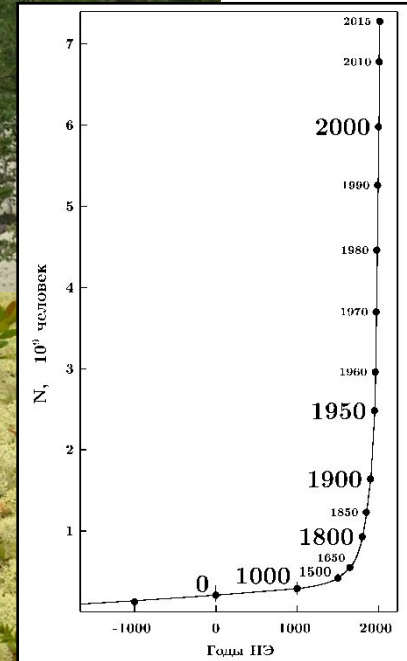


Экология

Лекция .

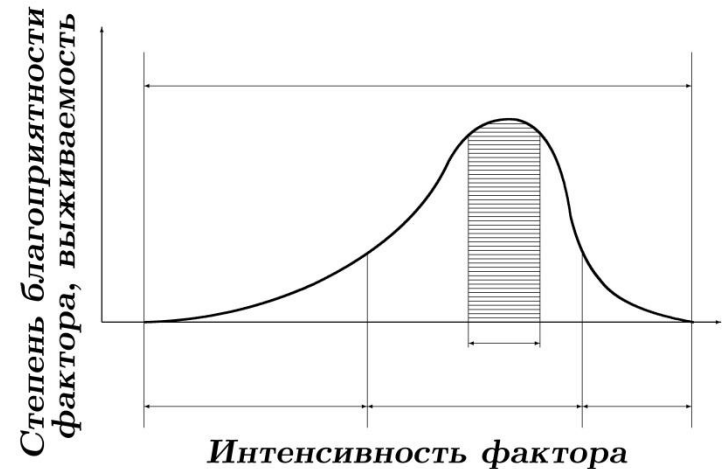
Популяции [1]

02.10.2017



Уровень особи:

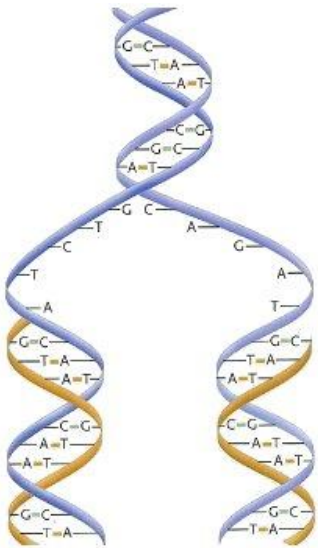
- **Норма реакции на каждый экологический фактор.**



- **Зная эту информацию, с той или иной степенью подробности человек управляет отдельными видами животных и растений в своих целях – для получения продукции, создания благоприятных для жизни условий (зеленые насаждения в городе), борьбы с различными растениями животных и грибов.**

Уровень особи:

- **Геном: программа развития организма от одной клетки до взрослого организма, в которой записаны:**
 - **Параметры внутренней среды и как они должны поддерживаться**
 - **Пределы адаптаций к факторам внешней среды**



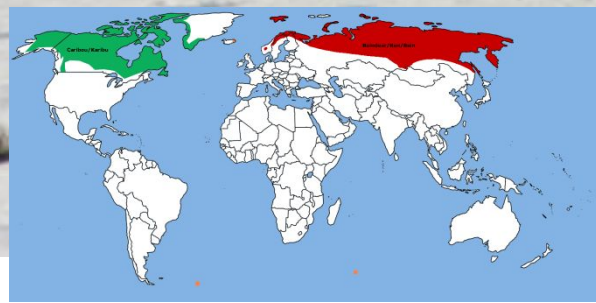
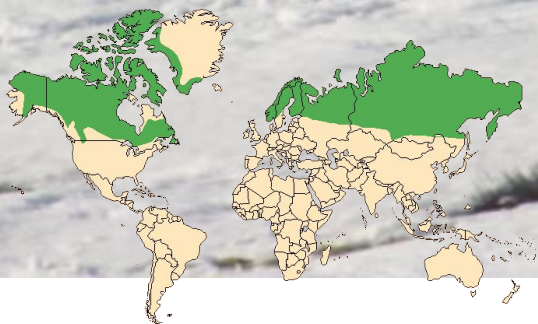
• Популяции

Популяции

- **Цель: Изучение образования и развития популяций как формы существования видов**

- **Популяция** – пространственно ограниченная совокупность особей конкретного вида (животных, растений, грибов...), взаимодействующих друг с другом непосредственно или через потомство.

Популяция северного оленя, *Rangifer tarandus* L. , Лапландский Заповедник



Определения: 2 (Биогеоценология)

- Совокупность всех особей данного вида, которые входят в конкретный фитоценоз [биогеоценоз], называется ценопопуляцией.

Ценопопуляция лишайника, *Cladina stellaris* (L.) Nyl., редкостойный сосновый лес, Кольский полуостров



Ценопопуляция – часть популяции вида, входящая в состав конкретного сообщества, биогеоценоза, см слайд 17.

Ценопопуляция мха *Pleurozium shreberi* (Brid.) Mitt. ,
березово-елово сосновый лес (давность пожара
>180 лет), Кольский полуостров

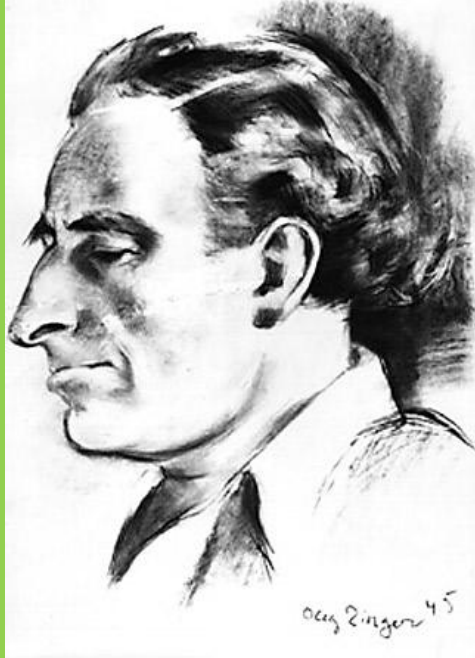




Ценопопуляции ели сибирской, березы пушистой
березово-елово сосновый лес (давность пожара
380 лет), Кольский полуостров

Определения: 1 (Генетика).

- Совокупность особей определенного вида, в течение достаточного длительного времени (большого числа поколений), населяющих определенное пространство, внутри которого осуществляется та или иная степень панмиксии и нет заметных изоляционных барьеров ... (Тимофеев-Ресовский с соавт., 1973 с 40-41)
- Панмиксия – свободное «равновероятное» скрещивание



- **ТИМОФЕЕВ-РЕСОВСКИЙ
НИКОЛАЙ ВЛАДИМИРОВИЧ**
(Nickolai V. TIMOFEEV-RESOVSKI)
(**07(19).09.1900 - 28.03.1981**)

- **Один из известнейших русских генетиков.**

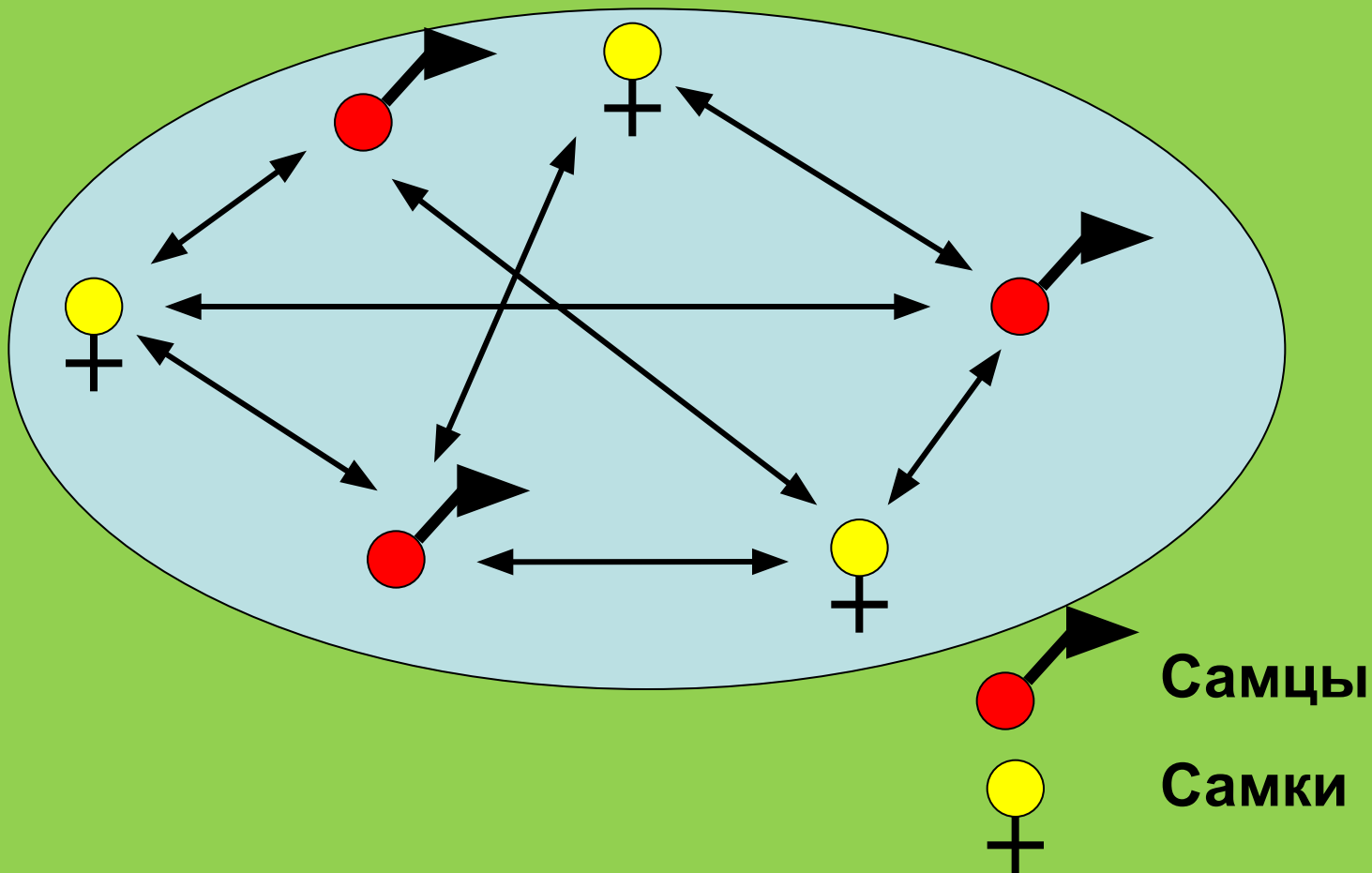
- Он положил начало экспериментальной генетике популяций и учению о микроэволюции вместе со своим учителем С. Четвериковым, стал сооснователем радиационной генетики вместе с Г.Дж. Мёллером, внес решающий вклад в основание фенотипической генетики. Развивая идеи своего учителя Н. Кольцова о хромосоме как о макромолекуле и матричном принципе ее воспроизведения, Тимофеев-Ресовский сформулировал принцип ковариантной редупликации, принципы мишени и попадания в радиобиологии, дал оценку размеров гена и совместно с физиками К. Циммером и М. Дельбрюком показал возможность трактовки гена с позиций квантовой механики, тем самым создав фундамент открытия структуры ДНК и всей современной молекулярной биологии. Объединив свои натуралистические и экспериментальные интересы и развивая традиции В. Вернадского и В. Сукачева, он заложил основы радиационной биогеоценологии - науки эры Чернобыля. Вместе с Россией столетие Тимофеева-Ресовского отмечает ЮНЕСКО.



- <http://idbras.comcor.ru/PERSONAL/Timofeev.html>

Популяция (по Тимофееву-Ресовскому)

главное – **панмиксия** – возможность
свободного скрещивания



Определения: 2 (Биогеоценология)

- Экологическая популяция – совокупность всех особей данного вида, которые входят в конкретный фитоценоз [биогеоценоз], в основе которой лежит общность происхождения, сходство облика (фенотипа), единство экологических реакций на внешнее воздействие (Новиков, 1979, с.87).

Это определение ценопопуляции – популяции в пределах конкретного фитоценоза (биогеоценоза).

▪

- **Основа всех популяций – особи**
- **Главное в особи – программа его развития (роста и жизнедеятельности), определяемая геномом**
- **Любая программа имеет одно важнейшее свойство – накапливать ошибки. Одним из важнейших свойств жизни является поддержание нормального генома -- «безошибочных» генетических программ.**

Важнейшие свойства популяций

(По В.А. Соловьев, 1985 с изменениями)

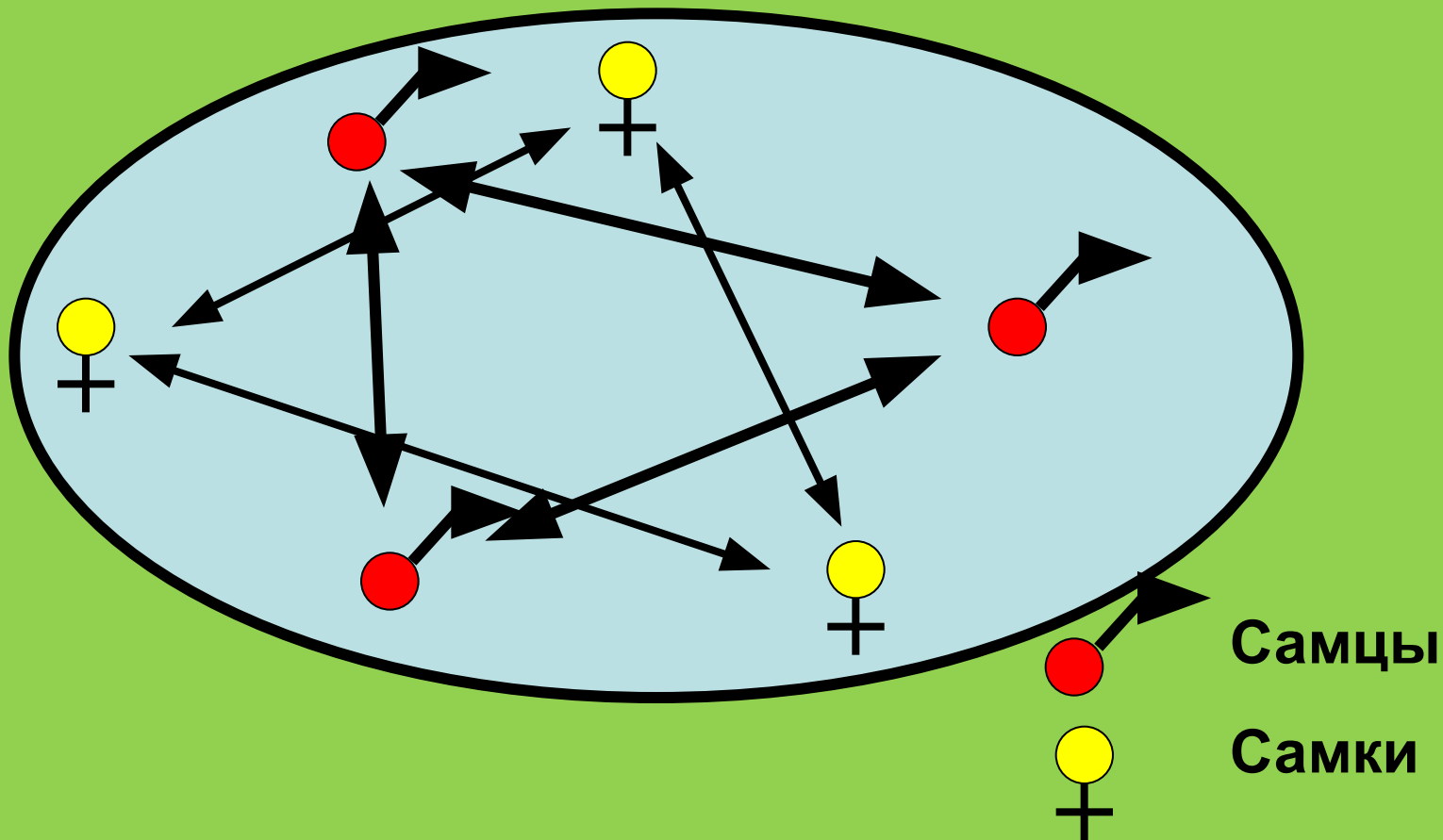
1. Поддержание нормального генома («безошибочных» программ особей вида)

Осуществляется на популяционном уровне путем конкурентного взаимодействия особей и элиминации [удаления, исключения] не конкурентоспособных особей, накопивших ошибки в генетической программе .

Этот процесс называется стабилизирующий отбор [по Чарльзу Дарвину].

ЭТО – ГЛАВНОЕ СВОЙСТВО ПОПУЛЯЦИЙ

главный тип взаимодействия в популяции – конкурентное взаимодействие и элиминация неконкурентоспособных особей.



Важнейшие свойства популяций (По В.А. Соловьев, 1985 с изменениями)

2. Неавтономное положение.

Популяции видов **не самостоятельны, не автономны и не существуют сами по себе.**

Все популяции – компонент конкретных типов или групп типов сообществ.

Важнейшие свойства популяций (По В.А. Соловьев, 1985 с изменениями)

2а Биоценологическая (экосистемная) определенность.

Популяция приспособлена к определенным условиям существования, занимает свою экологическую нишу – место в "экономике" сообществ, выполняет в сообществе конкретную работу в круговороте веществ и энергии вместе с популяциями других видов, составляющими биогеоценоз (экосистему).

Лось (*Alces alces* L.)



В бореальных лесах популяции многих животных являются компонентом не конкретного типа биогеоценоза, а всех типов -- во всех для них «выращивается еда»: Популяция Лося является компонентом как болотных экосистем так и сосновых и еловых лесов.





о. Мадагаскар





О. Мадагаскар

Две тысячи лет назад, к моменту появления на острове человека, из сухопутных млекопитающих здесь водились только лемуры, виверры (напоминающие кошек небольшие млекопитающие с короткими лапами и длинным хвостом), хомяки, тенреки (насекомоядные) и небольшие бегемоты. За семьдесят миллионов лет только их предкам удалось переплыть водную преграду и добраться до Мадагаскара.



Как показали генетические исследования, каждый вид животных попал на остров вследствие одного-единственного «переселения», причём выжили в плавании единицы. Это могли быть пары противоположного пола или одинокие беременные самки.



НАУКА И ЖИЗНЬ®

АВГУСТ

№ 8

Журнал основан в 1890 году.
Издание возобновлено в октябре 1934 года.

2015

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ

М. АРТЕМЬЕВ — Переплывшие моря и

океаны | Наука и Жизнь № 8, 2015, с. 81--88

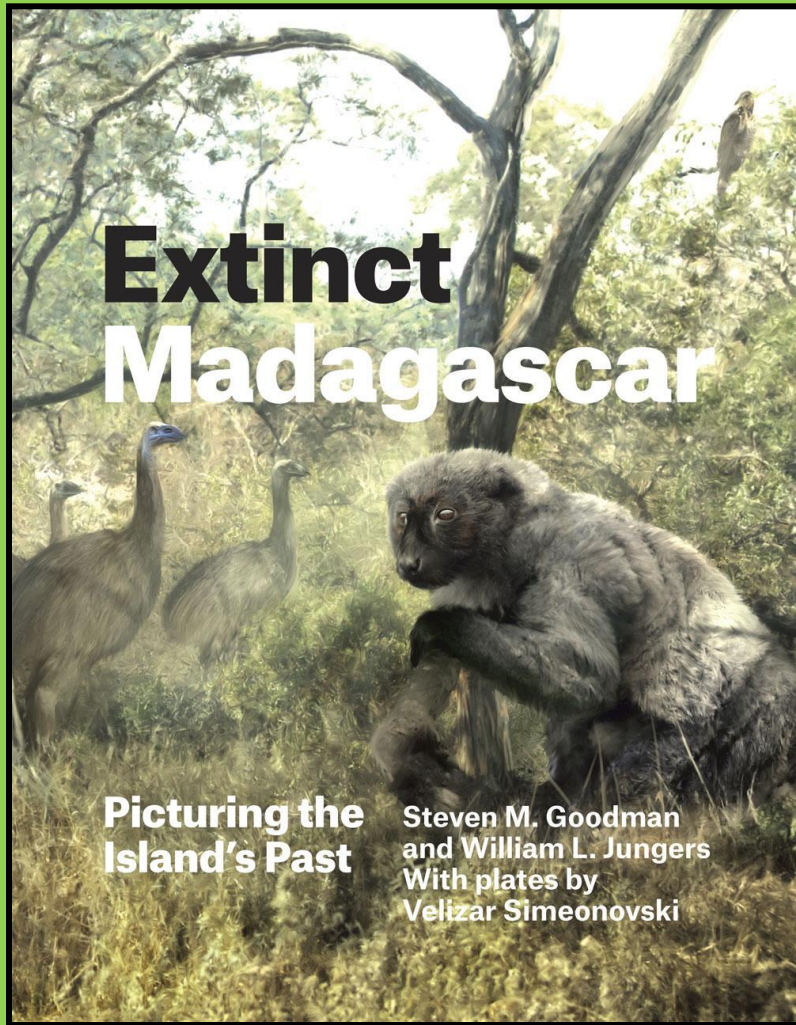
Мадагаскар стал удобной площадкой для так называемой адаптивной радиации, — это когда из одного-единственного исходного вида при отсутствии конкурентов стремительно эволюционируют новые виды животных, порой совсем не похожие на предков.

Правильнее – при отсутствии необходимых видов (в условиях изоляции), набор необходимых для устойчивого функционирования биогеоценозов экониш заполняется «потомками» одного или нескольких видов

Кошачий лемур (*Lemur catta* L.)



Семейство лемуровидные (карликовые лемуры, лемуры отряда мокроносых обезьян – эндемики мадагаскара)



- До прихода человека, фауна Мадагаскара включала и ряд крупных видов «нарушителей», занимавших ниши травоядных и собирателей.



Обыкновенный тенрек *Tenrec ecaudatus* (SCHREBER 1778)

- Семейство тенрековых объединяет очень разных по виду и размерам животных: длина тела у них колеблется от 4 до 20 см (у [выдровой землеройки](#) — до 60 см), хвоста 1—22 см. Большинство тенрековых, вероятно, еще с [мелового периода](#) обитают на [Мадагаскаре](#) (длина тела — до 60 см), хвоста 1—22 см. Большинство тенрековых, вероятно, еще с мелового периода изолированно обитают на Мадагаскаре и за это время успели образовать ряд специализированных форм. Так, [обыкновенный тенрек](#) (длина тела — до 60 см), хвоста 1—22 см. Большинство тенрековых, вероятно, еще с мелового периода изолированно обитают на Мадагаскаре и за это время успели

Важнейшие свойства популяций (По В.А. Соловьев, 1985 с изменениями)

3. Способность к росту, к экспансии.

Популяция способна расти, т.е. увеличивать свою численность, биомассу, **захватывать новые территории** .

В процессе эволюции вид возникает в одной точке и затем захватывает всю доступную территорию, включаясь в конкретные типы биогеоценозов или формируя новые (лесообразующие виды).

Освобождающиеся в результате воздействия естественных или антропогенных факторов территории быстро осваиваются популяциями растений и животных



Экспансия

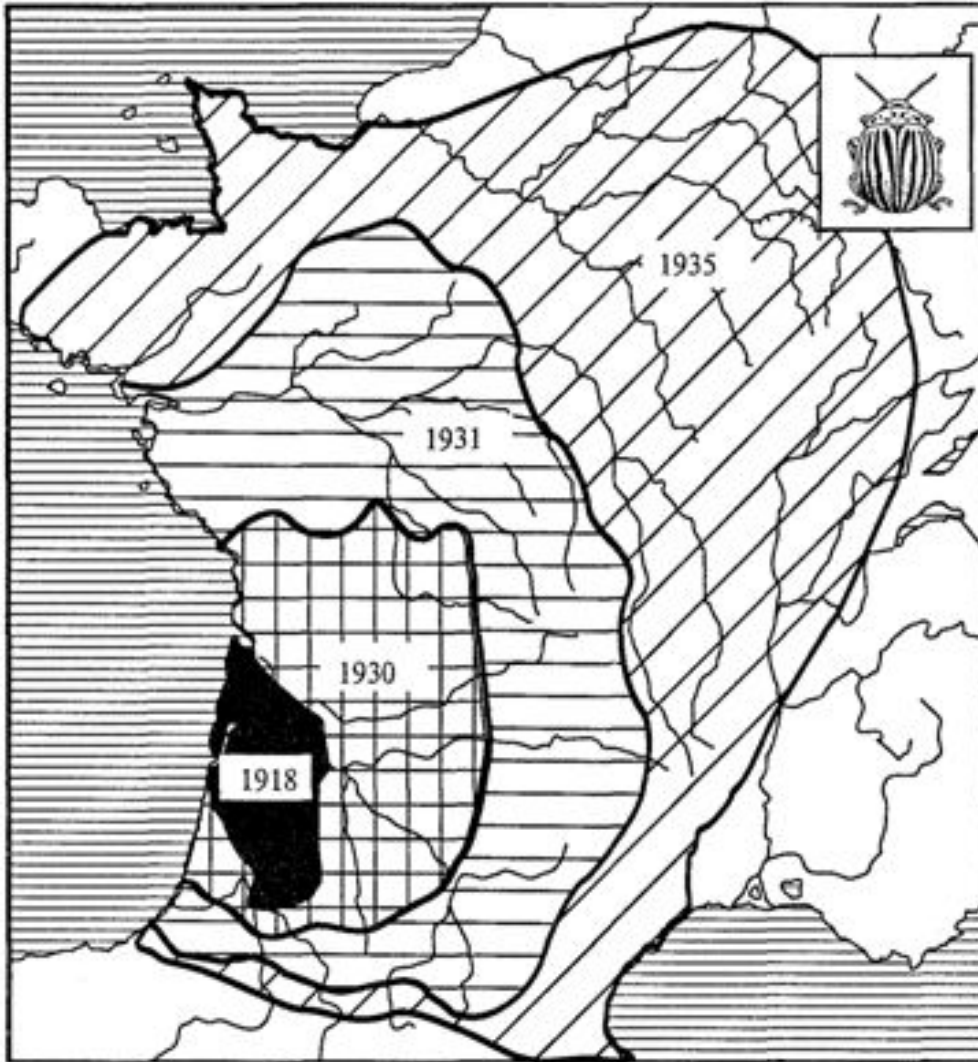


Рис. Первоначальное расселение колорадского жука в Европе (из Н.В.Тимофеева-Ресовского, А.В.Яблокова, Н.В.Глотова, 1973) 32

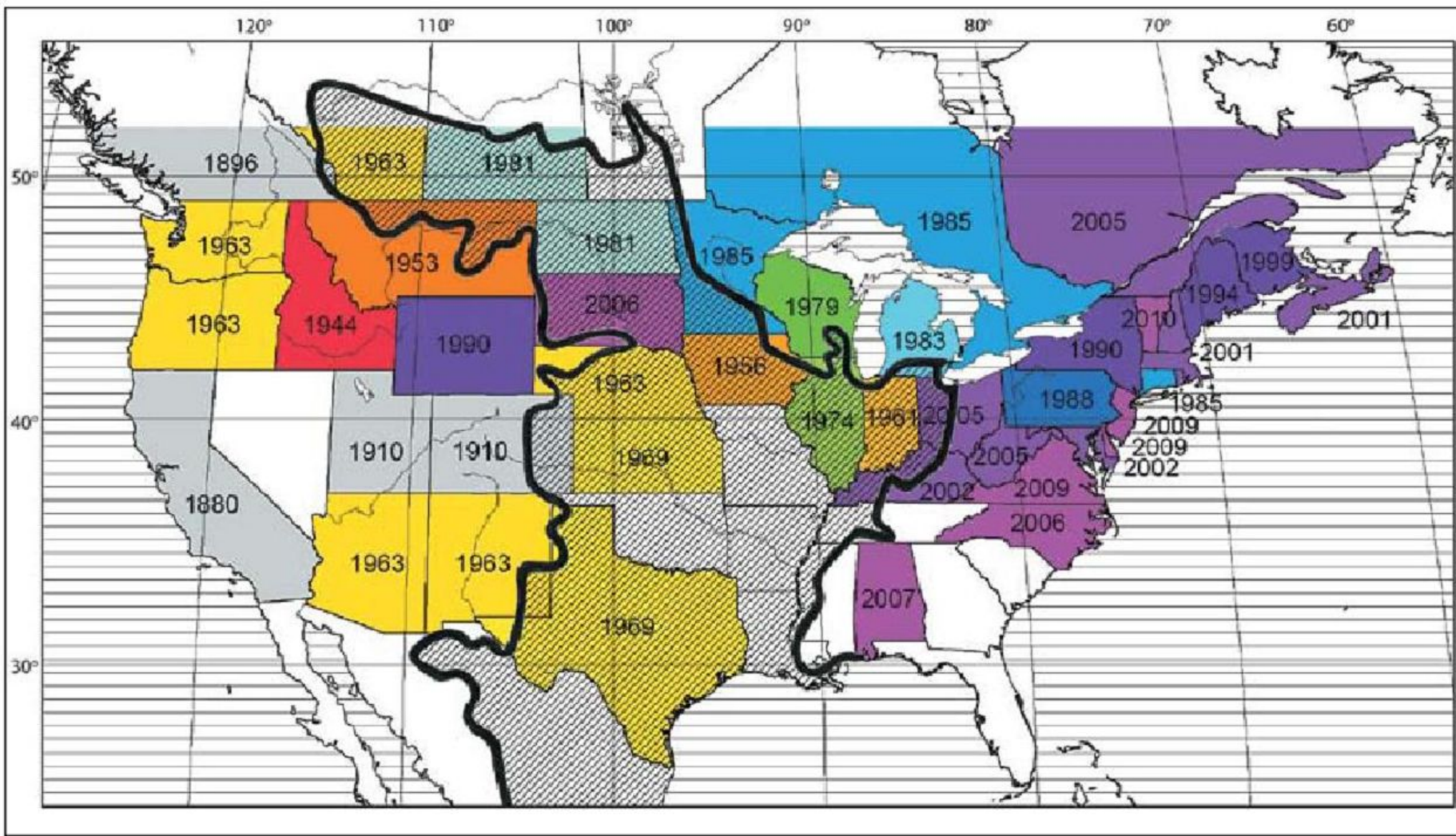
Хронология расселения

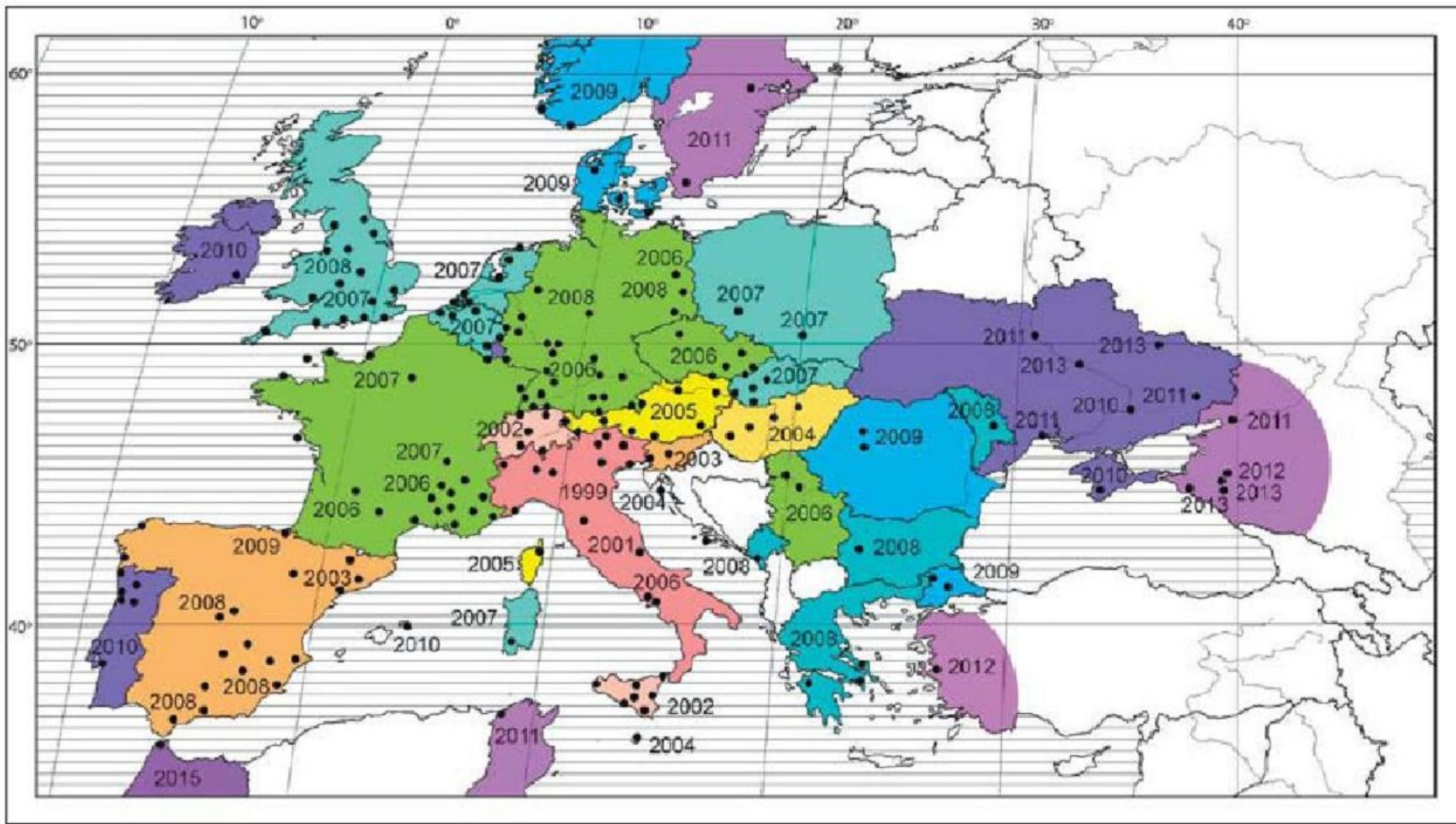
Leptoglossus occidentalis Heidemann 1910

western conifer seed bug



Д. Гапон. Иностраный агент на наших соснах// Наука и жизнь, №9, 2015, с. 34--46





СВОЙСТВА ПОПУЛЯЦИЙ (По В.А. Соловьев, 1985 с изменениями)

4. Потенциальное бессмертие.

Жизнь на Земле представлена в дискретной форме, в виде особей. Каждая особь проходит определенные стадии своего развития: от рождения до смерти.

Ничто не вечно. Среднее время существования вида 2 млн. лет.

СВОЙСТВА ПОПУЛЯЦИЙ (По В.А. Соловьев, 1985 с
изменениями)

5 А) Генетическое единство
свойство популяции и более высоких
единиц (рас, видов)

Б) Генетическая гетерогенность.

В естественных условиях определяется
*наличием **Предела чувствительности***
конкурентоспособности.

Распространение бурого медведя *Ursus arctos*



**Следствие наличия *предела*
чувствительности конкурентоспособности:**

В разных частях ареала вида накапливается определенное число отклонений от нормального генома, что ведет к возникновению рас, но не сказывается на конкурентоспособности особей и выполнении их функций в составе сообществ

Расы медведя *Ursus arctos* в разных частях ареала



Ursus arctos horribilis



Ursus arctos arctos



Ursus arctos middendorffi

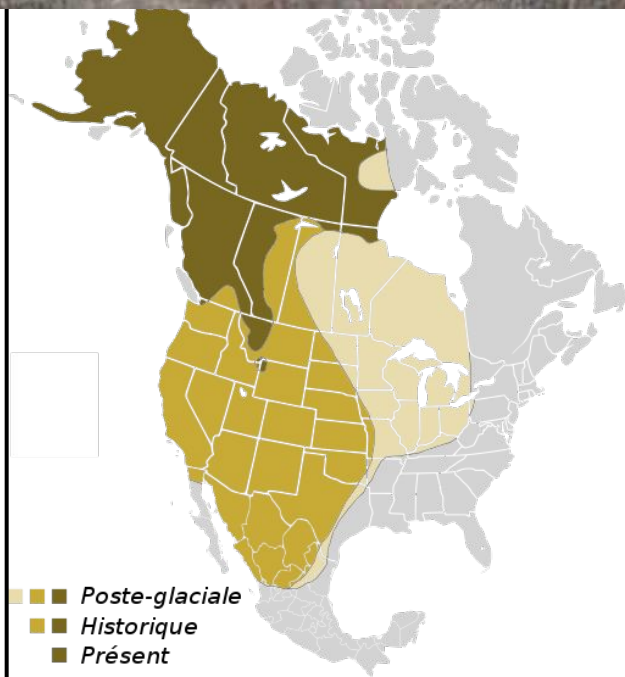


Ursus arctos syriacus

Гризли *Ursus arctos horribilis*



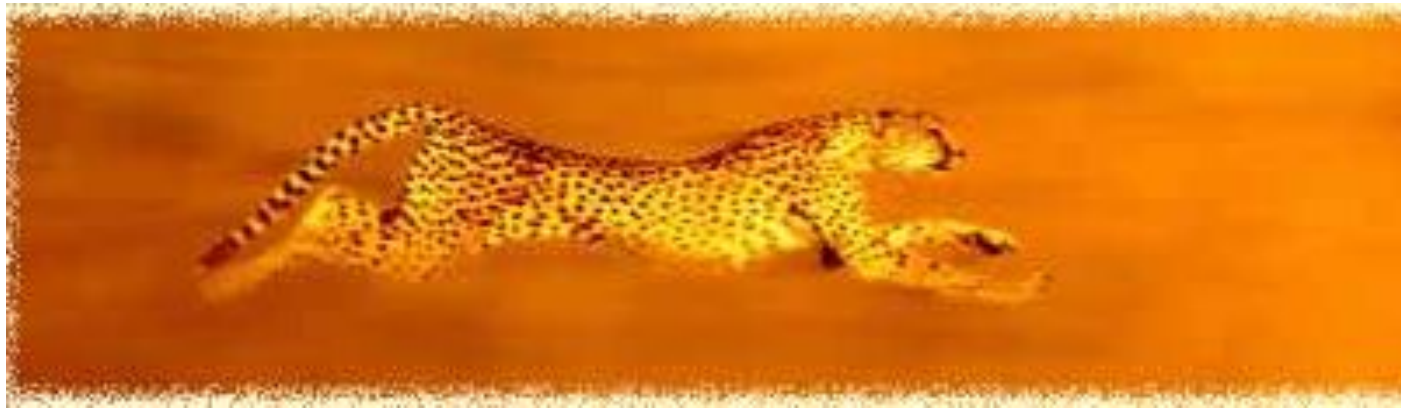
**Adult grizzly bear with cubs (*Ursus arctos horribilis*)
in Katmai National Park and Preserve, Alaska.**



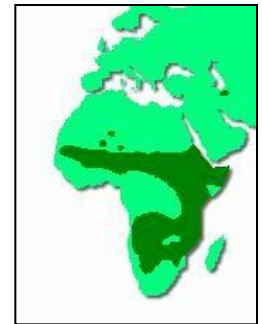
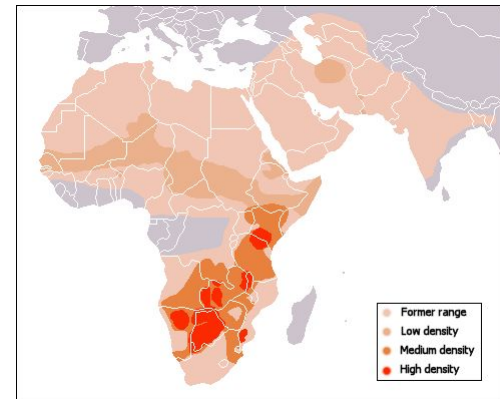
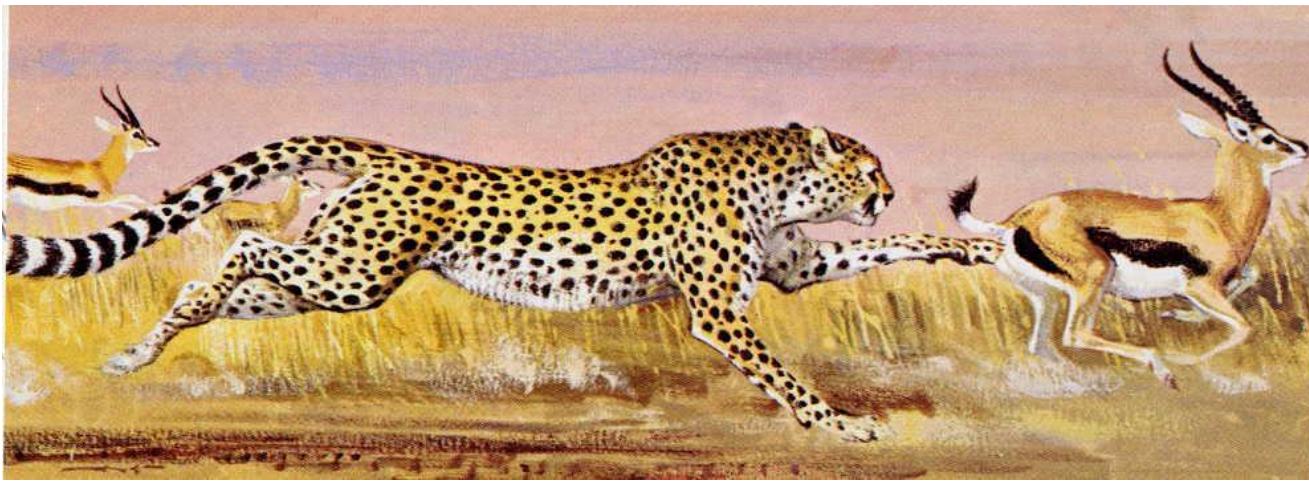
Виды с нулевой гетерозиготностью,
ошибок нет: гепард *Acinonyx jubatus*



Виды с нулевой гетерозиготностью, ошибок нет: гепард *Acinonyx jubatus*



- Гепард - самое быстрое животное на земле, он может развивать скорость до 110 км/час и разгоняется до скорости 60 км/час всего за 2 секунды – *быстрее, чем машины "Формулы-1"!* (<http://cats-portal.ru/pub/wild/?p=cheetah>)



- Однако длина забега не превышает 300 – 500 м (10—15 с) поскольку гепард перегревается (отсутствуют потовые железы), и до следующей охоты он должен отдыхать 30-40 минут.

- <http://members.bordernet.com.au/~simba67mkuki/lllustrator%20files/Articles/Wildlife/Cheetah.pdf>
- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/63/Cheetah_range.gif

Виды с нулевой гетерозиготностью ошибок нет: белый медведь



Виды с нулевой гетерозиготностью ошибок нет: белый медведь





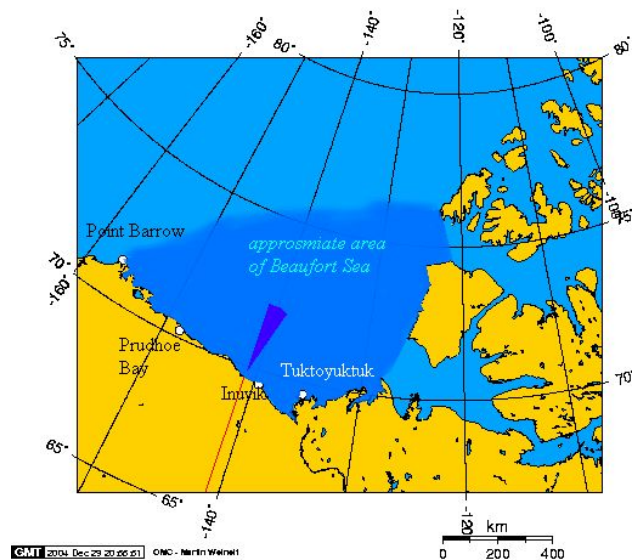
George M. Durner
Title: Research Wildlife Biologist,
USGS, Alaska Science Center,
Anchorage, Alaska

Анкоридж



Море Бафорта

Beaufort Sea



Наблюдения проведены с 23 августа 2008 года (на 7-летнюю медведицу был надет спутниковый ошейник) по 26. октября 2008. В этот период самка сделала безостановочный в течение 9 дней заплыв в море Бофорта длиной 687км километров и затем с перерывами плыла и шла по поверхности льда еще 1800 километров. Начальный вес был 225 кг, при повторном обследовании в октябре, она потеряла 22% (49 кг) массы тела, а также своего годовалого медвежонка.

- She was captured again with a cub on Aug. 23, 2008. She weighed 497.2 pounds and her cub was 350 pounds, already the size of a North Slope grizzly.
- Bear 20741 was fitted with a radio collar that recorded locations, ambient temperatures, and activity level. A device surgically implanted in her rump logged body temperature.
- Three days after her capture, she started her epic swim. Recaptured and weighed Oct. 26, 2008, she had dropped 107.8 pounds to 389.4 pounds. The cub was not with her. Researchers assume the cub drowned but cannot say for sure.
-

Read

more: <http://www.adn.com/2011/02/06/1687857/polar-bears-epic-swim-seen-as.html#ixzz1cz6EiA6P>

Пример
конкурентного взаимодействия в
пределах популяций
лесообразующих видов на
разных стадиях восстановления
сообществ после пожаров

Категории состояния особей ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.)

Санитарные правила, 1970	Биологическое состояние	Масса хвои %
I Без признаков угнетения	Не угнетенные	75–100
II Ослабленные	Слабо угнетенные	50–74
III Сильно ослабленные	Сильно угнетенные	25–49
IV Усыхающие	Усыхающие	1–24
V Сухие	Сухие	0



I



II



III



IV



V 51

Категории состояния особей сосны (*Pinus sylvestris* L.)

Здоровые
I

**Ослаб-
ленные**
II

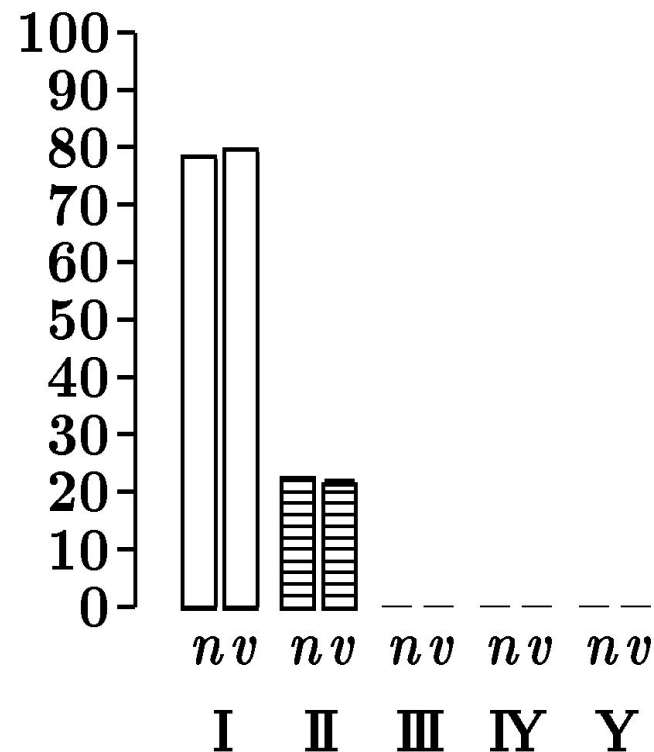
**Сильно
ослаб-
ленные**
III

**Усыхаю
щие
(отмира-
ющие)**
IV

Сухие
V

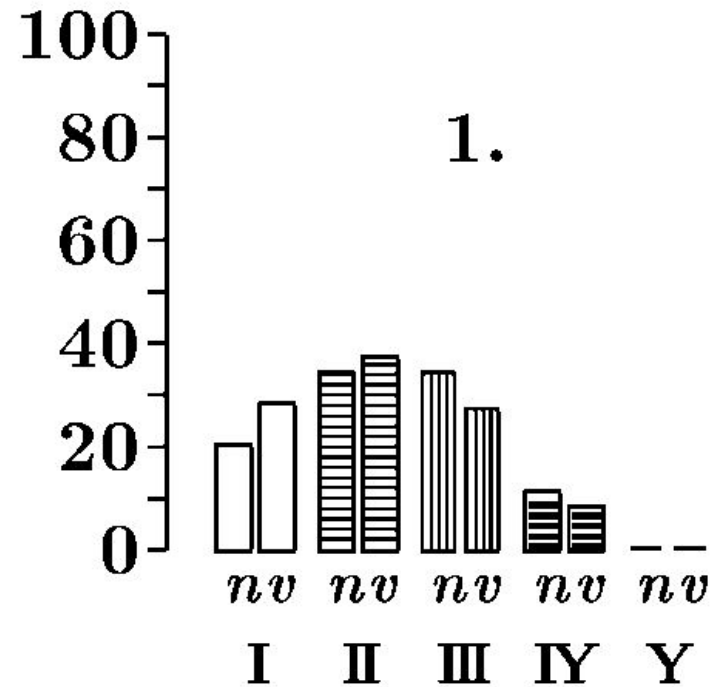


Начальные стадии восстановления сообществ (давность нарушения 40 лет)



- **Абсолютное преобладание (до 80-90%) здоровых особей при отсутствии сильно ослабленных и отмирающих**
- **Слабая внутривидовая конкуренция**

Поздние стадии восстановления сообществ, (давность пожара 180 лет)



- Наличие особей всех категорий состояния, повышение доли ослабленных особей
- Высокая напряженность конкуренции

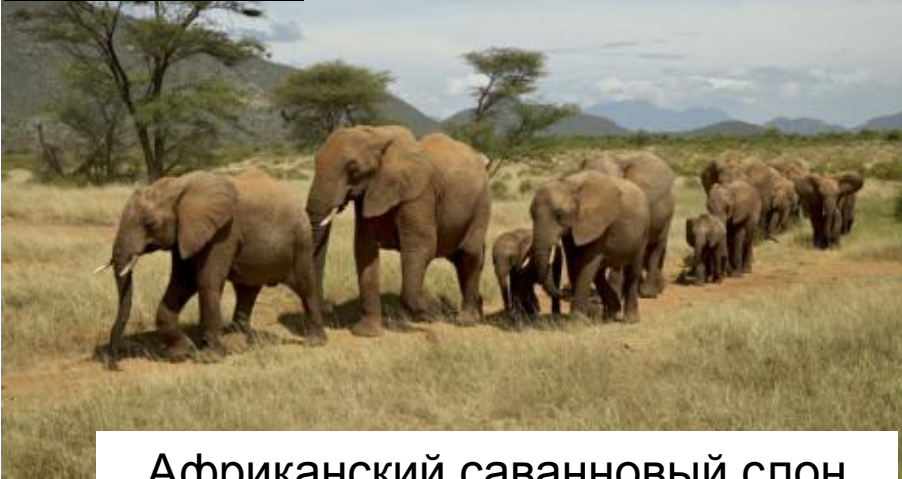
- Рассмотренный пример показывает, что естественные сообщества характеризуются чрезвычайно высокой конкуренцией в популяциях лесообразующих видов, в результате которой большинство особей находятся в угнетенном состоянии.
- В ненарушенных лесах выживают только особи максимально приближенные к нормальному геному и содержащие минимальное количество ошибок в генетических программах.

Самые главные свойства популяционного уровня:

- **Поддержание нормального генома**
(конкурентное взаимодействие)
- **Экспансия**
- **Неавтономное (подчиненное)**
положение по отношению к
сообществу (экосистеме,
биогеоценозу), в котором находится
популяция

- Измеримые
параметры популяций

Какие параметры характеризуют популяцию?



Африканский саванновый слон
Loxodonta africana



Lemniscomys barbarus L.
Barbary striped Grass Mouse
полосатая травяная мышь

Параметры популяции (1)

- **N** – численность популяции (число особей),
Самая крупная стая сельдей – $3 \cdot 10^9$ особей
- **M** – биомасса (суммарная для всех особей)
- **E** – химически связанная энергия,
- **S** – площадь
- **$N/S, M/S, E/S$** – плотность .
 - Относительная сумма площадей сечений
 - Проективное покрытие
 - Плотность древесного яруса
 - 500 стволов (сосен) на 1 га территории [число особей га⁻¹]
 - 10 кг лещей на 1 га поверхности водоема,
 - $5 \cdot 10^6$ клеток водоросли определенного вида в 1 куб м воды.

Параметры популяции Рождаемость и Смертность



Параметры популяции (2)

- **b (birth)** – рождаемость: число новых особей, появившихся в популяции за определенный промежуток времени.
 - а) экологическая – наблюдаемая при данных условиях внешней среды
 - **Главное условие, определяющее рождаемость – степень нарушенности (давность нарушения) сообщества в которое входит популяция.**
 - б) b_{\max} максимальная – при отсутствии лимитирующих факторов (при экспансии, колонизации нарушенной территории).

Параметры популяции (3)

d (death) – смертность погибших особей в популяции за определенный промежуток времени,

- экологическая (естественная)
- минимальная d_{\min} (в состоянии экспансии)

В состоянии экспансии резко снижается конкурентное взаимодействие и, как следствие, резко увеличивается число особей, содержащих ошибки в геноме.

Параметры популяции (4)

r (rate) биотический потенциал –
прирост популяции за единицу
времени

- $r = b - d$
- $r_{\max} = b_{\max} - d_{\min}$

l – выживаемость $l = 100\% - d_{\Sigma 10} \%$.

Выживаемость [%] особей, родившихся в
данный промежуток времени и выживших в
течение 10 лет.

У каких животных биотический потенциал выше?



- Комар
- Мышь
- Слон

?

Динамика численности
популяций
Экспоненциальная модель

Экспоненциальная модель

$$\text{Модель: } dN/dt = r N$$

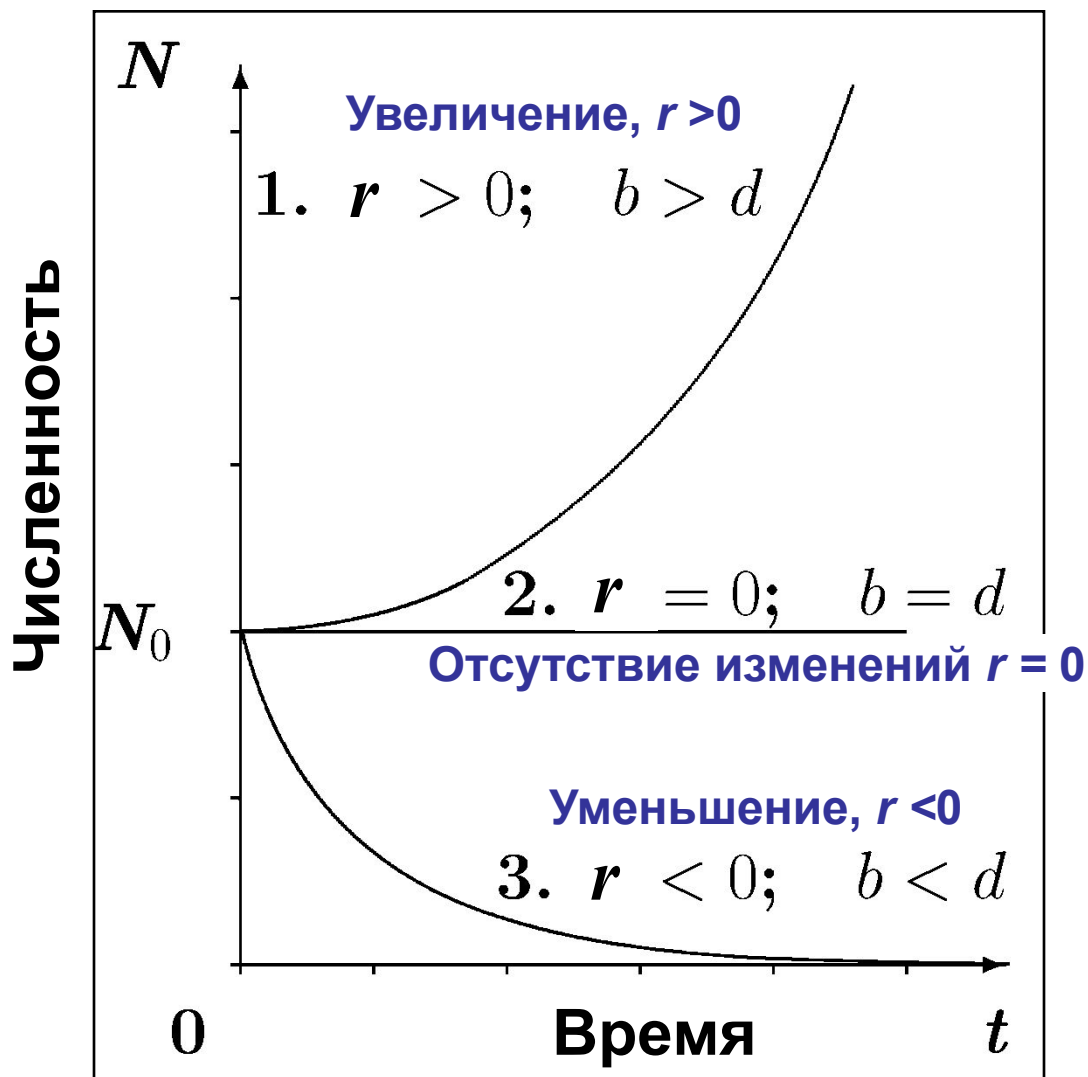
$$N = N_0 e^{r t}$$

N_0 — Начальная численность, особи

r — Коэффициент, характеризующий изменение численности, год⁻¹

t — Время, годы

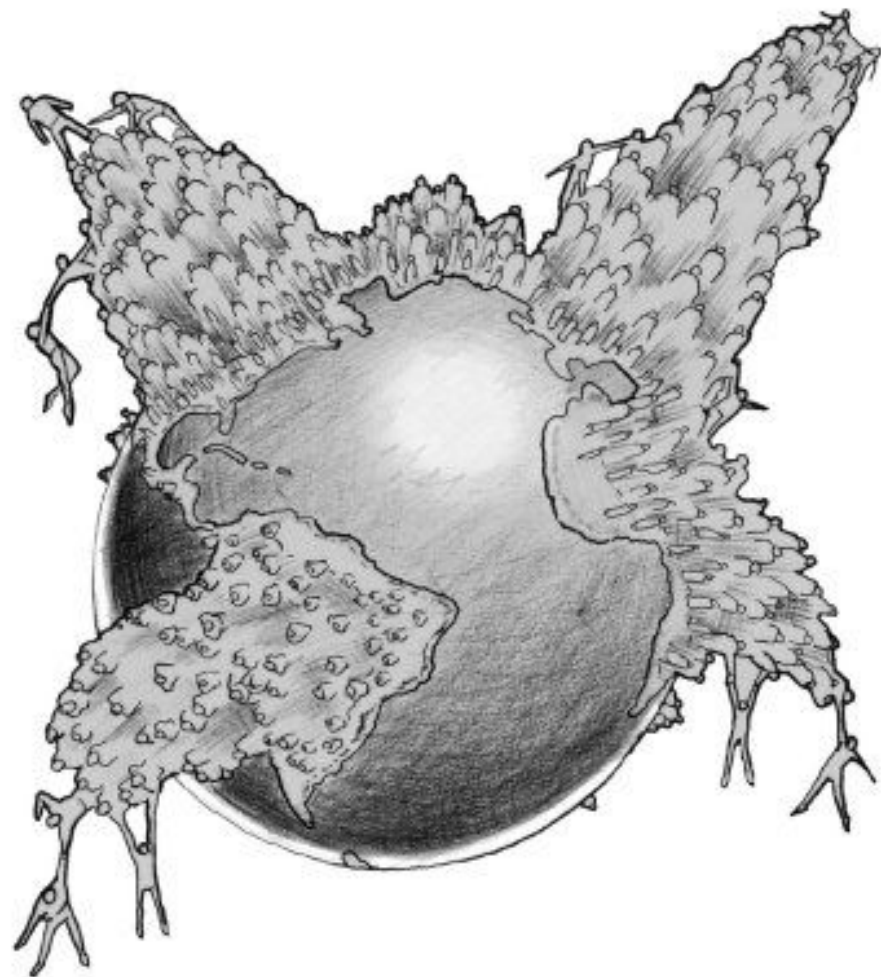
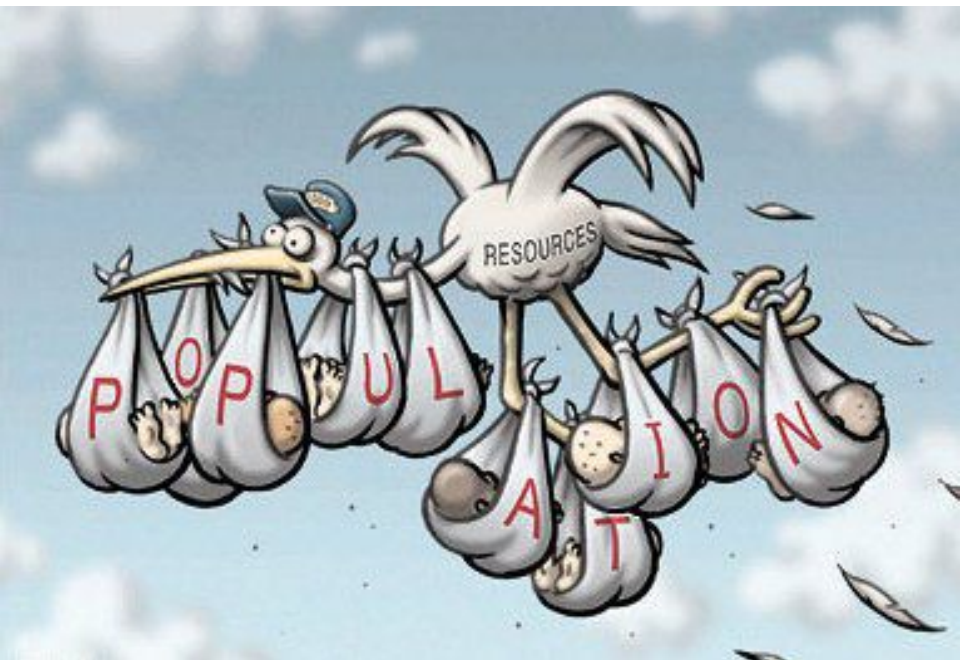
Динамика численности популяций в зависимости от биотического потенциала R



Экспоненциальная модель:

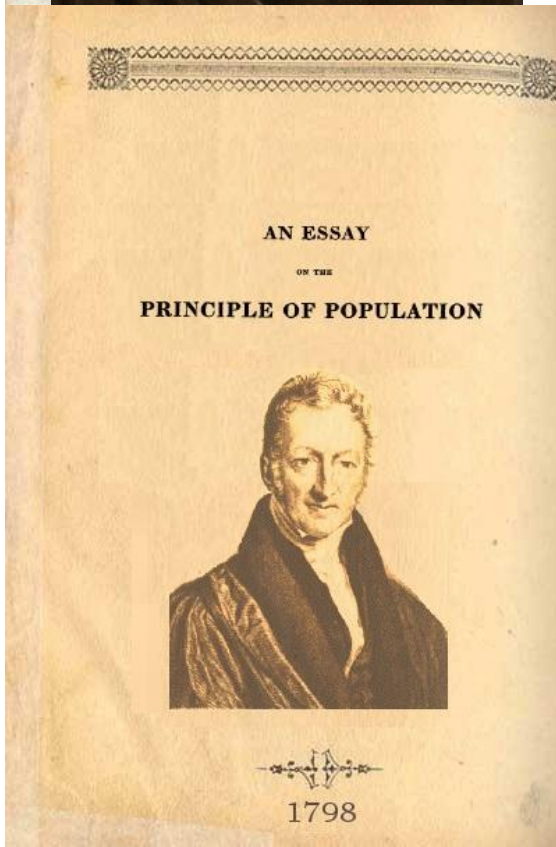
$$N = N_0 e^{rt}$$

Рост численности населения



Мальтус (Malthus), Томас-Роберт,
1766-1834

знаменитый английский
экономист, сначала священник,
потом профессор истории и
политической экономики



Основная работа:

- "Опыт о народонаселении",
- "An Essay on the principle of population", 1798; русск. перев. 1868 и сокр. 1895.
- Главный тезис: народонаселение возрастает в геометрической прогрессии, а средства существования в арифметической ("закон Мальтуса").

Неограниченный рост (1) численности населения Экспоненциальная модель

По Malthus, 1798, с дополнениями

$$N = N_0 e^{rt}$$

0 – 1900 гг.; $k_r = 0.86$

$$r = (9.2 \pm 2.4) 10^{-4}$$

(k_r – коэффициент корреляции)

1900 – 2000 гг.; $k_r = 0.996$

$$r = (180. \pm 6.4) 10^{-4}$$

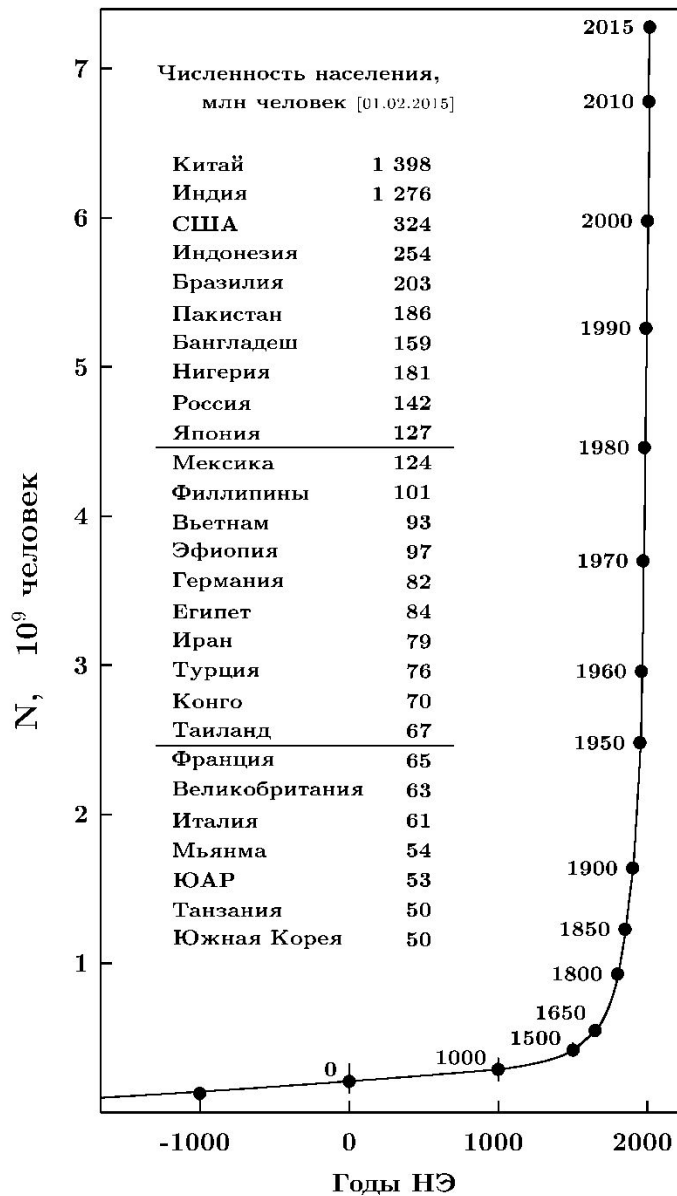


Рис 3. Рост численности населения Земли в течение последних трех тысяч лет [McEvedy and Jones, 1978; V.G. Gorshkov, 2000] и современная [2015] численность населения в странах с населением более 50 млн человек, [<http://www.worldometers.info/world-population/>].

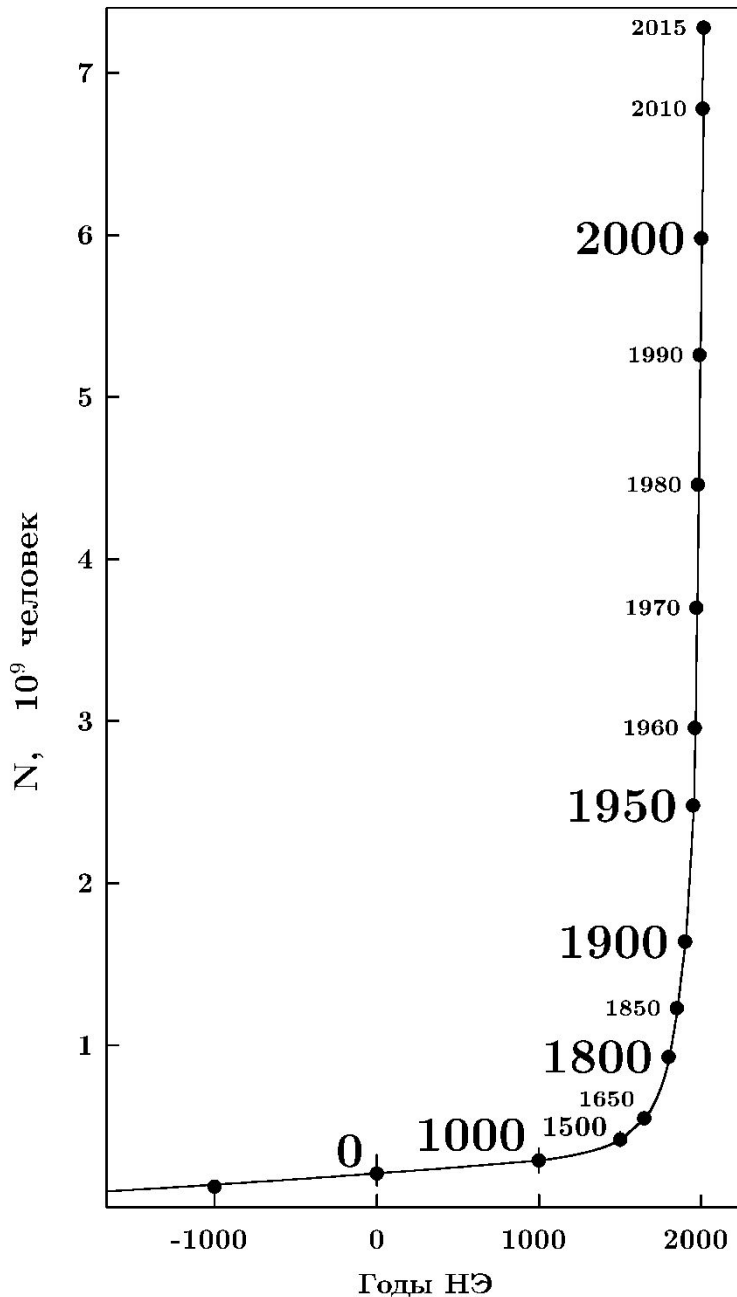
Впервые в применении к популяциям уравнение возрастающей экспоненты применил Мальтус (1798).

Популяцию, численность которой возрастает по экспоненте, называют **мальтузианской**, а максимальный биотический потенциал – **мальтузианским параметром**.

Гиперболическая модель роста численности населения



**Соловьев Виктор
Александрович**
Заведующий кафедрой
общей экологии, анатомии
и физиологии растений
Санкт - Петербургского
Государственного
Лесотехнического Университета
доктор биологических
наук , профессор



Неограниченный рост (2) численности населения Гиперболическая модель

(по: В.А. Соловьев, 1985)

$$N = 1 / (a + b x)$$

I 0 – 2000 гг, $Kr = - 0.96$

(Kr – коэффициент корреляции)

II 1500 – 2000 гг, $Kr = - 0.998$

«Конец света»:

$$y = 0 : N \rightarrow \infty$$

$$a + bx = 0; x = -a / b$$

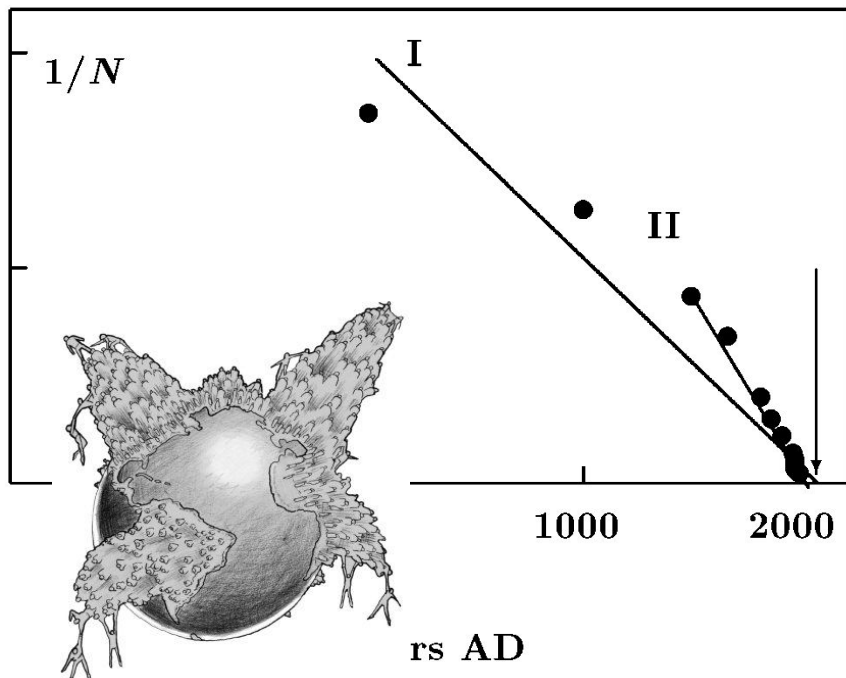
I 2050 год

II 2036 год

Неограниченный рост (2)
численности населения
Гиперболическая модель

Линейное представление

$$y = 1/N = a + b x$$



I 0 – 2000 гг., $r = -0.96$

$$a = 4.9 \pm 0.33 \text{ [людей}^{-1}\text{]}$$

$$b = -(23 \pm 2.) 10^{-4} \text{ [год}^{-1} \text{людей}^{-1}\text{]}$$

II 1500 – 2000 гг., $r = -0.998$

$$a = 8.86 \pm 0.1$$

$$b = -(43 \pm 0.5) 10^{-4}$$

