

Концепция экосистемы



Гоген Поль. 1897 г. Откуда мы? Кто мы? Куда мы идём?

Человек зависит от окружающей среды, но и окружающая среда зависит от человека.

Осознали ли Мы свою ответственность перед жизнью на Земле в целом?

О чем пойдет разговор?

Исторические предпосылки появления термина «экосистема» и его принятие.

Соотношение понятий «экосистема» и «биогеоценоз».

Структура биотической составляющей экосистемы.

Устойчивость экосистемы.

Причины нарушения гомеостаза в экосистемах.

Александр Гумбольдт

Фридрих-Генрих-Александр Гумбольдт (1769-1859)



Заложил основы: физической географии и ландшафтоведения, географии растений и климатологии.

Разработал метод изотерм и составил схематическую карту их распределения для Сев. полушария.

Обосновал идею закономерного зонального распространения растительности на поверхности Земли (широтная и вертикальная зональность).

Развивал экологическое направление в географии растений.

Разработал учение о жизненных формах растений.

Противопоставил мозаике независимого существования видов К. Линнея взаимодействие организмов друг с другом и средой обитания.



«Путешествие в равноденственные области Нового Света в 1799—1804 гг.»
(т. 1-30, 1807—34 г.г.)

«Фрагменты по геологии и климатологии Азии» (т. 1—2, 1831)

«Центральная Азия» (т. 1—3, 1843)

Филогения

ДАРВИН ЧАРЛЗ РОБЕРТ (1809-1882)

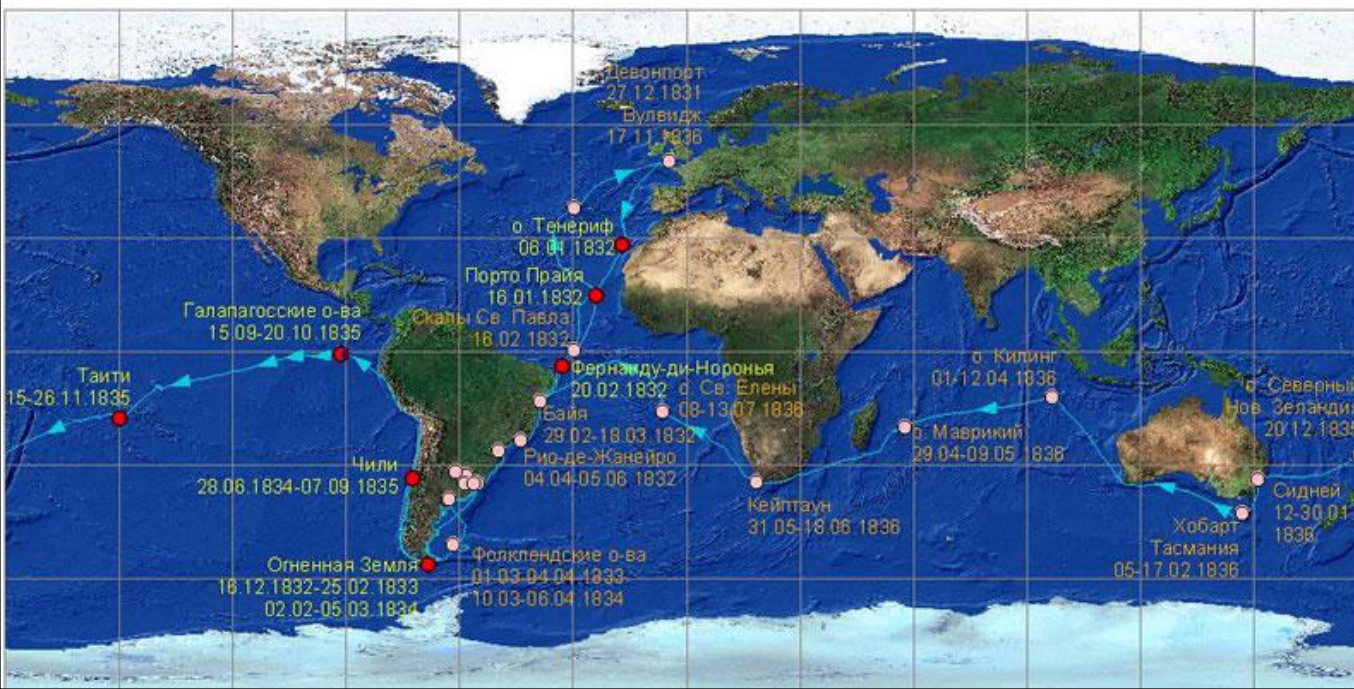


Чарлз Роберт Дарвин
(1809—1882)

«Происхождение видов» (1859)

Историей происхождения видов в процессе конкурентного естественного отбора отдельных особей сумел объяснить линнеевское множество видов.

Путешествие Ч. Дарвина вокруг света на корабле "Бигль" (1831-1836)



Создал биологическую теорию, ставшую универсальной концепцией. Привело к господству в биологии **редукционистского подхода** (объяснение общего через частное на основе накопленного эмпирического материала).

Эрнст Геккель (1834-1919)

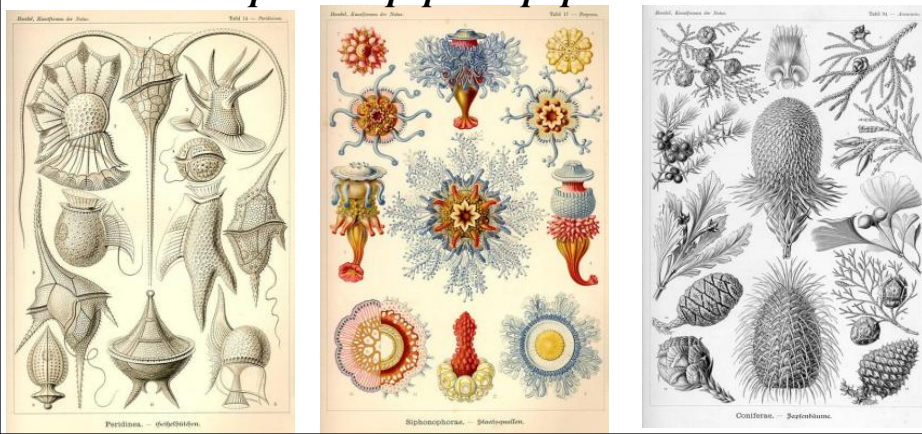
«Под **экологией** мы понимаем сумму знаний, относящихся к **экономике природы**: изучение всей **совокупности взаимоотношений животного с окружающей средой** как органической, так и неорганической, и прежде всего — его дружественных и враждебных отношений с теми животными и растениями, с которыми он прямо или косвенно вступает в контакт.

Одним словом, **экология** — это изучение всех сложных взаимоотношений, которые Дарвин называет условиями, порождающими борьбу за существование» (Э.Геккель, 1866).



Лишь в начале XX в. началось внедрение экологии в научную практику.

«Красота форм в природе»



Онтогенез – процесс индивидуального развития организма (Теория происхождения многоклеточных – «теория гастролы»)

Сформулировал биогенетический закон – связь между онтогенезом и филогенезом (с Ф. Мюллером)

Построил первое генеалогическое древо животных

Биоценоз

Карл Август Мёбиус (1825-1908)

Термин (нем. Bioscönose) ввел в 1877 г. для описания всех организмов, что заселяют определённую территорию и прямо или косвенно взаимодействуют друг другом. (Исследовал воспроизводство моллюсков на отмелях Северного моря)



- Автор концепции “биоценоза” как сообщества организмов, в котором **«пространство и питание являются самыми первыми основами...»** (Möbius, 1877).
- Подчеркивал историчность биоценозов: **«...изменения биоценозов Европы, совершавшиеся при изменении внешних условий в геологическом прошлом»** (Möbius, 1904).
- В хорологическом аспекте биоценоз является объектом биоценологической биогеографии и географической экологии.

- Möbius K. Die Auster und die Austernwirtschaft. – Berlin : Wiegand, Hempel und Parey, 1877b. – 126 S.
- Möbius K. Die Lebensgemeinschaften im naturkundlichen Unterrichte // Natur und Schule. 1904. Bd 3, H. 7. S. 289–292.

3-й Международный Ботанический конгресс

В 1910 г. на III Ботаническом конгрессе в Брюсселе учёными был поставлен вопрос о разделении экологии на два отдела: экологию особей (**аутэкологию**) и экологию сообществ (**синэкологию**).

Формирование основных понятий в **фитосоциологии** (фитоценоз, ассоциация, формация и т. д.).

Фитоценоз – сообщество растений на однородном участке земной поверхности, характеризующаяся определенным составом, строением, сложением и взаимоотношением как друг с другом, так и с окружающей их средой.

Дискуссия приверженцев **континуума и дискретности**.

Аутэкология - экология организмов: взаимодействие организмов со средой обитания, общие закономерности взаимоотношений их со средой.

Синэкология - изучает взаимосвязь и взаимоотношения сообществ организмов между собой и со средой обитания.

Артур Тэнсли

(1871-1955)

Английский геоботаник.

В 1935 г. ввел понятие «экосистема».

Экосистема — это любая совокупность организмов и неорганических компонентов, в которой может осуществляться круговорот веществ.

Схема интеграции: **Биотоп + Биоценоз = Экосистема**

Рассматривал экосистемы как основные единицы природы на поверхности Земли, хотя они и не имеют определенного объема и могут охватывать пространство любой протяженности.

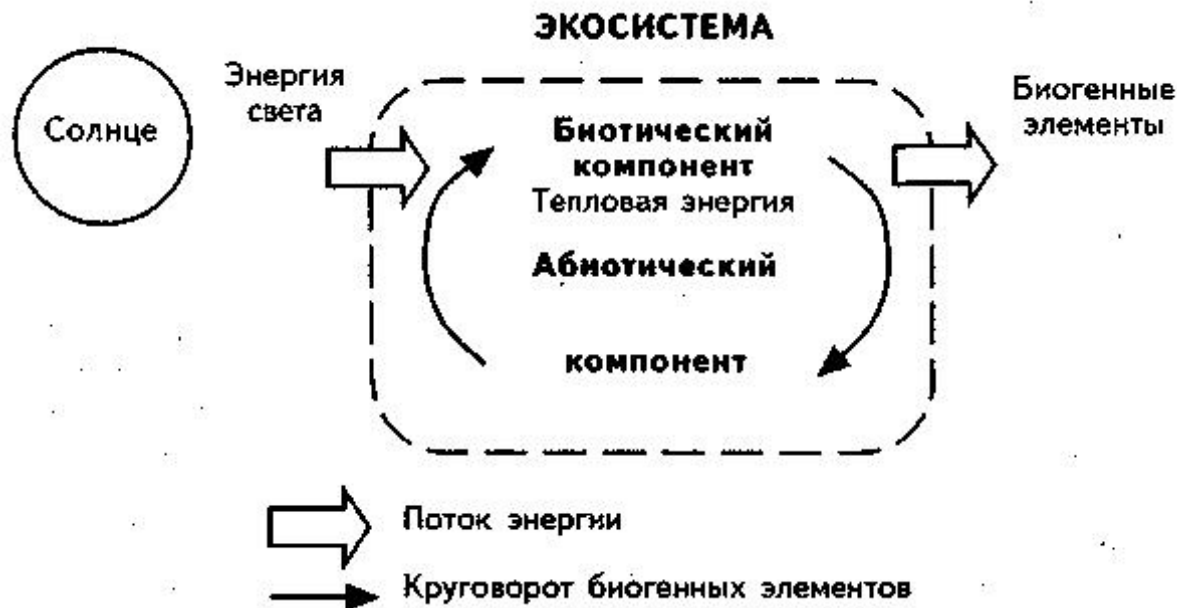


Экосистема

Экологическая система (экосистема) — совокупность живых организмов (сообществ) и среды их обитания, образующих благодаря круговороту веществ и потоку энергии, устойчивую систему жизни.

БАЗОВАЯ ЕДИНИЦА ЭКОЛОГИИ – ограниченный во времени и пространстве единый природный комплекс

Функциональная схема экосистемы



1935 г. – рождение ЭКОЛОГИИ как самостоятельной науки

Предшественники Артура Тенсли

Эдвард Бердж (1851-1950)

Американский лимнолог

- **Круговорот веществ и трансформация энергии** в озерных сообществах

Изучал **«дыхание озер»** - сезонную динамику содержания в воде растворенного кислорода, которая зависит как от процессов перемешивания водной массы и диффузии кислорода из воздуха, так и от жизнедеятельности организмов.

Август Тинеманн (1882-1960)

Немецкий лимнолог

- Сформулировал в 20-е годы понятия **«биомасса»** и **«биологическая продуктивность»**

Развивал трофо-динамическое толкование продуктивности сообществ

Чарльз Элтон (1900-1991)

Английский зоолог

- 1927 г. «Экология животных», рассматривал **популяцию** как самостоятельную единицу, ввел понятие **«экологической ниши»** и сформулировал **«правило экологических пирамид»**
Обозначил роль трофических связей



Сукачѳв

Владимир Николаевич

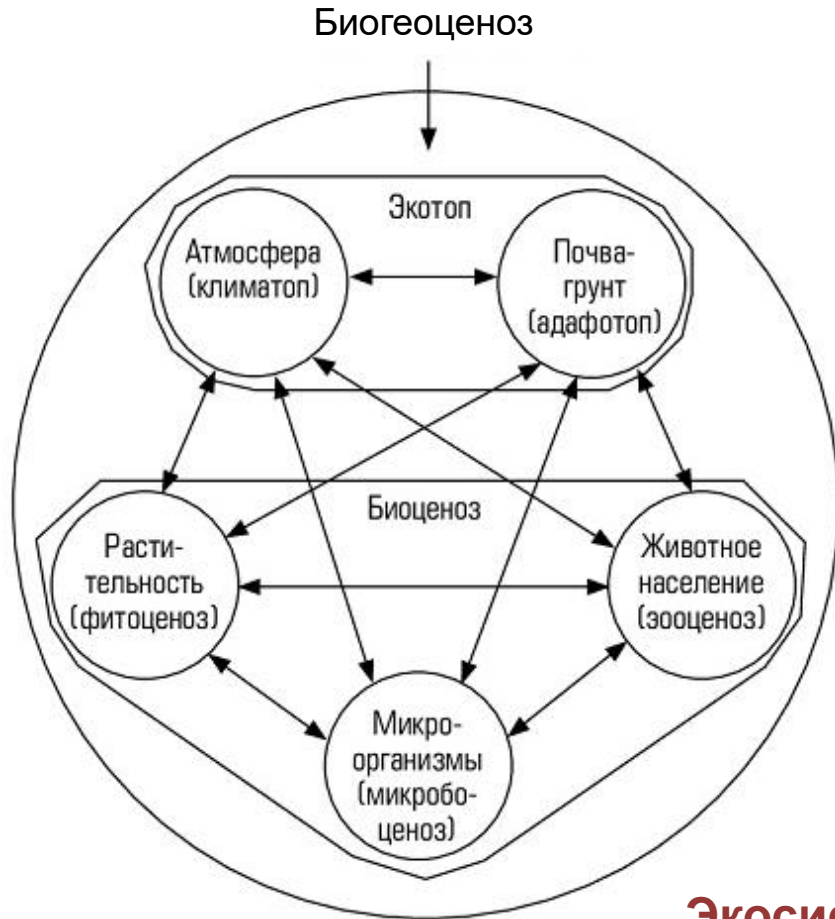
(1880 -1967)

Основоположник фитоценологии и биогеоценологии

Крупнейший российский, советский геоботаник, лесовод, географ, создатель кафедр геоботаники в университетах, организатор научно-исследовательских институтов и лабораторий по геоботанике и лесоводству (Ленинград, Москва, Свердловск, Красноярск). Академик АН СССР.

Разработал и теоретически обосновал понятия «фитоценоз» и «биогеоценоз», заложил теоретические основы лесоведенья и болотоведенья, ввел в геоботаническую классификацию методы ординации.

Биогеоценоз (1942)



Биогеоценоз - естественный однородный участок земной поверхности с определенным составом организмов, которые населяют ее (бактерий, растений, животные, грибов), и комплексом абиотических компонентов (почвой, воздухом, солнечной энергией и другими), которые связаны обменом вещества и энергии в единую естественную систему.

Экосистема — это любая совокупность организмов и неорганических компонентов, в которой может осуществляться круговорот веществ.

Биогеоценоз — это экосистема в границах фитоценоза.

Соотношение понятий «экосистема» и «биогеоценоз»



Каждый биогеоценоз — это экосистема, но не каждая экосистема — биогеоценоз.



1960 год
Бутиль 40 л
Перегной
Вода 0,12 л (1 пинта)
Саженьцы традесканции

Эксперимент
продолжается



Дэвид Латимер и его традесканция — растение, которое он 40 лет назад посадил в бутылку, закупорил и ни разу не открывал. В бутылке образовалась экосистема, в которой растение само ухаживает за собой, производит кислород и питается перегноем.

Биосфера – 2 (Почему не Биосфера 1?)

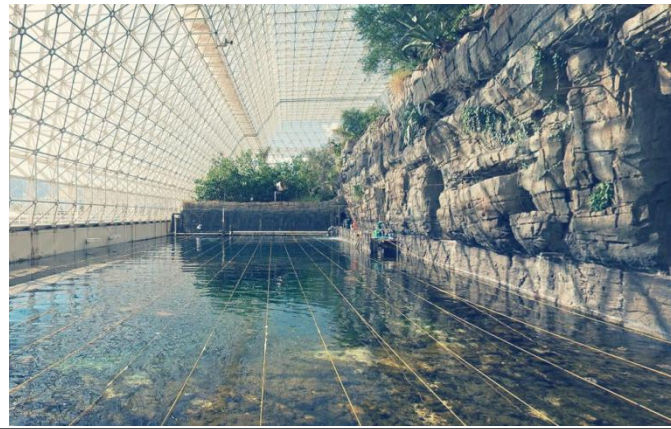


Аризона. 1991 – 1994 гг. построенное компанией «Space Biosphere Ventures» и миллиардером Эдвардом Бассом

1,5 га, 7 блоков:- тропический лес, саванна, пустыня, океан, мангры, ферма и жилой блок. и. 50% солнечного света

8 человек, 3000 видов растений и животных. 46 видов пищевых растений, были пастбища коз, свинарники, курятники, водоёмы с рыбой и креветками.

Проблемы: кислородное голодание (с 21% до 15%), потребность в пище лишь на 80%.



Причины прекращения эксперимента

Расплодилось огромное количество микробов и насекомых (тараканы и муравьи).

Под стеклянной крышей конденсировалась вода и лился искусственный дождь.

Из-за отсутствия ветра и без регулярного раскачивания деревья стали хрупкими и ломкими.

Не было учтено свойство бетона по поглощению/выделению углекислого газа и кислорода, что тоже повлияло на газовый состав внутри, во втором эксперименте бетонные конструкции были изолированы

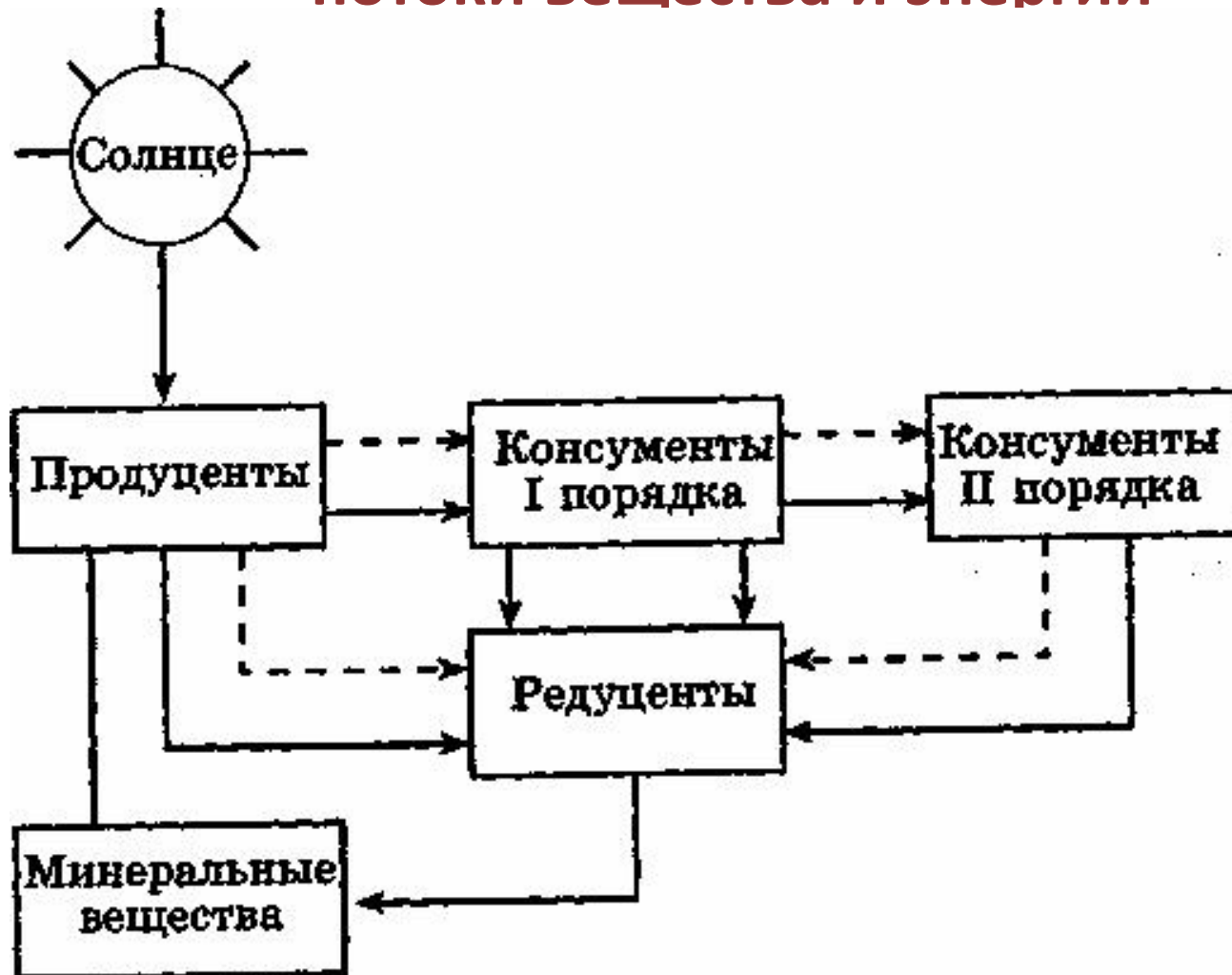
1996 г. второй эксперимент, без людей (Колумбийский университет)

2005 г. комплекс выставлен на продажу

В 2011 году Аризонский университет возобновил исследования

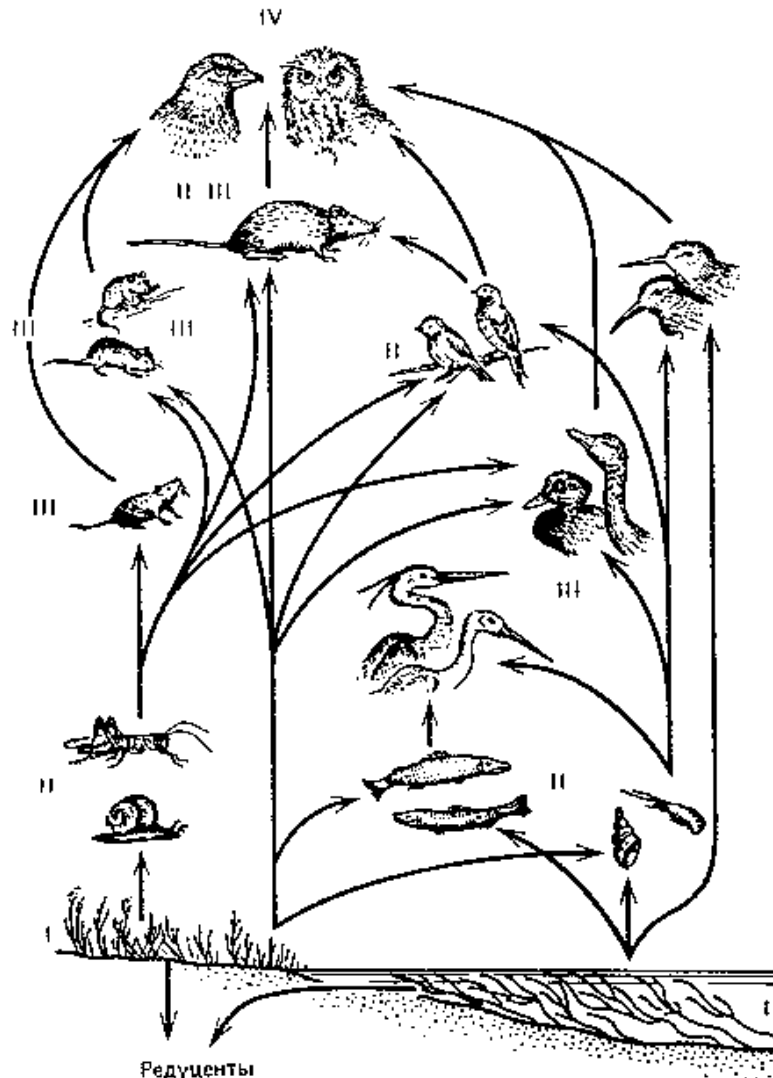
Биотическая часть экосистемы

роль трофических связей,
потоки вещества и энергии



Трофический уровень — это совокупность организмов, занимающих определенное положение в общей цепи питания.

К одному трофическому уровню принадлежат организмы, получающие свою энергию от Солнца через одинаковое число ступеней.



Трофические уровни

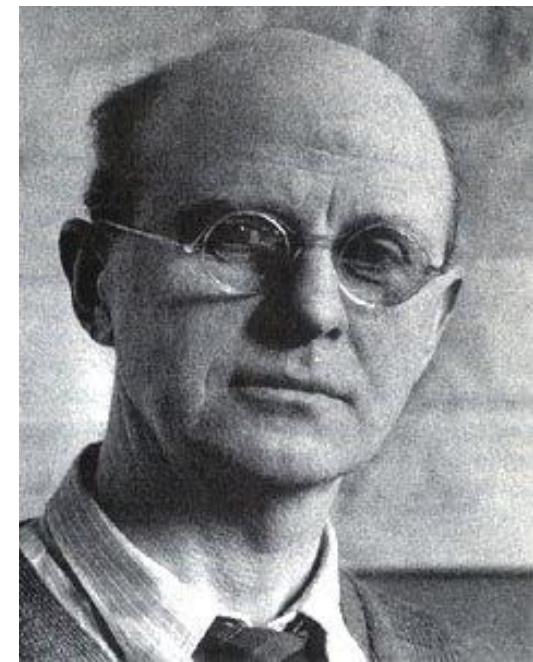
- I. зеленые растения - **продуценты**,
- II. травоядные - **первичные консументы**,
- III. первичные хищники - **вторичные консументов**,
- IV. вторичные хищники - **третичные консументов**.

Замыкают этот биологический круговорот **редуценты** или деструкторы, разлагающие органические остатки.

Трофическая пирамида

Эффект пирамиды в виде моделей разработал Чарльз Элтон (1927) «Экология животных»

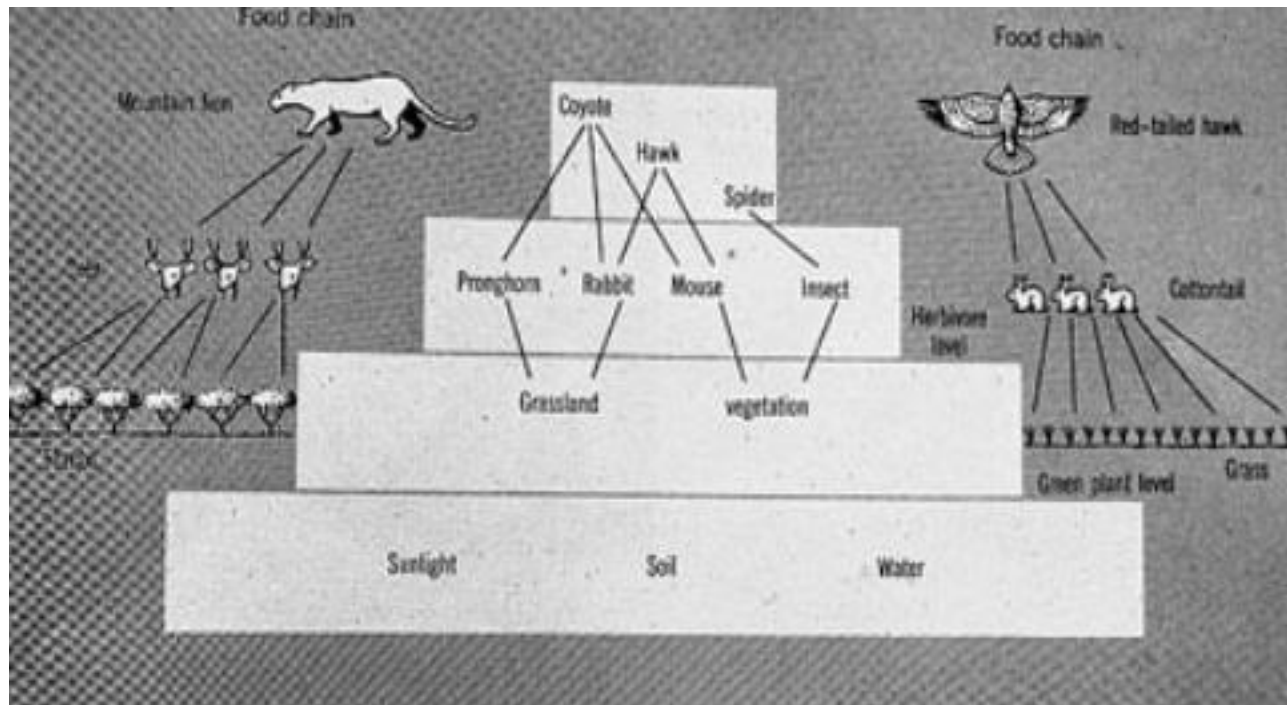
Трофическая пирамида - соотношение между продуцентами, консументами и редуцентами в естественных экосистемах, выраженное в виде графических моделей.



Charles Sutherland Elton

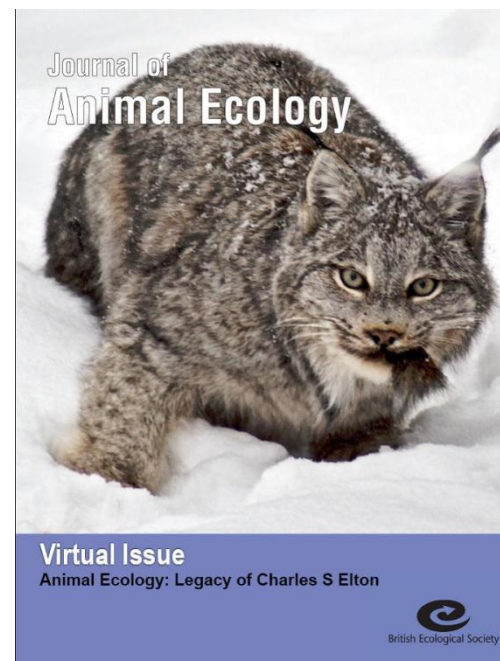
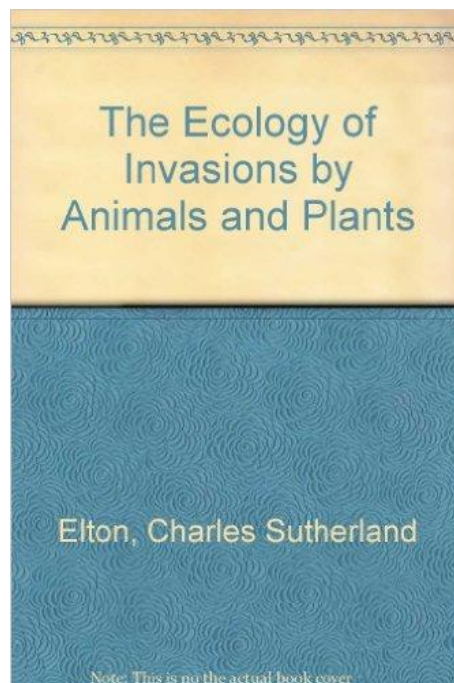
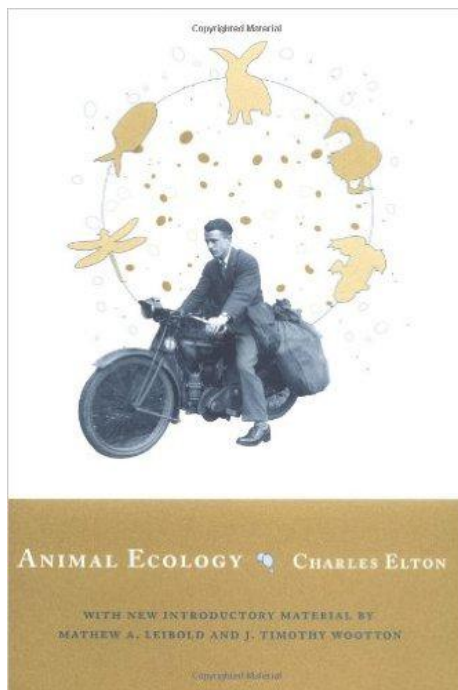
(1900-1991)

Оксфордский университет, зоолог-эколог



Чарльз Элтон

- Ввел понятие «**экологическая ниша**» - пространственно-временное положение организма в рамках экосистемы: где и чем питается; где живет; как выводит потомство; как зимует.
- Разработал понятия «**пищевой цепи**» и «**пищевой сети**»
- Основоположник изучения **цикличности роста численности** животных
- Вместе с Артуром Тенсли участвовал в разработке Британской национальной политики по сохранению отдельных видов и управлению заповедниками
- ❖ Animal Ecology (1927) - один из первых учебников по экологии животных (повлиял на американского эколога Виктора Шелфорда)
- ❖ Animal Ecology and Evolution (1930)
- ❖ The Ecology of **Invasions** by Animals and Plants (1958)
- ❖ The Pattern of Animal Communities (1966)
- ❖ Journal of Animal Ecology - основатель и главный редактор (19 лет)



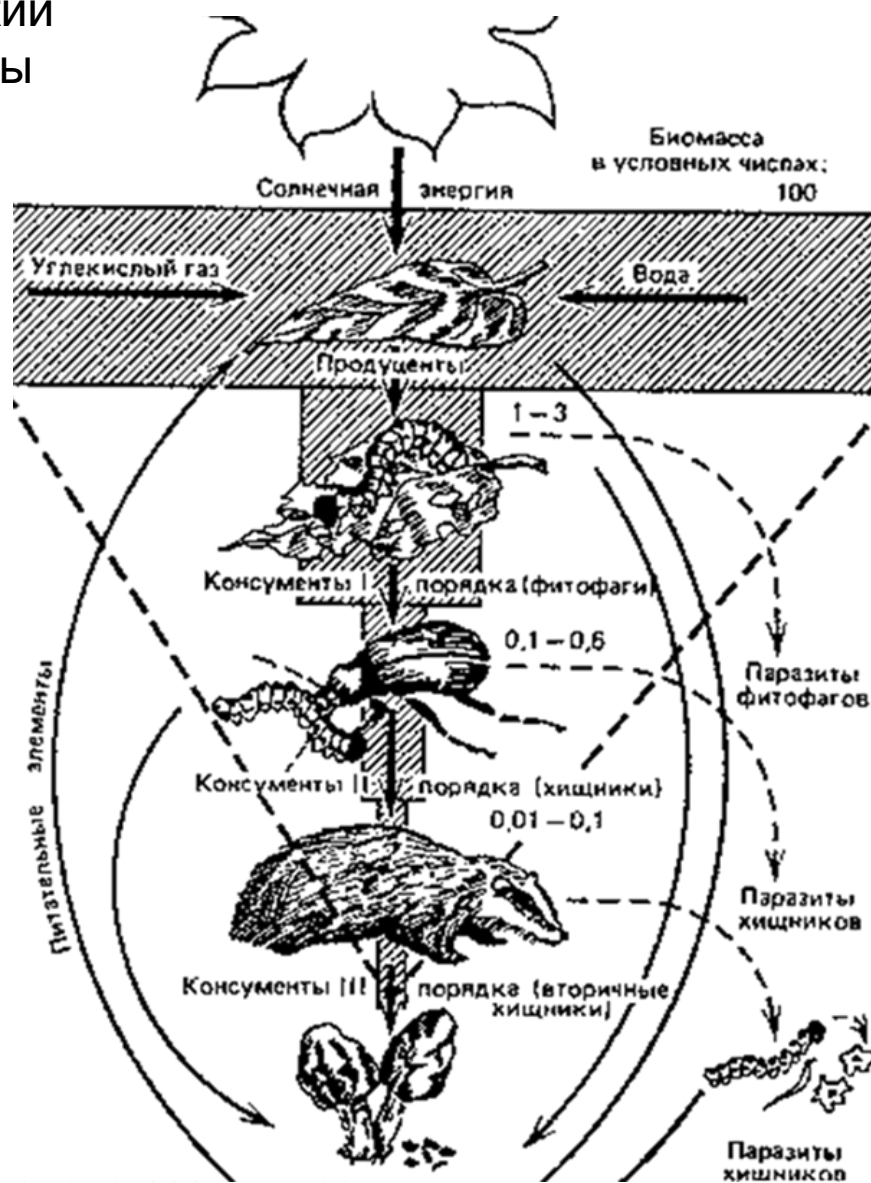
Правило десяти процентов:

Раймонд Линдеман (1915-1942) американский эколог «Трофическо-динамические аспекты экологии» (1942)

Разработал общую схему трансформации энергии в экосистеме.

При переходе с одного трофического уровня экологической пирамиды на другой в среднем сохраняется около 10 % энергии, поступающей на предыдущий уровень.

Остальная энергия (около 90%) расходуется на процессы жизнедеятельности и переходит в тепловую энергию, которая рассеивается в окружающее пространство.



Гомеостаз экосистемы

(устойчивость – мера чувствительности к нарушениям)

Фредерик Клементс (1874—1945)

Гомеостаз - это способность популяции или экосистемы поддерживать устойчивое динамическое равновесие в изменяющихся условиях среды.

Компоненты устойчивости живых систем выделяют:

1. **Выносливость** (выживание, толерантность) - способность переносить изменения среды без нарушения основных свойств системы;
2. **Упругость** (сопротивляемость) — способность быстро самостоятельно возвращаться в нормальное состояние из неустойчивого, которое возникло в результате внешнего неблагоприятного воздействия на систему.

Фредерик Клементс

Frederic Edward Clements (1874-1945)

- американский эколог растений и миколог.

Ввёл понятие:

«**Экотон**» - переходная зона между сообществами.

«**Биом**» - совокупность растительности и животного мира.

Разработал одну из самых значительных теорий развития растительности — **динамическую концепцию растительных сукцессий**, критикуемая Генри Глизоном и Артуром Тенсли, а затем Робертом Уиттакером, но в конце XX века вновь стала доказывать своё право на существование.

«**Климакс**» - равновесное состояние экосистемы, наиболее соответствующее климату.

«**Моноклимакс**» - в любом географическом районе с одним типом климата есть только один тип экосистемы.

Типы экосистем из-за регулярных нарушений, не переходящие к климаксу:

Субклимакс — пойма реки

Дисклимакс - пастбище

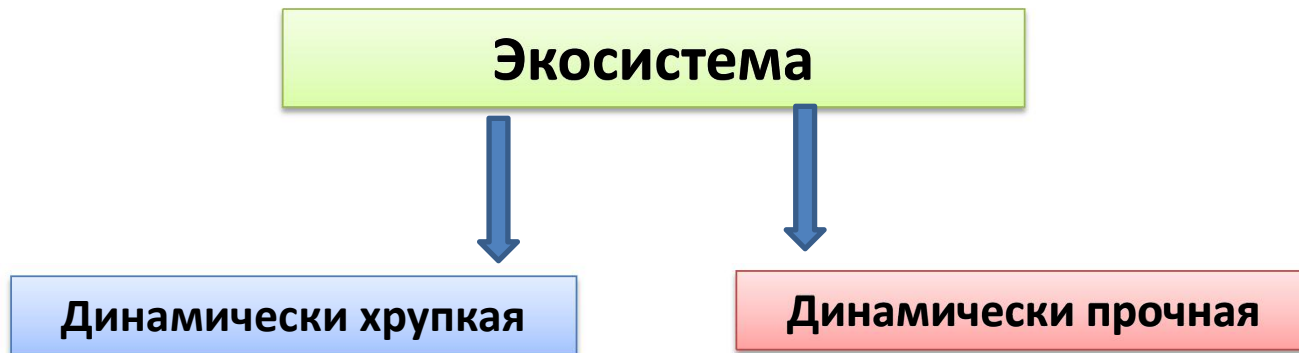
«О сукцессии растительных сообществ», 1929



Сукцессия (от лат. *successio* - преемственность, наследование) - последовательная необратимая смена сообществ, преемственно сменяющихся на одной и той же территории в результате влияния внутренних и/или внешних факторов. В оптимальных условиях сукцессия приводит к формированию **климаксового сообщества**.

Локальная устойчивость – способность сообщества после небольших нарушений возвращаться в первоначальное состояние.

Общая устойчивость - способность сообщества после крупных нарушений возвращаться в первоначальное состояние.



Большой Барьерный риф

Пример динамически хрупкой экосистемы.

Симбиотические водоросли кораллов - зооксантеллы (*Symbiodinium microadriaticum*) относятся к примитивным Pyrrophyta связаны с кишечнорастворимыми животными уже около 400 миллионов лет, оказались весьма чувствительны к температуре.



Обесцвечивание коралла Pocillopora вызвано утерей симбиотических водорослей.

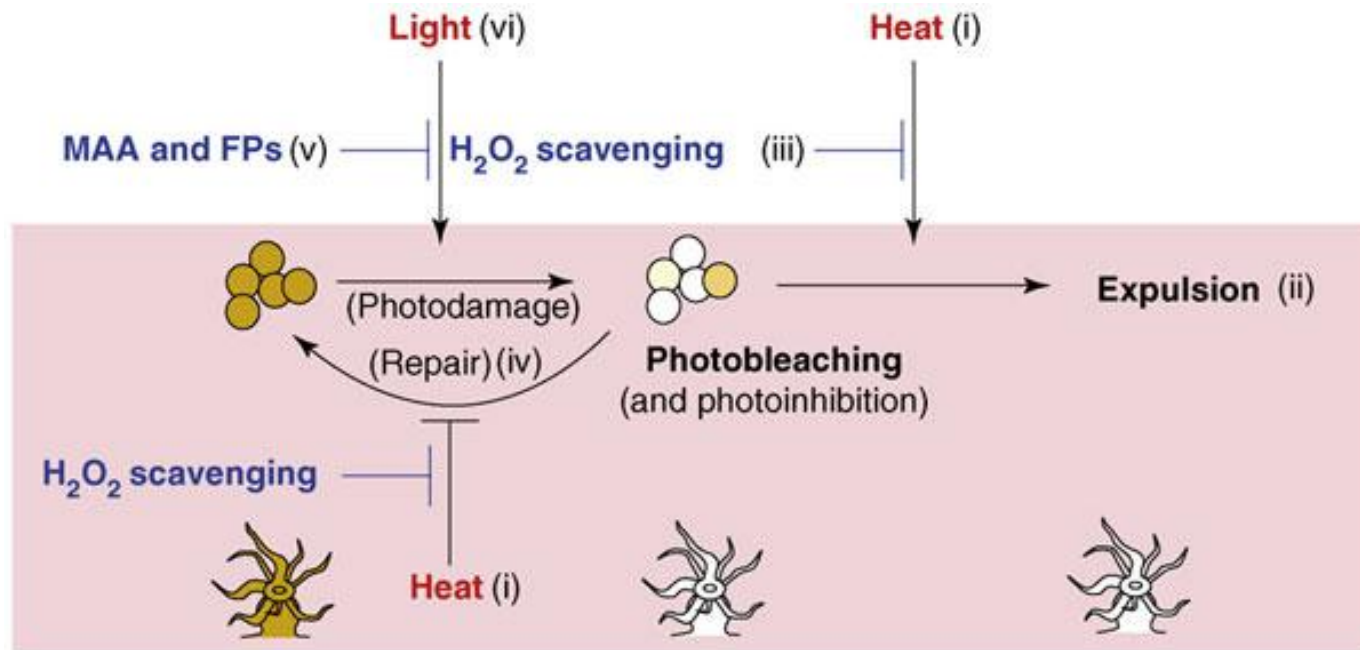
Фото с сайта

www.pifsc.noaa.gov

ББР протянулся вдоль северо-восточного берега Австралии на 2000 км, а ширина его достигает 150 км (в южной части). Впервые риф обнаружил, исследовал и описал великий британский мореплаватель Джеймс Кук (1770 г.).

Andrew H. Baird из Центра изучения кораллов при Университете Джеймса Кука (Таунсвилль, Австралия) журнал *Trends in Ecology and Evolution*

Схема действий коралла



TRENDS in Ecology & Evolution

Повышение температуры приводит к появлению в хлоропластах водорослей перекиси (H_2O_2). Они могут нарушить мембрану и попасть в клетку хозяина, который отторгнет симбионта (Expulsion).

«Голландская болезнь вяза»

или графiosi ильмовых — грибковая болезнь (вызывается аскомицетами р. *Ophiostoma*) деревьев сем. *Ulmaceae*. В начале XX века была занесена в Голландию из Юго-Восточной Азии, распространилась по территории Европы и занесена в Северную Америку. Наиболее патогенен вид *O. novo-ulmi*, который интенсивно выделяет токсин увядания — **цератоульмин**, вызывающий поражение и отмирание проводящих систем, что приводит к гибели дерева.



Переносчики жуки-короеды:
заболонник большой ильмовый (*Scolytus scolytus*) и др.

Уссурийский полиграф

Polygraphus proximus



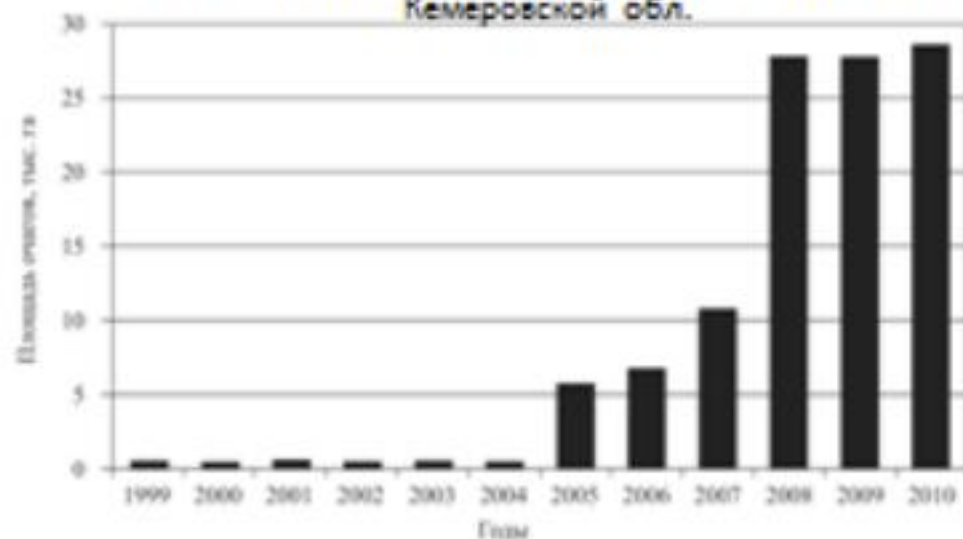
Плотность выходных отверстий 60-70 шт./кв.дм

11 видов офистомовых грибов

В Европе – список адвентивных растительноядных насекомых увеличивается ежегодно на 12 видов (это в 3 раза больше, чем 50 лет назад).



Динамика площадей массового усыхания пихты в Кемеровской обл.



Короед-типограф

Ips typographus

от 4,2 до 5,5 мм



Засуха 2010 г. - более 85% елей в лесах ослаблено (снижение интенсивности выделения смолы).



1. Наличие буровой муки вокруг дерева.
2. Отверстия в коре диаметром менее 1 мм.
3. Поползни и дятлы на стволе дерева.
4. Отпадение хвои, отслаивание коры.
5. Характерные «рисунки» поврежденных поверхностей.

Кроликов завезли в Австралию на кораблях Первого флота в 1788 г.

В 19 веке (1859) их выпустили на волю в качестве объекта охоты
Мягкие зимы, обширные равнины, отсутствие врагов.

Уже в середине 1860-х годов нашествие кроликов назвали Grey Blanket (серое покрывало) и признали национальным бедствием, распространяющимся по континенту со скоростью 100 км в год!



Кролики вокруг водоёма. 1938 год.



Эрозия почвы возникшая из-за кроликов



1907 г. «Забор № 1 для защиты от кроликов». Он состоит из трёх уровней и в общей сложности его протяжённость составляет 3256 километров.

Назначен штраф за содержание, продажу или выпущенного на волю кролика, 40 000 австралийских долларов (около 1 200 000 руб.).

Верблюды в Австралии



В 1922 году поголовье домашних верблюдов достигло 22 тысяч. В 2008 г. их было более $\frac{1}{2}$ млн., ежегодное увеличение поголовья составляет около 11%. В 2013 г. – грандиозный отстрел

Влияние верблюдов

Поедают растительность на высоту до 4 метров. Многие местные животные не способны достать оставшиеся листья этих растений.

Передвигаются огромными стадами до 1000 особей, сильно истощая растительность, лишая местную фауну источника пищи.

Осушают и загрязняют водоемы, что приводит к нехватке воды для других животных Австралии. (Один верблюд может выпить 200 литров воды менее чем за 3 минуты).

Разрушают заборы и поедают растительность, предназначенную для домашнего скота.

Вызывают угрозу ДТП на автомобильных трассах, железных дорогах и взлетно-посадочных полосах.

Собака динго



Собаку динго на материк завезли в лодках рыбаки, приплывшие из Азии более 5 тысяч лет назад.



В 1880-х годах было начато строительство громадного сетчатого забора, сейчас его длина 5500 км, а его обслуживание обходится ежегодно в **15 млн австралийских долларов**.

Акация серебристая (*Acacia dealbata*)

Mimosa – итальянский, испанский, французский.

Родина — юго-восточное побережье Австралии и остров Тасмания.

