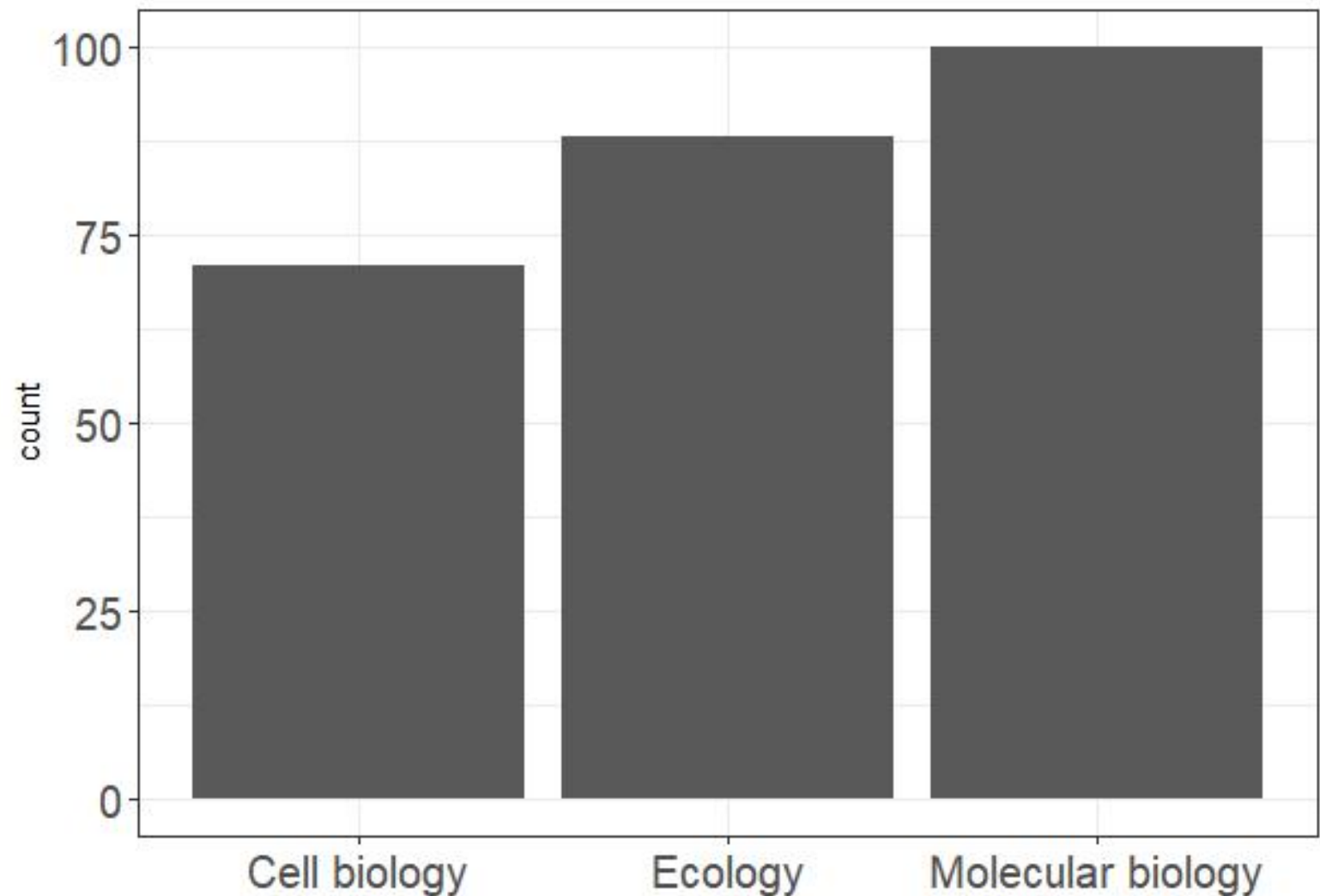
## Запросы в Google



# Среднее значение импакт-фактора для самых рейтинговых журналов (Q1)

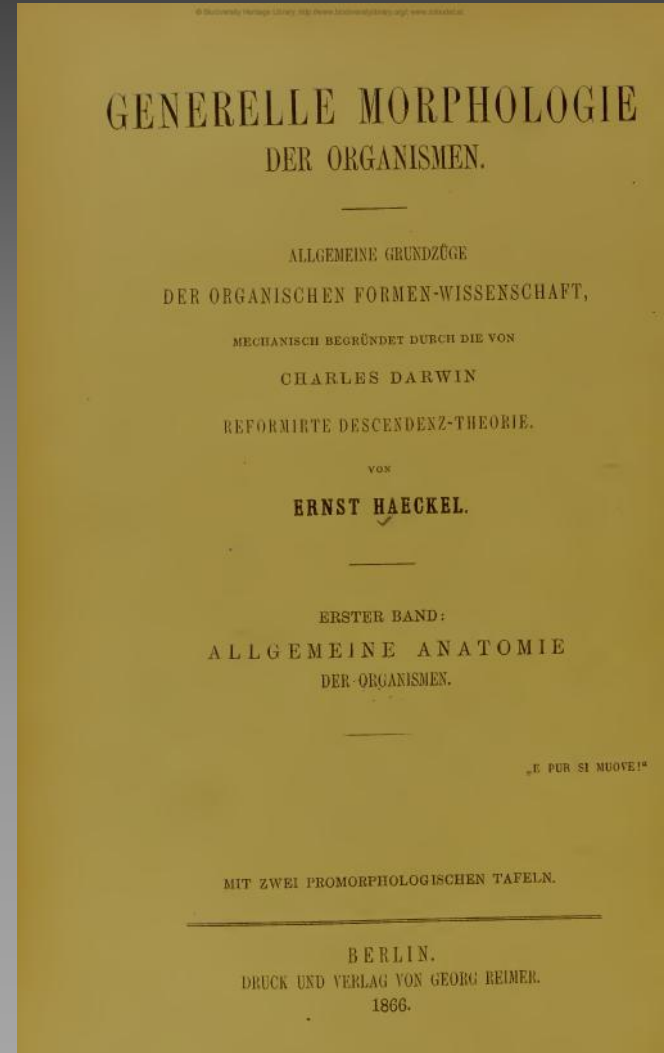
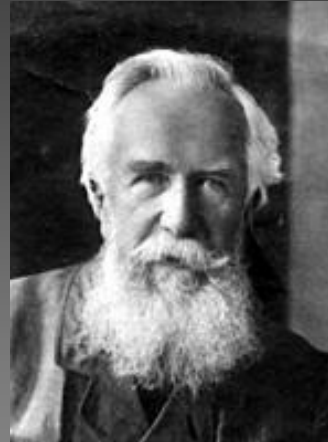


# Количество самых рейтинговых журналов (Q1)



# Термин “Oecologie” впервые появился в работе Эрнста Геккеля

1866 год  
«*Generelle Morphologie  
der Organismen*»



## Первое упоминание термина в цитате в главе «Morphologie und Biologie» в томе. 1

Indem die Morphologie der Organismen die Bildungs-Gesetze der thierischen und pflanzlichen Formen untersucht, bildet sie einen Theil der Biologie oder Lebenswissenschaft, wenn wir unter diesem Namen, wie es neuerdings geschieht, die gesammte Wissenschaft von den Organismen oder belebten Naturkörpern unseres Erdballs zusammenfassen.<sup>1)</sup> Gewöhnlich wird die Morphologie als der eine der beiden

---

<sup>1)</sup> Indem wir den Begriff der Biologie auf diesen umfassendsten und weitesten Umfang ausdehnen, schliessen wir den engen und beschränkten Sinn aus, in welchem man häufig (insbesondere in der Entomologie) die Biologie mit der Oecologie verwechselt, mit der Wissenschaft von der Oeconomie, von der Lebensweise, von den äusseren Lebensbeziehungen der Organismen zu einander etc.

*Расширяя понятие биологии до этого наиболее полного и широкого объема, мы исключаем тот узкий и ограниченный смысл, в котором биологию часто путают (особенно в энтомологии) с экологией, с наукой об экономике, об образе жизни, о внешних жизненных отношениях организмов друг к другу и т.д.*

## Более развернутое определение термина «Oecologie» в главе «Oecologie und Chorologie» в томе. 2

Unter Oecologie verstehen wir die gesammte Wissenschaft von den Beziehungen des Organismus zur umgebenden Aussenwelt, wohin wir im weiteren Sinne alle „Existenz-Bedingungen“ rechnen können. Diese sind theils organischer, theils

*Под «экологией» мы понимаем науку об отношениях организма с окружающим внешним миром, к которой мы можем в более широком смысле отнести все «условия существования».*

# Определение экологии из «учебника»

Экология - наука о взаимодействиях живых организмов и их сообществ между собой и с окружающей средой.

<https://ru.wikipedia.org>

А что такое взаимодействия?...



# Некоторые смысловые оттенки термина «Экология»

- Экология, как совокупность человеческих практик (юридических, инженерных, экономических и т.д.), связанных с охраной окружающей среды.
- Экология, как совокупность представлений о влиянии факторов окружающей среды на человека.
- Экология, как куст биологических дисциплин.

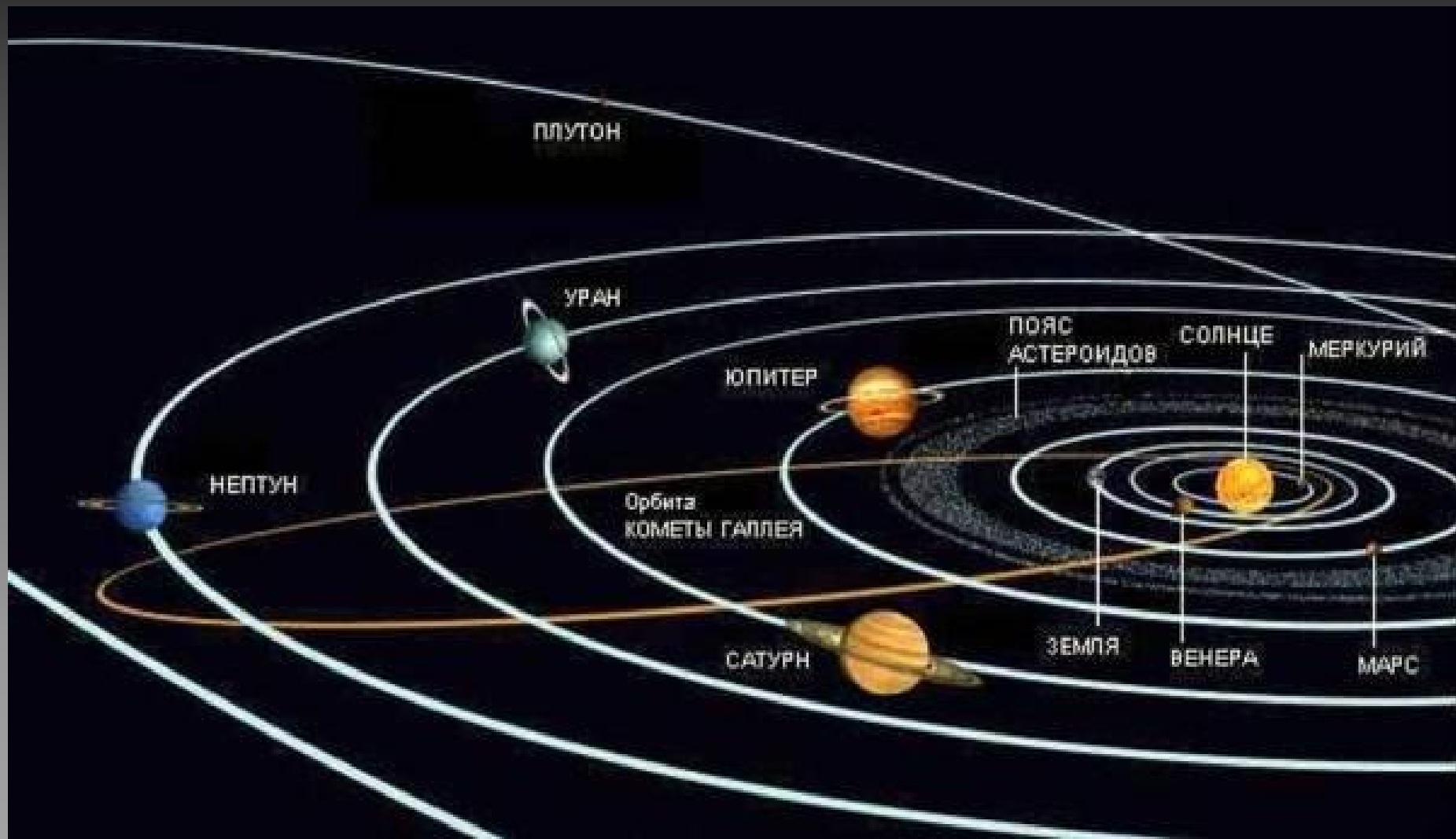
# Экология, как куст биологических дисциплин

- Экология, как раздел Зоологии, Ботаники, Микологии *etc* (характеристика соответствующих объектов с точки зрения их связи с факторами среды).
- Общая экология (выявление закономерностей присущих любым живым объектам, взаимодействующим друг с другом и с окружающей средой) - «единая экология».
- Экология, как совокупность *подходов* к изучению *надорганизменных систем* - много разных экологий.

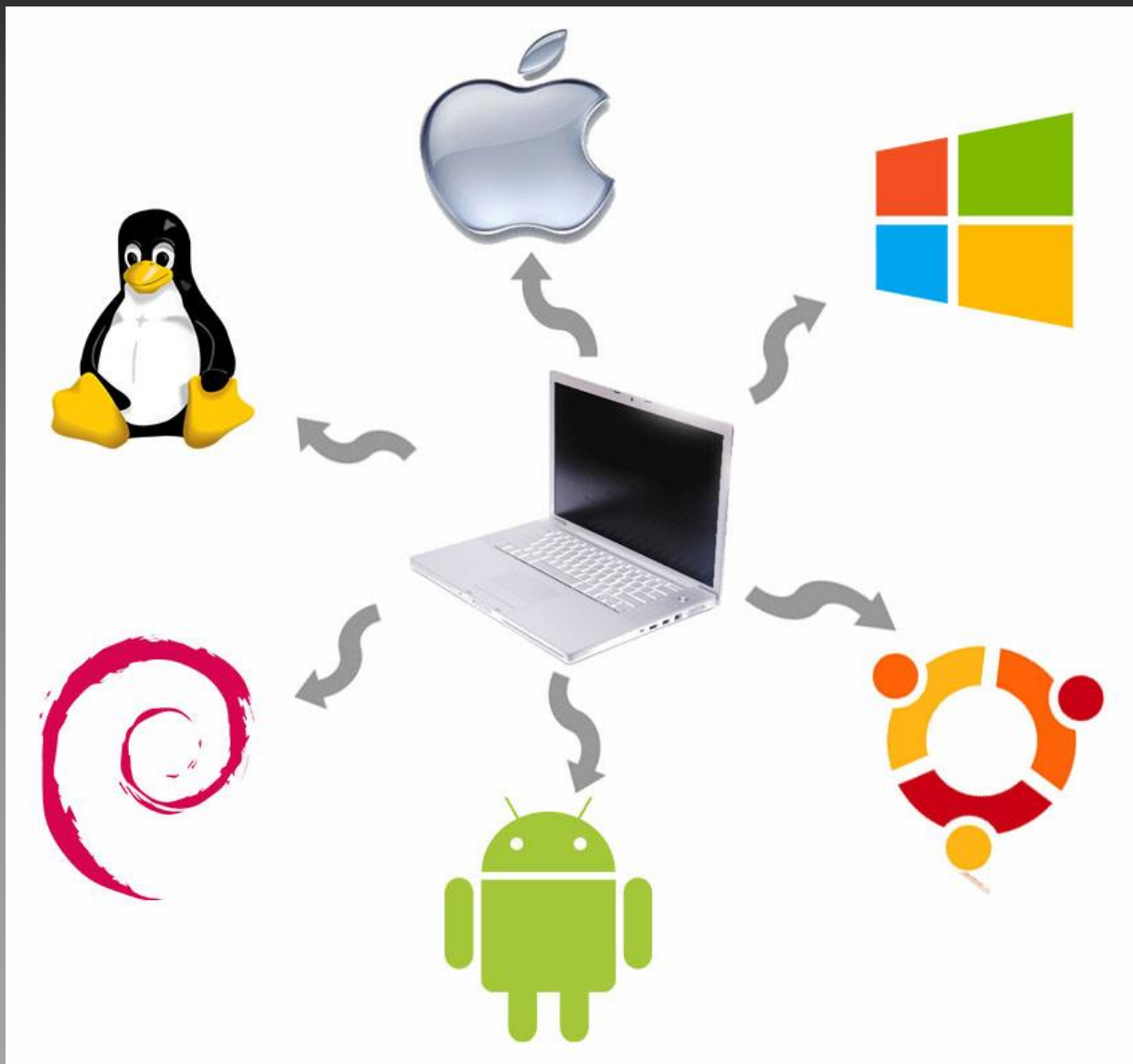
# Система — ключевое понятие в любой науке

Краткое введение в общую теорию систем

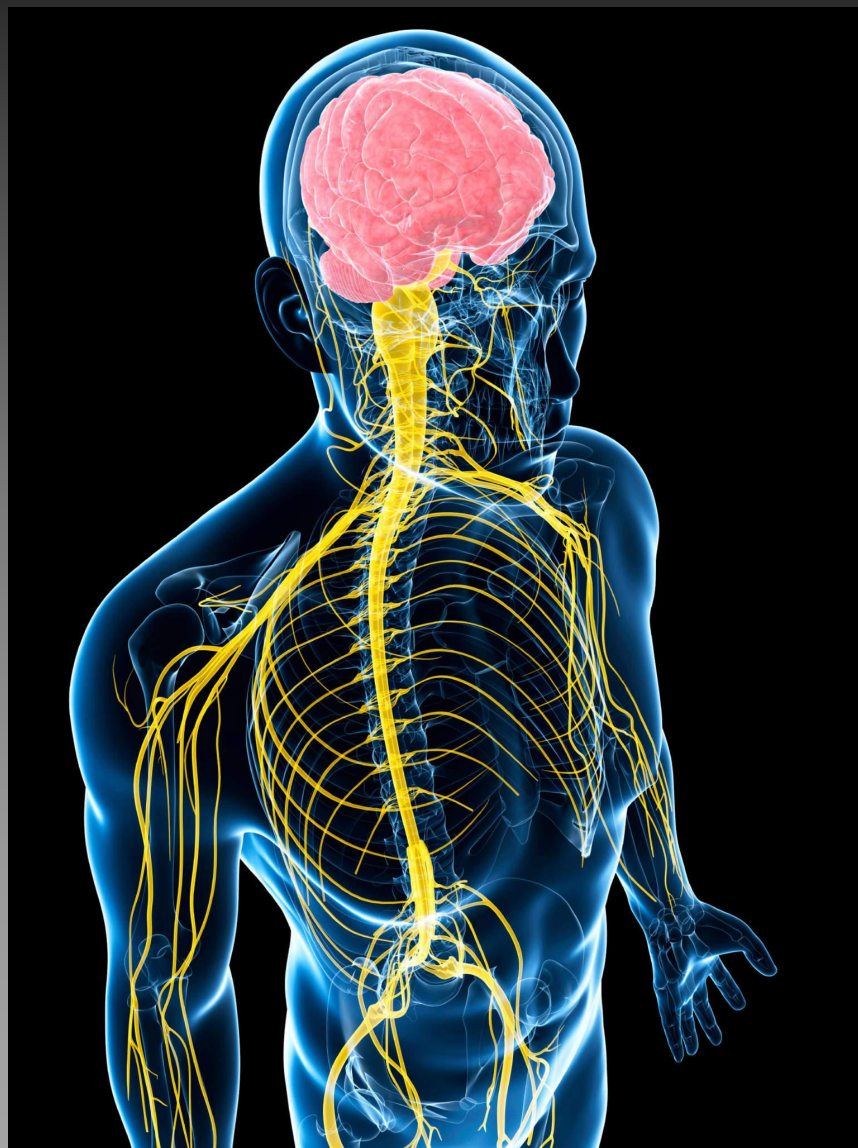
# Система



# Система



# Система



# Система

CAROLI LINNÆI

EQUITIS DE STELLA POLARI,  
ARCHIATRI REGII, MED. & BOTAN. PROFESS. UPSAL.;  
ACAD. UPSAL. HOLMENS. PETROPOL. BEROL. IMPER.  
LOND. MONSPEL. TOLOS. FLORENT. SOC.

## SYSTEMA NATURÆ

PER

REGNA TRIA NATURÆ,

SECUNDUM

CLASSES, ORDINES,  
GENERA, SPECIES,

CUM

CHARACTERIBUS, DIFFERENTIIS.  
SYNONYMIS, LOCIS.

TOMUS I.

---

EDITIO DECIMA, REFORMATA.

*Cum Privilegio S<sup>æ</sup> R<sup>æ</sup> M<sup>tis</sup> Sveciæ.*



HOLMIÆ,

IMPENSIS DIRECT. LAURENTII SALVII,

1758.

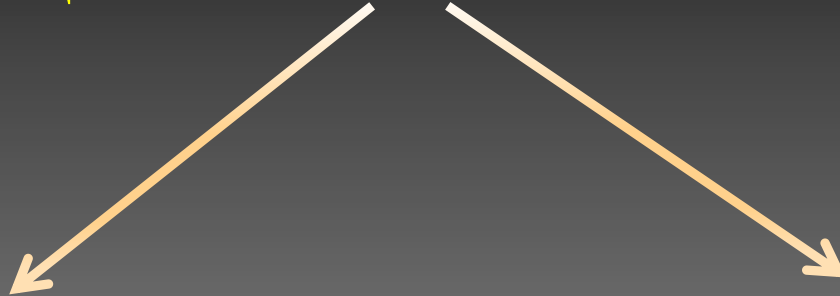


# Система

1 H																	2 He		
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne		
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar		
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr		
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe		
55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn		
87 Fr	88 Ra	+	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo		
* Lanthanide Series			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu		
+ Actinide Series			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr		
Alkali metals		Alkaline earth metals		Lanthanoids		Actinoids		Transition metals		Poor metals		Metalloids		Other Nonmetals		Halogens		Noble Gases	



# Два типа систем



- Объект-системы

- Системы объектов

# Объект-система

- Это множество первичных элементов, связанных друг с другом некоторыми отношениями (в частном случае взаимодействиями), которые ограничиваются некоторыми законами композиции.

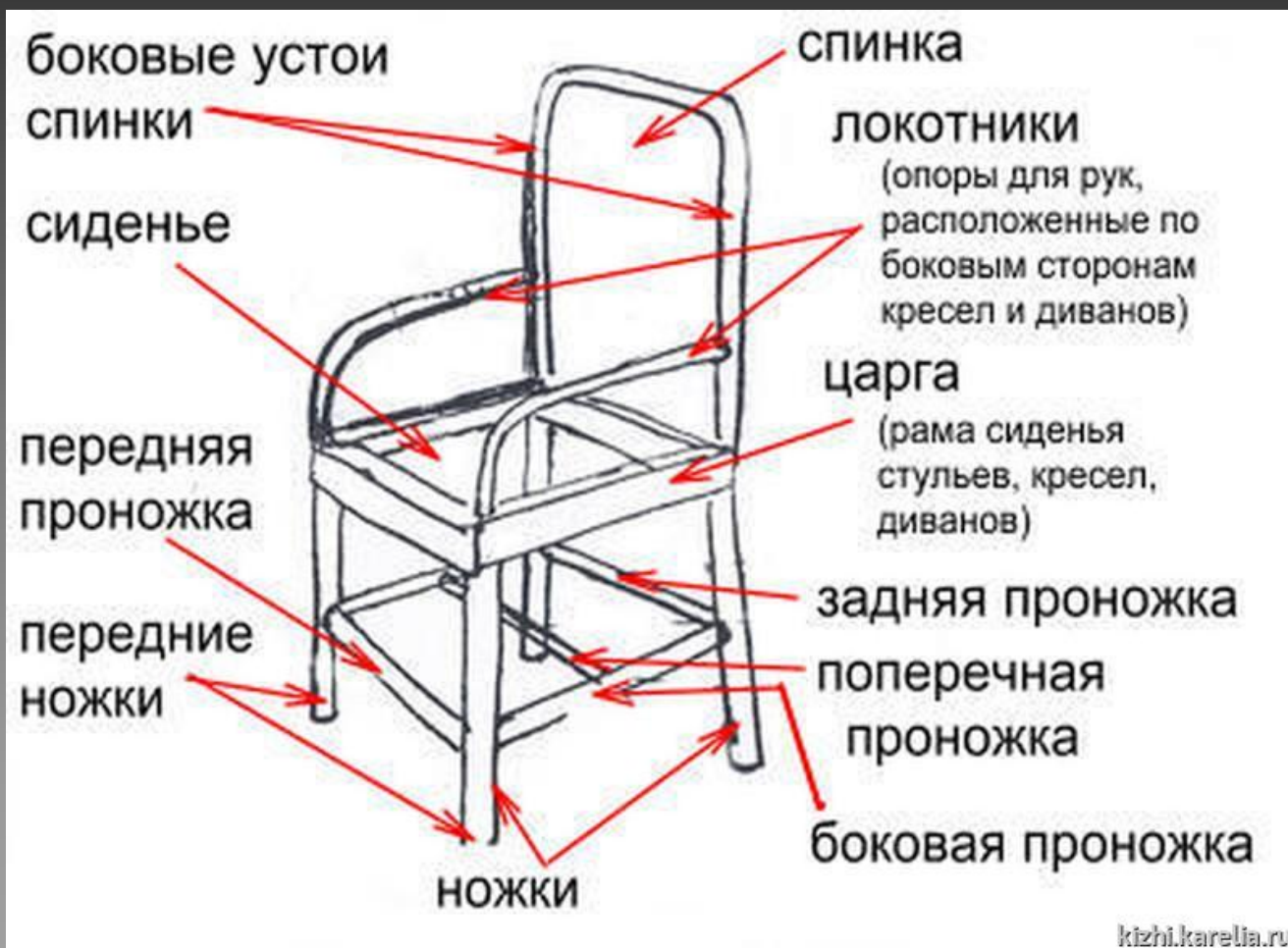
# Представление объекта в виде системы

- В явном виде сформулировать, из каких первичных элементов состоит объект.
- В явном виде сформулировать, как устроены отношения между первичными элементами
- В явном виде сформулировать каковы законы, ограничивающие (регулирующие) связи между первичными элементами.

# Система объектов общего рода

- Это закономерное множество объектов-систем одного и того же рода.
- Выражение «одного и того же рода» означает, что каждый объект-система обладает общими, родовыми признаками (одним и тем же качеством).
- То есть каждый из них построен из всех или части фиксированных первичных элементов в соответствии с частью или со всеми отношениями, с частью или со всеми законами композиции, реализованными в рассматриваемой системе объектов данного рода.

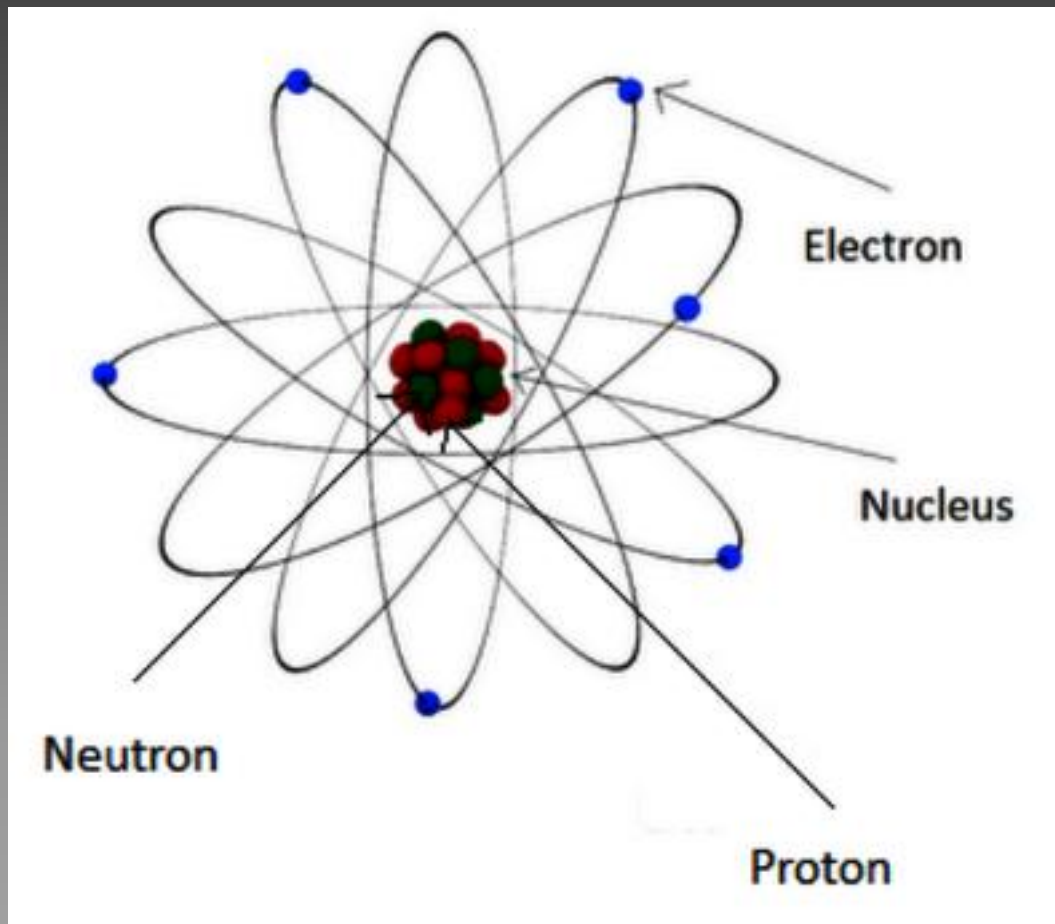
# Объект-система



# Система объектов общего рода



# Объект-система



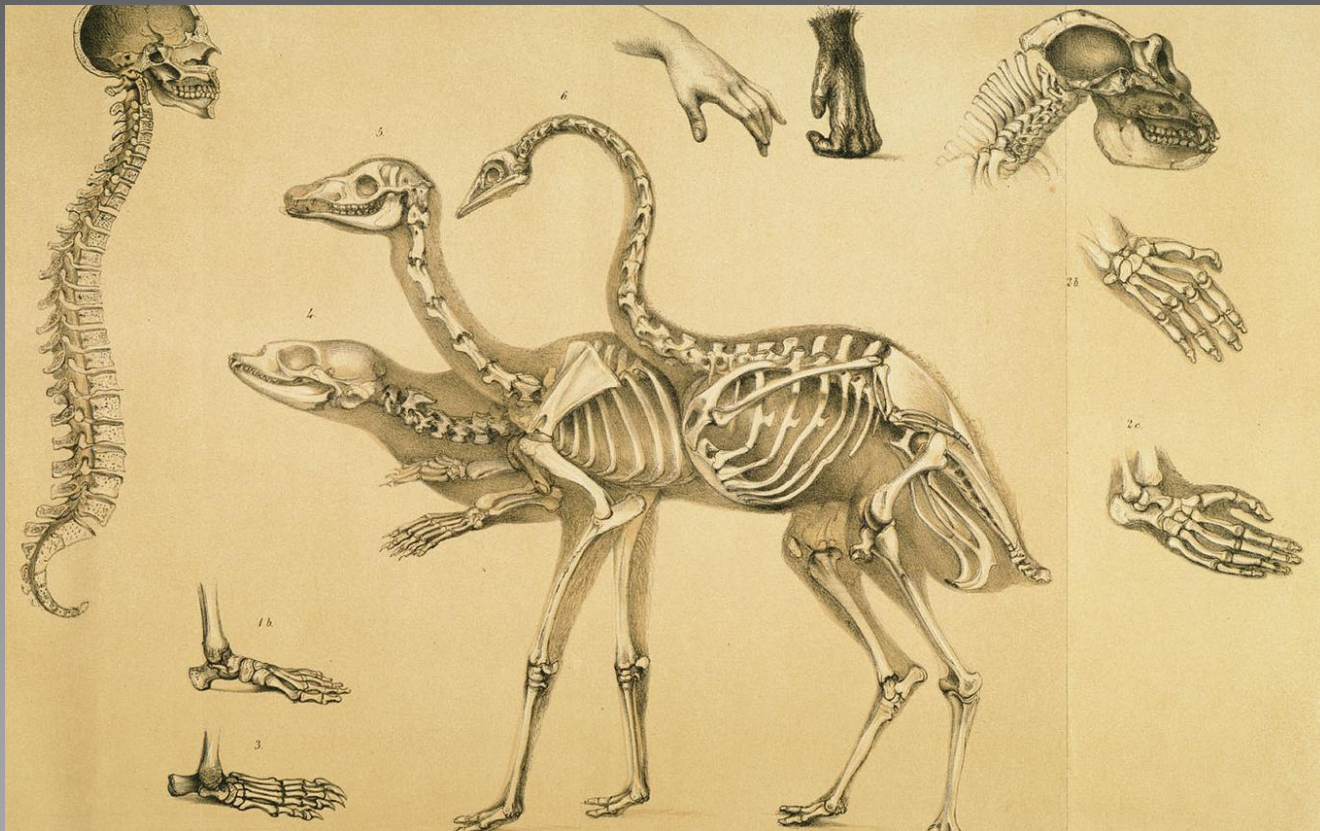
# Система объектов общего рода

1 H																	2 He						
3 Li	4 Be																	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg																	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr						
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe						
55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn						
87 Fr	88 Ra	+	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo						
* Lanthanide Series			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu						
+ Actinide Series			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr						
Alkali metals		Alkaline earth metals		Lanthanoids		Actinoids		Transition metals		Poor metals		Metalloids		Other Nonmetals		Halogens		Noble Gases					



# Преобразование систем

- Важное положение в ОТС занимает понятие “преобразование”
- Преобразование - это не обязательно “физическое” превращение.
- Преобразование - это абстрактная, математическая, процедура.



# Закон системных преобразований

- Объект-система, в рамках системы объектов, будет переходить по фиксированным законам
  - либо сам в себя посредством тождественного преобразования;
  - либо в другие объекты-системы посредством одного из 7 и только 7 различных преобразований, а именно изменений:
    - 1) *количества* первичных элементов,
    - 2) *качества* первичных элементов,
    - 3) *отношений* между элементами,
    - 4) *количества* и *качества*,
    - 5) *количества* и *отношений*,
    - 6) *качества* и *отношений*,
    - 7) *количества, качества, отношений* всех или части его первичных элементов

# Примеры преобразований

- СОН - СОН
- СОН - ОН
- СОН - КОН
- СОН - НОС
- СОН - КОТ
- etc....
- СОН - ПИВО

# Преобразования порождают плиморфизм (многообразие) объектов систем

- Полиморфизм

(= Система объектов)

Многообразие

объектов-систем

- Хронополиморфизм

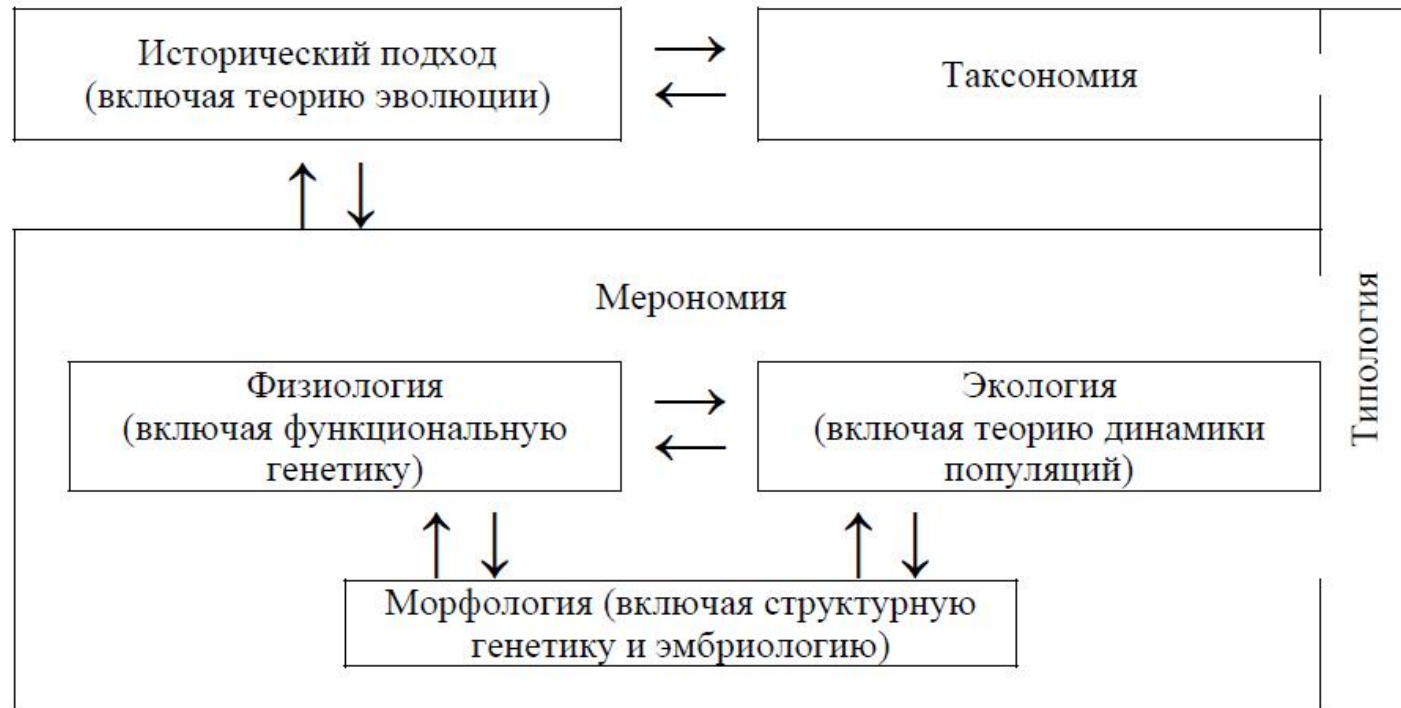
Временной ряд

объектов-систем

# Таксономия и Мерономия

ОТС на языке биологов

# Типология по С. В. Мейену

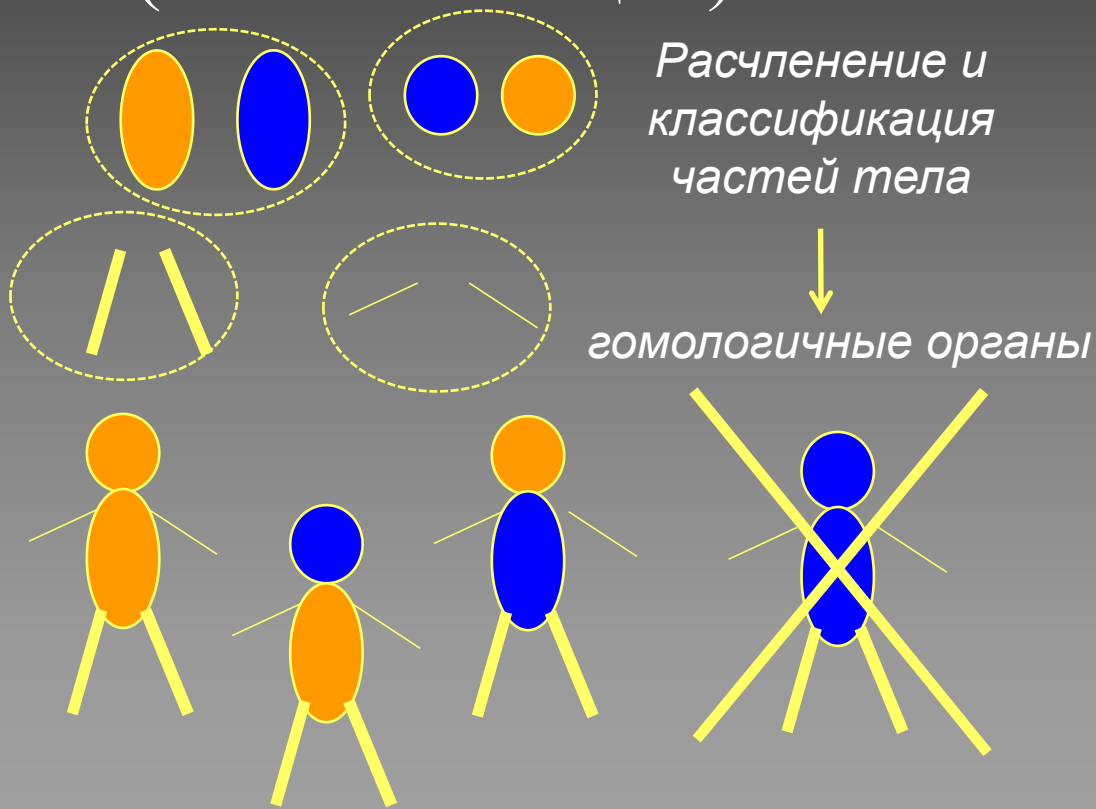


С. В. Мейен

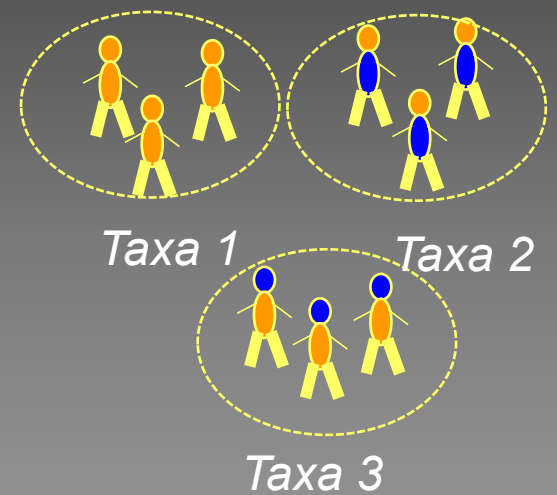
Мейен С.В. Основные аспекты типологии организмов // Журн. общ. биол. —1978. — Т. 39. — № 4. — С. 495–508.

# Таксономия и мерономия организмов

- Мерономия  
(Гомологизация)

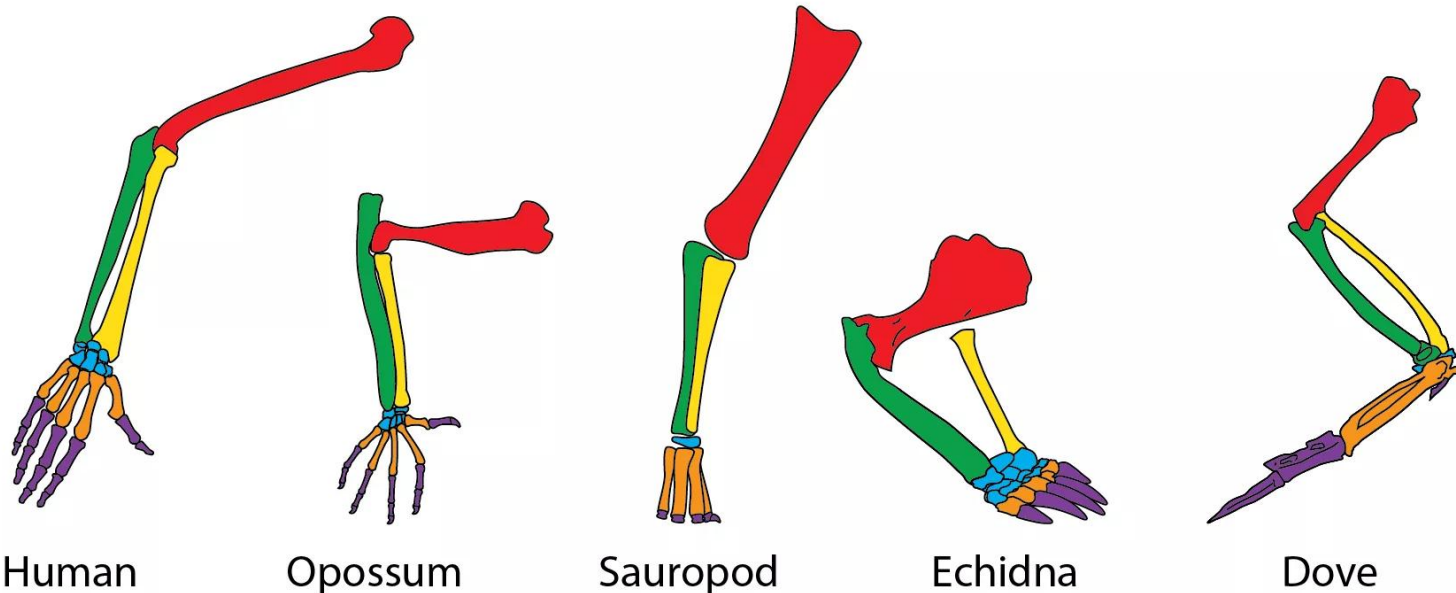


- Таксономия  
(Классификация)



Таксономическая  
система

# Гомология у организмов



Гомология *объясняется* общностью  
происхождения частей тела



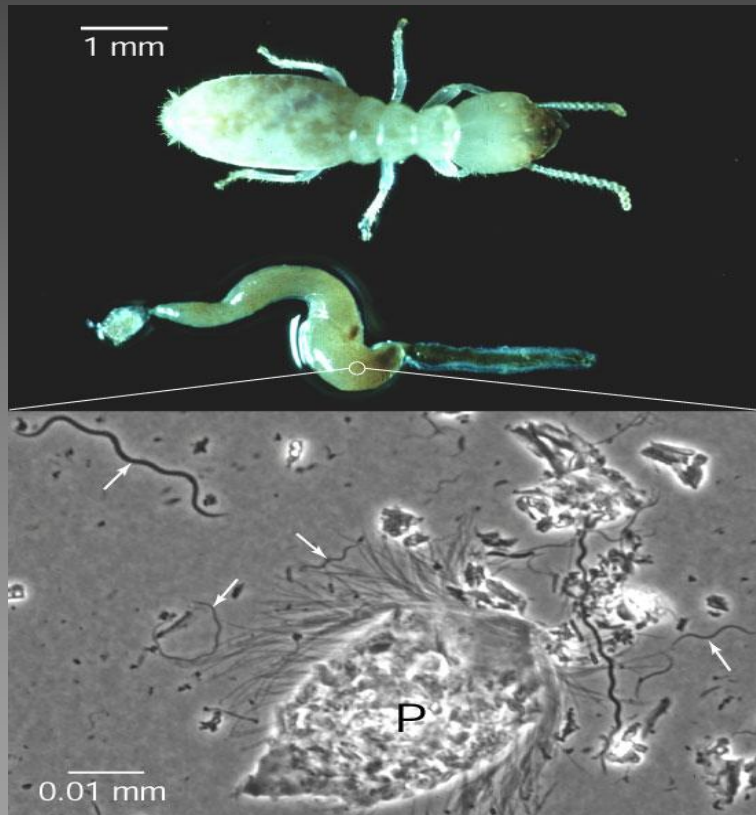
# Гомология - более широкое понятие



# Мерономия и Таксономия в ЭКОЛОГИИ

# Можно ли сравнивать и на одном языке описывать эти столь разные системы?

Термит - *Hypermastigina*



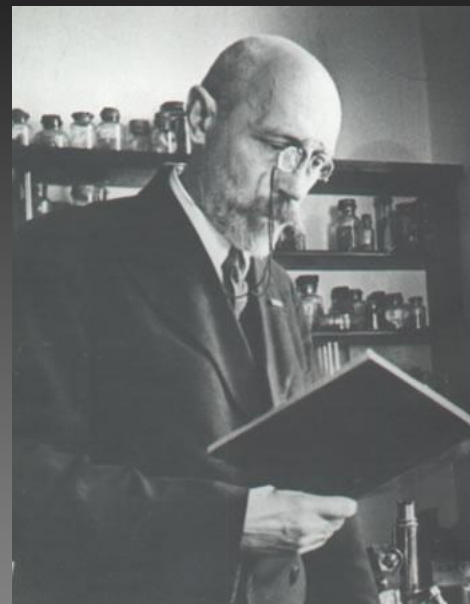
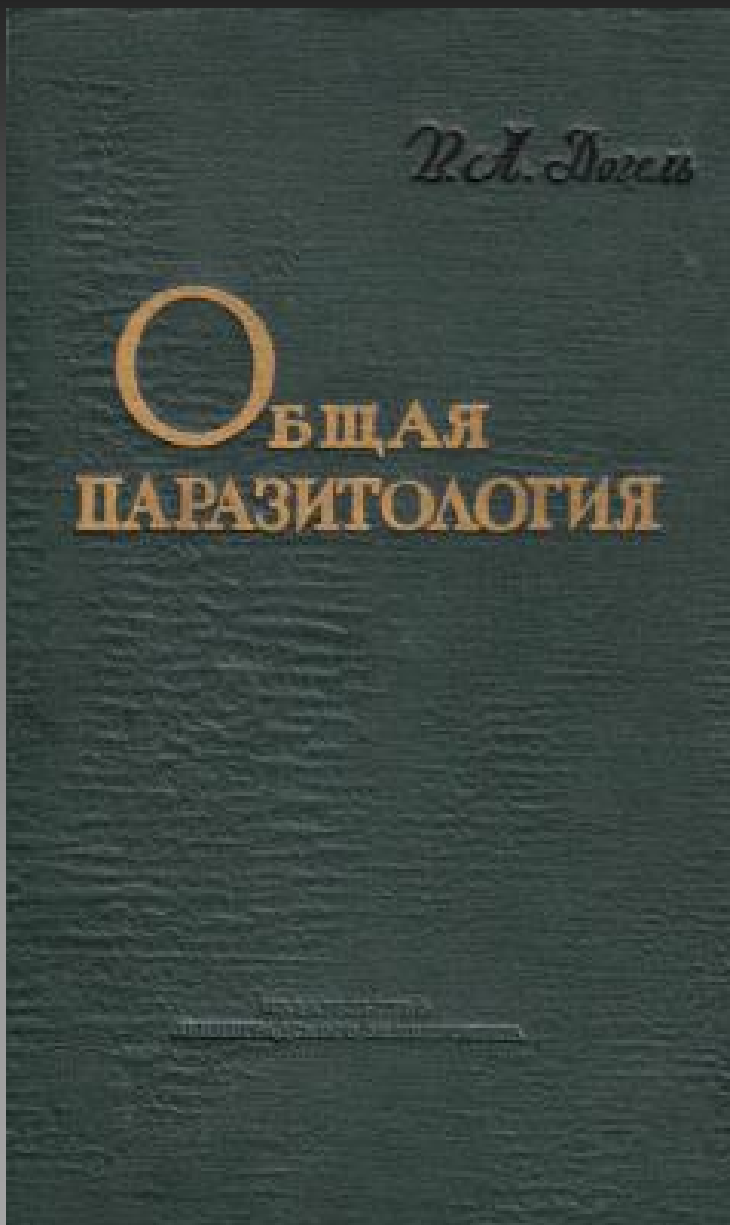
<https://www.nsf.gov/od/lpa/news/press/01/termite.htm>

Янтарка - *Leucochloridium*



<https://www.biolib.cz/en/image/id95202/>

# В. А. Догель



# Общее в этих системах

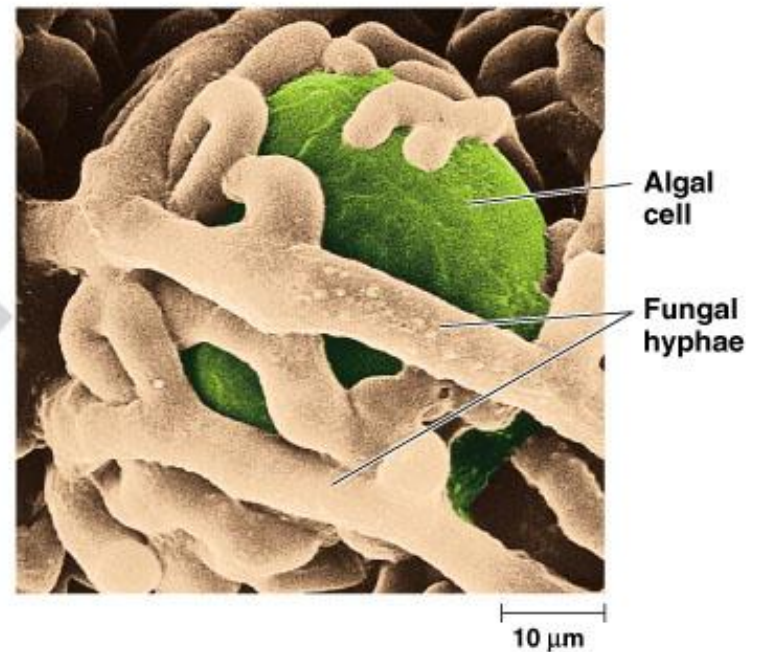
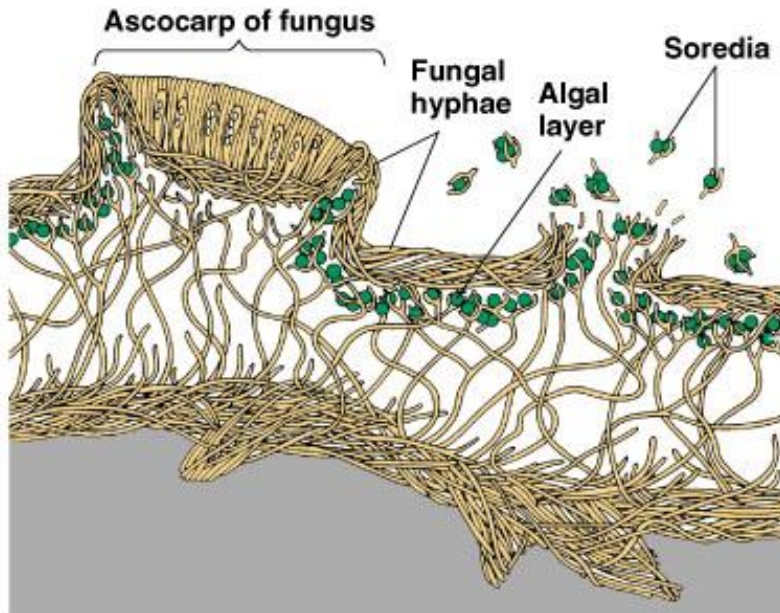
- Мерономия:
  - Среда 1 и 2 порядков
  - симбионт
  - хозяин
- Таксономия
  - Мутуалистический симбиоз (Термит - *Hypermastigina*)
  - Комменсалистический симбиоз
  - Паразитический симбиоз (Янтарка - *Leucochloridium*)



# Гомология в экологии



*Кто симбионт, а кто хозяин?*



# Системный подход

- Любая система изучена только тогда, когда
  1. понятно как она устроена: из каких элементов она состоит, каковы связи между элементами и каковы законы регулирующие эти связи (*мерономия*);
  2. каково многообразие ее проявлений (*таксономия*).

# Живые системы

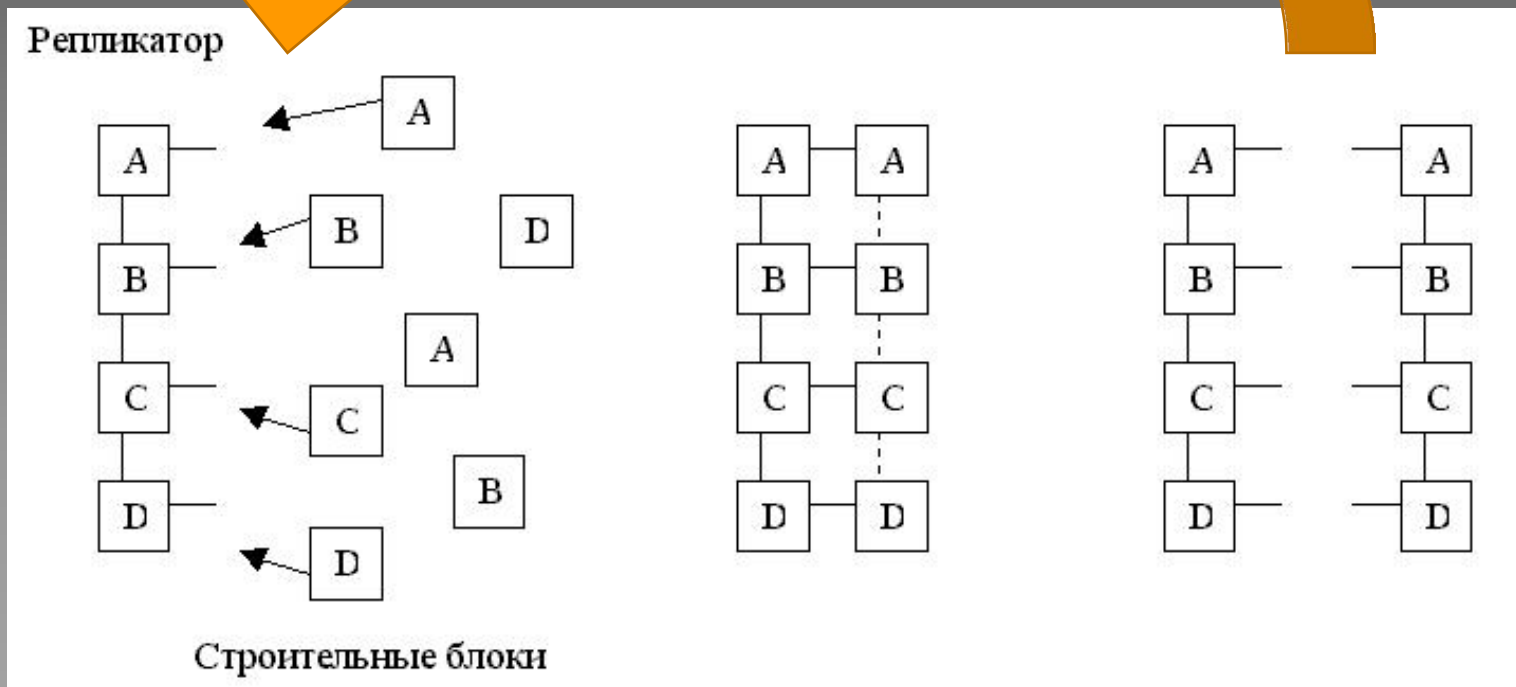


# Свойства живых систем (организмов) по «учебнику»

- *Обмен веществ*
- *Энергозависимость живого*
- *Наследственность и изменчивость*
- *Рост и развитие*
- *Раздражимость и саморегуляция*

Все можно свести всего к  
**двум** основным свойствам!

# 1. Все, что мы называем *живым*, так или иначе связано с репликаторами



## 2. Большинство репликаторов последние несколько миллиардов лет существует в машинах выживания (клетках и многоклеточных системах)

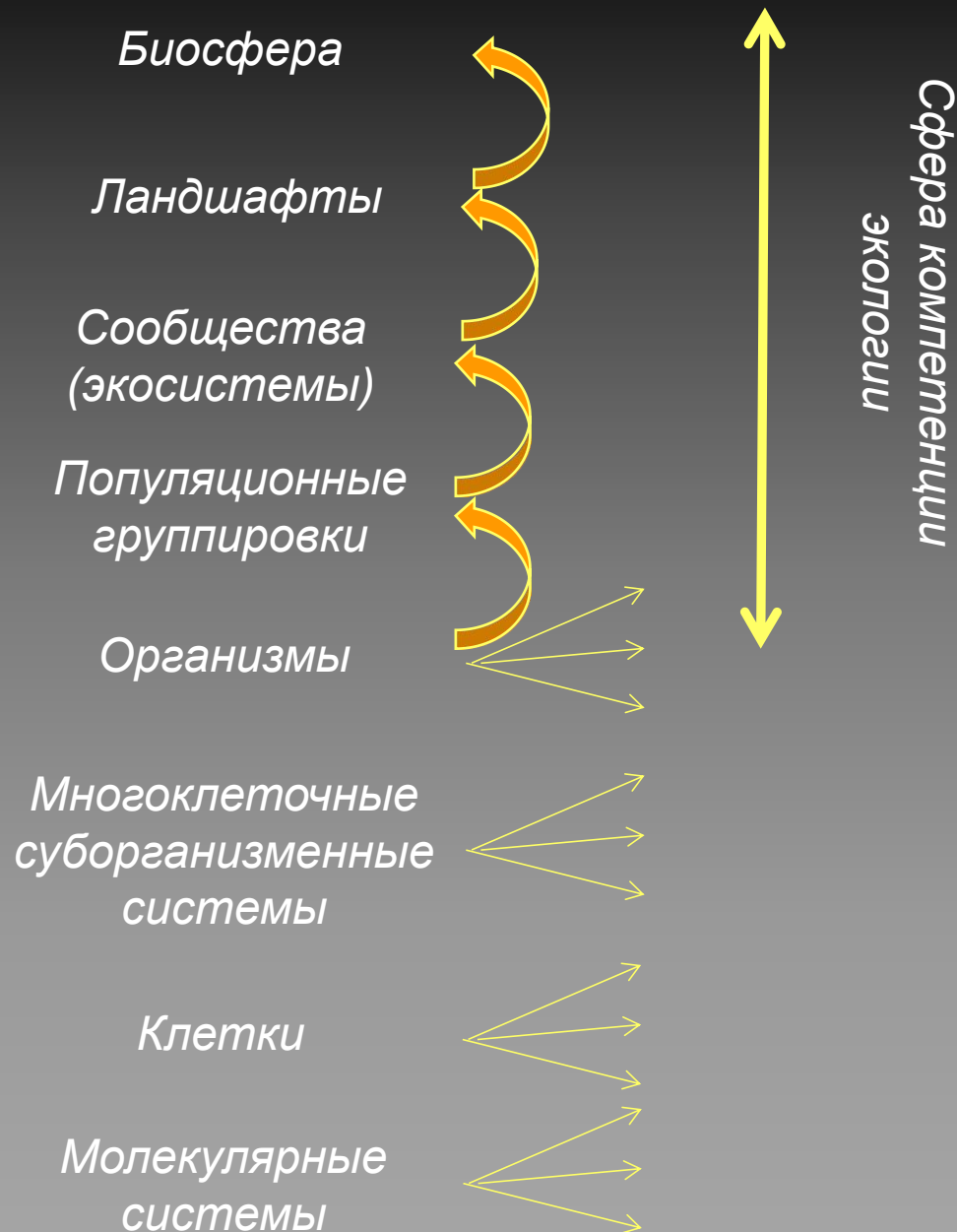
Машины выживания должны обмениваться с окружающей средой веществом, энергией и информацией

# Два фундаментальных свойства живых систем

1. Самовоспроизведение (в частном случае размножение)
2. Взаимодействие с окружающей средой

# Многообразие живых систем

# Живые системы разных уровней



# Что же такое экология?

- Это куст биологических дисциплин, занимающихся изучением *надорганизменных живых систем разных уровней организации.*

# Много разных экологий

- Аутэкология
- Демэкология
- Синэкология



# Чем занимаются те, кто позиционируют себя, как экологи?

- *Аутэкология*: закономерности влияния окружающей среды на жизнедеятельность организмов.
- *Демэкология*: структура и динамика популяционных систем разного уровня.
- *Синэкология*: структура и динамика сообществ разного уровня.

# Много разных экологий

- Эволюционная экология
- Биogeография
- Экология сообществ
- Популяционная экология
- Экофизиология
- Экотоксикология
- Экологическая этология
- Палеоэкология
- Ecosystem ecology
- Conservation biology

Разные экологии  
взаимосвязаны

# Сообщество мидиевой банки



Что является результатом  
работы исследователя?

"All models are wrong but some are useful"

George E. P. Box

Модели

# Что такое модель?

- Это интеллектуальное отражение действительности

# Какие бывают модели?

- Концептуальные модели
- Математические модели
  - описательные
  - имитационные
  - предиктивные



# Какие бывают модели?

- Модели, отражающие структуру объектов-систем
- Модели, отражающие многообразие объектов-систем (законы организации системы объектов общего рода)
- Модели, отражающие изменение объектов-систем (динамика)

Основное содержание курса будет связано с концептуальными и математическими моделями, описывающими структуру, функционирование и многообразие надорганизменных систем

# Взгляните на явление с точки зрения эколога



[http://www.grani.lv/uploads/posts/2013-04/1366873230\\_749\\_14.jpg](http://www.grani.lv/uploads/posts/2013-04/1366873230_749_14.jpg)

[https://ptushki.org/files/pictures/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%B9\\_%20%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%20www%20m-sokolov%20ru.jpg](https://ptushki.org/files/pictures/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%B9_%20%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%20www%20m-sokolov%20ru.jpg)



## Взгляните на явление с точки зрения эколога



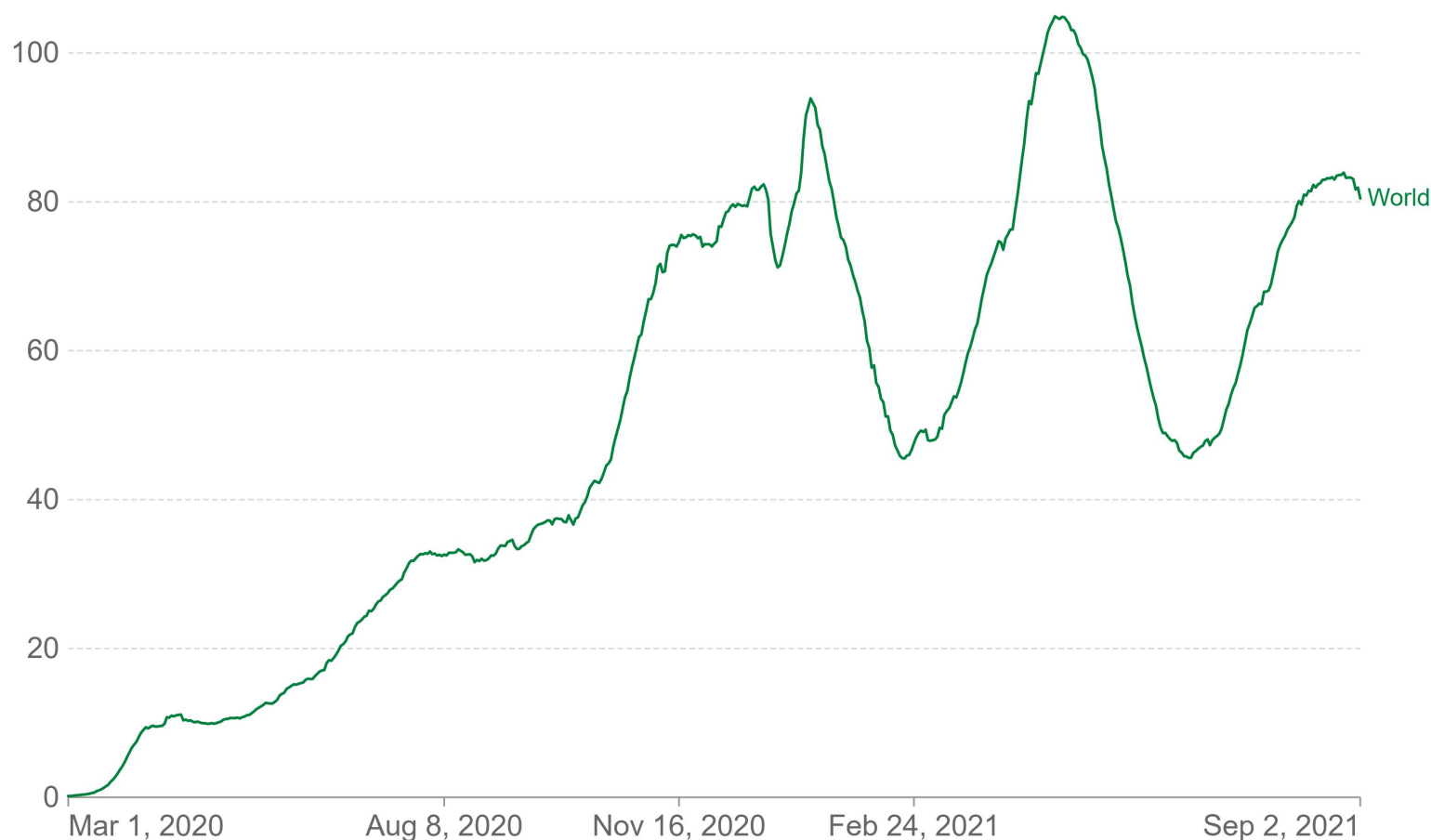
<https://p0.pikist.com/photos/272/488/mussels-barnacles-mytilus-watt-area-coastal-region-grey-blue-violet-shell-oval.jpg>

# Взгляните на явление с точки зрения эколога

## Daily new confirmed COVID-19 cases per million people

Shown is the rolling 7-day average. The number of confirmed cases is lower than the number of actual cases; the main reason for that is limited testing.

Our World  
in Data



Source: Johns Hopkins University CSSE COVID-19 Data

CC BY

# Take home message

- Существует много разных «Экологий».
- Сфера компетенции экологии - надорганизменные живые системы (по определению ж.с. еще и связи со средой)
- Как и все ученые, экологи представляют свой объект как систему (структура), существующую в рамках системы объектов (многообразие, в частом случае динамика).
- Результаты исследований выражаются в виде моделей.

# Что почитать

- ОТС:
  - Урманцев Ю.А. Общая теория систем: состояние, приложения и перспективы развития. «Система, Симметрия, Гармония», М.: «Мысль». 1988, с.38—124.
- Типология:
  - Мейен С.В. Основные аспекты типологии организмов // Журн. общ. биол. –1978. – Т. 39. – № 4. – С. 495–508.
  - Мейен С. В. , Шрейдер Ю.А. Методологические аспекты теории классификации // Вопросы философии. - 1976.-№ 12. С.67-79.
- Живые системы:
  - Докинз Р. Эгоистичный ген / пер. с англ. Н. Фоминой. — Москва: АСТ:CORPUS, 2013. — 512 с.
- Надорганизменные системы:
  - Бродский А. К. Общая экология: учебник для высших заведений. - 2-е изд. - М. издательский центр «Академия». - 2007. - 256 с. Глава 2.2
  - [https://en.wikipedia.org/wiki/Biological\\_organisation](https://en.wikipedia.org/wiki/Biological_organisation)

# Глоссарий

Аутэкология

Гомология

Демэкология

Живая система

Закон системных преобразований

Законы композиции

Мерономия

Модель

Объект-система

Отношения

Первичные элементы

Полиморфизм

Синэкология

Система

Система объектов общего рода

Таксономия

Хронополиморфизм