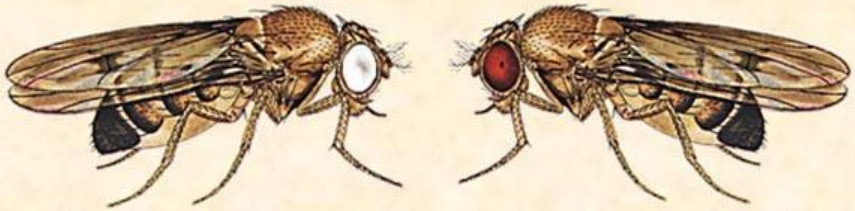
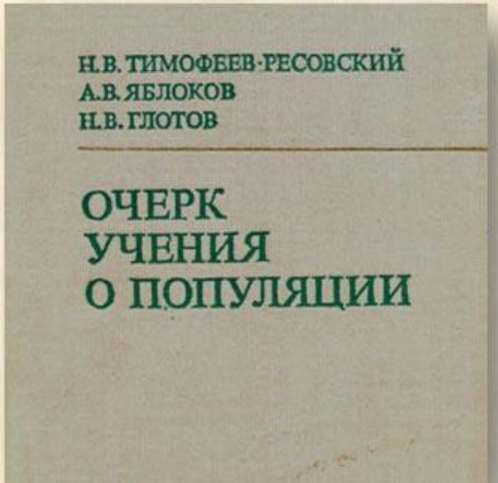
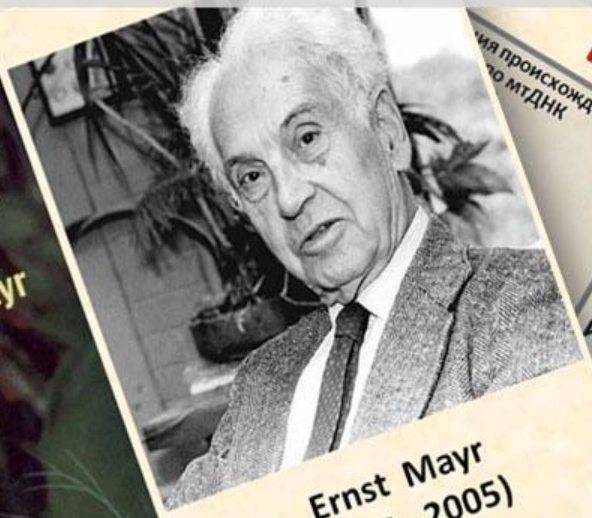
Общая биология:
современные концепции и методы



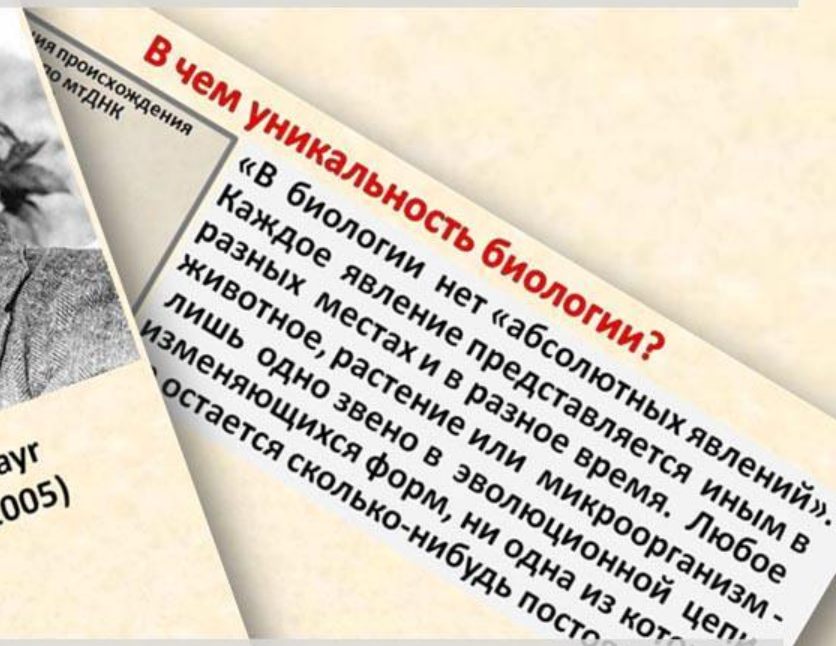
УЧЕНИЕ О ПОПУЛЯЦИИ



Для понимания биологического смысла разно-образных явлений и процессов, происходящих в живой природе, необходимо особое «популяционное мышление»



Ernst Mayr
(1904 - 2005)



В чем уникальность биологии?

«В биологии нет «абсолютных явлений». Каждое явление представляется иным в разных местах и в разное время. Любое животное, растение или микроорганизм - лишь одно звено в эволюционной цепи изменяющихся форм, ни одна из которых остается сколько-нибудь постоянной.

На популяционном уровне постоянно ощущается влияние всех других основных уровней организации жизни — молекулярно-генетического, организменного, биогеоценотического

Популяция - сообщество потенциально скрещивающихся особей.

Э.Майр

Популяция – совокупность особей одного вида, обладающих общим генофондом и занимающих определенную территорию.

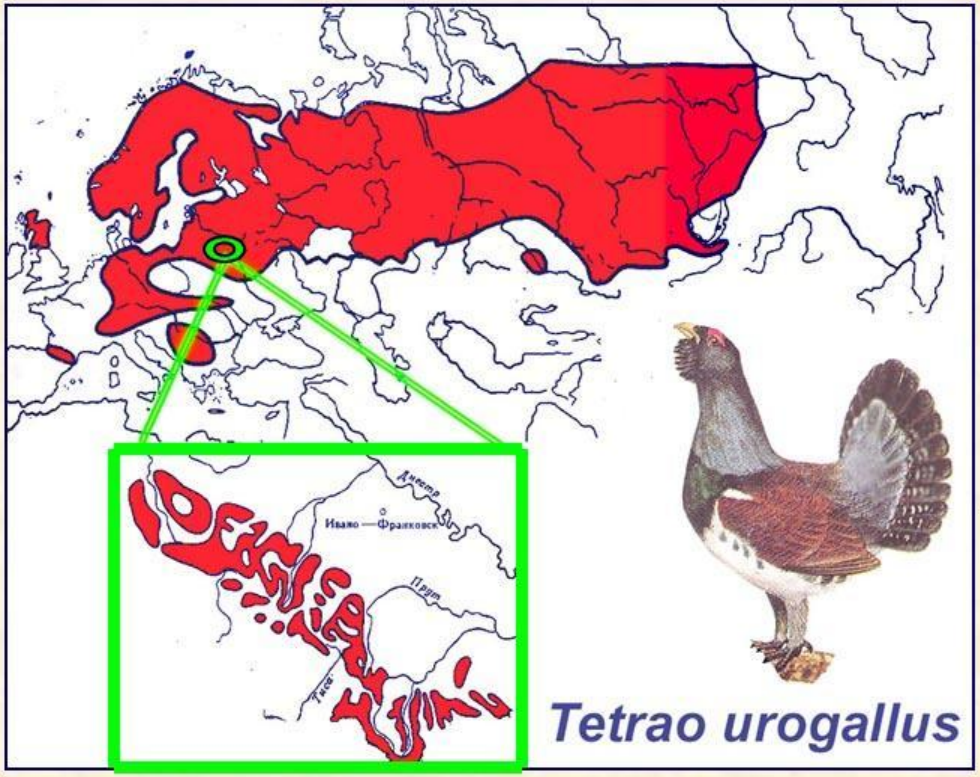
Биологич.энциклопед.словарь

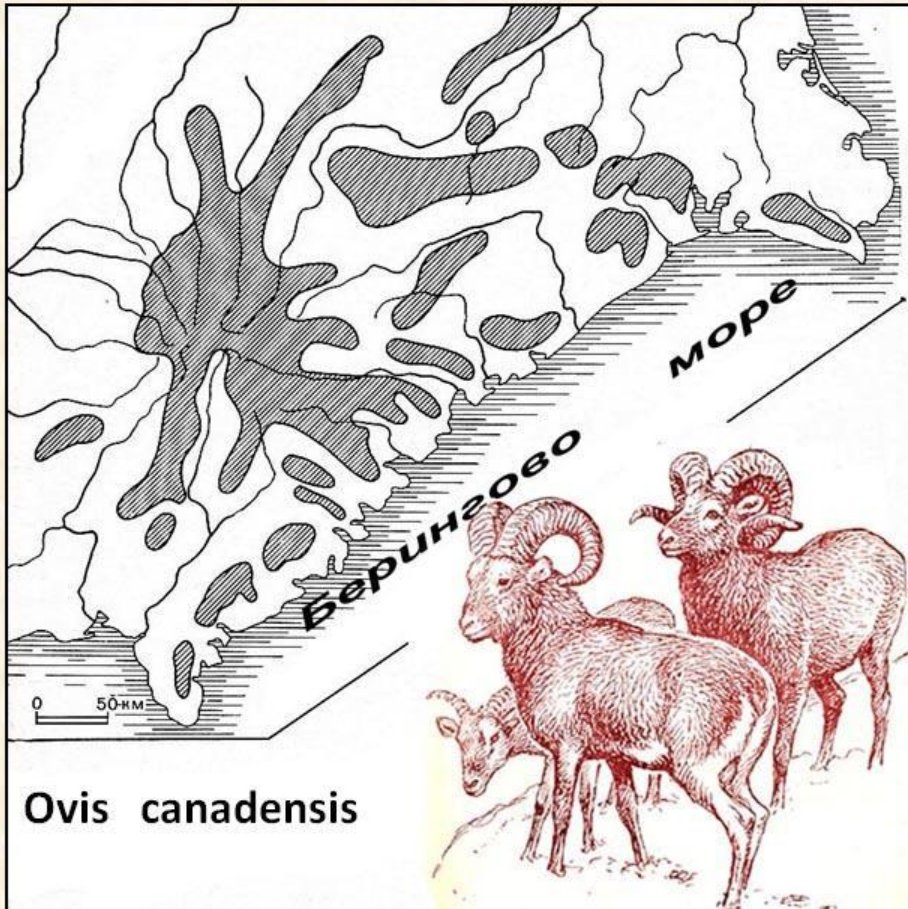
Популяция – панмиктическая единица

Панмиксия – свободное скрещивание

Популяция – единица эволюции

Как распространены виды ?





Каждый вид занимает определенную область распространения - АРЕАЛ

Распространение прыткой ящерицы

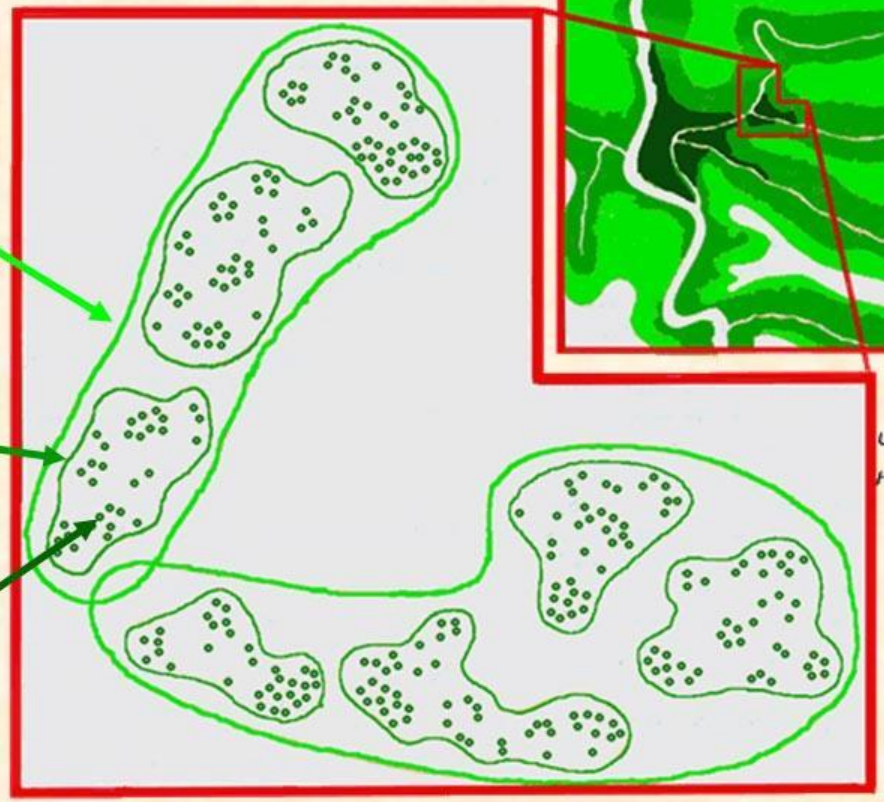
Lacerta agilis

ТОПОГРАФИЯ АРЕАЛА

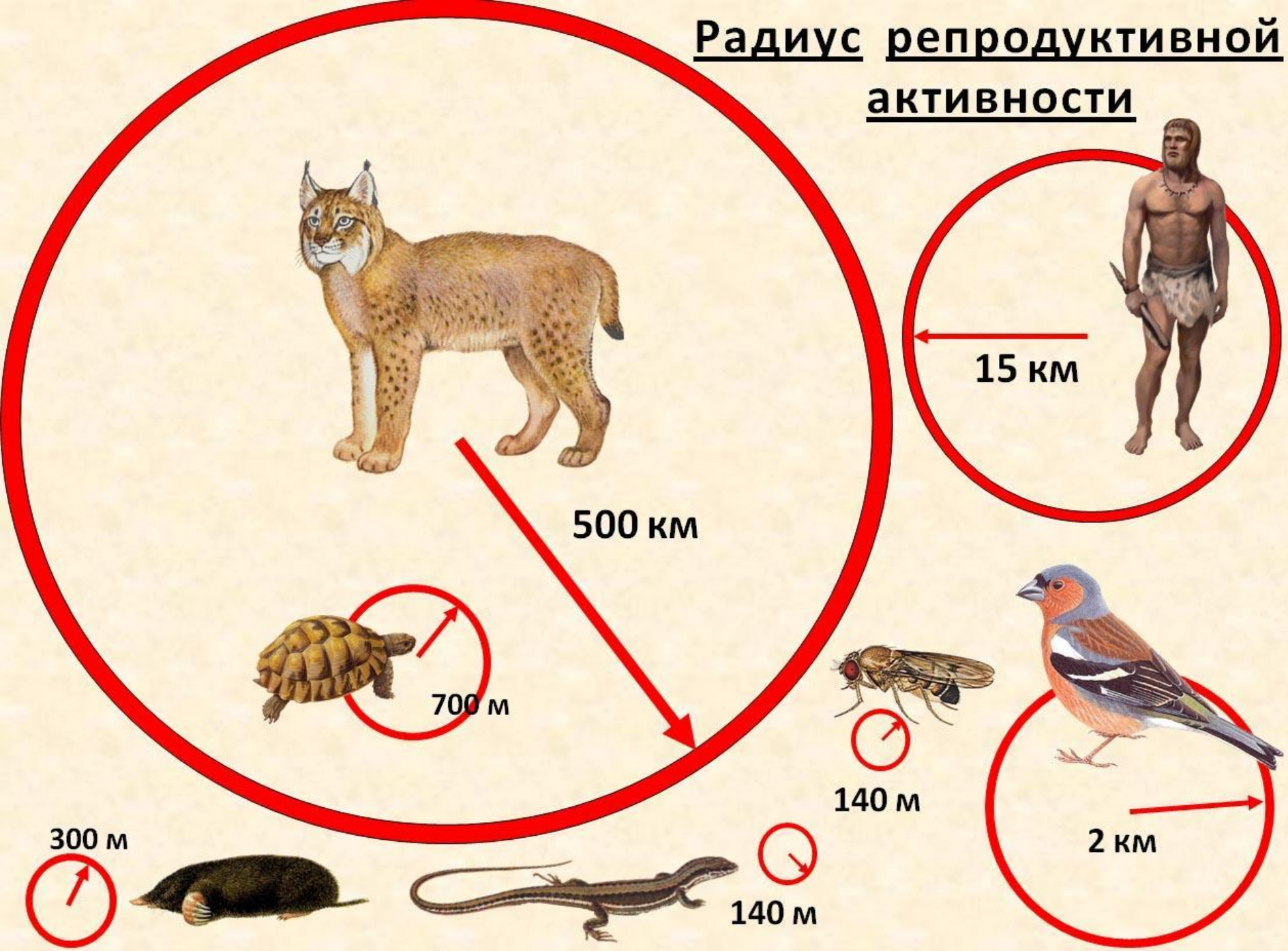
Локальная популяция: несколько демов

Дем: 20 или более семейных групп

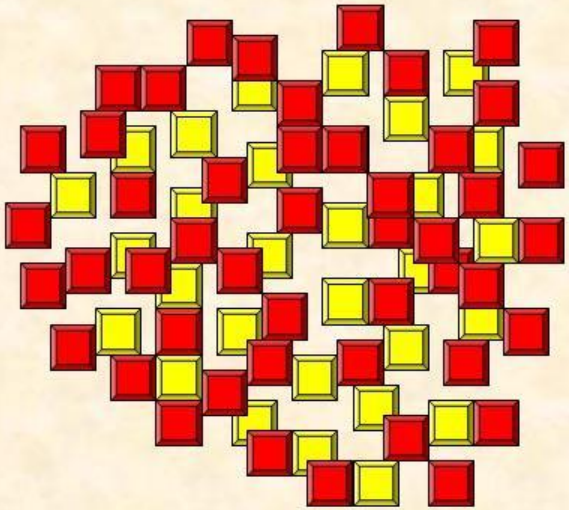
Семейная группа: 4 - 8 особей

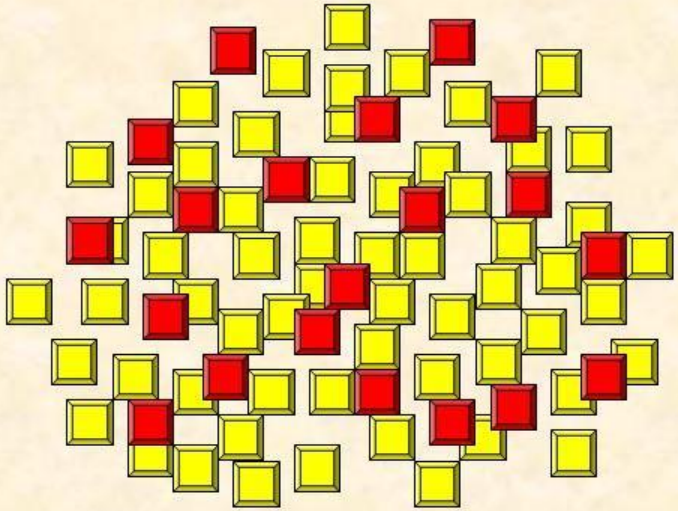


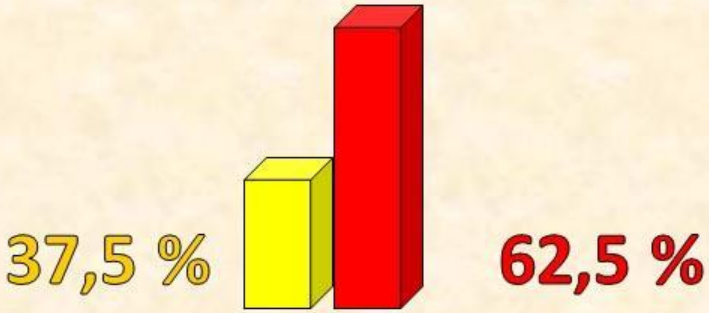
Радиус репродуктивной активности

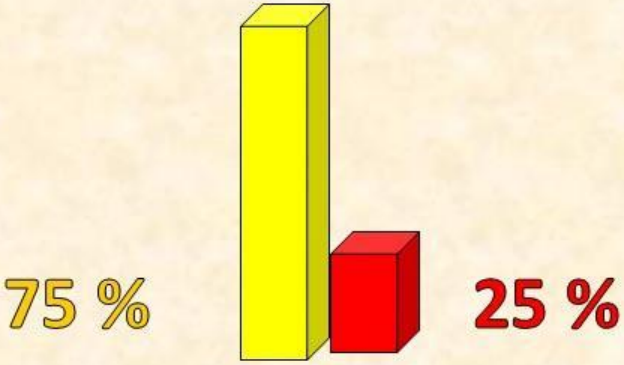


Генофонд популяций одного вида отличается разным содержанием одинаковых аллелей (признаков)

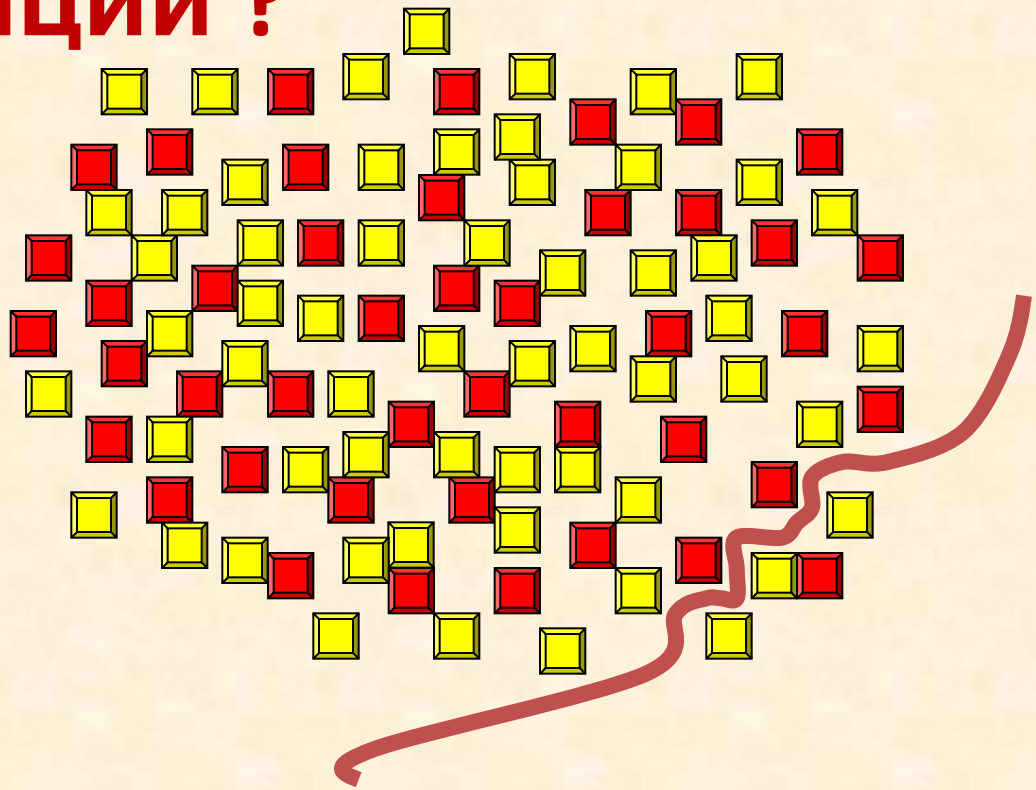




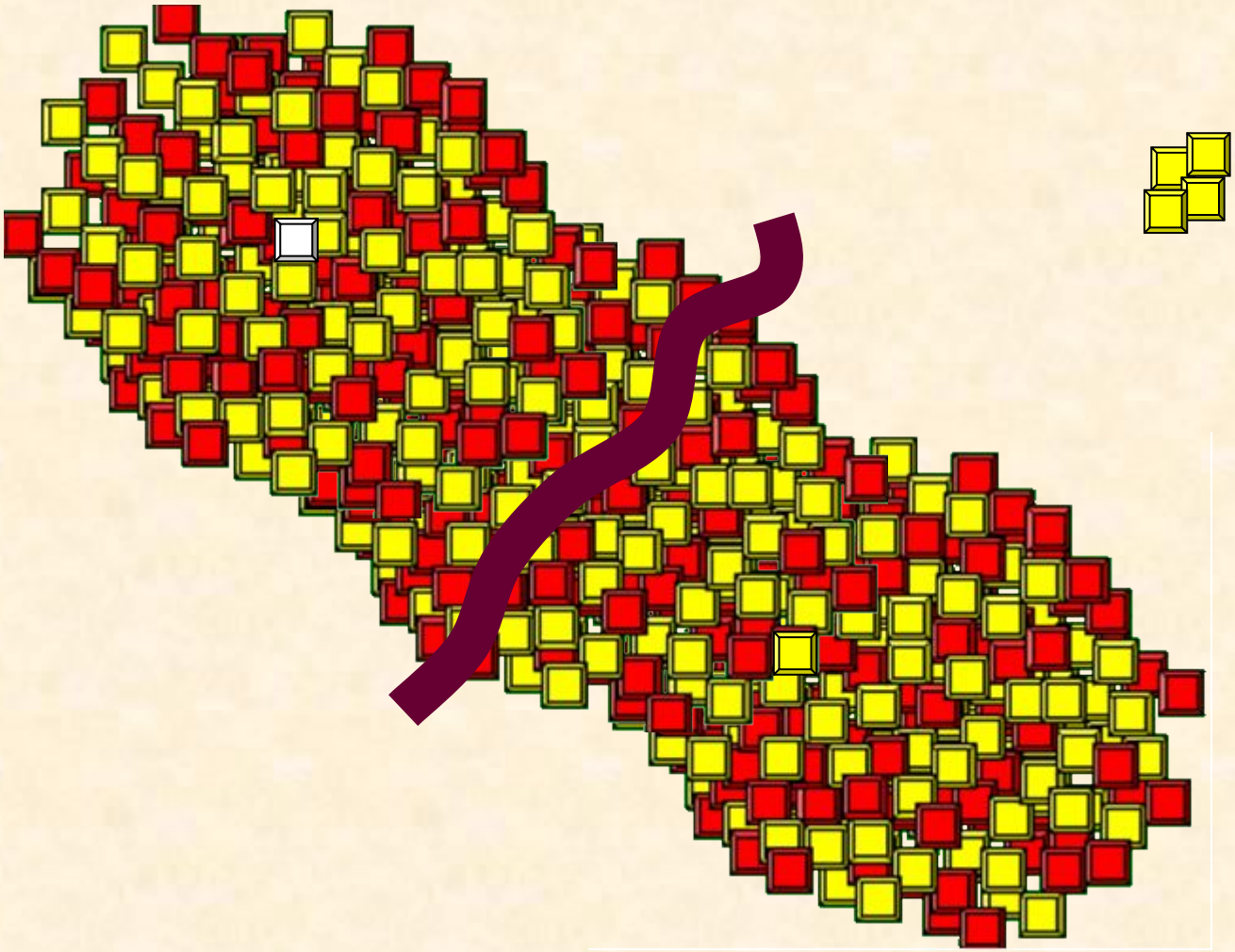




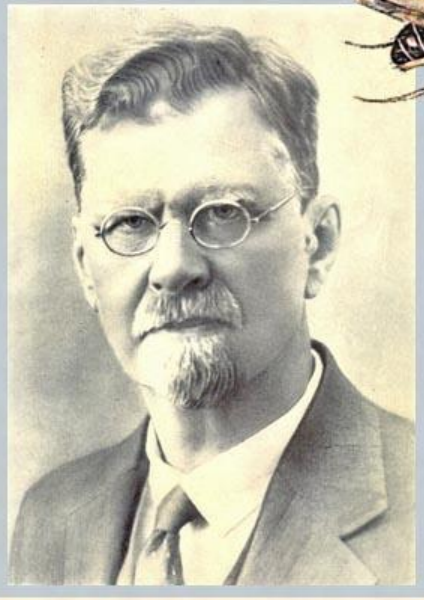
Как образуются новые популяции ?



Как и почему появляются различия между родственными популяциями ?



Зарождение популяционно – генетических исследований



Четвериков
Сергей Сергеевич
(1880–1959)

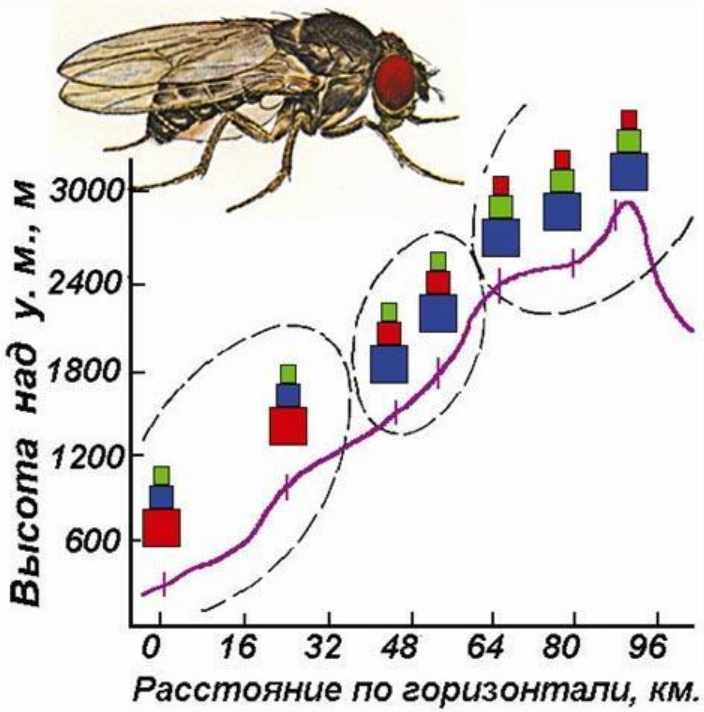
С. С. Четвериков 1926

О НЕКОТОРЫХ МОМЕНТАХ ЭВОЛЮЦИОННОГО ПРОЦЕССА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ГЕНЕТИКИ [1]

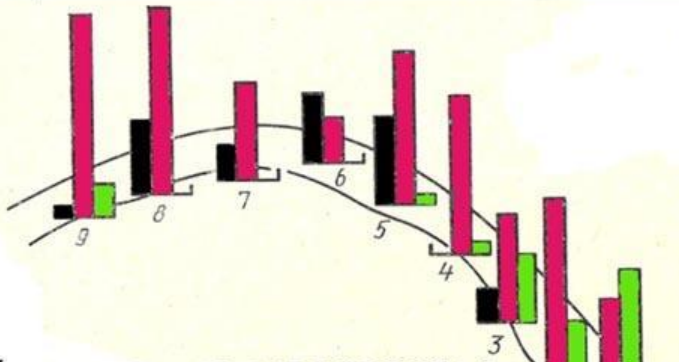
Едва ли какая-либо другая область биологического знания м
с таким удовлетворением оглянуться на пройденный за последние

Дрозофилисты в лаборатории Института экспериментальной биологии.
Д.Д.Ромашов,
Н.К. Беляев,
С.С. Четвериков,
А.И. Четверикова,
Е.И. Балкашина,
А.Н. Пролетов,
С.М. Гершензон,
Б.Л. Астрауров

Определение границ популяций



Частота встречаемости (относительная величина квадратов) трех хромосомных перестроек в семи выборках Drosophila pseudoobscura на одном из участков гор Сьерра-Невада (Dobrzhansky, 1948)



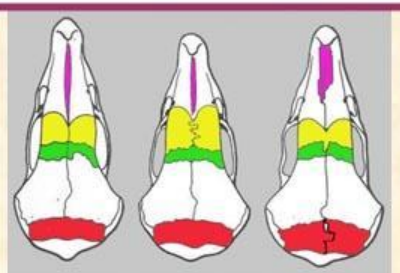
Изменение частоты встречаемости разных признаков окраски раковины у Cepaea hortensis на склонах небольшой горы в окр. Санкт-Петербурга

1 - 9 места сбора материала;

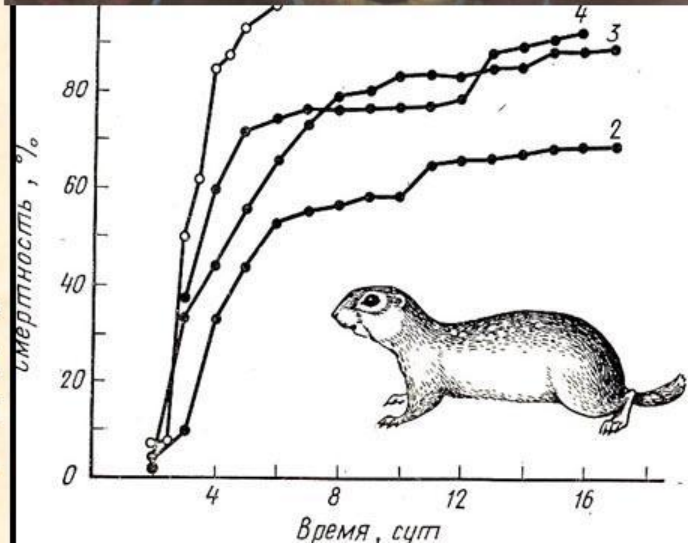
- полосы депигментированы,
- полосы сливаются;
- полосы отсутствуют.

Внутрипопуляционная, или индивидуальная изменчивость

Варакушка *Cyanosylvia svecica*

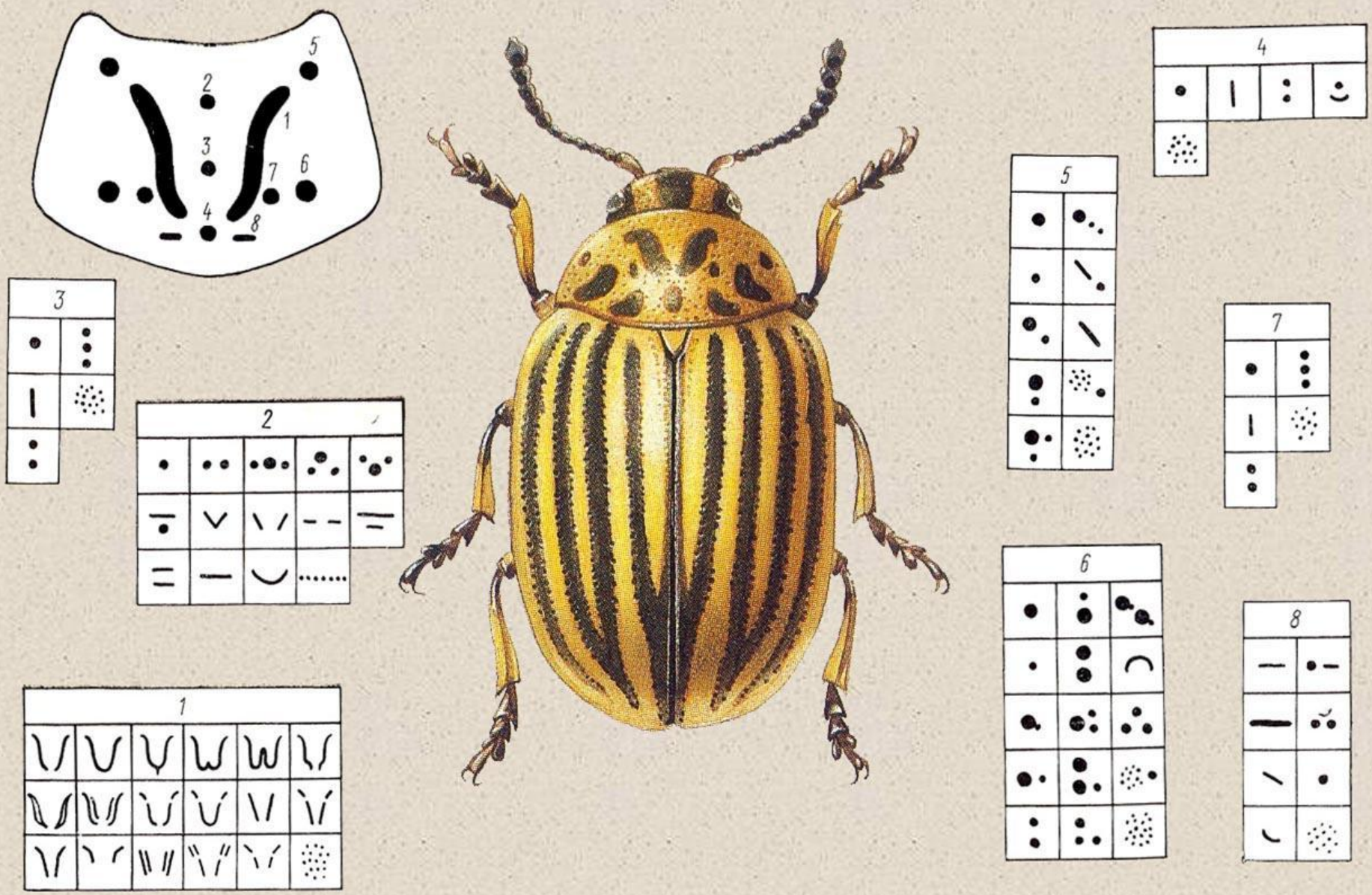


Вариации формы костей черепа крота



Смертность сусликов из разных популяций после заражения чумой

Вариации рисунка у колорадского жука



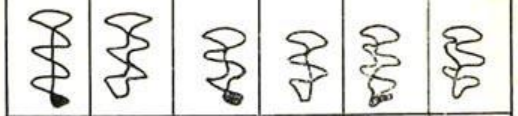
M^1		M^2		M^3	
					
0	100	4	96	81	19
13	87	99	1	100	0

Рис. 13.6. Пример фенов видового масштаба. Частоты вариаций в строении жевательной поверхности трех верхних коренных зубов обыкновенной полевки *Microtus arvalis* (вверху) и пашенной полевки *M. agrestis* (по H. Deinske, 1969)

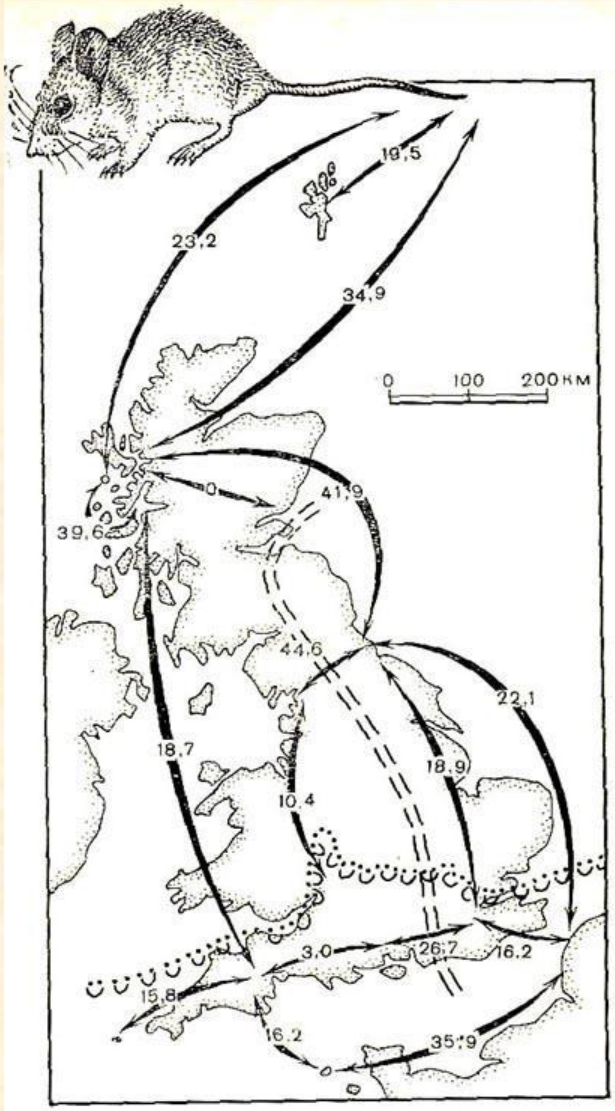


Рис. 14.7. Фенетические дистанции между популяциями лесных мышей *Apodemus sylvaticus* разных районов Великобритании и соседних стран (в условных показателях) (по R. Berry, 1977).

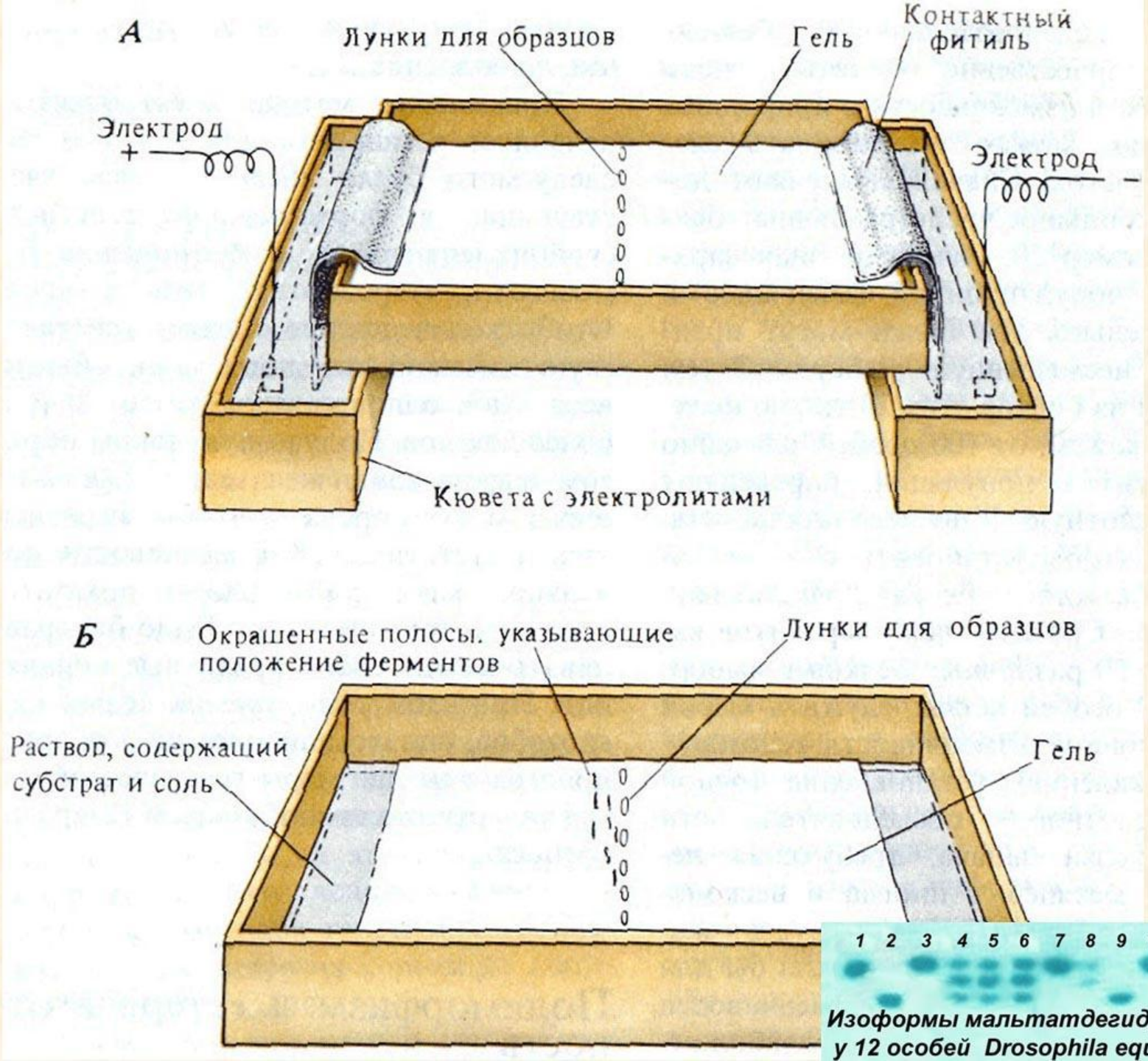
Пунктиры — граница максимального оледенения, двойной пунктир — современный ареал предположительно «доледниковых» популяций

ИЗОФЕРМЕНТНЫЕ СПЕКТРЫ ПОПУЛЯЦИЙ

Изоформы мальтатдегидрогеназы у 12 особей Drosophila equinoxialis

Изоформы кислой фосфотазы у 12 особей Drosophila equinoxialis

ИЗОФЕРМЕНТНЫЕ СПЕКТРЫ ПОПУЛЯЦИЙ



Изоформы мальтатдегидрогеназы у 12 особей Drosophila equinoxialis

Как изменяется в разных поколениях соотношение частот аллелей в одной популяции ?

В обособленной панмиктической популяции концентрация (частота встречаемости) аллелей, не подверженных отбору, остаётся неизменной в последующих поколениях

$$p^2 AA + 2pq\, Aa + q\, aa^2 = 1$$

формула Харди - Вайнберга

ЛИСЫ АЛЯСКИ
и их генотипы

1824 год.
Записки правителя Российско-Американской компании К.Т. Хлебникова.

«На острове Кодьяк упромышлено в Трехсвятительской артели чернобурых - 59, сиводушек - 104, красных лис грубой шерсти – 89, ...»

Как определить частоту гена ***B*** ?

чернобурые (***BB***) = 59 x 2 = 118

Красные (***Bb***) = 104

«Количество» генов ***B*** у добытых в 1824 г лис = 118 + 104 = 222

Частота встречаемости гена ***B*** – это отношение его «количества» к общему «количеству» ***B***+***b*** =

$$\frac{222}{(59+104+89) \times 2} = 0{,}44$$

Частота встречаемости гена ***b*** = 1 – 0,44 = 0,56

	p *B* 0,44	q *b* 0,56
p *B* 0,44	0,44x0,44 = 0,194	0,44x0,56 = 0,246
q *b* 0,56	0,44x056 = 0,246	0,56x0,56 = 0,31

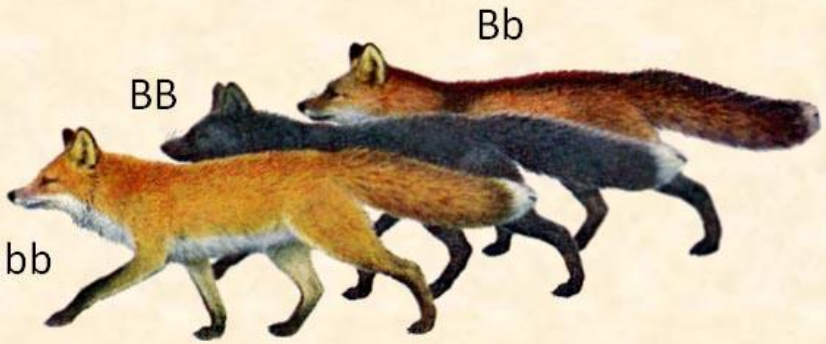
$$p^2 BB + 2pq\, Bb + q\, bb^2 = 1$$

0,194 + 0,492 + 0,31 = 1

Зная соотношение частот генотипов можно рассчитать, какое количество разных лис должно было быть в выборке из 252 особей. (Сдавали промышленники чернобурок «налево» или нет ?)

$$BB = \frac{252 \times 0{,}194}{1} = \underline{49} \text{ особей}$$

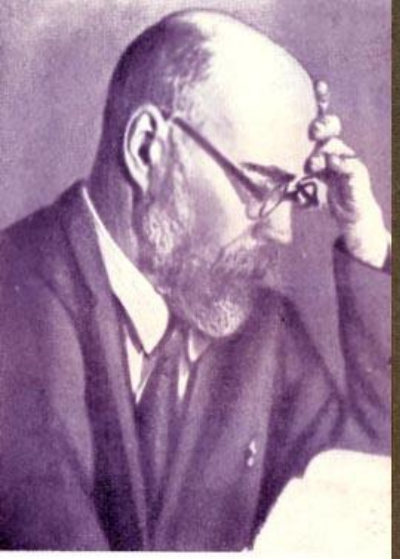
Bb = <u>124</u> *bb* =<u>79</u>



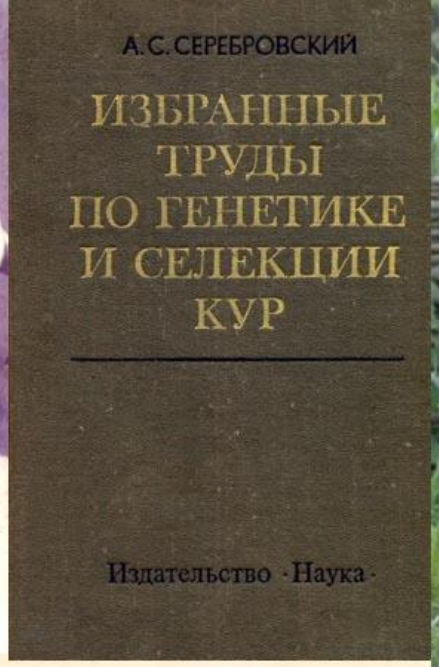
Встречаемость разных особей лис на острове Кодьяк

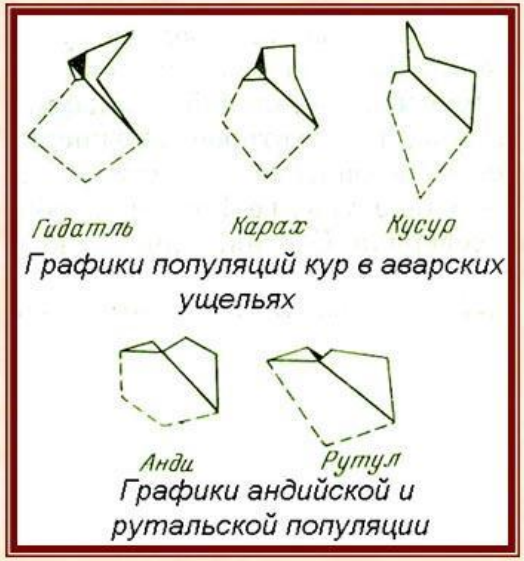
Гено-типы	1824 г. 252 экз	расчетное количест. особей	Соотношен особей в 1980 г.
BB	59 23,4%	49 19,4%	21,8%
Bb	104 41,3%	124 49,2%	45,9%
bb	89 35,3%	79 31,3%	31,4%

Домашние куры - объекты популяционных исследований



АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ
СЕРЕБРОВСКИЙ
(1892—1948)



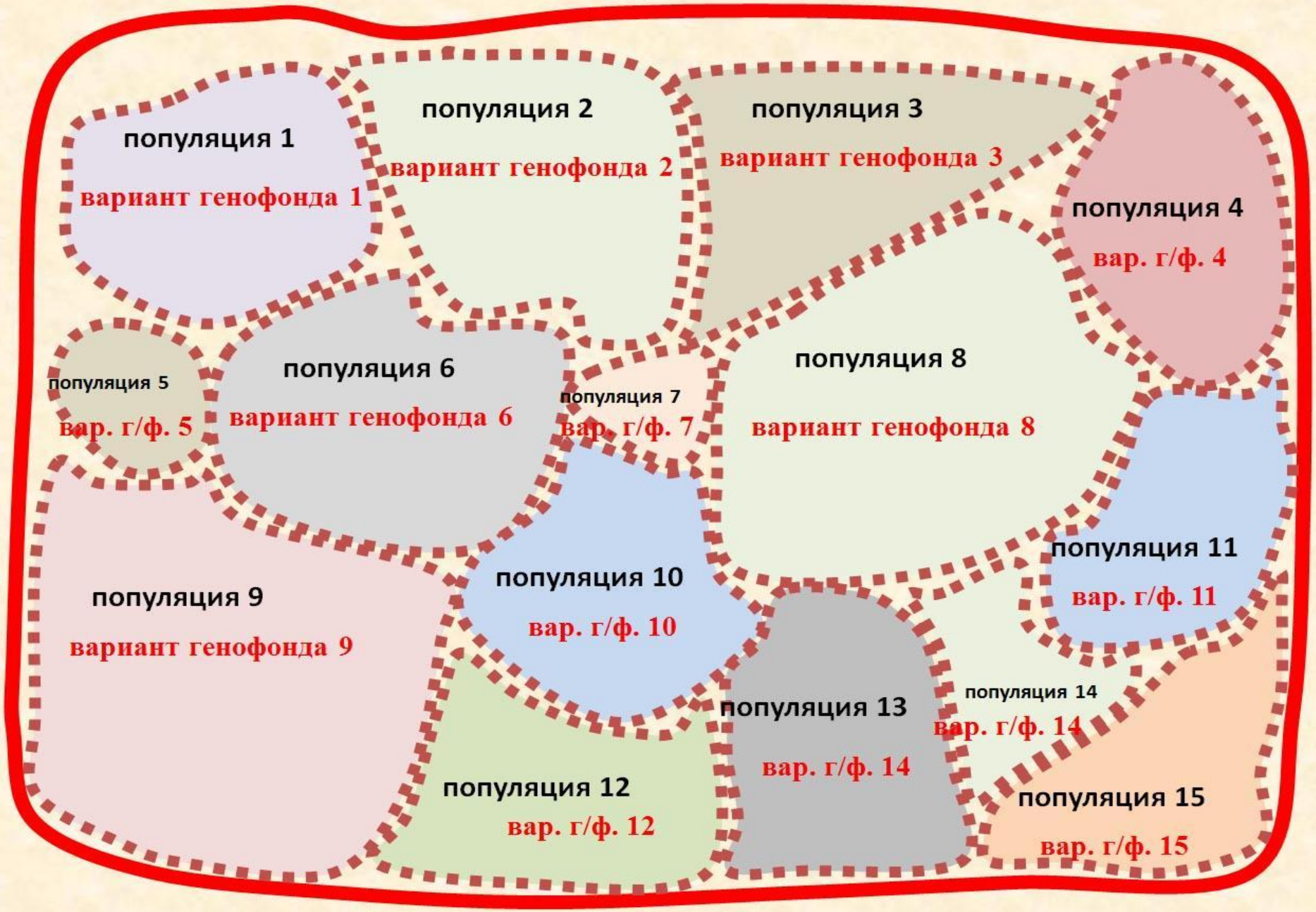


Графики популяций кур в аварских ущельях

Графики андийской и рутальской популяции

у аварцев в Дагестане мы имеем речку Койсу, на берегах которой живут аварцы и андийцы. История показывает, что Аварское царство существовало еще в 8 веке, следовательно, древность аварцев исчисляется многими веками. Когда андийцы появились, я сведений не имею, вероятно, тоже достаточно давно. Мы видим, что в двух ущельях андийцев имеются диаграммы, по общему виду очень похожие друг на друга. Также в ущельях Аварии мы имеем одну и ту же популяцию. Здесь также резкие отличия отсутствуют, но андийская и аварская популяции резко отличаются. Мы не видим никакого влияния одной популяции на другую; несмотря на то, что куры находятся на двух противоположных берегах реки в одинаковых условиях 1,5 тыс. лет, здесь имеется резкая разница, и мы не можем найти объяснения этому расхождению.

ОБЩИЙ ГЕНОФОНД ВИДА



популяции человека и ЭТНИЧЕСКОЕ ОРУЖИЕ

Доктор Вивьен Натансон, который организовал проведение исследования, сказал: "С помощью этнически нацеленного оружия можно выбивать даже отдельные группы внутри популяций".

«из конфиденциального доклада Пентагона следует, что биологический агент может быть генетически трансформирован, с тем чтобы создать новое смертельные оружие. Уильям Коен, министр обороны США, сообщил, что он получил отчеты из стран, работающих над созданием "определенных типов патогенов, которые могли бы быть этнически специфичны».

Генетическое разнообразие - «хорошо» или «плохо»?

Существует ли верхний предел генетического разнообразия генофонда ?

При неограниченном разнообразии в популяциях регулярно будут появляться «уродцы».

Где нижний предел генетического разнообразия генофонда ?

Удаление из генофонда популяции «лишних» признаков приводит к уменьшению её жизнеспособности.

Например, пониженной жизнеспособностью обладают высокопородистые и линейные животные.

Факторы, влияющие на степень генетической изменчивости в популяции

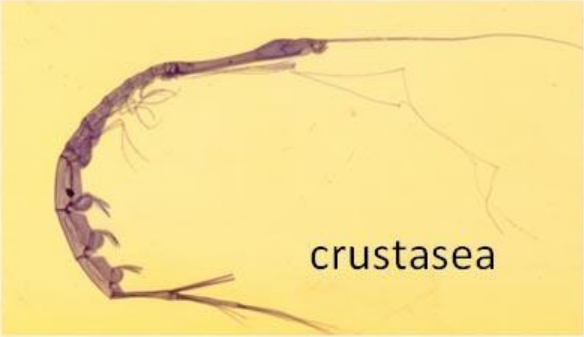
Факторы, увеличивающие генетическую изменчивость
(мутации, поток генов из других популяций и др.)

Факторы, уменьшающие изменчивость
Естественный отбор, случайные воздействия

Факторы, защищающие (прячущие) генетическую изменчивость
Цитофизиологические механизмы, экологические факторы

Факторы, уменьшающие изменчивость

- Естественный отбор
- Случайные воздействия



ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР

Естественный отбор – это статистический процесс, увеличивающий вероятность выживания более приспособленных особей (и оставления ими потомства).

Естественный отбор – сито, через которое могут пройти не все особи.

Естественный отбор «испытывает» особь в разных условиях. «Приз» - успешное размножение.

Представления Ч.Дарвина о творческой роли отбора не подтвердились. Отбор не «творит», а просеивает. Обираются не генотипы, а фенотипы.

Факторы, уменьшающие изменчивость

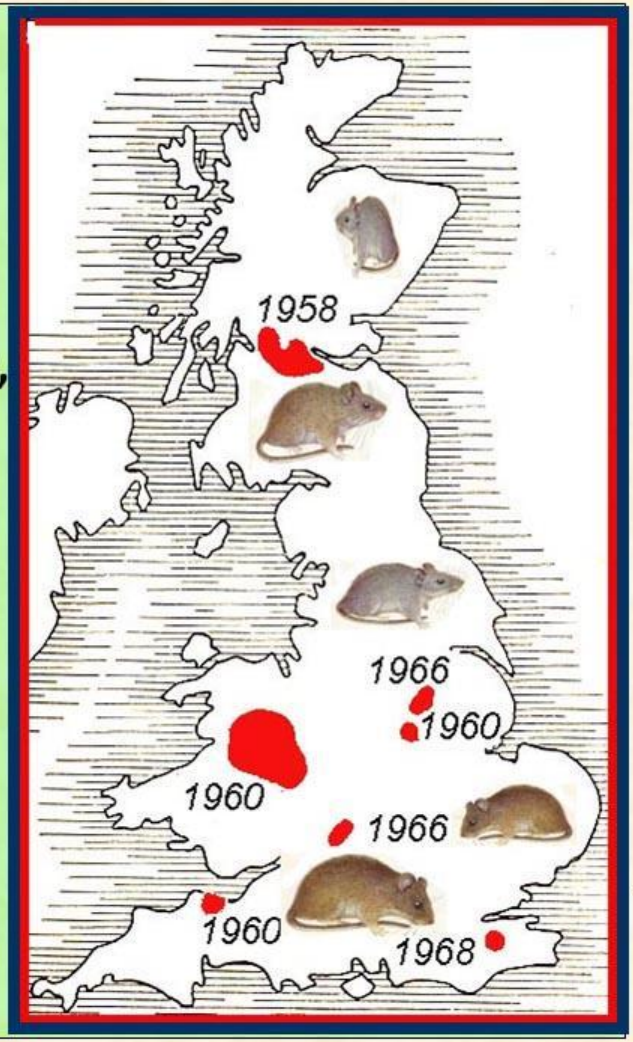
- Естественный отбор
- Случайные воздействия

Почему в популяциях синантропных голубей сохраняется широкая индивидуальная изменчивость нарядов ?

У синантропных голубей окраска утратила свое приспособительное значение и перестала быть объектом отбора.

Почему в Великобритании появились популяции синантропных крыс, устойчивых к зоокумарину ?

Устойчивые популяции происходят от единичных особей, обладающих признаком «устойчивость к яду». Естественный отбор способствует сохранению таких особей.



Факторы, уменьшающие изменчивость

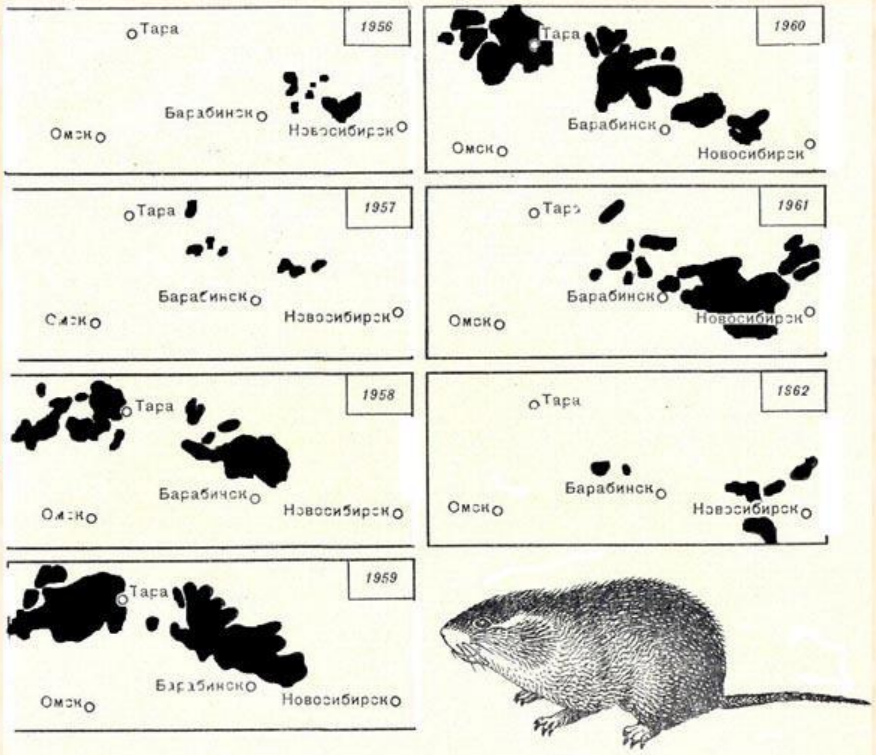
- Естественный отбор
- Случайные воздействия

Дрейф генов = генетико-автоматические процессы

Случайные воздействия на популяции

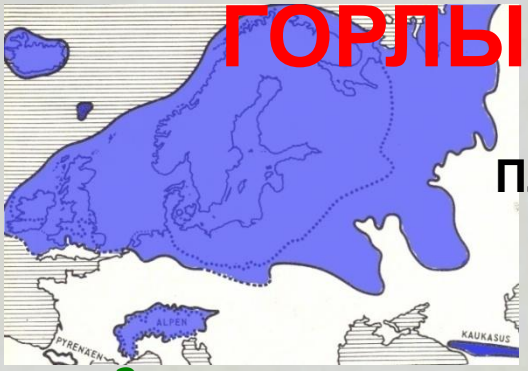
«Случайные колебания частоты генов в малых популяциях»

Ф.Г. Добржанский



Распределение и величина очагов массового размножения водяной полевки (*Arvicola terrestris*) в лесостепной зоне Западной Сибири на протяжении семи лет (по Максимову и др., 1965)

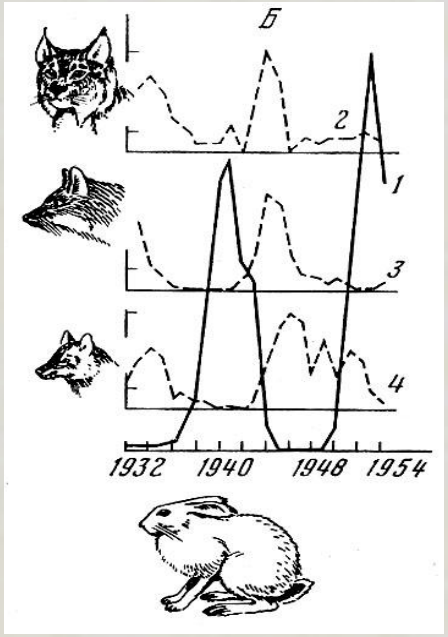
Эффект «БУТЫЛОЧНОГО ГОРЛЫШКА»

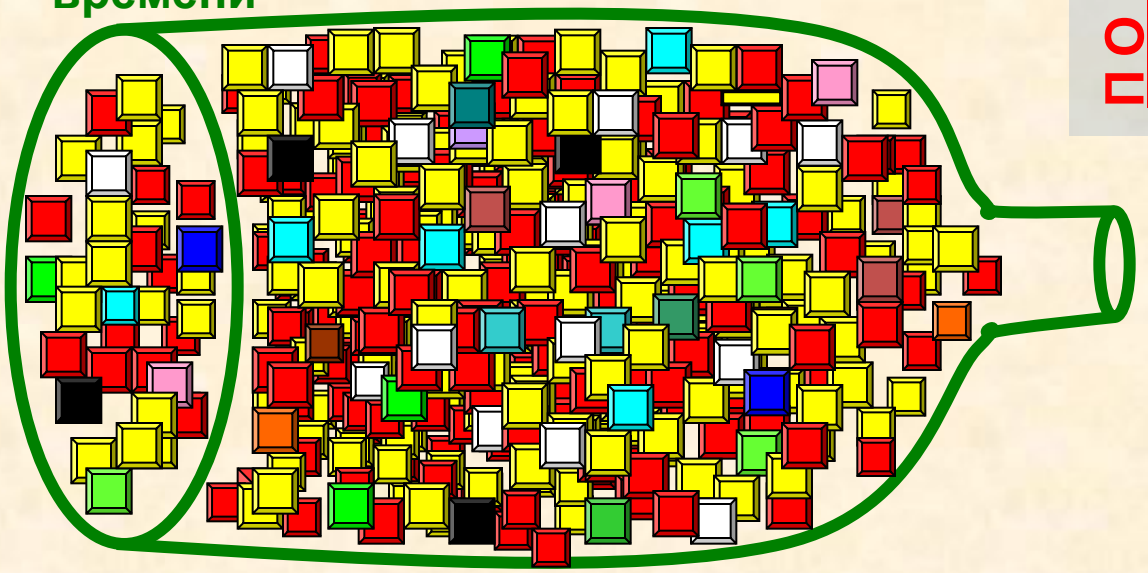


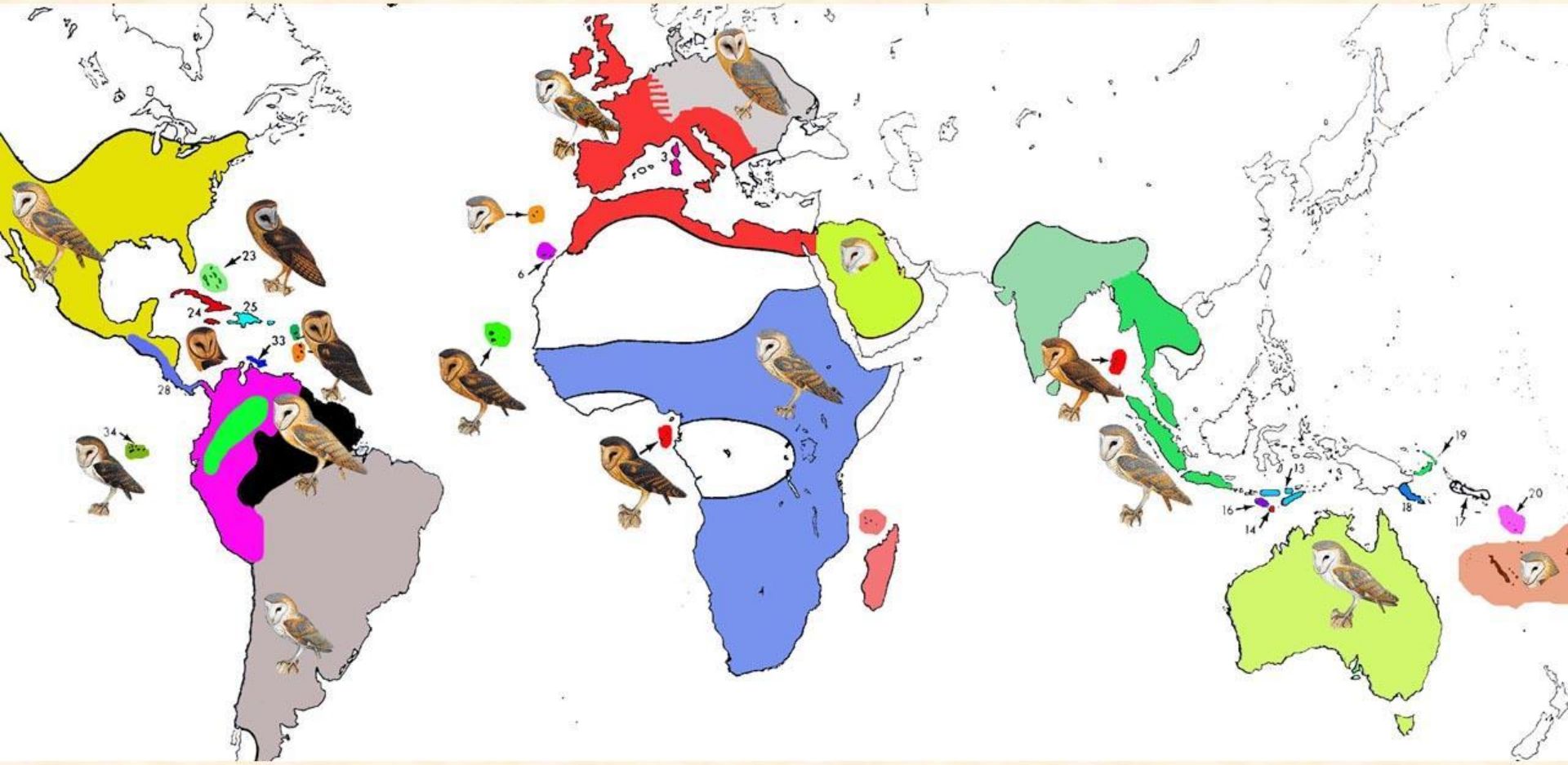
ПЛЕЙСТОЦЕНОВОЕ оледенение

2 миллиона – 100 тысяч лет до настоящего времени

ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ВОЛНЫ





У многих широко распространенных видов островные популяции приобретают заметные отличия, которые позволяют рассматривать их в качестве самостоятельных подвидов.

Большое количество островных подвидов существует, например, в составе политипического вида – сипуха (Tyto alba)