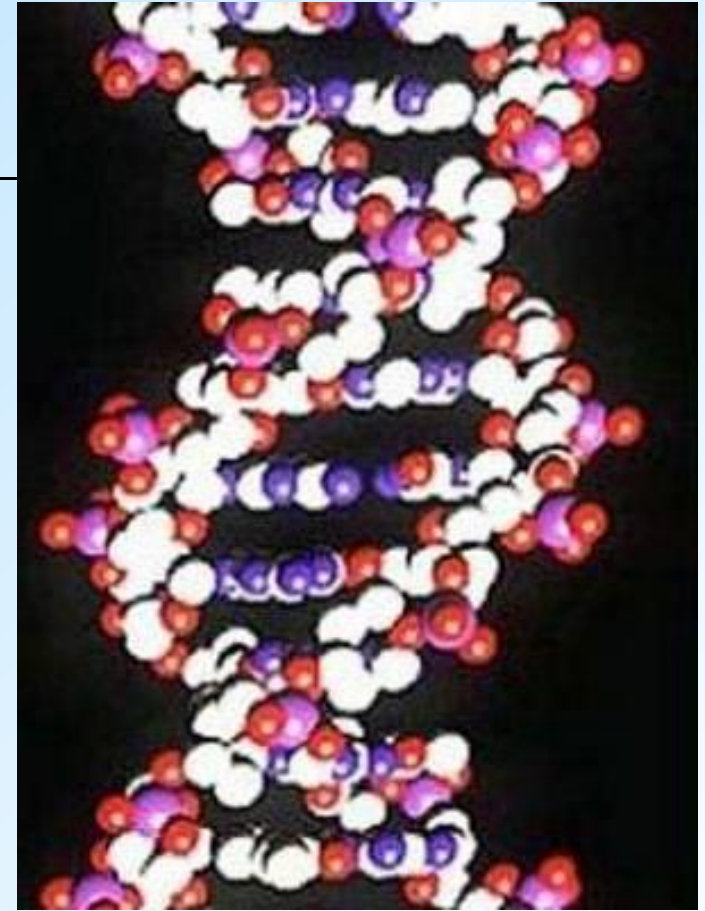




# Дрейф генов

# Определение

- **Дрейф генов**, или **генетико-автоматические процессы**, — явление ненаправленного изменения частот аллельных, — явление ненаправленного изменения частот аллельных вариантов генов, — явление ненаправленного изменения частот аллельных вариантов генов в популяции, — явление ненаправленного





# ИСТОРИЧЕСКАЯ СТПРАВКА

- Явление генетического дрейфа впервые обнаружили известные ученые-генетики Н.П. Дубинин и Д. Д. Ромашов, а также зарубежные ученые С. Райт и Р. Фишер.





**Никола́й Петро́вич Дуби́нин**  
1906 —1998

- Областью научных интересов Н. П. Дубинина была общая и эволюционная генетика, а также применение генетики в сельском хозяйстве.
- Вместе с А. С. Серебровским Вместе с А. С. Серебровским показал дробимость гена Вместе с А. С. Серебровским показал дробимость гена, а также явление комплементарности гена.
- Опубликовал ряд важных научных работ по структуре и функциям хромосом Опубликовал ряд важных научных работ по структуре и функциям хромосом, показал наличие в популяциях генетического груза Опубликовал ряд важных

# Дрейф генов как фактор ЭВОЛЮЦИИ

- Благодаря дрейфу частоты аллелей могут случайно меняться в локальных популяциях, пока они не достигнут точки равновесия – утери одного аллеля и фиксации другого.
- В разных популяциях гены «дрейфуют» независимо.
- Таким образом, дрейф генов ведет с одной стороны к уменьшению генетического разнообразия внутри популяций, а с другой стороны - к увеличению различий между популяциями, к их дивергенции по ряду признаков.
- Эта дивергенция в свою очередь может служить основой для видообразования.

Quality in our genes



Part of  
TIKKURILA  
group

# Дрейф генов как фактор ЭВОЛЮЦИИ

- При высокой интенсивности отбора и высокой численности популяций влияние случайных процессов на динамику частот генов в популяциях становится пренебрежимо малым.
- Наоборот, в малых популяциях при небольших различиях по приспособленности между генотипами дрейф генов приобретает решающее значение. В таких ситуациях менее адаптивный аллель может зафиксироваться в популяции, а более адаптивный может быть утрачен.
- Аллель, утраченный в результате дрейфа, может возникать вновь и вновь за счет мутирования.
- Поскольку дрейф генов – ненаправленный процесс, то одновременно с уменьшением разнообразия внутри популяций, он увеличивает различия между локальными популяциями. Этому противодействует миграция. Если в одной популяции зафиксирован аллель  $A$ , а в другой  $a$ , то миграция особей между этими популяциями приводит к тому, что внутри обеих популяций вновь возникает аллельное разнообразие.



# Популяционные волны и дрейф генов

- Численность популяций редко остается постоянной во времени. За подъемами численности следуют спады. С.С.Четвериков одним из первых обратил внимание на периодические колебания численности природных популяций, популяционные волны играют очень важную роль в эволюции популяций.

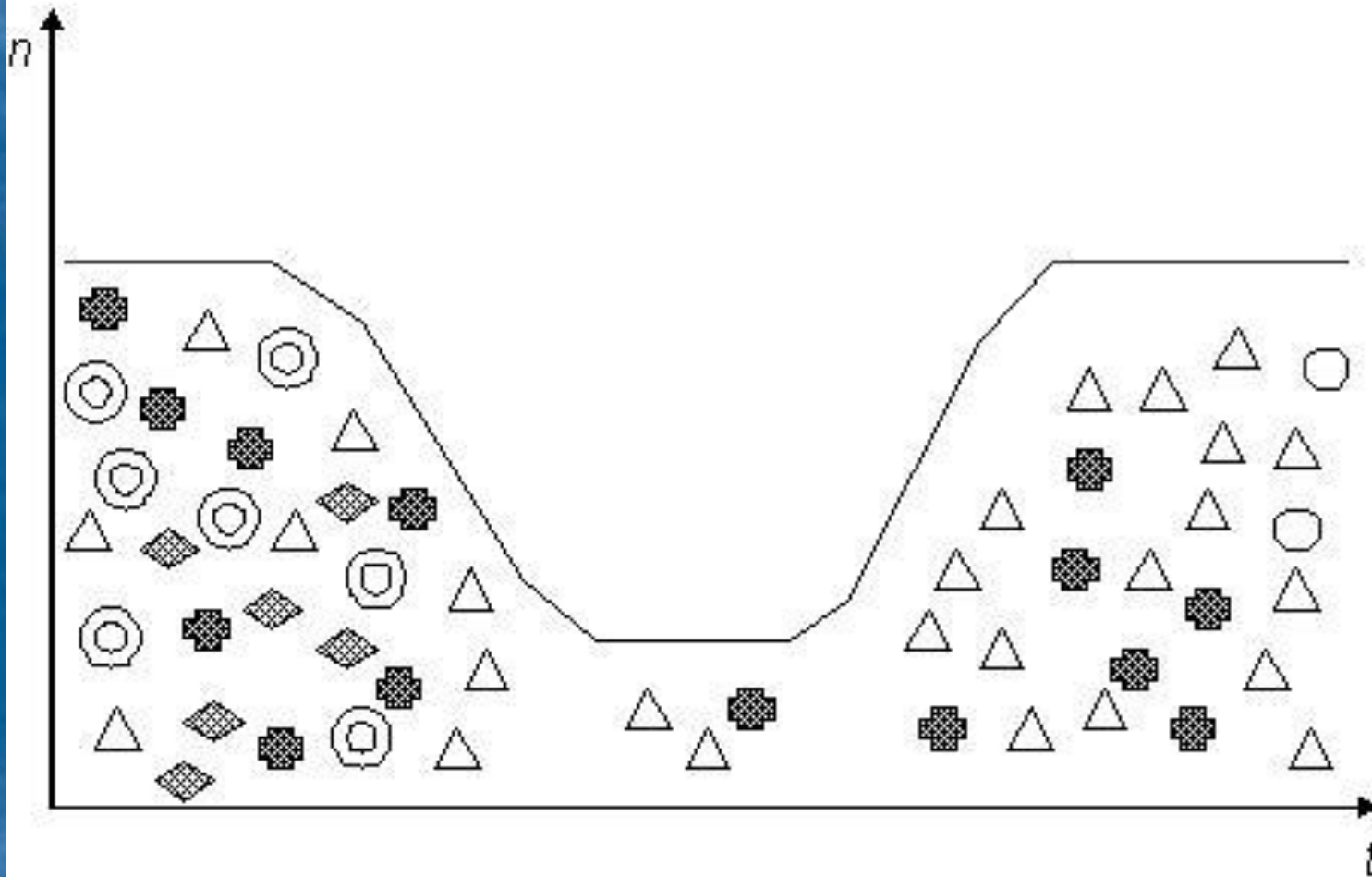


- **Сергей Сергеевич Четвериков** ([1880](#)) (1880—[1959](#) (1880—1959) — выдающийся русский биолог, [генетик](#) (1880—1959) — выдающийся русский биолог, генетик-[ЭВОЛЮЦИОНИСТ](#), сделавший первые шаги в направлении синтеза менделевской генетики и эволюционной теории Ч. Дарвина. Он раньше других ученых организовал экспериментальное изучение наследственных свойств у естественных популяций животных. Эти исследования позволили ему стать основоположником

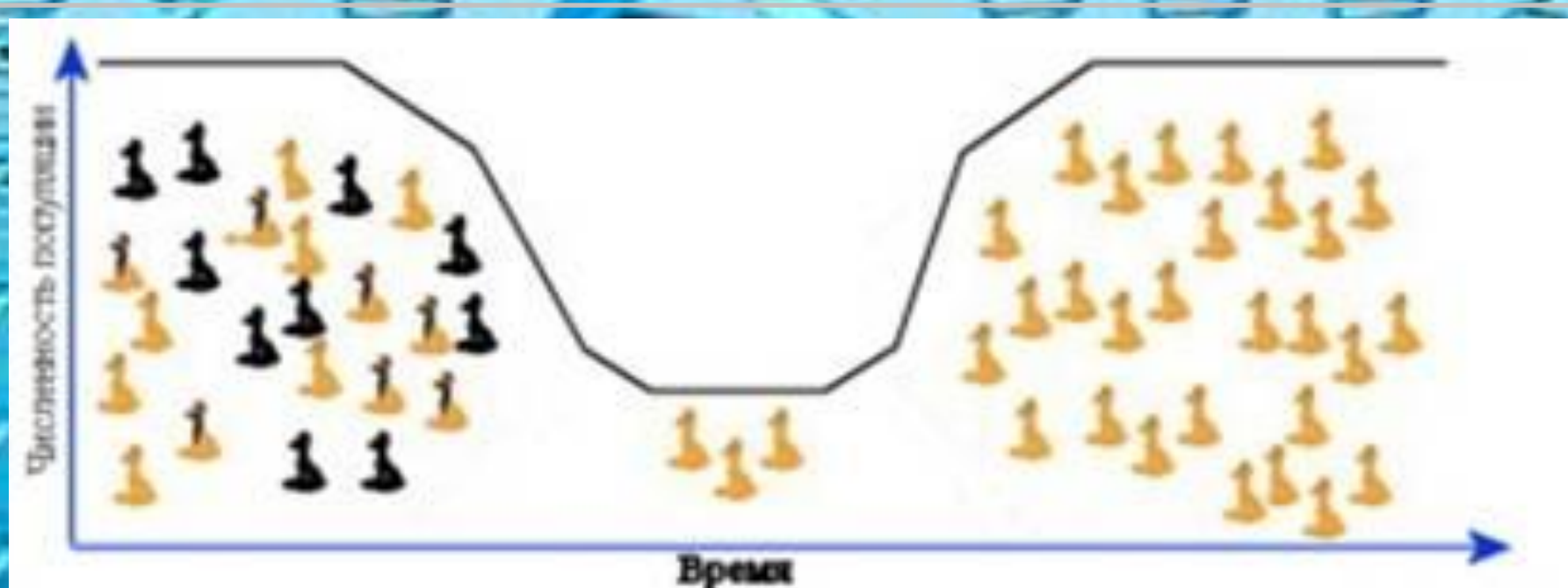


# Популяционные волны и дрейф генов

- В периоды резкого спада численности роль дрейфа генов сильно возрастает. В такие моменты он может становиться решающим фактором эволюции. В период спада частота определенных аллелей может резко и непредсказуемо меняться. Может происходить утеря тех или иных аллелей и резкое обеднение генетического разнообразия популяций.
- Потом, когда численность популяции начинает возрастать, популяция будет из поколения в поколение воспроизводить ту генетическую структуру, которая установилась в момент прохождения через «бутылочное горлышко» численности.



**Рисунок. Эффект бутылочного горлышка**



**Эффект бутылочного горлышка.**



# Эффект бутылочного горлышка в реальных популяциях

- **Пример:**
- Ситуация с гепардами – представителями кошачьих. Ученые обнаружили, что генетическая структура всех современных популяций гепардов очень сходна. При этом генетическая изменчивость внутри каждой из популяций крайне низка. Эти особенности генетической структуры популяций гепардов можно объяснить, если предположить, что относительно недавно данный вид прошел через очень узкое горлышко численности, и все современные гепарды являются потомками нескольких (по подсчетам американских исследователей, 7) особей.



- **Современный пример**
- действия эффекта бутылочного горлышка — популяция сайгака действия эффекта бутылочного горлышка — популяция сайгака. Численность антилопы сайгак действия эффекта бутылочного горлышка — популяция сайгака. Численность антилопы сайгак сократилась на 95 % от приблизительно 1 миллиона в 1990 году действия эффекта бутылочного горлышка —





## Популяция американского бизона

Год

до 1492

60.000.000 особей

1890

750 особей

2000

360.000 особей

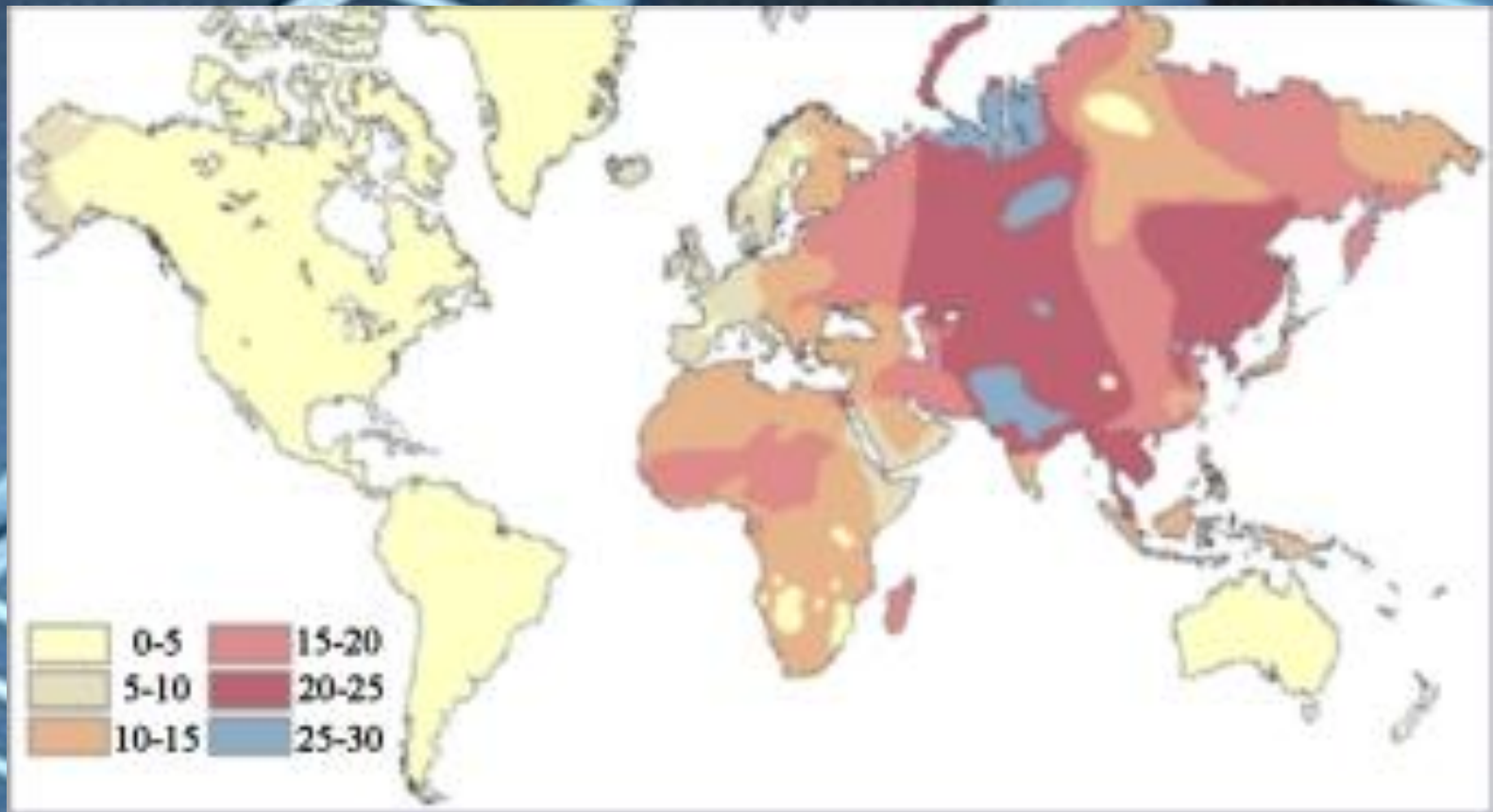




# Эффект основателя

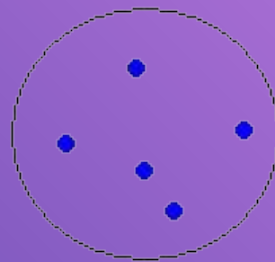
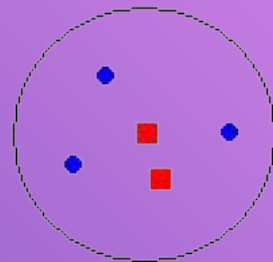
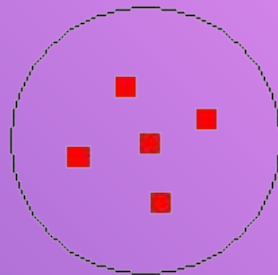
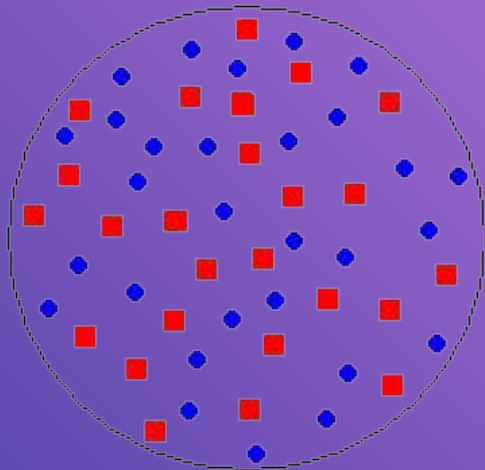
- Животные и растения, как правило, проникают на новые для вида территории относительно малыми группами. Частоты аллелей таких группах могут значительно отличаться от частот этих аллелей в исходных популяциях.
- За вселением на новую территорию следует увеличение численности колонистов. Возникающие многочисленные популяции воспроизводит генетическую структуру их основателей.
- Это явление американский зоолог Эрнст Майр, один из основоположников синтетической теории эволюции, назвал **эффектом основателя**.

- Ясно, что основатели представляли собой очень маленькие выборки из родительских популяций и частоты аллелей в этих выборках могли сильно отличаться.
- Именно эффект основателя объясняет удивительно разнообразие океанических фаун и флор и обилие эндемичных видов на островах.
- Эффект основателя сыграл важную роль и в эволюции человеческих популяций. Обратите внимание, что аллель *B* (по системе групп крови *ABO*) полностью отсутствует у американских индейцев и у аборигенов Австралии. Эти континенты были заселены небольшими группами людей. В силу чисто случайных причин среди основателей этих популяций могло не оказаться ни одного носителя аллеля *B*. Естественно, этот аллель отсутствует и в производных популяциях.



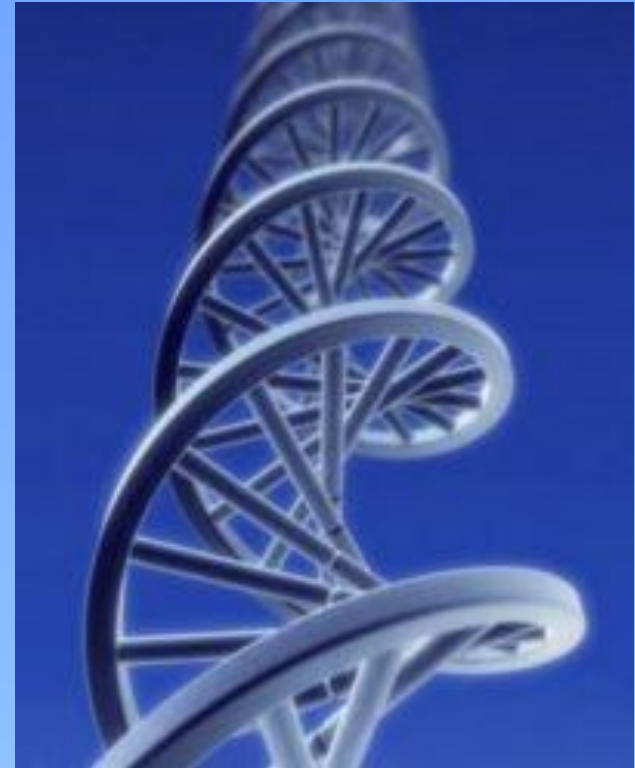
Частота аллеля В по системе групп крови АВО в популяциях людей





# Дрейф генов и молекулярные часы эволюции

- Конечным результатом дрейфа генов является полное устранение одного аллеля из популяции и закрепление (фиксация) в ней другого аллеля. Чем чаще тот или иной аллель встречается в популяции, тем выше вероятность его фиксации вследствие дрейфа генов. *Расчеты показывают, что вероятность фиксации нейтрального аллеля равна его частоте в популяции.*



# Закономерность

- Большие популяции недолго «ждут» мутационного возникновения нового аллеля, но долго его фиксируют.
- Малые популяции очень долго «ждут» возникновения мутации, но после того, как она возникла, она может быть быстро зафиксирована.
- **Из этого следует парадоксальный на первый взгляд вывод:** вероятность фиксации нейтральных аллелей зависит только от частоты их мутационного возникновения и не зависит от численности популяций.

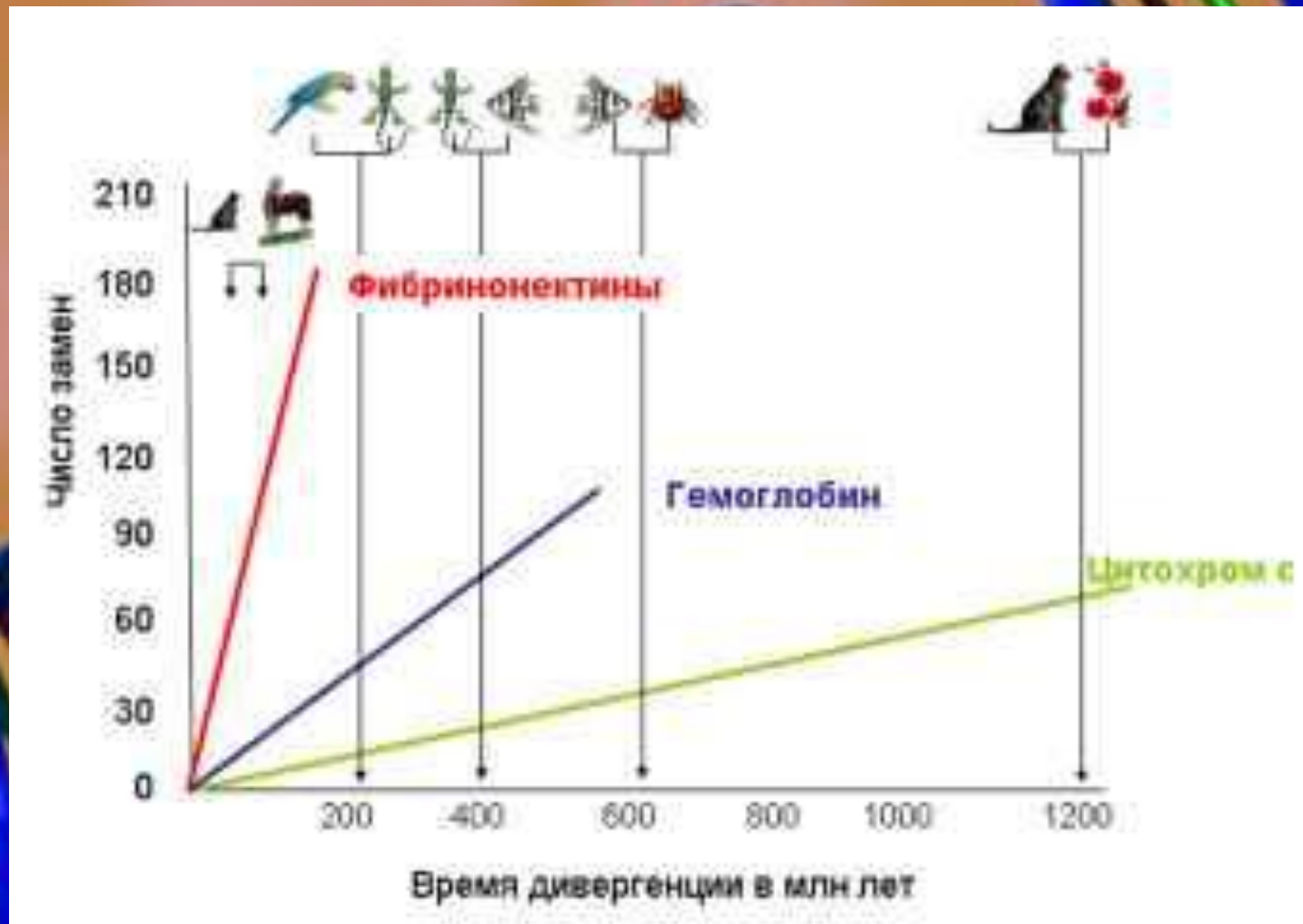


# Закономерность

- Чем больше времени прошло с момента выделения двух видов из общего предкового вида, тем больше нейтральных мутационных замен различают эти виды.
- На этом принципе строится *метод «молекулярных часов эволюции»* - определения времени, прошедшего с момента, когда предки разных систематических групп стали эволюционировать независимо друг от друга.

# Закономерность

- Американские исследователи Э. Цукуркендл и Л.Поллинг впервые обнаружили, что количество различий в последовательности аминокислот в гемоглобине и цитохроме с у разных видов млекопитающих тем больше, чем раньше разошлись их эволюционные пути.



Скорости фиксации замен нуклеотидов в генах, контролирующих разные белки. Стрелками обозначено время расхождения таксонов