

ЛЕКЦИЯ 10. УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ

1 Понятие о биосфере

2 Понятие о биоценозе. Концепция экологической ниши

3 Концепция экосистемы



1 Понятие о биосфере

Биосфера – это сложнейшая планетарная оболочка жизни, населенную организмами, составляющими в совокупности живое вещество. Это самая крупная (глобальная) экосистема Земли – область системного взаимодействия живого и косного вещества на планете. Совокупная деятельность живых организмов в биосфере проявляется как геохимический фактор планетарного масштаба

В. И. ВЕРНАДСКИЙ

БИОСФЕРА
и НООСФЕРА



**Владимир Иванович
Вернадский
(1863-1945)**

«...Биосфера – это область нашей планеты, в которой существует или когда-либо существовала жизнь и которая постоянно подвергается или подвергалась воздействию живых организмов...»



Современная жизнь распространена в верхней части земной коры (литосфере), в нижних слоях воздушной оболочки Земли (атмосферы) и в водной оболочке Земли (гидросфере).



Классификация веществ биосферы по В.И. Вернадскому



Живое вещество

Биокосное вещество

Биогенное вещество

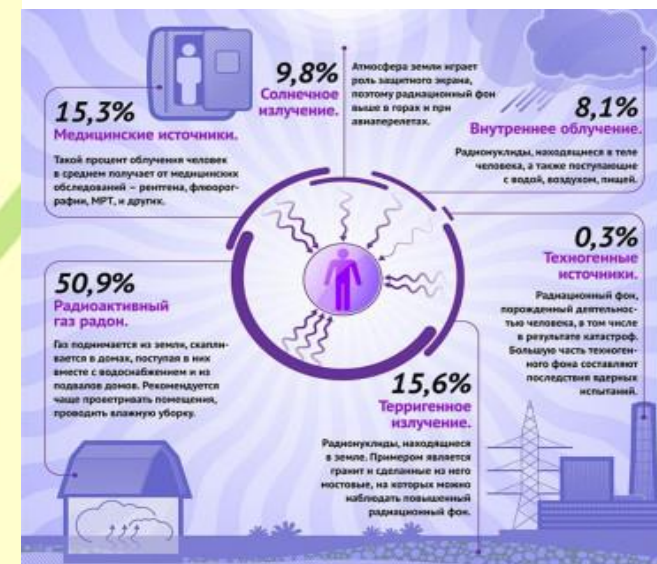
Радиоактивное
вещество

Косное вещество

Рассеянные атомы

Вещество космического
происхождения

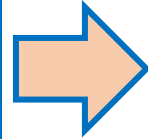
- **живое** – ныне живущие организмы;
- **биогенное** – рождаемое и перерабатываемое живыми организмами (горючие ископаемые, известняки и т.д.);
- **косное** – образуемое без участия живых организмов (твердое, жидкое и газообразное);
- **биокосное** – косное вещество, преобразованное живыми организмами (вода, почва, кора выветривания, илы);
- **радиоактивное** (элементы и изотопы уранового, ториевого и актиноуранового ряда);
- **рассеянные атомы** земного происхождения и космических излучений;
- **вещество космического происхождения** – метеориты, космическая пыль и др.



Живое вещество в биосфере

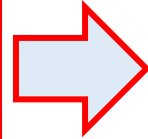
Свойства живого вещества

Огромная свободная энергия



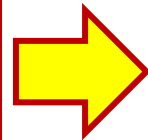
В процессе эволюции видов биогенная миграция атомов, т.е. энергия живого вещества биосферы, увеличилась во много раз и продолжает расти, ибо живое вещество перерабатывает энергию солнечных излучений, атомную энергию радиоактивного распада и космическую энергию рассеянных элементов, приходящих из нашей Галактики

Высокая скорость протекания химических реакций



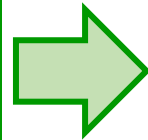
По сравнению с веществом неживым, где похожие процессы идут в тысячи и миллионы раз медленнее

Слагающие его химические соединения, устойчивы только в живых организмах



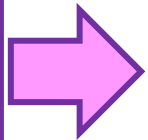
После завершения процесса жизнедеятельности исходные живые органические вещества разлагаются до химических составных частей

Существует в форме непрерывного чередования поколений



Благодаря этому вновь образовавшееся вещество генетически связано с живым веществом прошлых эпох

Наличие эволюционного процесса



Генетическая информация любого организма зашифрована в каждой его клетке

Функции живого вещества

1) Газовая функция.

Осуществляется через фотосинтез и дыхание. Основные газовые функции следующие:

- а) **кислородно-углекислотная**, носители – хлорофилльные растения.
- б) **углекислотная** (отдельная от кислородной). В результате жизнедеятельности гетеротрофов создается биогенная углекислота.
- в) **озонная и перекисьводородная**. Озон, образуясь из биогенного кислорода, защищает биосферу от ультрафиолетового излучения.
- г) **азотная**. Свободный азот атмосферы создается живым веществом почвы.
- д) **углеводородная**. Углеводороды создаются живым веществом.
- е) **водная**, проявляется в биогенном круговороте воды.
- ж) **сероводородная и сульфидная**.

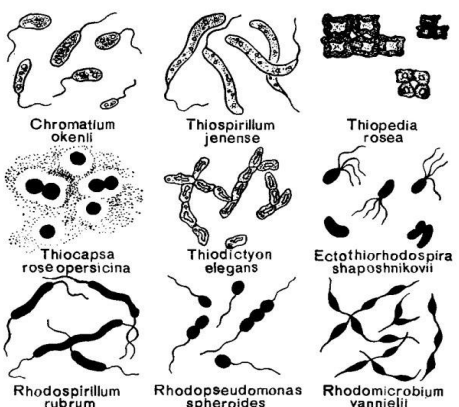
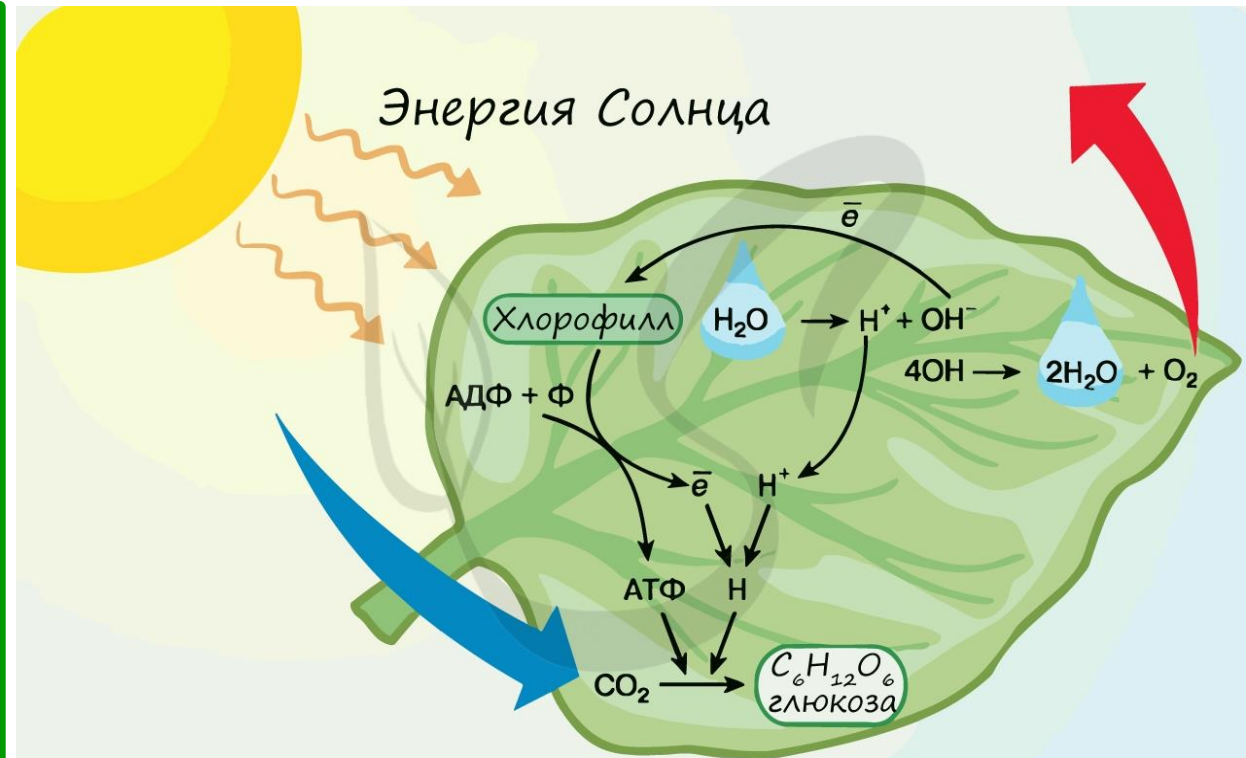
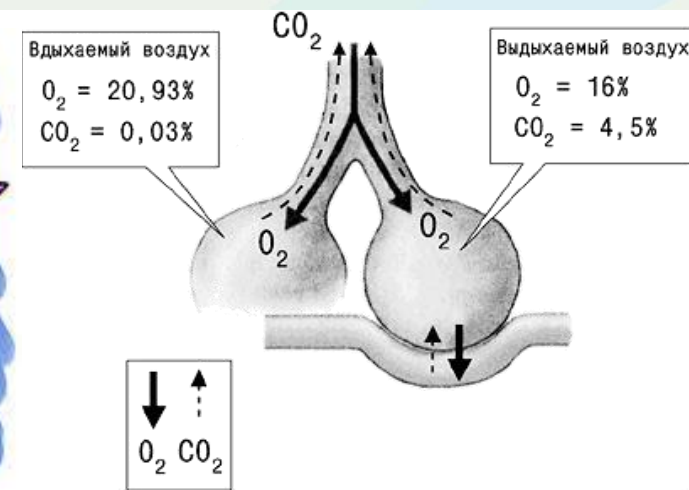


Рис. 123. Морфология разных представителей пурпурных и зеленых серобактерий.



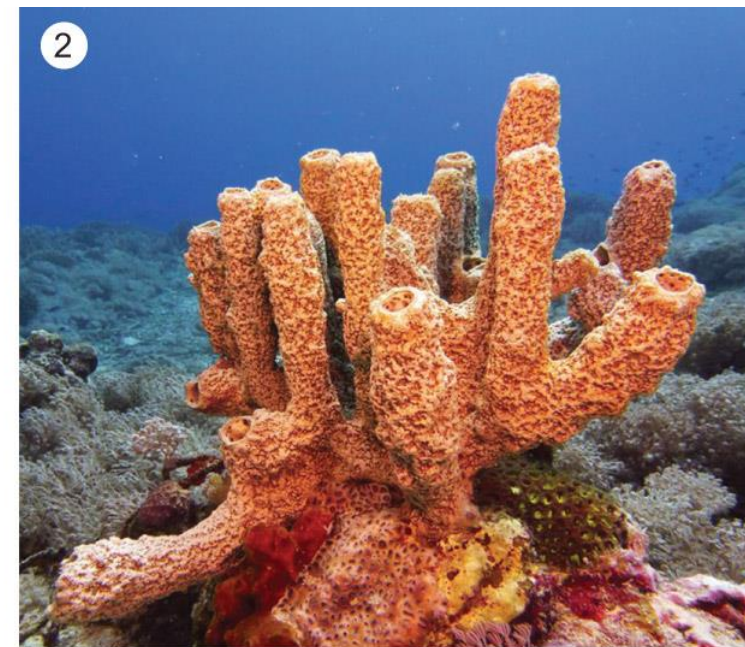
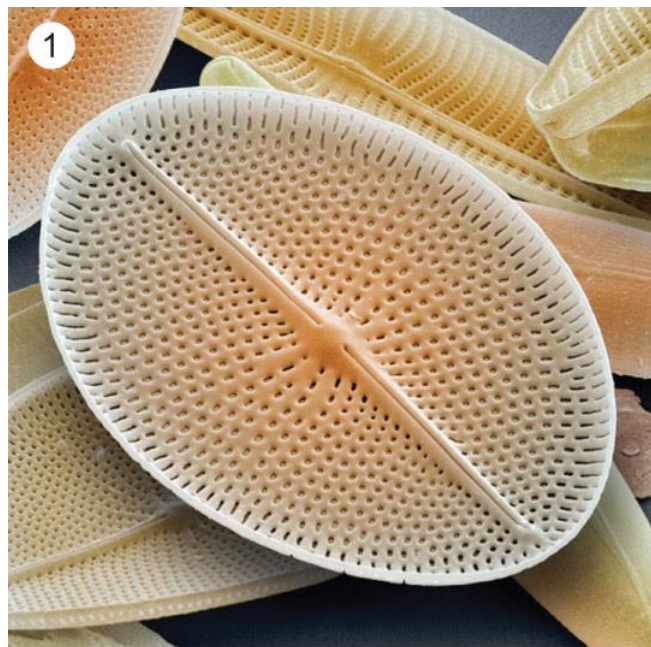
2) Концентрационная функция.

Проявляется в способности живых организмов накапливать в своих телах многие химические элементы (на первом месте стоит углерод, среди металлов – кальций).

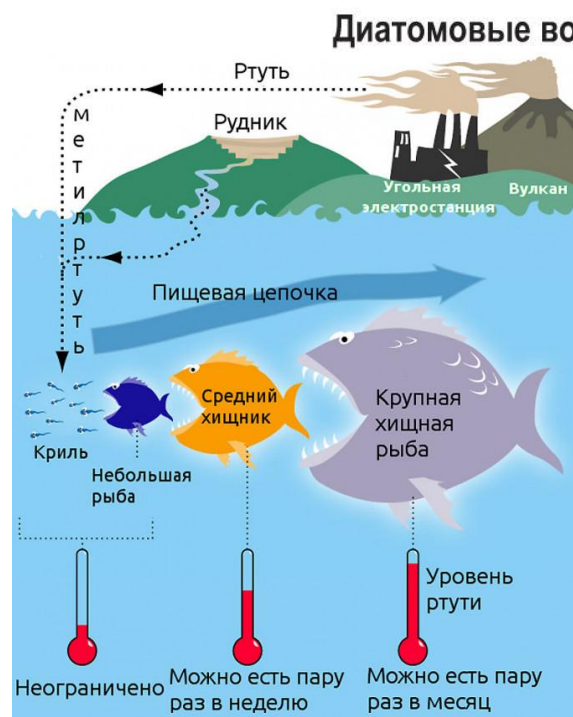
Различают:

а) **концентрационную функцию I рода** (накапливаются химические элементы, содержащиеся во всех без исключения организмах (H, C, N, O, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Fe));

б) **концентрационную функцию II рода**, (накопление химических элементов, либо в живых организмах не встречающиеся, либо встречаются в очень малых количествах)



Добыча угля (1), нефти (2), торфа (3)



3) Окислительно-восстановительная функция.

Выражается в химических превращениях веществ в процессе жизнедеятельности организмов (образуются железные и марганцевые руды, известняки и т.п.).

Железобактерии

- Железобактерии окисляют двухвалентное железо до трёхвалентного:
- $4\text{FeCO}_3 + \text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3 + 4\text{CO}_2 + 324 \text{ кДЖ}$

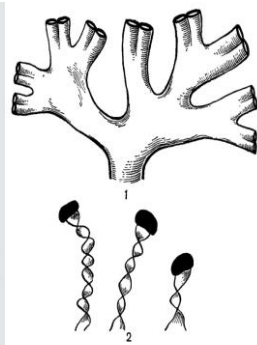


Рис. 69. Бактерии со слизистыми стебельками:
1 — Neveia, 2 — Gallionella.



лимонит



браунит



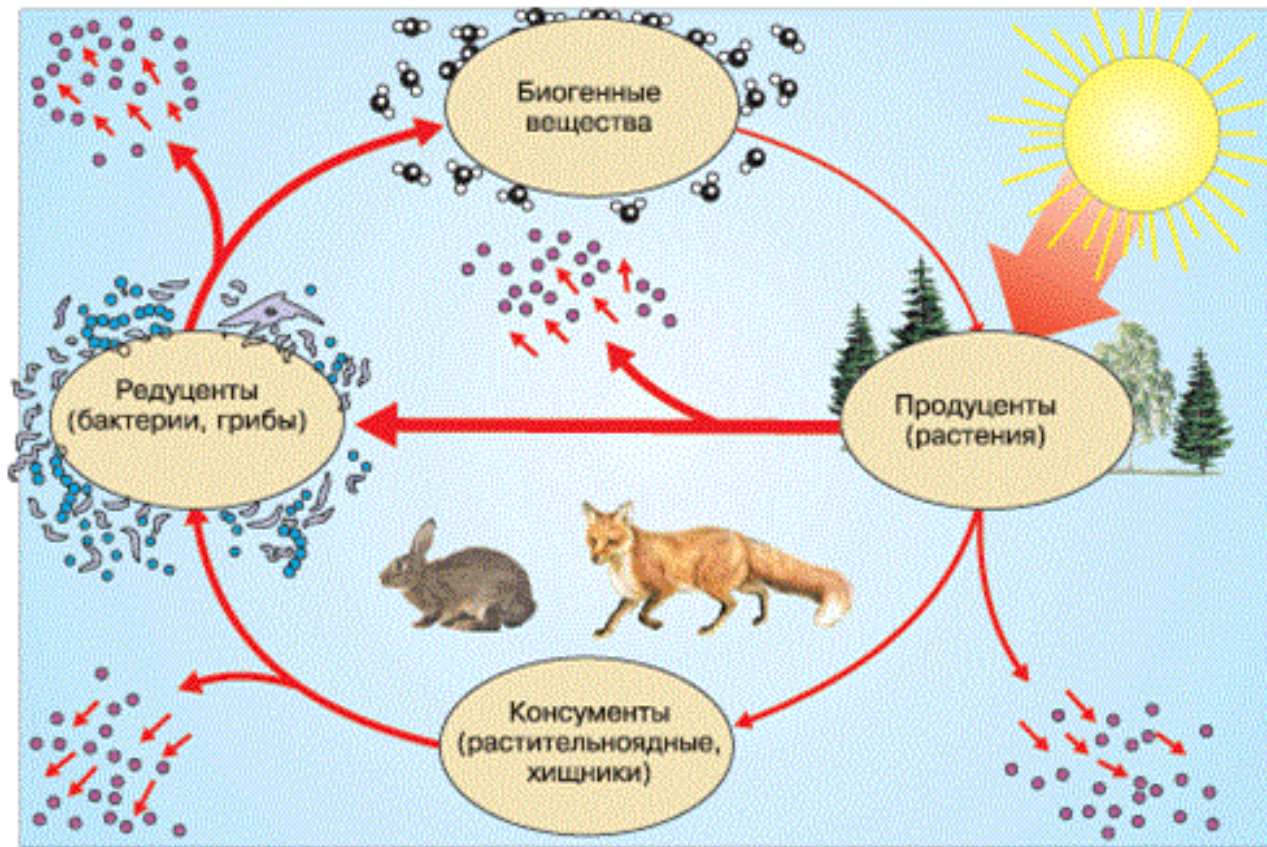
известняк



Ручей с железобактериями в Шотландии

4) Биохимическая (деструктивная) функция.

Определяется как размножение, рост и перемещение в пространстве живого вещества (круговорот химических элементов в природе).



Сапротрофы — растения, грибы и бактерии, питающиеся органическим веществом отмерших организмов



5) Функция биогеохимической деятельности человека.

Связана с биогенной миграцией атомов, многократно усиливающейся под влиянием хозяйственной деятельности человека и его разума.



Биологический круговорот

Круговорот веществ – это повторяющийся процесс превращения и перемещения веществ в природе, имеющий более или менее выраженный циклический характер. В круговороте веществ принимают участие все живые организмы, поглощающие из внешней среды одни вещества и выделяющие в нее другие.



Биогеохимический цикл

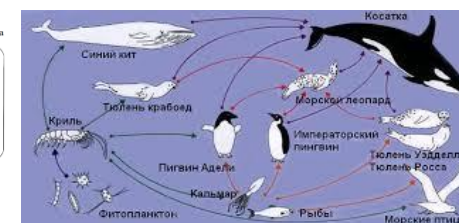
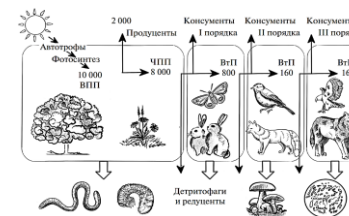
Резервный фонд

запасы биогенных веществ, малодоступные для живых организмов и медленно вовлекающиеся в биологический круговорот



Обменный фонд

биогенные вещества, интенсивно циркулирующие между телами организмов и окружающей средой





Круговорот воды в природе



Круговорот кислорода в природе





Круговорот углерода в природе

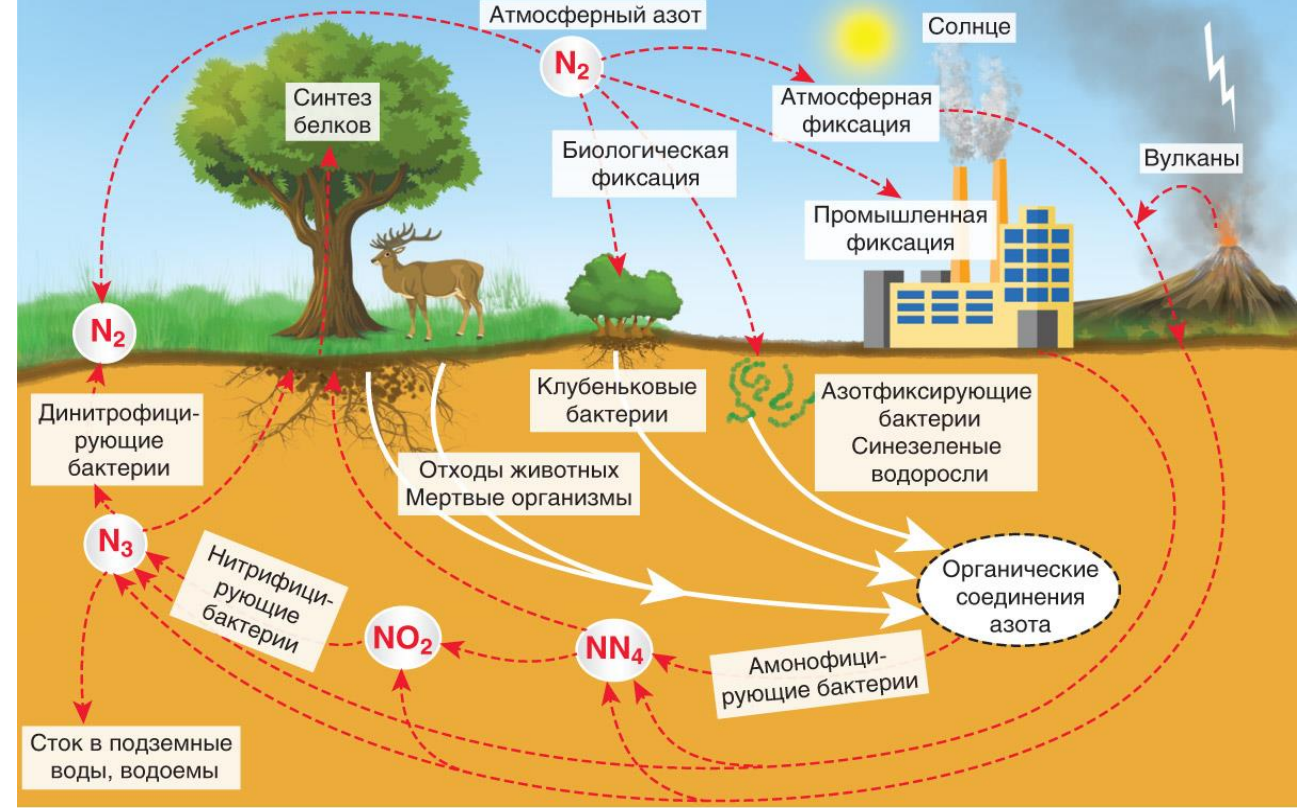
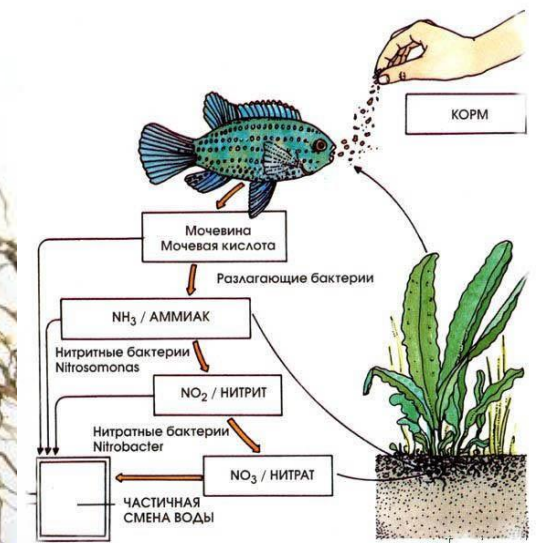
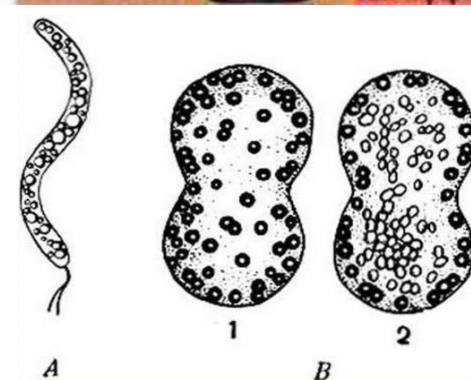
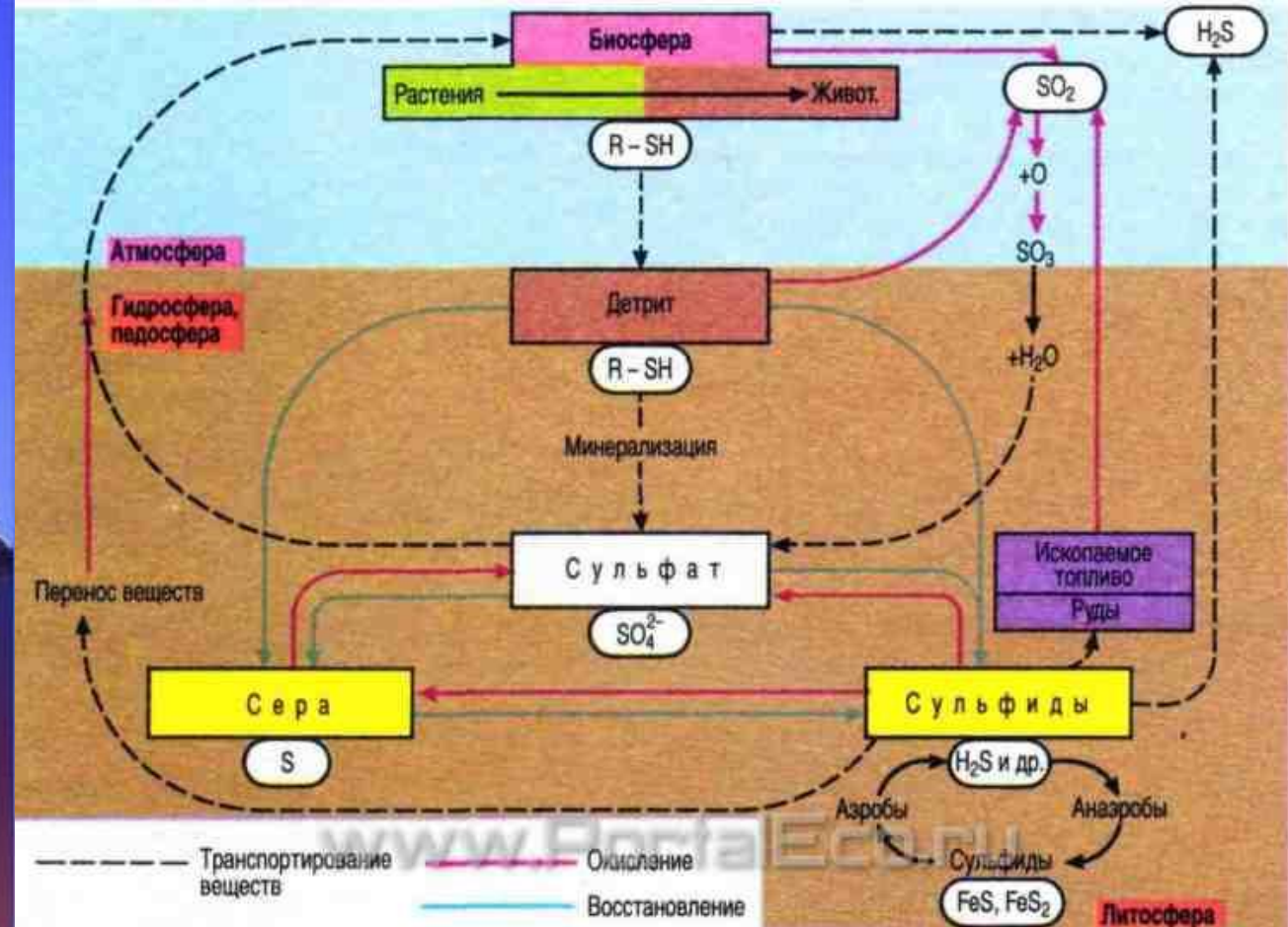
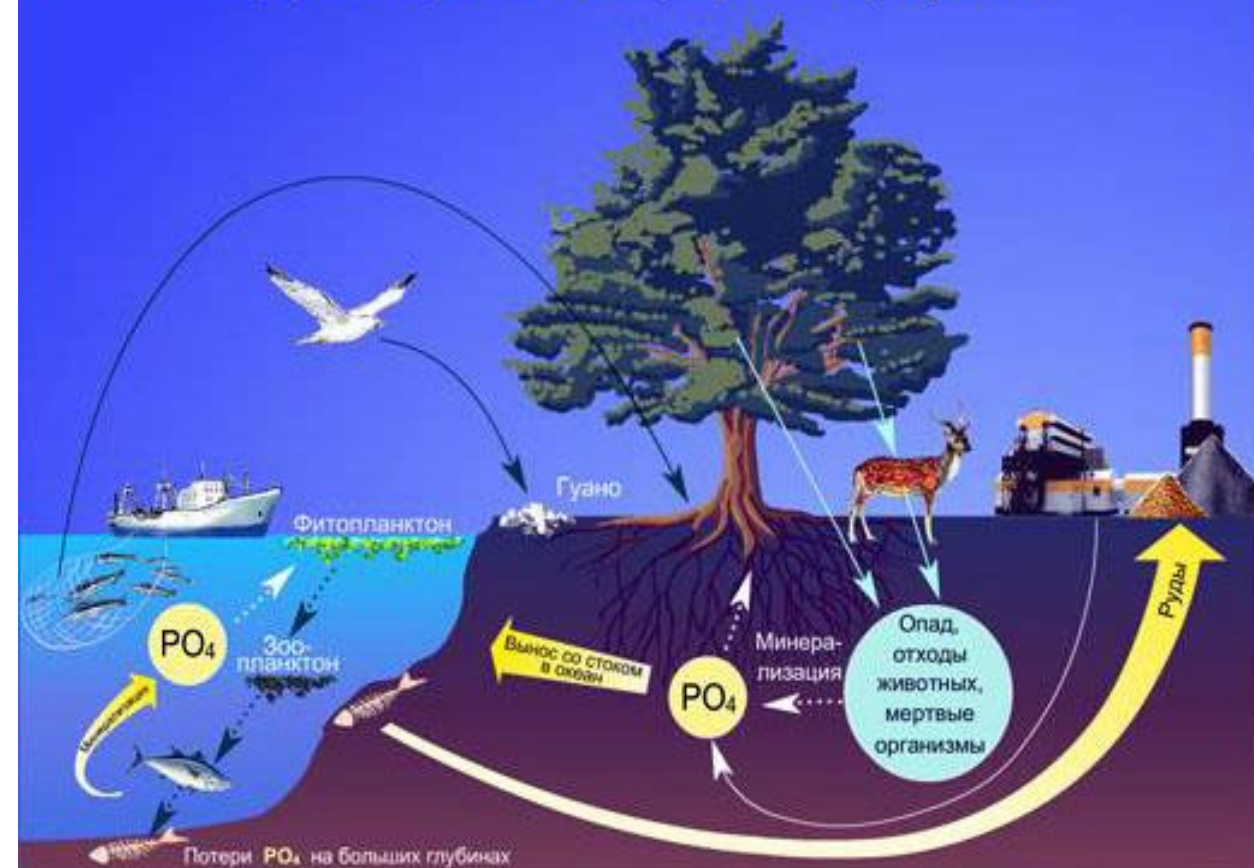


Схема круговорота азота в природе

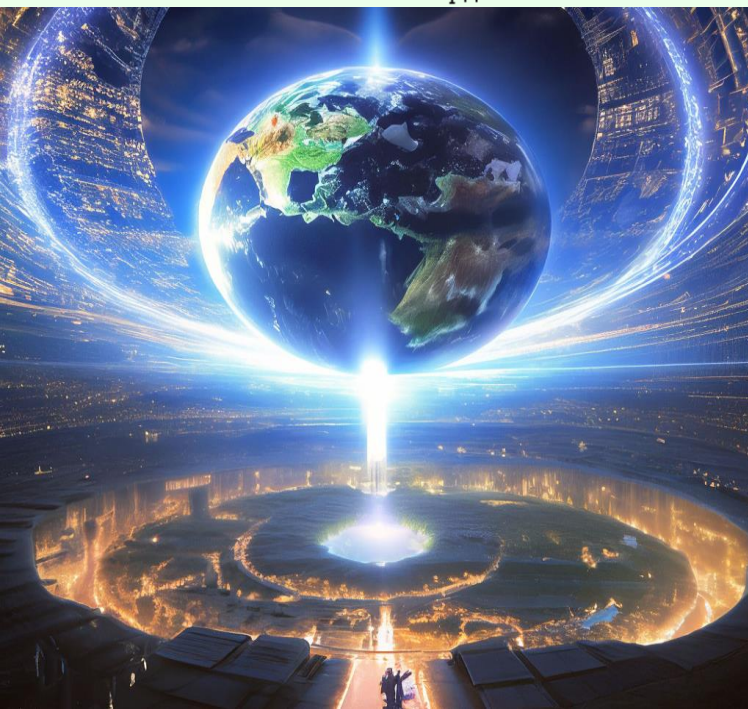
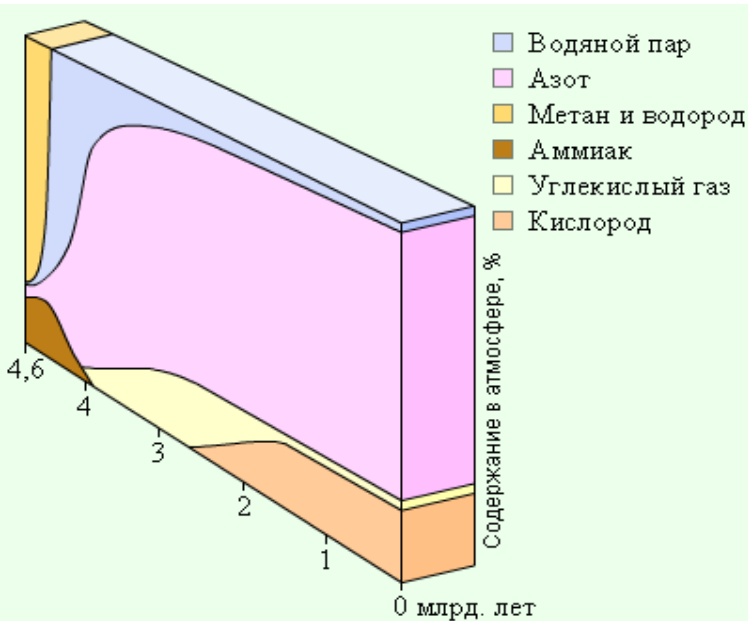


Круговорот Фосфора в природе



А - Серобактерия рода Thiospirillum. В - Серобактерия рода Thiophysa: 1 - делящаяся клетка; 2 - видны капли серы

Роль человека в эволюции биосферы. Ноосфера



АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА БИОСФЕРУ

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



РАДИОАКТИВНОЕ ЗАРАЖЕНИЕ ПРИ НАЗЕМНОМ ЯДЕРНОМ ВЗРЫВЕ



ВНУТРЕННЕЕ ОБЛУЧЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ



ПОСЛЕДСТВИЯ СВЕДЕНИЯ ЛЕСОВ



«ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ»



ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД (СБОС ОТХОДОВ В ВОДОЕМ)



ЭРОЗИЯ ПОЧВЫ



ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ АТМОСФЕРУ ВЫБРОСЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

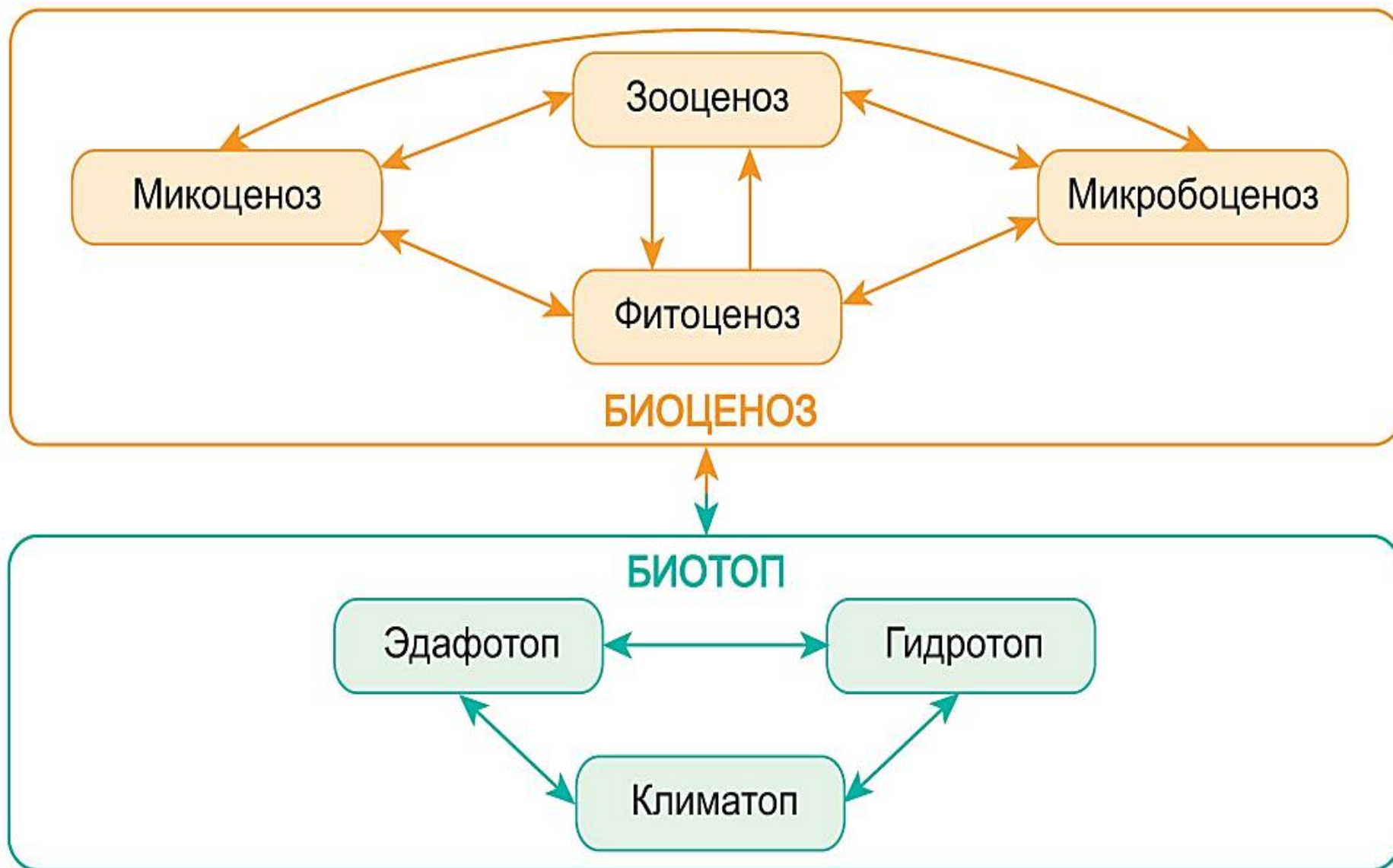


2 Понятие о биоценозе. Концепция экологической ниши

«Биогеоценоз» (**био**... + **гео**... + греч. **koinos** – общий)



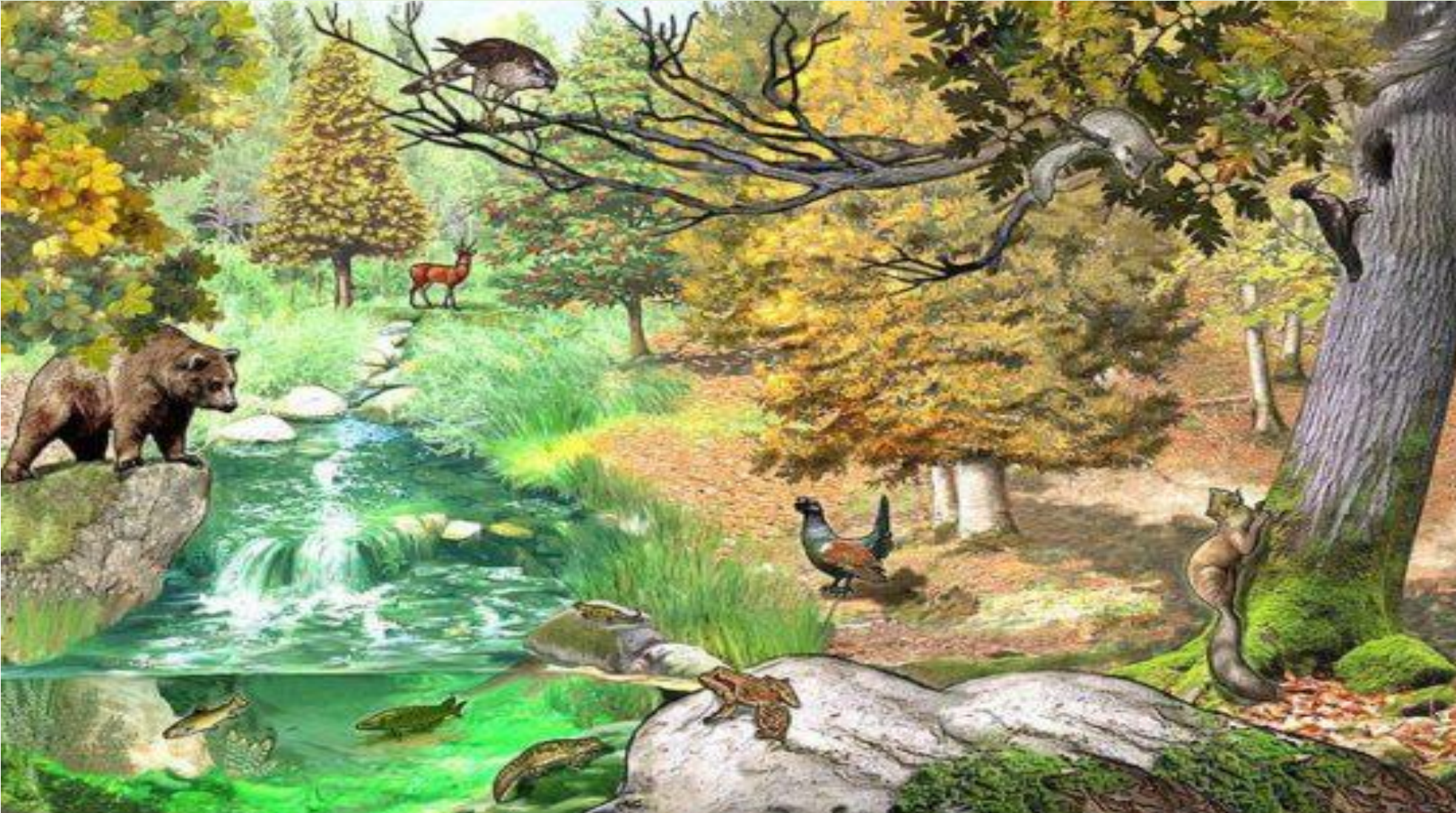
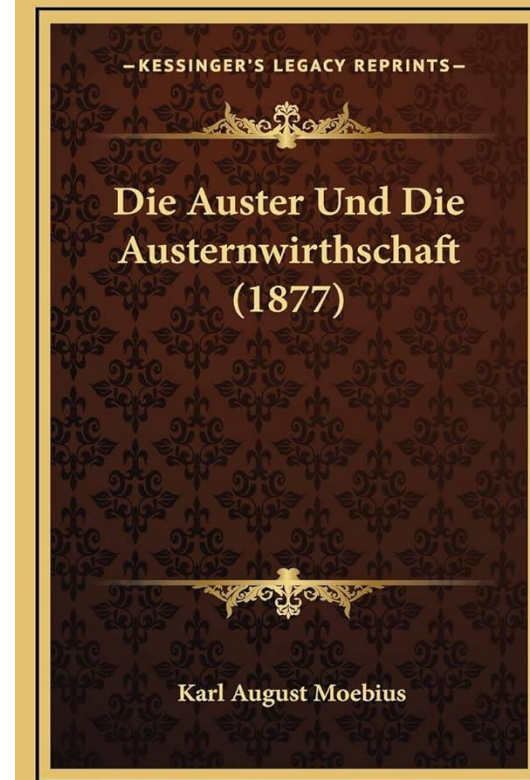
Сукачев Владимир
Николаевич
(1880-1967)



Биоценоз – это сочетание популяций растений, животных и микроорганизмов, взаимодействующих друг с другом в пределах данной среды и образующих особую живую систему со своими собственными составом, структурой, взаимоотношениями со средой, развитием и функциями



Карл Август Мёбиус



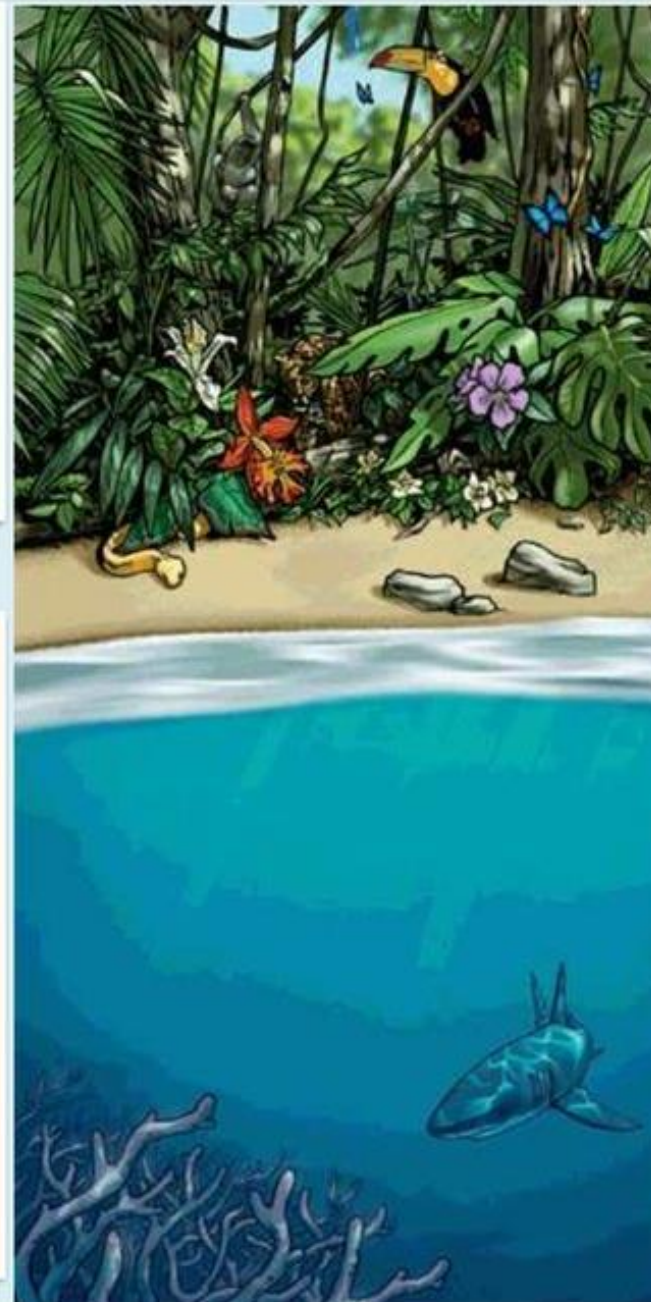
Видовая структура биоценоза

Качественный признак – «Видовое богатство»

– это общий набор видов сообщества, который выражается списками представителей разных групп организмов

Количественный признак «Видовое разнообразие»

– это показатель, отражающий не только качественный состав биоценоза, но и количественные взаимоотношения видов.



Доминант - вид, количественно преобладающие в данном сообществе
Эдификатор - вид, играющий определяющую роль в создании и сложении структуры биоценоза, пищевых связей...



Концепция экотона. Краевой эффект

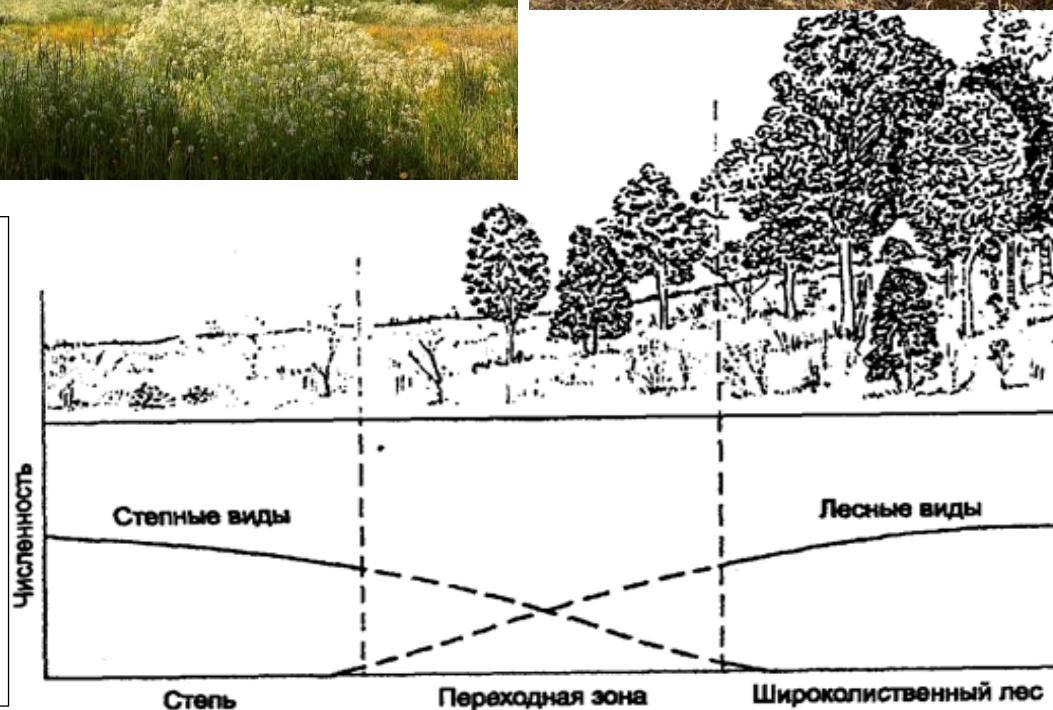
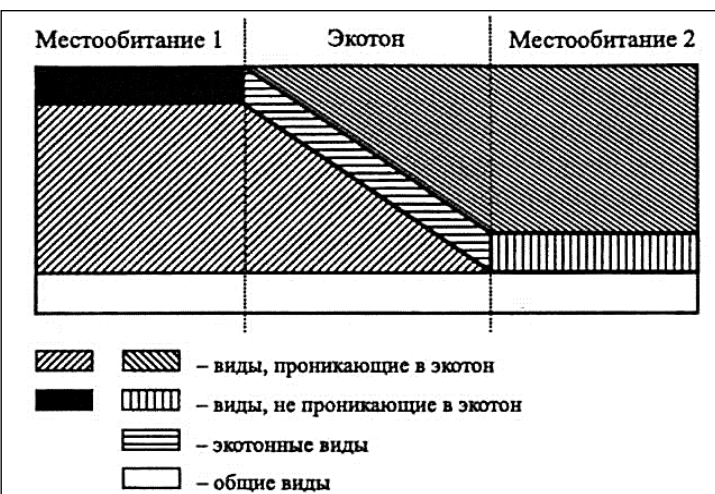
«**Экотон**» (от греч. *oikos* – дом, жилище, *tonos* – напряжение, оттенок)



Фредерик Клементс
(1874-1945)



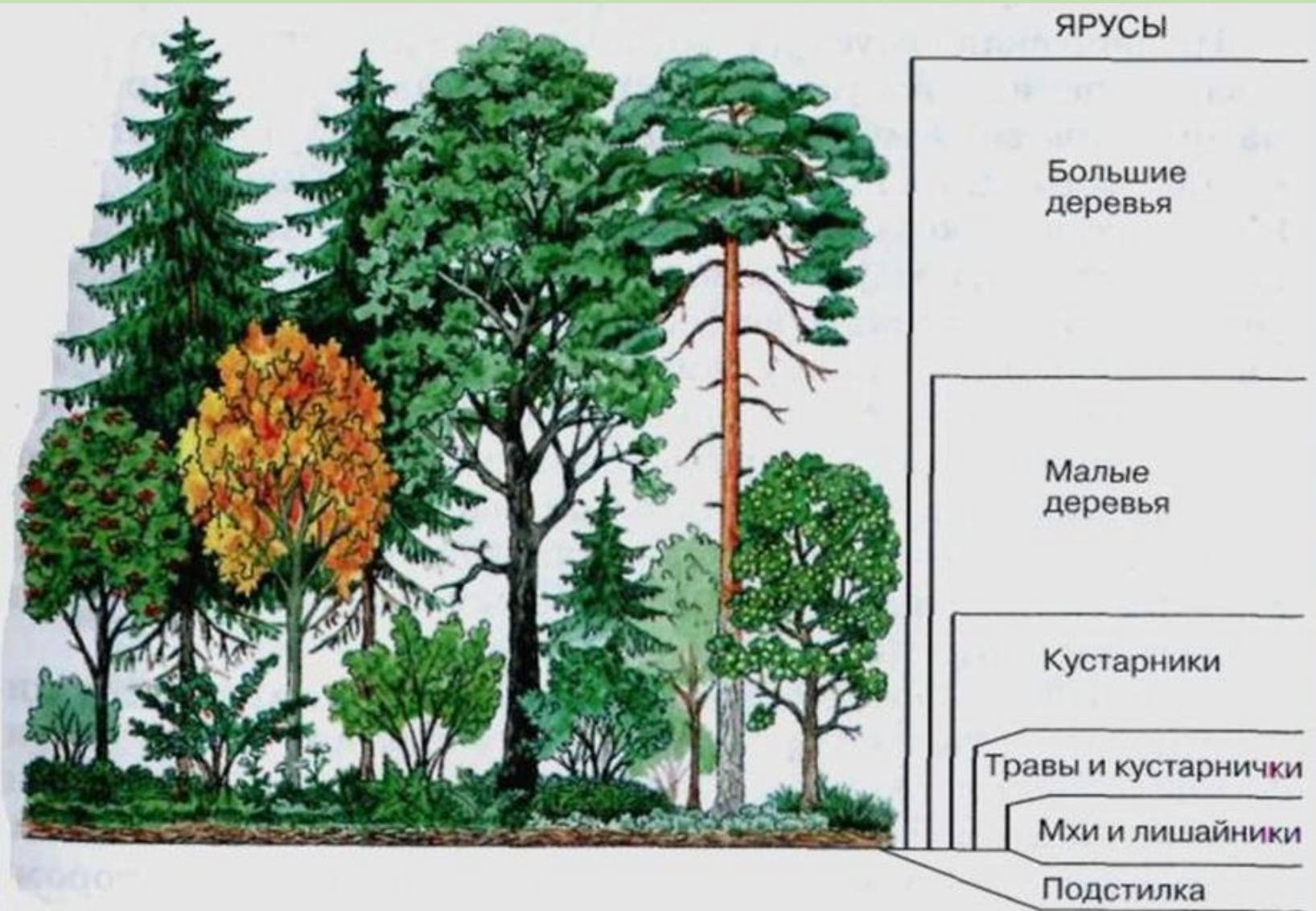
Юджин Одум



«...Экотон представляет собой переход между двумя и более различными группировками (физиономично заметными), например, между лесом и лугом или между мягким и твердым грунтом морских биоценозов. Это пограничная зона, или зона напряжения, которая может иметь значительную линейную протяженность, но всегда бывает узкой от территорий самих соседних группировок».

Вертикальная структура биоценоза

Ярус – совместно произрастающие группы видов растений, различающиеся по высоте и по положению в биоценозе ассимилирующих органов (листья, стебли, подземные органы – клубни, корневища, луковицы и т.п.).



Ярусность в лесных биоценозах:

1 ярус: высокие деревья с высоко расположенной листвой, которая хорошо освещается солнцем.

2 ярус: деревья поменьше (подпологовый ярус); поглощают неиспользованный 1-ым ярусом свет.

3 ярус: подлесок (кустарники и кустарниковые формы древесных пород); поглощают оставшиеся около 10% солнечной радиации перехватываются ярусом подлеска.

4 ярус: подрост (молодые невысокие (от 1 до 3-5 м) деревца, которые в будущем, в перспективе, смогут выйти в первый ярус).

5 ярус: растения травяного покрова (лесные травы и кустарнички: ландыш, кислица, земляника, брусника, черника, папоротники); используется незначительная часть солнечной радиации - от 1 до 5%.

6 ярус: напочвенный слой мхов и лишайников.

ВНЕЯРУСНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ



ЭПИФИТНЫЕ МХИ



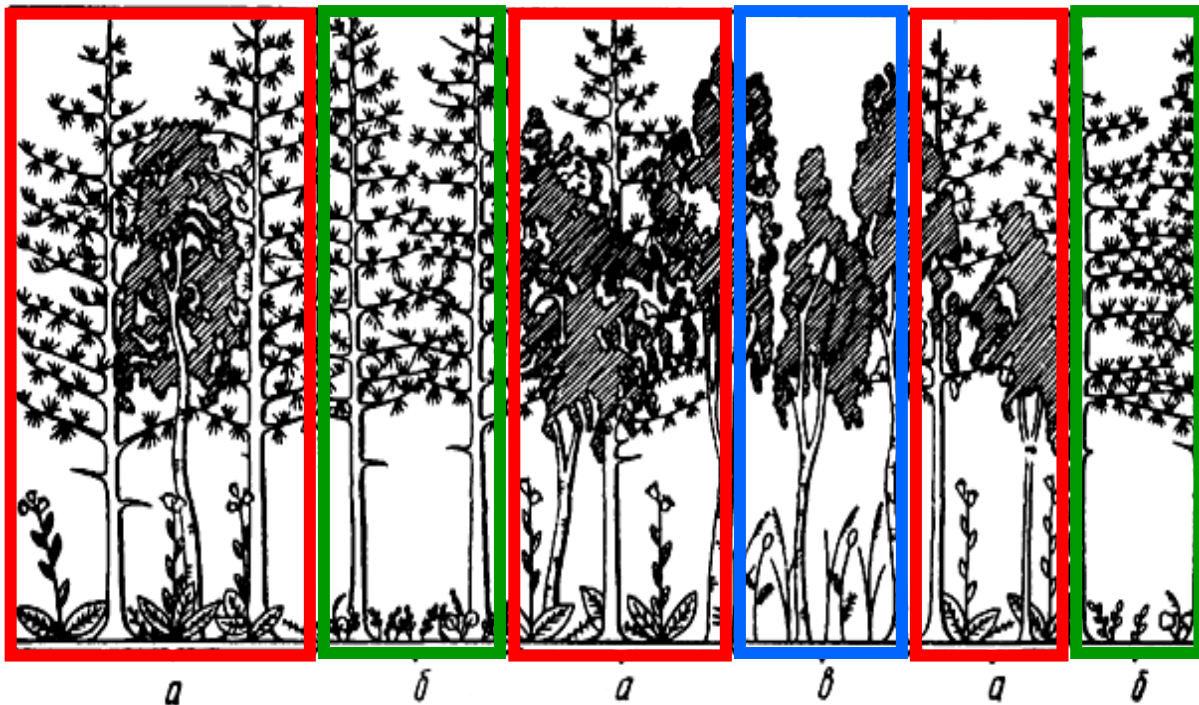
ЛИАНЫ



КСИЛОТРОФНЫЕ ГРИБЫ

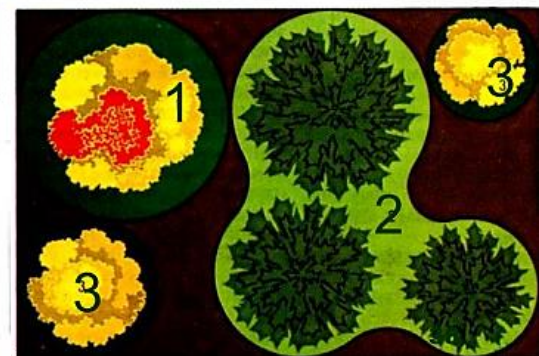
Горизонтальная структура биоценоза

Синузия (микрогруппировка) – это пространственно и экологически обособленная часть растительного сообщества, состоящая из видов растений одной или нескольких экологически близких жизненных форм

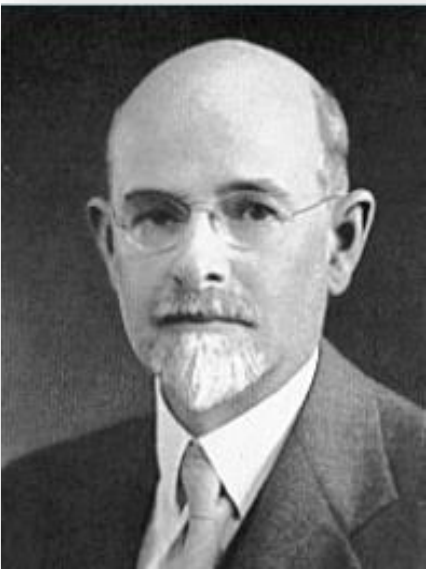


Фрагмент березово-лиственничного леса (верхнее Приамурье) с тремя типами микрогруппировок: а) микрогруппировка *Larix dahurica* - *Betula platyphylla* - *Saussurea umbrosa* - *Linnaea borealis*; б) микрогруппировка *Larix dahurica* - *Vaccinium vitis-idaea* - *Pirola incarnata*; в) микрогруппировка *Betula platyphylla* - *Calamagrostis langsdorfii* - *Sanguisorba officinalis* - *Sanguisorba parviflora*

Парцелла – это структурная часть горизонтального расчленения биогеоценоза, отличающаяся от других частей составом и свойствами компонентов, спецификой их связей и материальноэнергетического обмена



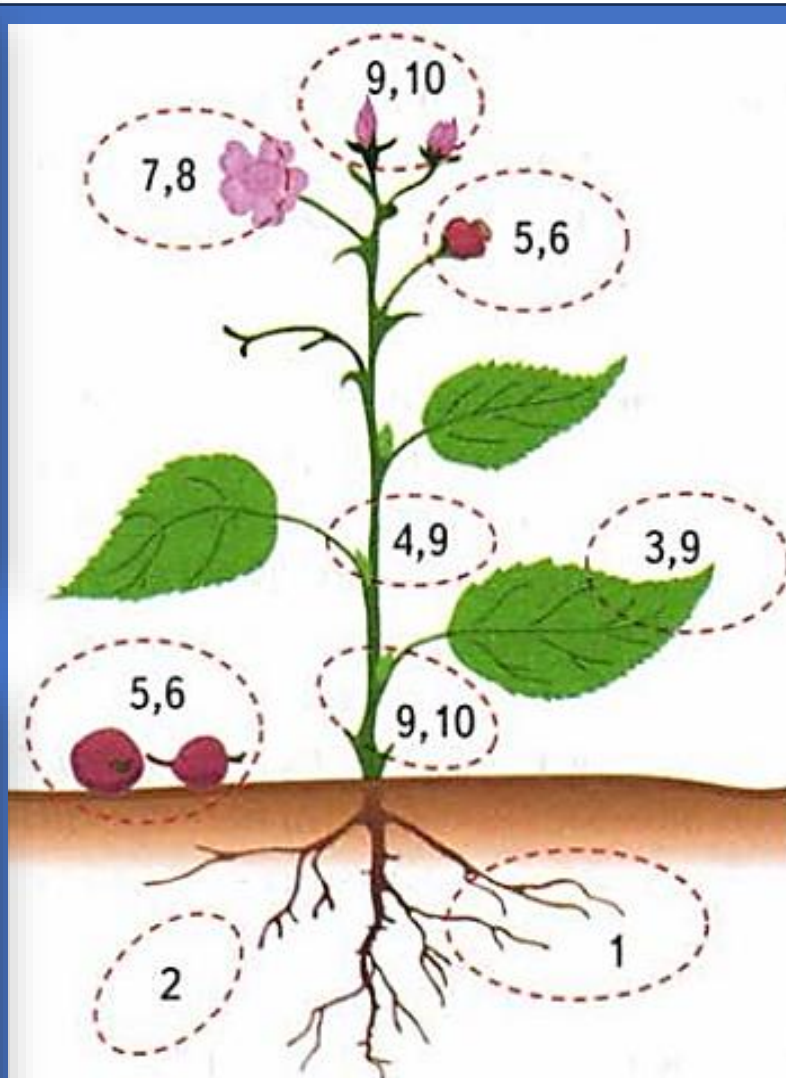
Экологическая ниша



Джозеф Гринелл



Джордж Хатчинсон



Размещение экологических ниш, приуроченных к растению: 1 – корнееды; 2 – эккрисотрофы (поедающие корневые выделения), 3 – листоеды; 4 – стволоеды; 5 – плодоеды; 6 – семяеды; 7 – цветоеды; 8 – пыльцееды; 9 – сокососы; 10 – почкоеды

Экологическая ниша – это совокупность оптимальных условий, при которых данный организм может долго существовать и воспроизводить себя

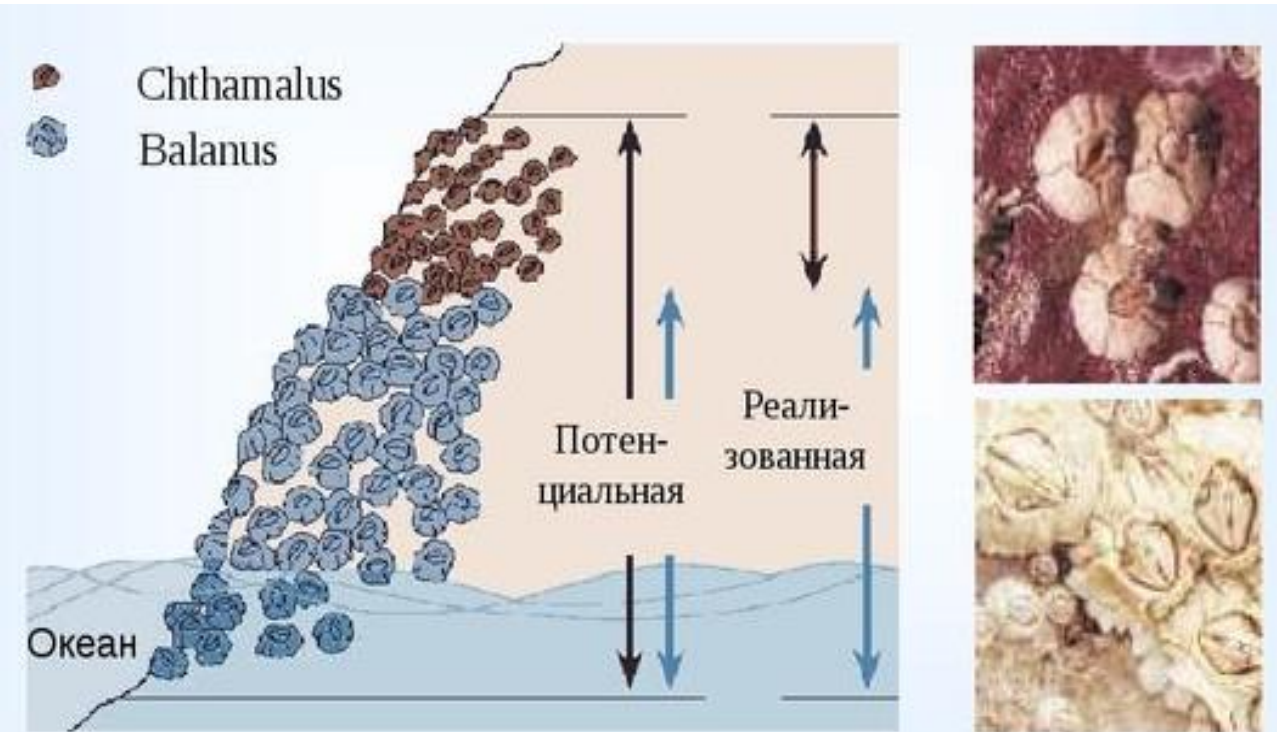


Корнееды	Стволоеды	Листоеды	Сокососы	Пыльцееды	Семяеды
					
Нематоды, личинки жуков (хрущей, щелкунов, чернотелок и др.)	Личинки и взрослые жуки (усачи, долгоносики и др.)	Личинки (шелкопрядов, пядениц, бабочек), жуки (листоеды и др.)	Тли, клопы, цикады и др.	Пчёлы, осы, жуки-бронзовики и др.	Белки, мыши, птицы и др.

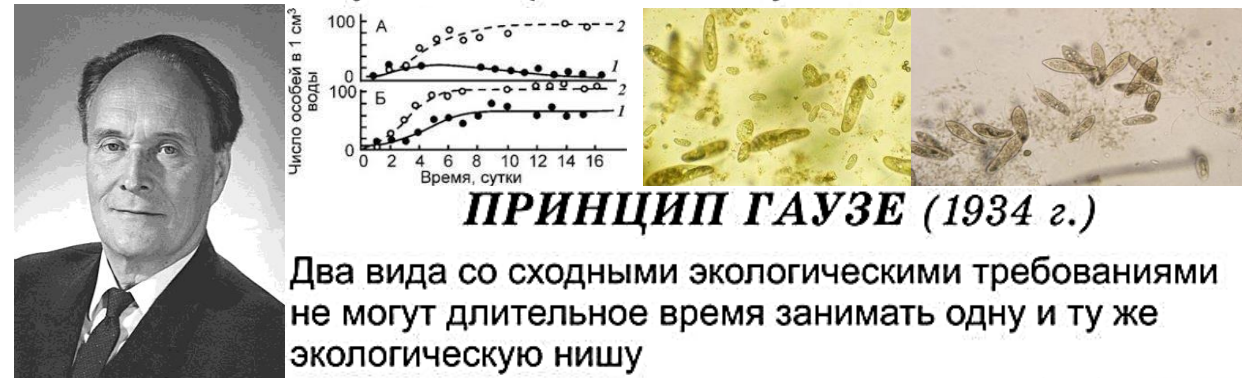
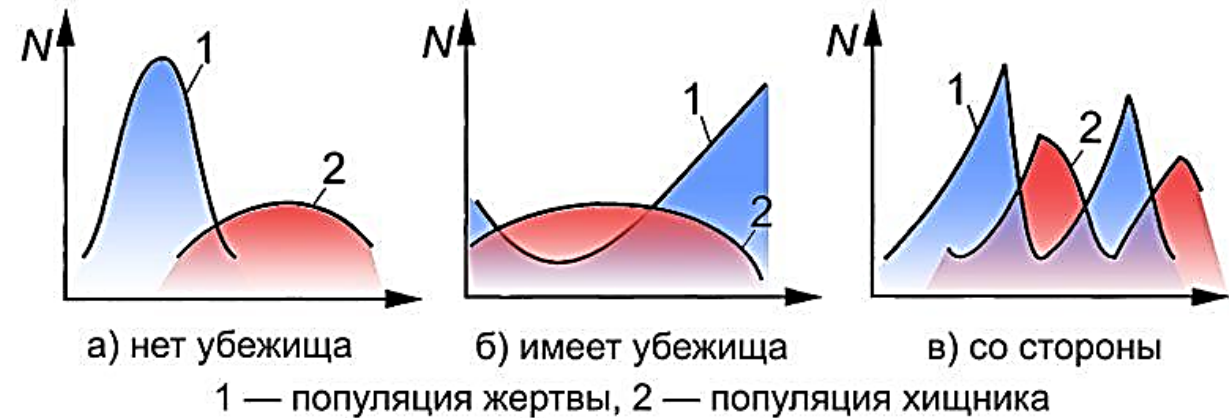


Виды экологических ниш

- **фундаментальная** (или **потенциальная, преконкурентная**) – ниша, не ограниченная конкуренцией, ниша потребностей.
- **реализованная** – фактический диапазон условий существования организма в настоящее время, т.е. – часть фундаментальной ниши, которую удастся защитить в сообществе от конкурентов. Является нишей популяции.
- **фактическая, или постконкурентная** – реализованная ниша, учитывающая различные факторы ограничения организма.



Потенциальная и реализованная экологические ниши для двух видов усоногих рачков в зоне прилива



ПРИНЦИП ГАУЗЕ (1934 г.)

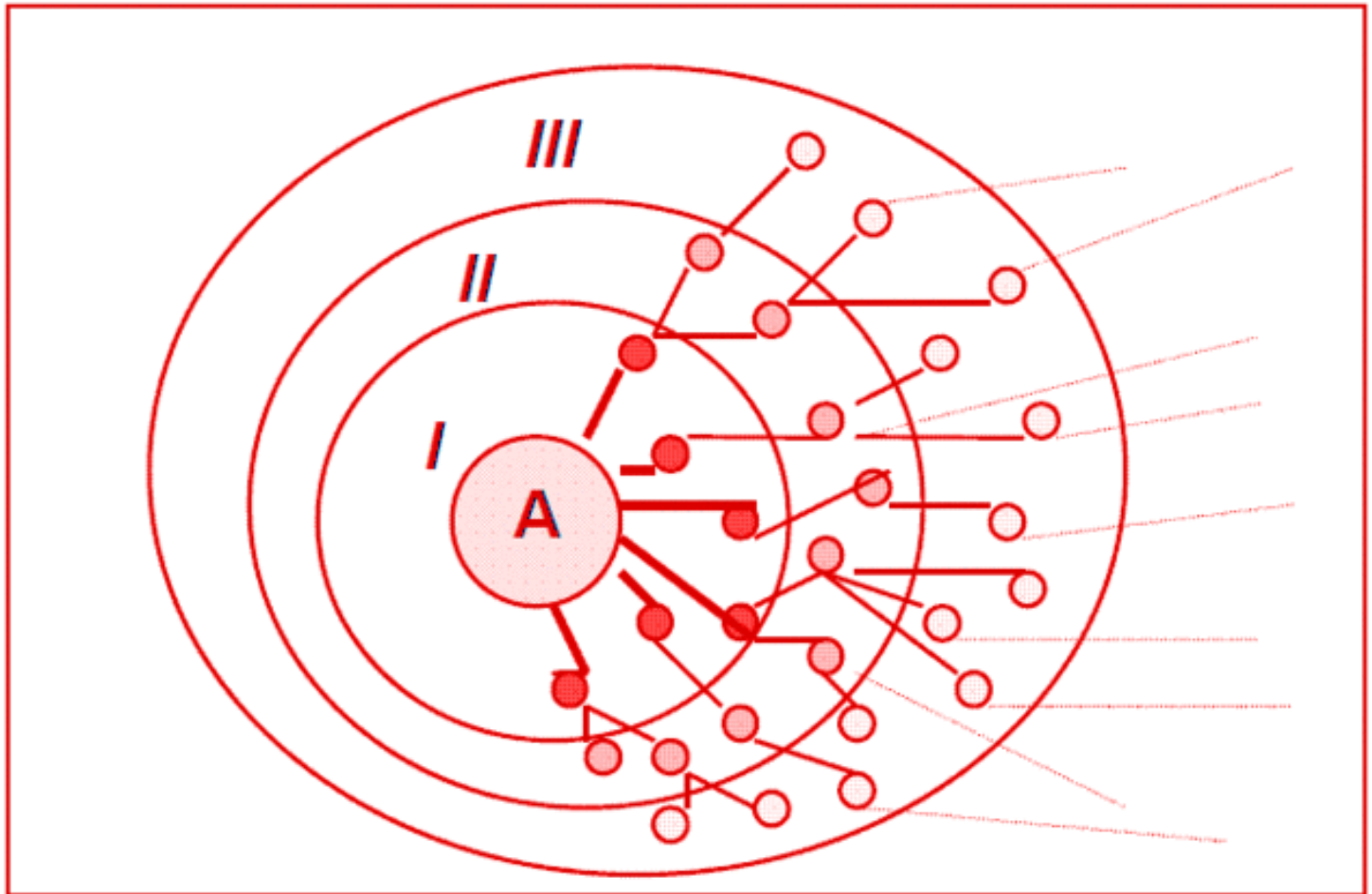
Два вида со сходными экологическими требованиями не могут длительное время занимать одну и ту же экологическую нишу

Георгий Францевич Гаузе

Биоценоотические связи

Консорция (от *consortium* - соучастие, сообщество) - структурная единица биоценоза, объединяющая организмы на основе пространственных и трофических связей

Популяция зелёного растения – **ядро**, или **детерминант консорции**, остальные организмы – **консорты**



Трофические связи – взаимоотношения, в основе которых лежит потребность живых организмов в пище.



Топические связи (от греч. «*topos*» – место) – это формы связей между организмами в биоценозе, выражающиеся в видоизменении и создании среды обитания.



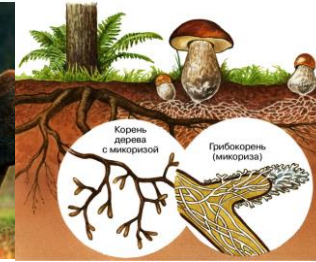
Форические связи (от греч. «*phoreo*» – ношу, уношу, увлекаю). Развиваются между видами на основе процесса транспортирования самих организмов или продуктов их жизнедеятельности.



Фабрические связи развиваются между видами при сооружении и использовании животными жилищ: животным при постройке гнезд служит разнообразный растительный (ветви, листья, трава) и животный (шерсть, пух, перья) материал.



Формы межвидовых взаимоотношений

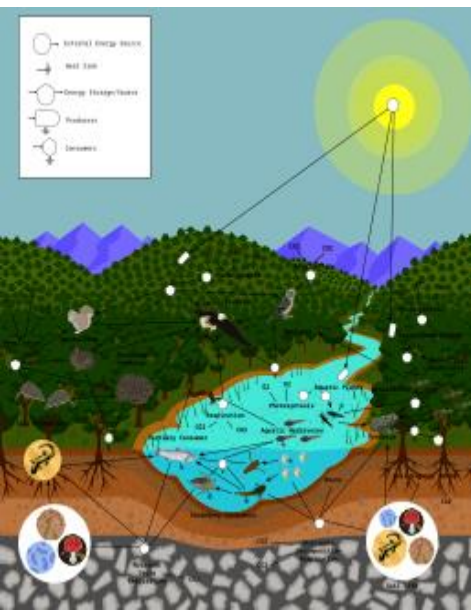
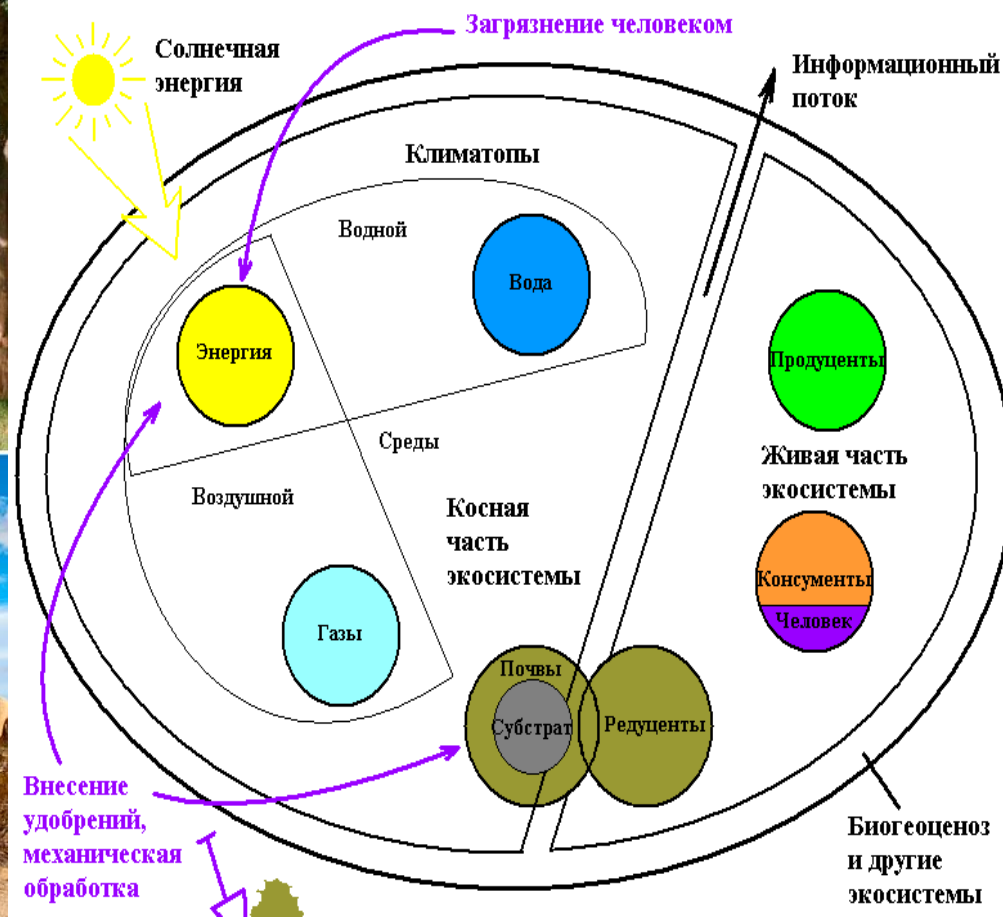
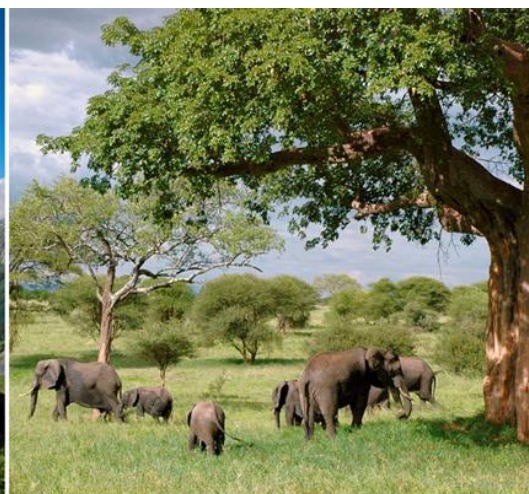


3 Концепция экосистемы



Артур Тенсли
(1871-1955)

Экосистема – это любая совокупность совместно обитающих живых организмов и условий их существования, объединенную в единое функциональное целое. Экосистема представляет собой природный комплекс, образованный живыми организмами (сообщество, биоценоз) и средой их обитания



Классификация экосистем

Биом – это крупный тип биогеоценозов, характеризующийся сходным характером растительности и занимающий определенные регионы планеты. Биомы регулируются макроклиматом и, в первую очередь, – количеством осадков и температурой.



Determination of World Plant Formations From Simple Climatic Data

IN THE LABORATORY

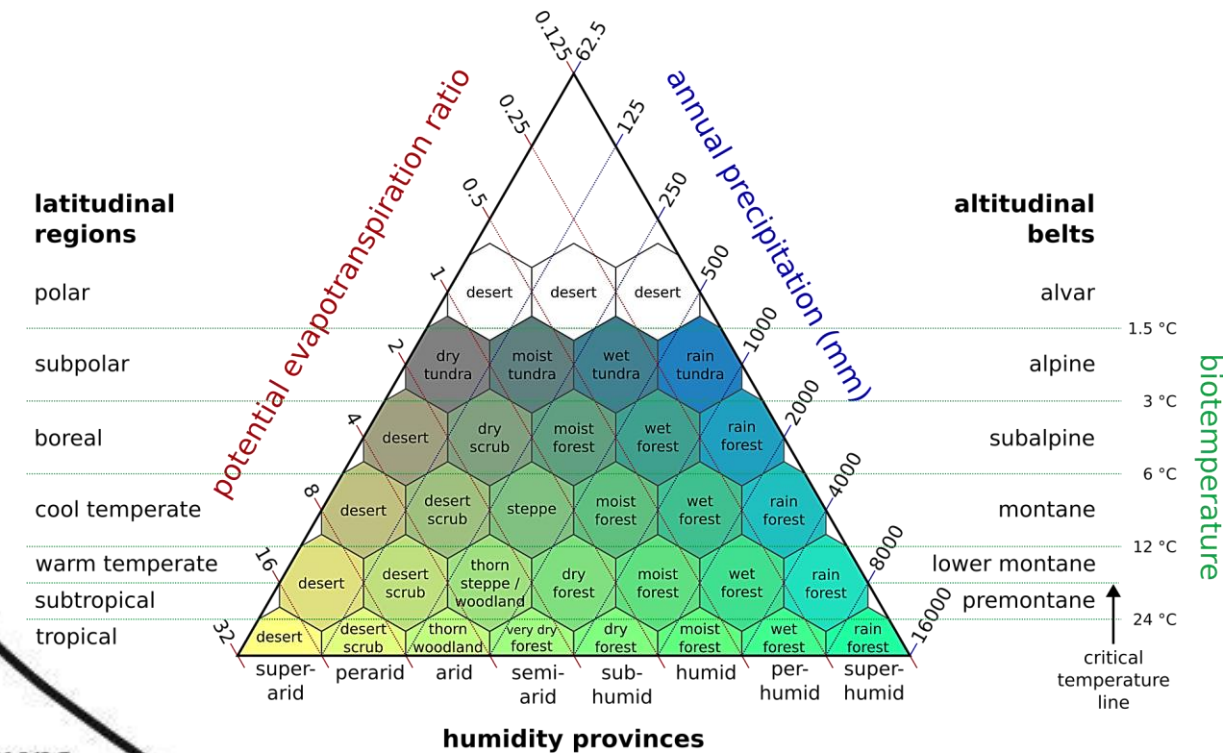
Determination of World Plant Formations From Simple Climatic Data

L. R. Holdridge
Department of Botany,
University of Michigan, Ann Arbor

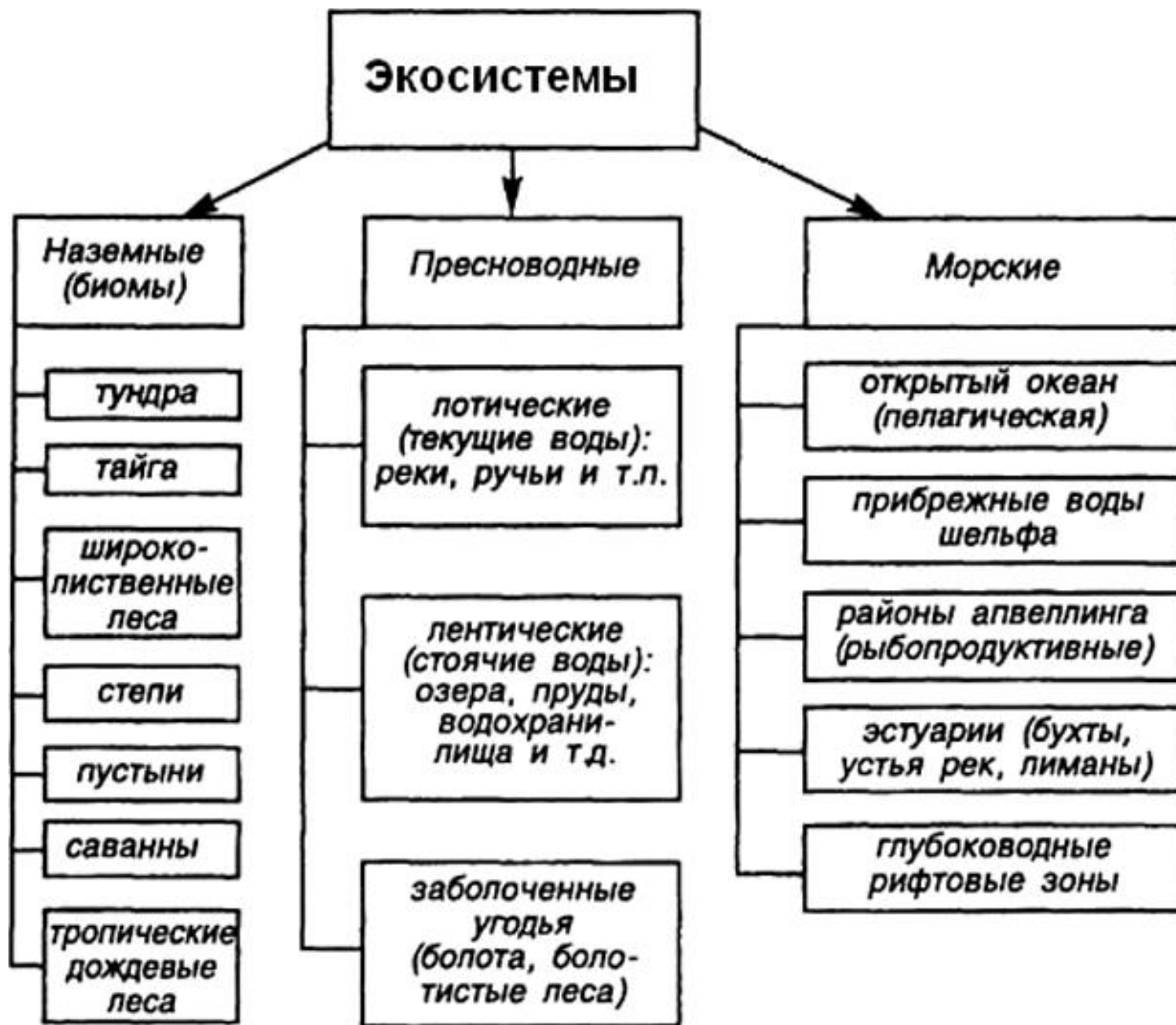
While attempting to understand relationships between the climatic vegetation of an area in field and other vegetation units of the island and surrounding regions, the literature was searched intensively for a comprehensive system which presented biomes or vegetation units on a relatively equal or comparable basis. The following is a brief, short (Fig. 1) and

and the lower contour belt, a brief line is recognized which separates the low subtropical region and the subtropical belt from the temperate zone which usually passes between the 24° isotherm and the limits of killing frosts. The precipitation value used for a finding is the average mean annual precipitation in millimeters. The temperature and precipitation values for any area plotted independently on the chart determine a point which falls within a biotope representing a formation. When the point falls within one of the better triangles of a biotope, the vegetation of that area will show a transitional character. For altitudinal adjustment, approximate elevation in meters above sea level must be known to be certain of the region for

Зонирование территорий по типу климата (схема Холдриджа)



Экосистемы



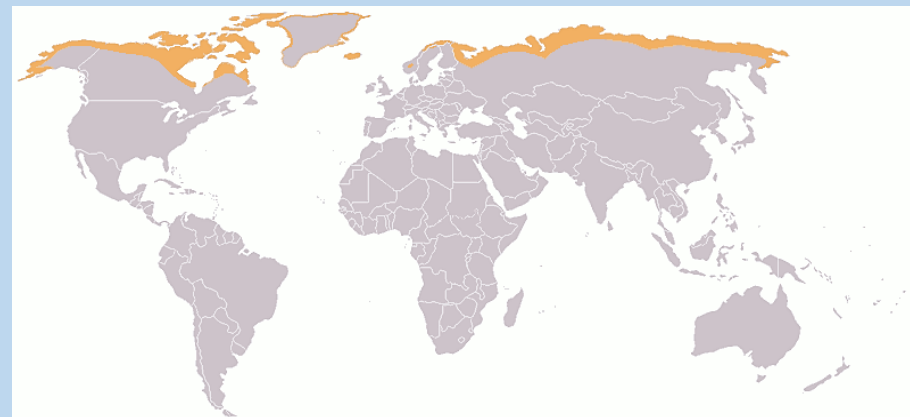
Тундра

Климат холодный и влажный, характеризуется отрицательными среднегодовыми температурами, количеством осадков около 200-300 мм в год и, чаще всего, наличием слоя вечной мерзлоты. Выделяют тундры:

а) арктическую (расположена в высоких широтах)

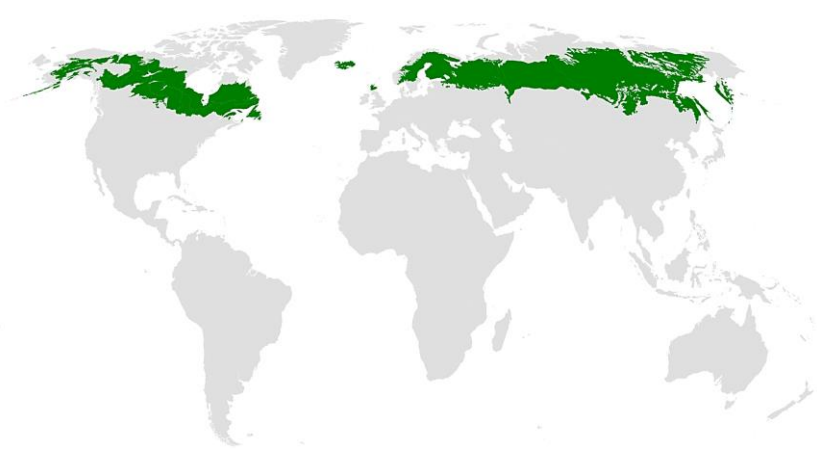
б) альпийскую (расположена в высокогорьях).

Растительность – низкорослые многолетники: лишайники, мхи, травы и кустарники.



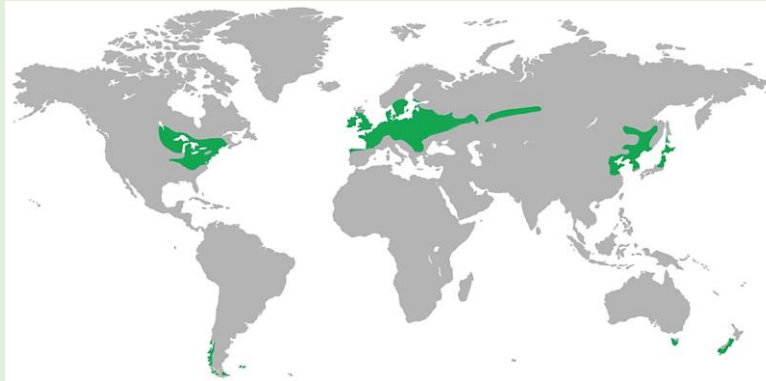
Тайга

Лесной биом холодного климата с долгой многоснежной зимой и количеством осадков, превышающим испарение. Основные лесообразующие породы – хвойные, видовое разнообразие деревьев невелико (1-2 доминирующих вида)



Листопадный лес

Лес умеренного пояса. Климат с умеренно теплым летом и относительно мягкой зимой с морозами. Распределение осадков равномерное, засух нет, есть превышение осадков над испарением. Осенью по мере сокращения длины светового дня происходит листопад. Относительно богаты видами, характеризуются сложной вертикальной структурой (наличием нескольких ярусов).



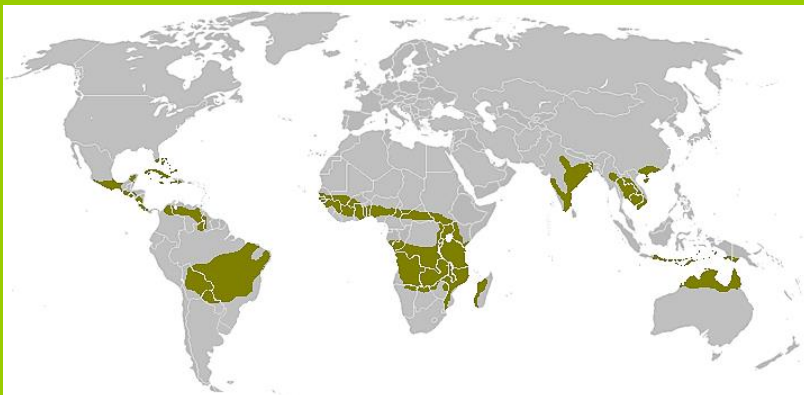
Степь

Территория травянистой растительности в полузасушливой зоне умеренного климата. Самые многочисленные травы – злаки и осоки, многие из которых образуют плотную дерновину. Потенциальное испарение превышает количество осадков. Характерны богатые органическим веществом почвы – степные черноземы. Синонимы – прерия, пампа, вельд



Саванна

Тропические злаково-древесные сообщества, развивающиеся в областях с устойчивым чередованием сухого и влажного сезонов. Отдельные деревья или массивы кустарников разбросаны между открытыми травянистыми участками.



Пустыня

Достаточно разнообразная группа биомов, расположенная в областях с крайне засушливым климатом или, в случае арктической или альпийской пустыни, крайне низких температур. Известны песчаные, каменистые, глинистые, солончаковые, ледяные и др. Типично (за исключением ледовых пустынь, которые развиваются в очень холодных условиях) или среднегодовое количество осадков менее 25 мм, или условия, обеспечивающие очень быстрое испарение влаги.



— арктические пустыни

— пустыни умеренных и тропических зон



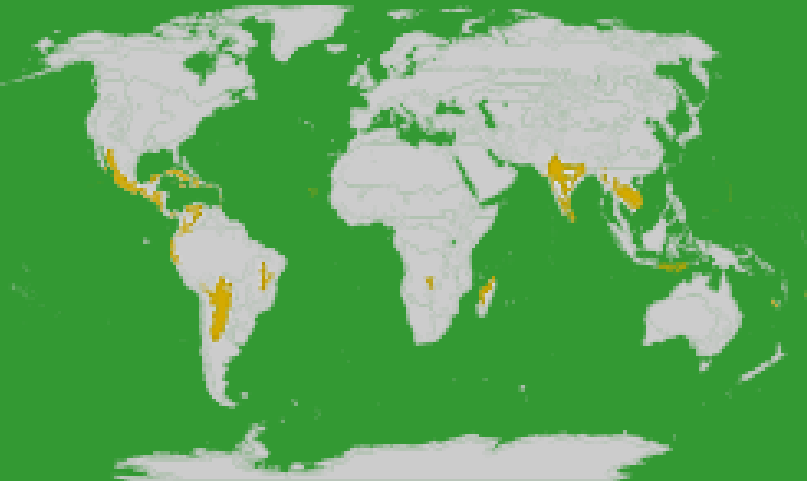
Чапараль (маквис)

Жестколистные кустарниковые заросли в средиземноморском климате с мягкой дождливой зимой и засушливым летом. Характеризуется значительным накоплением сухой древесины, приводящим к периодическим пожарам



Сезонный тропический лес

Распространен в областях с жарким климатом и обилием осадков, в которых осадки распределены в течение года неравномерно, с наличием сухого сезона. Чрезвычайно богат видами



Вечнозеленый дождевой лес

Самый богатый биом, расположенный в регионах с большим количеством осадков (>2000) и почти постоянной температурой (около 26°C). В этих лесах сосредоточено 4/5 всех видов растений Земли, преобладает древесная растительность

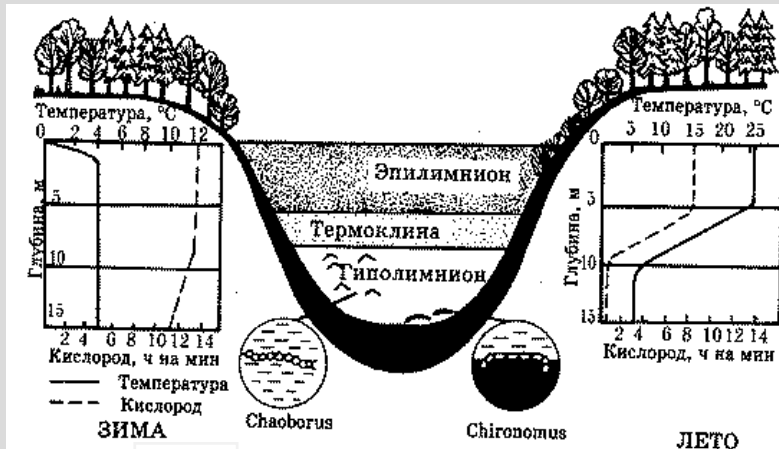


Типичные представители продуцентов биота дождевого тропического леса: 1 — орхидея; 2 — папоротник древовидный; 3 — бамбук; 4 — фикус-душитель; 5 — авокадо; 6 — сейба



Лентические (стоячие) воды

Лужи, старицы, естественные и искусственные пруды, озера и водохранилища. Условия жизни определяются в первую очередь глубиной (и освещенностью) и количеством биогенов. Обмен биогенами и газами между поверхностью и глубиной часто затруднен

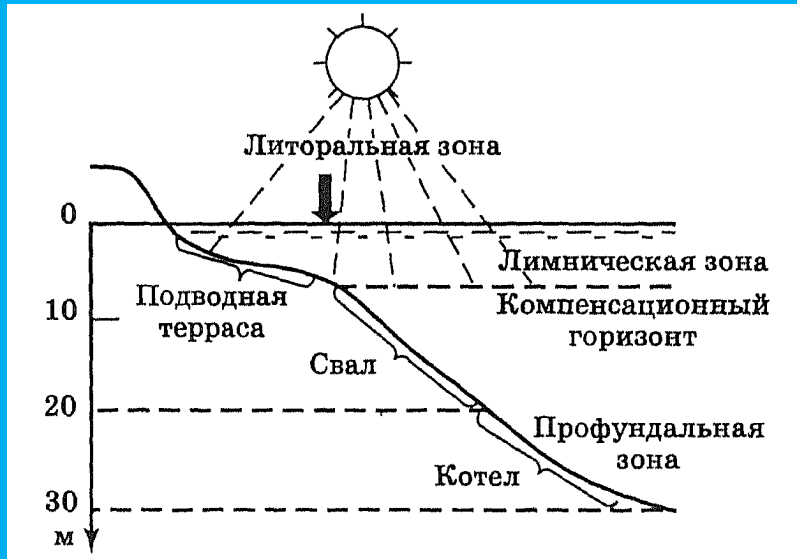


Температурная стратификация в озере умеренной зоны Северного полушария



Лотические (текучие) воды

Ручьи, потоки и реки. Условия очень зависят от скорости течения. Способны перемещать значительные количества воды и других неорганических и органических веществ, тесно связаны с окружающими наземными системами



Болота

Водоемы с большим количеством органики, разрушение которой замедляется из-за недостатка в воде кислорода; в основном характерны для умеренного и умеренно холодного климата.

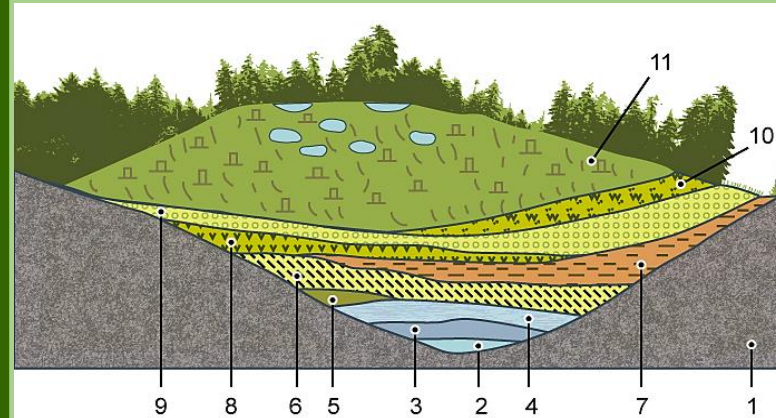


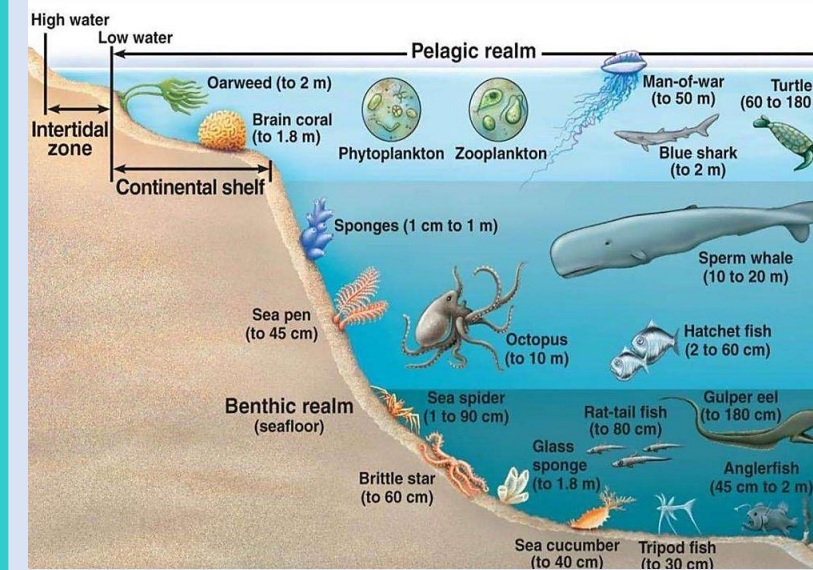
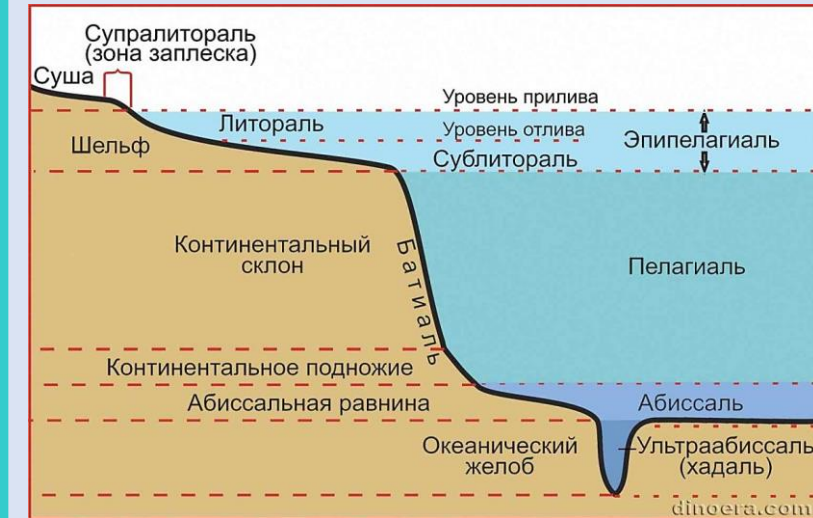
Схема (разрез) строения выпуклого болота, образованного зарастанием озера:

- 1 — минеральное дно;
- 2 — пресноводный мергель;
- 3 — сапропелит;
- 4 — тростниковый торф;
- 5 — хвощовый торф;
- 6 — осоковый торф;
- 7 — лесной торф;
- 8 — гипновый торф;
- 9 — шейхцерицево-сфагновый торф;
- 10 — пушицево-сфагновый торф;
- 11 — сфагновый торф с пнями сосны.



Пелагиаль

Открытый океан и морские глубины вдали от побережий. Продуценты (в первую очередь, фитопланктон) сосредоточены в относительно тонком приповерхностном слое воды, куда проникает свет. Характерно непрерывное опускание биогенов от поверхности в глубину



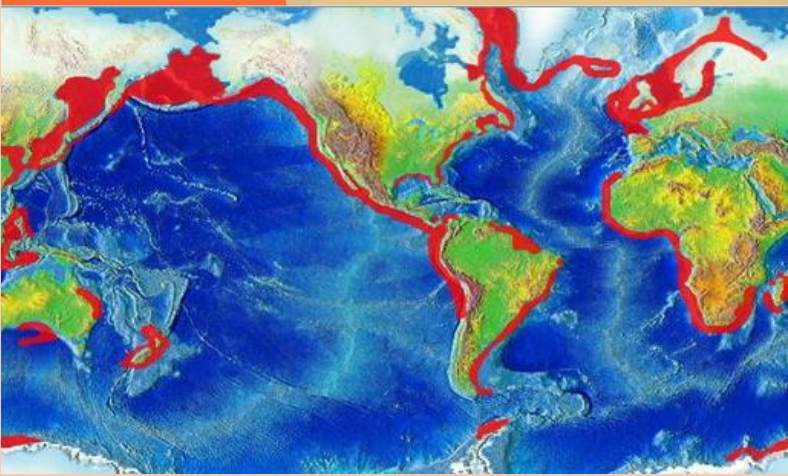
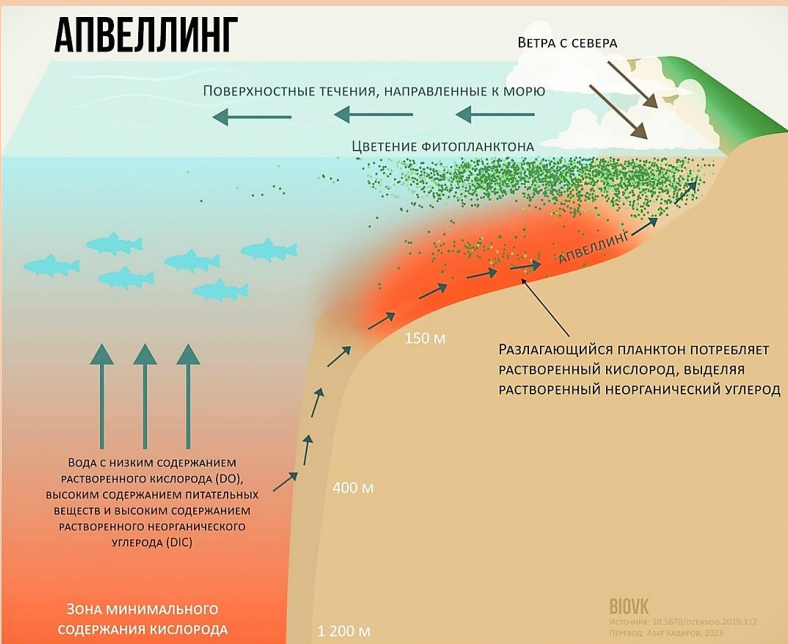
Континентальный шельф

Прибрежная зона морей и океанов, достигающая примерно до глубины 200 м. Богатые видами и разнообразные морские сообщества. Самые разнообразные водные экосистемы характерны для коралловых рифов, также относящихся к континентальному шельфу. «Горячие пятна» биоразнообразия характерны и для больших глубин – например, для мест выхода в морскую воду вулканических газов («черные курильщики» и другие феномены)



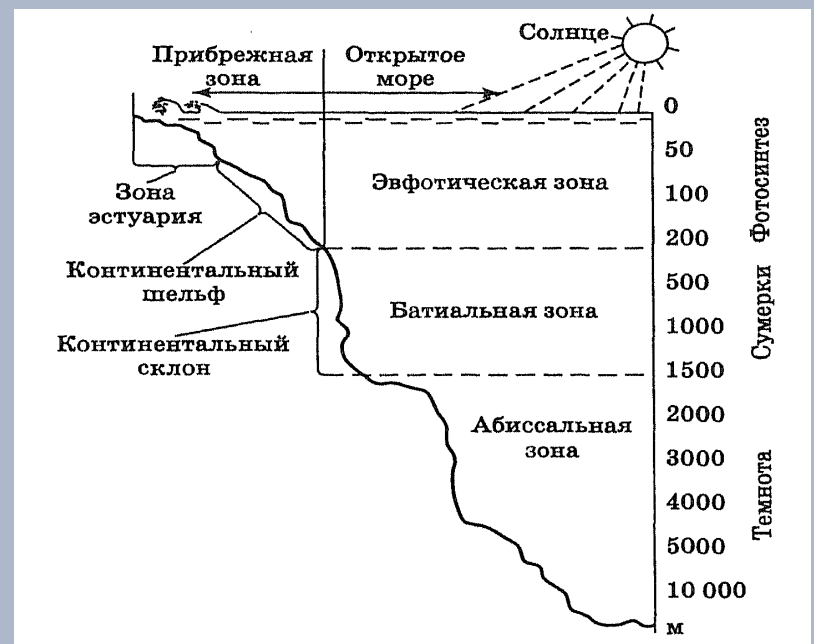
Зоны апвеллинга

Относительно небольшие по площади зоны океана, где происходит подъем на поверхность глубинных вод, обогащенных биогенами. Оказывают исключительное влияние на продуктивность всего океана в целом



Эстуарии

Зоны смешения речных и морских вод, образующиеся в морях напротив устьев больших рек. Характеризуются значительным количеством органики, которую выносят в море реки, и постоянными колебаниями солености



Искусственные экосистемы, или агроэкосистемы

Агроэкосистемы (сельскохозяйственные экосистемы) – это экосистемы, создаваемые человеком для получения высокой чистой продукции автотрофов (урожая).

Отличаются от природных тем, что:

- 1) Резко снижено разнообразие организмов:
 - а) на полях обычно культивируют один или немного видов растений, в связи с чем резко обедняется и животное население, и состав микроорганизмов в биоценозе;
 - б) выпас животных также сильно упрощает видовую структуру пастбищных сообществ;
 - в) культурные пастбища с подсевом трав приближаются по этому показателю к полям сельскохозяйственных растений;
 - г) видовое разнообразие разводимых человеком животных ничтожно мало по сравнению с природным.
- 2) Виды, культивируемые человеком, поддерживаются искусственным отбором в состоянии, далеком от первоначального, и не могут выдерживать борьбу за существование с дикими видами без поддержки человека.
- 3) Агроэкосистемы получают дополнительный поток энергии, кроме солнечной, благодаря деятельности людей, животных и механизмов, обеспечивающих необходимые условия роста культивируемых видов. Чистая первичная продукция (урожай) удаляется из экосистемы и не поступает в цепи питания. Частичное использование ее вредителями представляет нежелательное явление и всячески пресекается деятельностью человека.



Различие видового состава

1 — агроэкосистемы (пшеничное поле) и 2 — природной экосистемы (луг)

Критерии сравнения	Природные экосистемы	Агроэкосистемы
Происхождение	Первичные естественные структурные единицы биосферы, образовавшиеся в результате длительной эволюции	Вторичные искусственные структурные единицы биосферы, созданные человеком
Видовая структура	Сложные системы с большим видовым разнообразием, в которых, как правило, доминирует несколько видов. Видовая структура формируется под действием факторов среды. Культурные (сельскохозяйственные) растения отсутствуют	Упрощенные системы с небольшим видовым разнообразием, в которых доминирует, как правило, один культивируемый человеком вид растений или животных. Видовая структура формируется как под действием факторов среды, так и при определяющей роли человека
Устойчивость	Свойственно устойчивое динамическое равновесие, достигаемое саморегуляцией, благодаря разнообразию трофических связей. Пищевые цепи длинные (3—5 звеньев), а пищевая сеть сложная	Неустойчивы, без поддержки человека быстро разрушаются. Саморегуляция отсутствует. Пищевые цепи короткие (2—3 звена), пищевая сеть простая
Продуктивность	Продуктивность определяется количеством поступающей солнечной энергии и степенью замкнутости круговорота веществ	Продуктивность определяется количеством совокупной энергии (солнечная энергия + энергия, привносимая человеком), поступающей в систему, и зависит от технических и экономических возможностей человека
Круговорот веществ	Вся чистая первичная продукция используется консументами и редуцентами, вовлекающими ее в полный и замкнутый круговорот веществ	Основную часть чистой первичной продукции в виде урожая человек изымает для своих потребностей и на корм скоту. Изъятые на уровне продуцентов вещества восполняются на уровне детритных цепей в виде органических (детрит) или минеральных удобрений. Круговорот веществ неполный и незамкнутый
Экологическая безопасность	Экологически безопасны, не являются источником загрязняющих веществ	Экологически опасны, являются источником загрязняющих веществ, способны влиять на устойчивость природных экосистем

Продуктивность экосистем

Лучистая энергия солнца, усваиваемая зелеными автотрофными растениями, превращается в энергию химических связей синтезируемого вещества. Скорость фиксации солнечной энергии определяет продуктивность сообществ. Продуктивность автотрофных организмов представляет собой **первичную продуктивность**. Продуктивность представителей других трофических уровней составляет **вторичную продуктивность**.

Продуктивность экосистемы
- способность живых организмов и в целом экосистем производить органическое вещество

**ПЕРВИЧНАЯ
продуктивность**

валовая

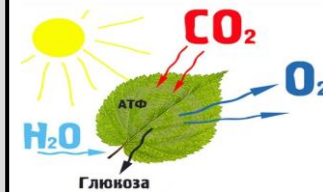
чистая

**ВТОРИЧНАЯ
продуктивность**

Валовая первичная продукция (ВПП) – органическое вещество, синтезированное растениями в единицу времени на единице площади или объема, включая ту его часть, которая расходуется на дыхание растений (**R**).
ВПП обозначают **P_G** и выражают в единицах массы или энергии, приходящихся на единицу площади или объема в единицу времени.

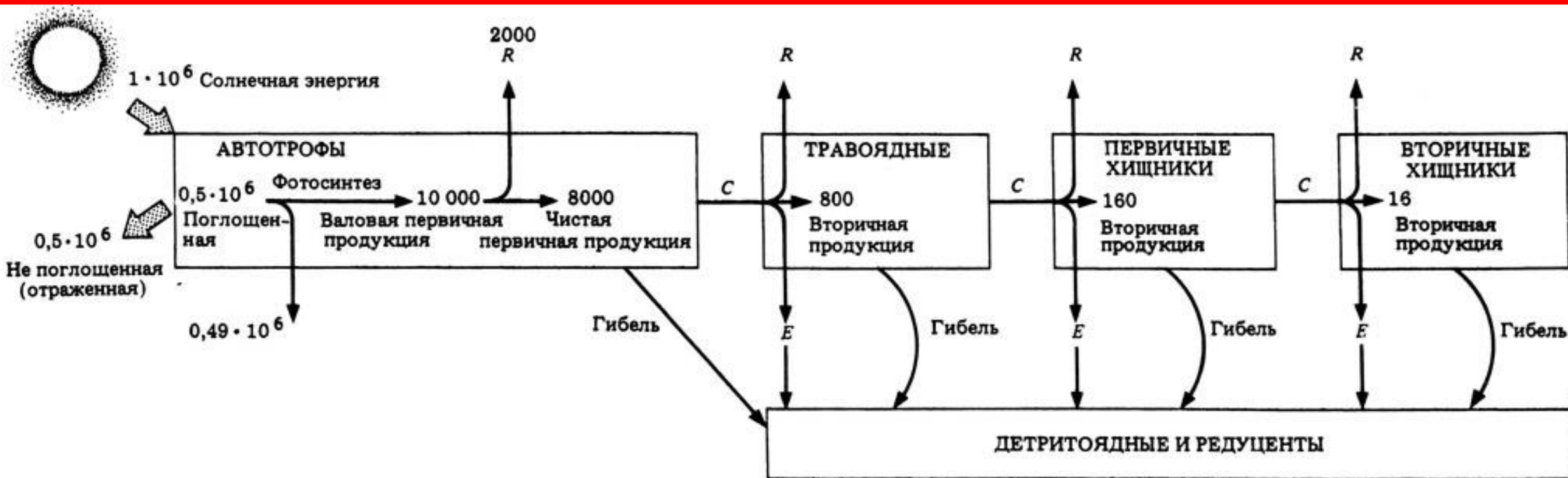
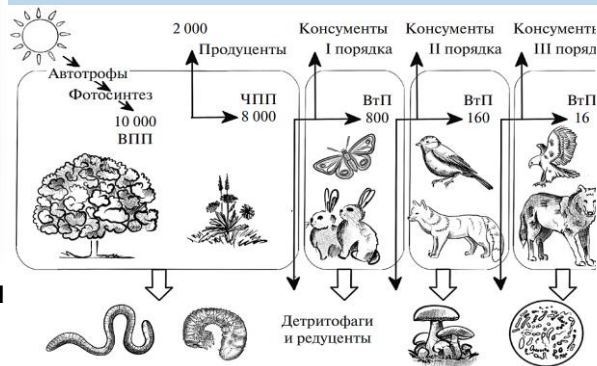
Чистая первичная продукция (P_N) – органическое вещество, накопленное растениями в единицу времени на единице площади или объема, за вычетом той его части, которая израсходована на дыхание (**R**) растений за то же время: **P_N = P_G – R**

Вторичная продукция – органическое вещество, синтезированное на уровне консументов в единицу времени на единице площади или объема.
Вторичная продукция единая, она не делится на валовую и чистую, потому что гетеротрофы используют уже готовое органическое вещество, созданное продуцентами.



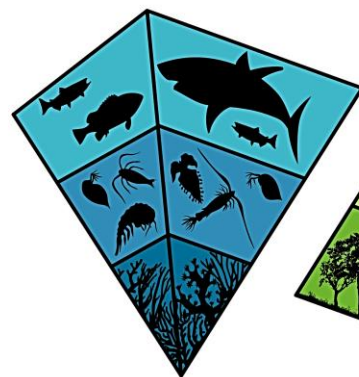


«...На каждый последующий трофический уровень переходит не более 10% массы/ количества/ энергии предыдущего. Поскольку количество энергии, массы и особей так прогрессивно снижается, длина пищевой цепи обычно не превышает 4-5 элементов...»

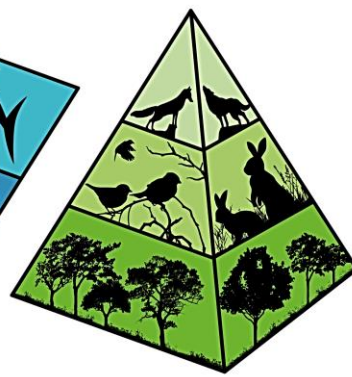


Экологические пирамиды

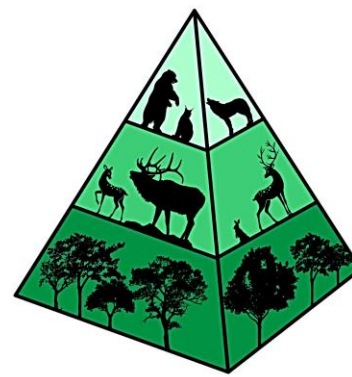
Пирамиды биомассы



Моря и океаны



Наземные экосистемы



Пирамида чисел



Пирамида энергии
(биологической продуктивности)

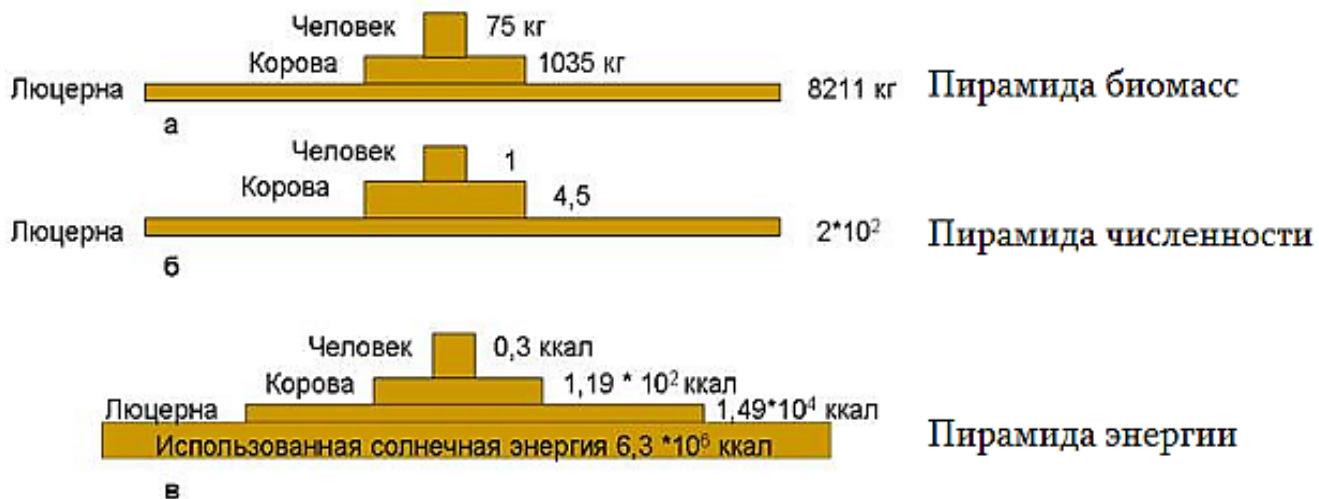
Консументы

разных порядков
(верхние ряды)

Продуценты

(нижний ряд)

Чарлз Сазерленд Элтон
(1900-1991)



Эффект пирамиды в виде графических моделей разработал в 1927 г. английский зоолог **Чарлз Элтон**. Основанием пирамиды служит первый трофический уровень – уровень продуцентов, а последующие уровни образуют консументы различных порядков. При этом высота всех блоков одинакова, а длина – пропорциональна числу, биомассе или энергии на соответствующем уровне. Различают три способа построения экологических пирамид

**Спасибо за
внимание!**

Будьте здоровы!