

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**Биологический факультет**

**Происхождение и эволюция человека**

*Обзор достижений палеоантропологии, сравнительной генетики и  
эволюционной психологии*



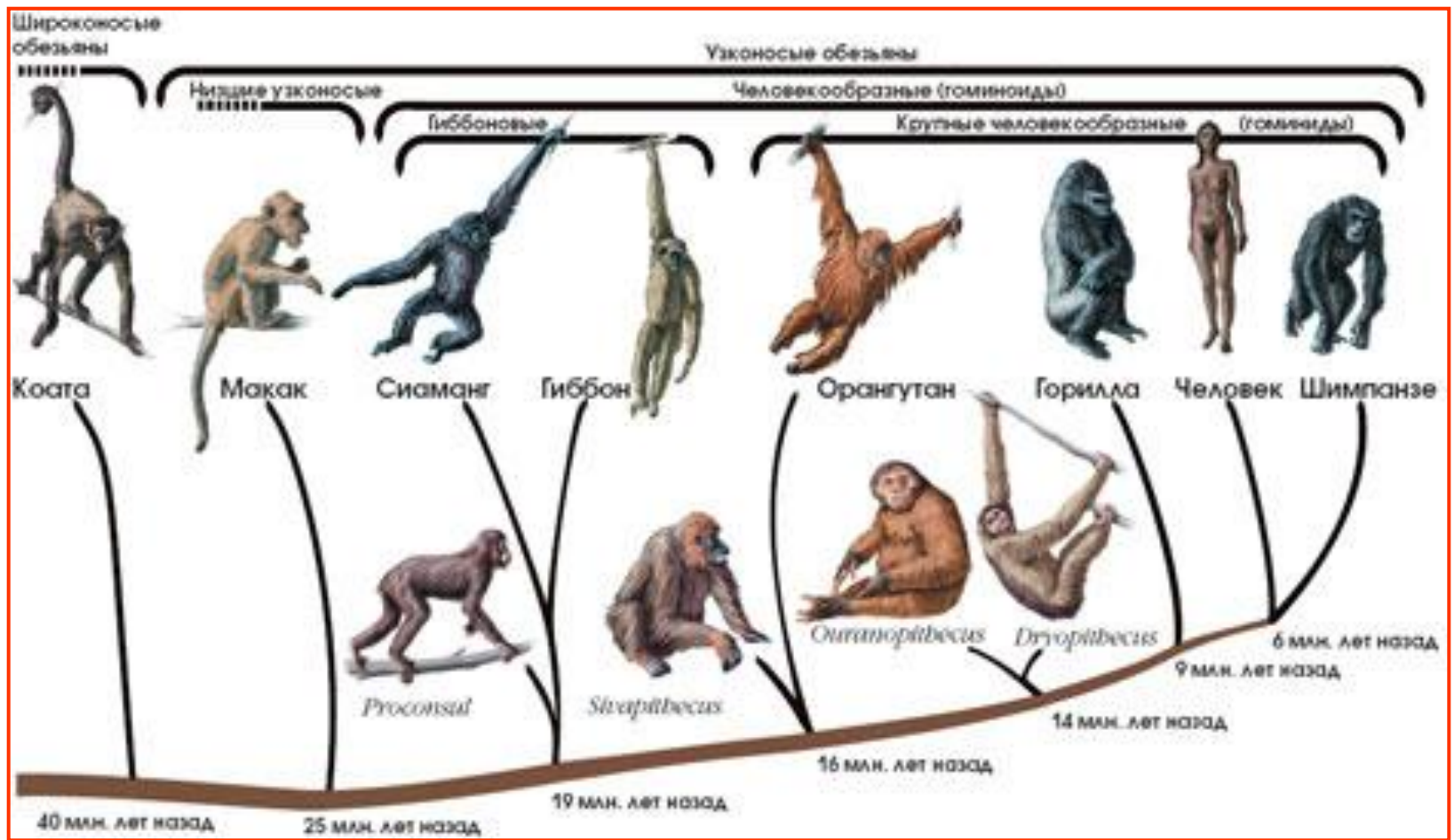
Недавно отмечалось 200-летие со дня рождения Дарвина, а в ноябре 2011 было 150-лет со дня выхода его главного труда «Происхождение видов».

В этом труде Дарвин по стратегическим причинам не стал обсуждать вопрос о происхождении человека. Он лишь намекнул, что его теория «прольет свет» на эту проблему.

Знаменитую дарвиновскую фразу о «пролитии света» приводят как пример одного из самых «скромных» высказываний в истории науки (или самых больших «недооценок», *understatements*). При этом она является и одним из самых удачных научных предсказаний. Свет действительно «был пролит», и за прошедшие 150 лет было получено огромное множество подтверждений идеи Дарвина о происхождении человека путем постепенной эволюции от общего предка с современными обезьянами.

# ***НАШИ ПРЕДКИ - ПРИМАТЫ***





Разнообразие ныне живущих на Земле человекообразных невелико. Но в промежутке времени между 22 и 5,5 млн. лет назад, в эпоху миоцена, они занимали господствующее положение в мире приматов. В разных частях Старого Света обитало до 100 видов гоминоидов, давших начало небольшому числу их современных родичей и самому человеку

отр. Primates

тупайи?

п/отр. Prosimii

п/отр. Simii (Antropoidea)

плезиодаписы

низшие

адаписы

типичные  
полуобезьяны

лемуры

долгопяты

почти обезьяны

Широконосые

Новый Свет

цепкохвостые

Узконосые

Старый Свет

Мартышкообразные

Человекообразные

обезьяны

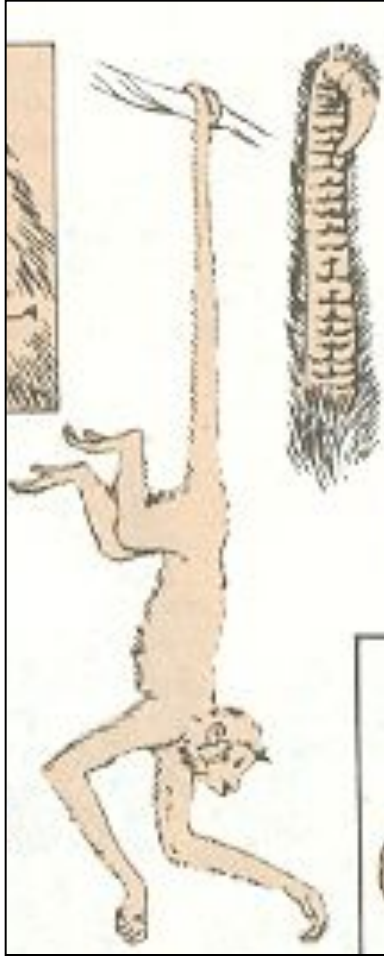
обезьяно-люди

люди

# п/отр. Simii (Antropoidea)

**Широконосые**

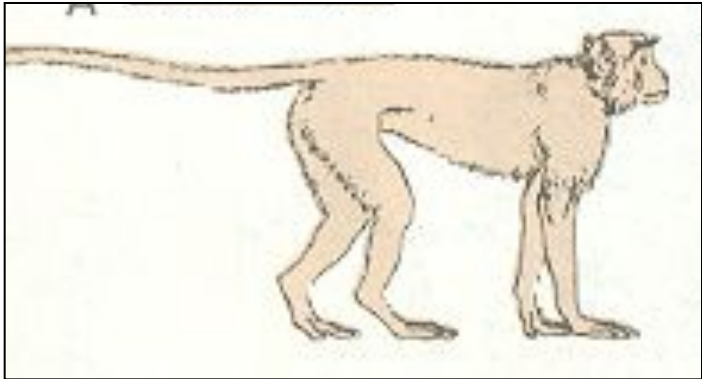
**40 млн.**



**цепкохвостые**

**Узконосые**

**20 млн.**



**не цепкий хвост  
или без хвоста**

**Широконосые**



**чертов саки**



**рыжий реву**



**игрунки**

BabyAnimalz.com



**Новый Свет**

## УЗКОНОСЫЕ



**макак длиннохвостый  
(Индия)**



**павиан гамадрил (Африка)**

## Мартышкообразные



**носач (Борнео)**



## УЗКОНОСЫЕ



орангутан



горилла  
(зоопарк)

современные  
ПОНГИДЫ

**из современных понгид  
шипанзе наиболее близки к  
предкам человека**



**обработка**

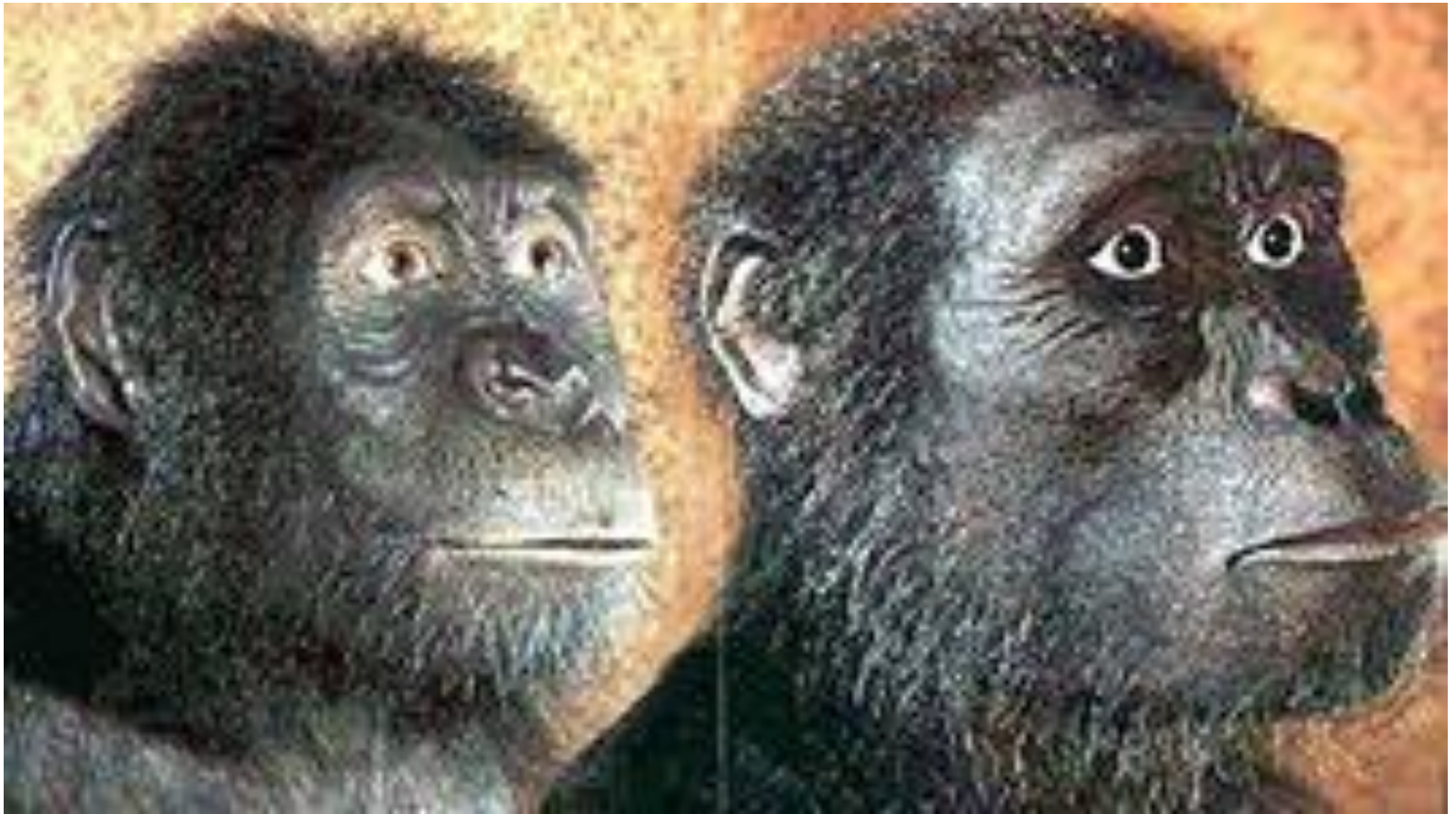


**обучение**



**чисто человеческое чувство**

## Краткий обзор современных сведений о происхождении и эволюции человека



**Во времена Дарвина этого источника данных практически не было. Дарвин прекрасно понимал, насколько неполна палеонтологическая летопись, и он даже не очень рассчитывал на то, что ископаемые остатки предков человека когда-нибудь будут найдены. Поэтому в своей книге изданной через 12 лет после «Происхождения видов» Дарвин ничего не говорит о палеоантропологии.**

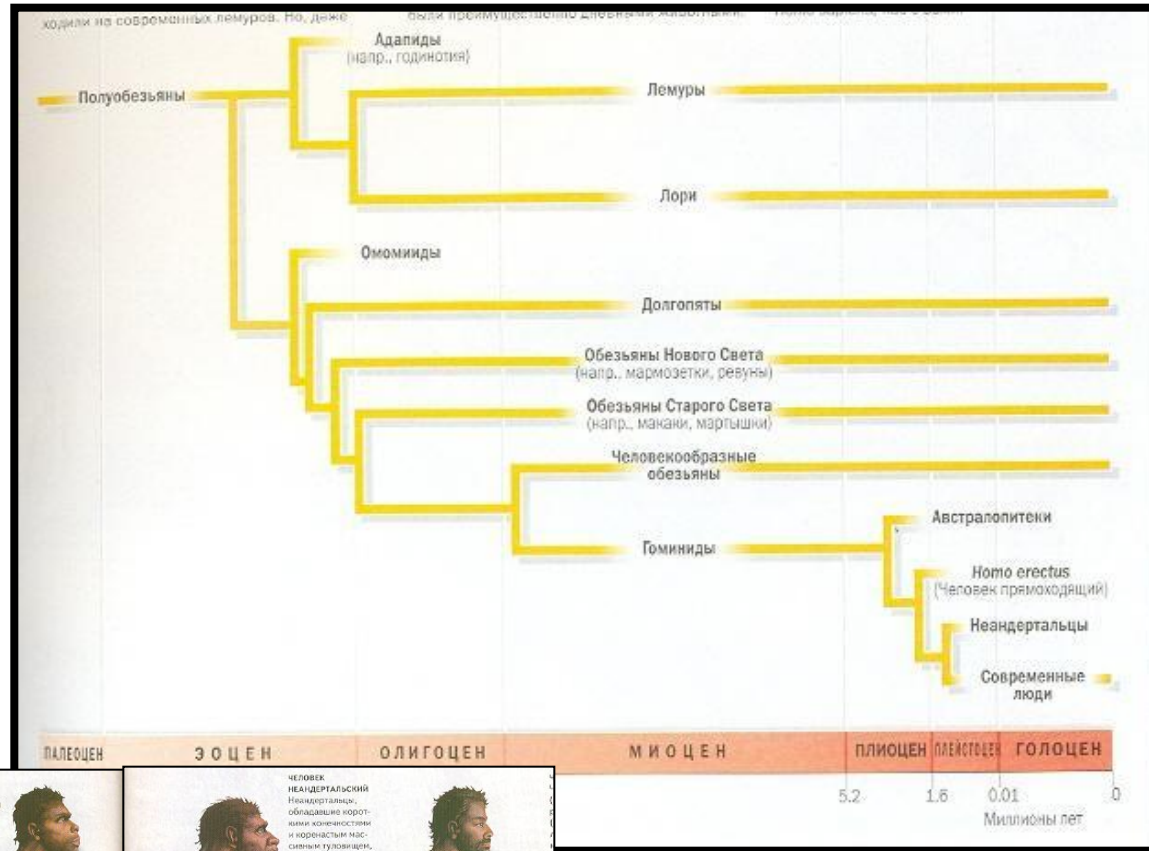


Кости неандертальцев уже были найдены, но их интерпретация оставалась спорной. Поэтому Дарвин в «Происхождении человека» фактически игнорировал эти находки.

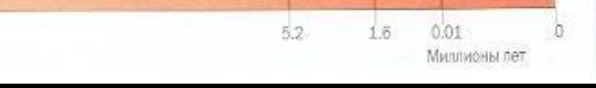
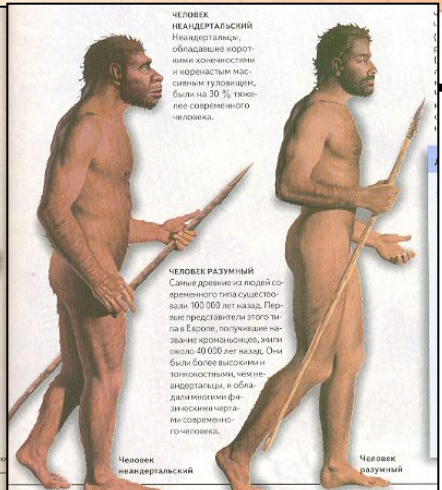
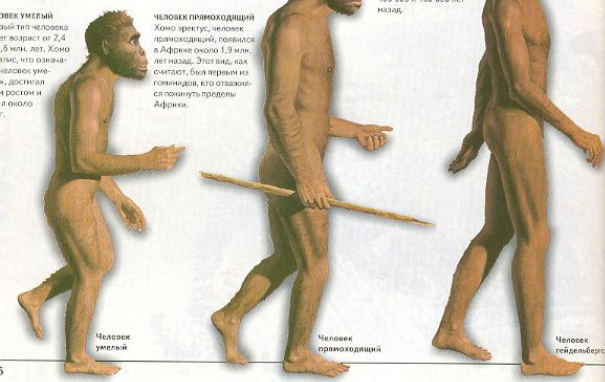
**Книгу можно скачать по адресу:**  
[http://rogov.zwz.ru/Macroevolution/darwin\\_man.djvu](http://rogov.zwz.ru/Macroevolution/darwin_man.djvu)

# История развития жизни на Земле

# ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕЛОВЕКА



...д поселились в Европе. Как полагают ученые, около 500 000 лет назад Номо разделился на две ветви. Одна из них развилась в неандертальца — человека неандертальца, а другая — в современно Homo sapiens, чья форма различна.



**период**

**Эпоха**

**четвертичный**

**голоцен**

**10 тыс.**

**1,78**

**плейстоцен**

**1,78**

**неоген**

**плиоцен**

**5**

**ледниковый период**

**23,8**

**миоцен**

**23,8**

**история Hominidae**

**палеоген**

**олигоцен**

**38**

**эоцен**

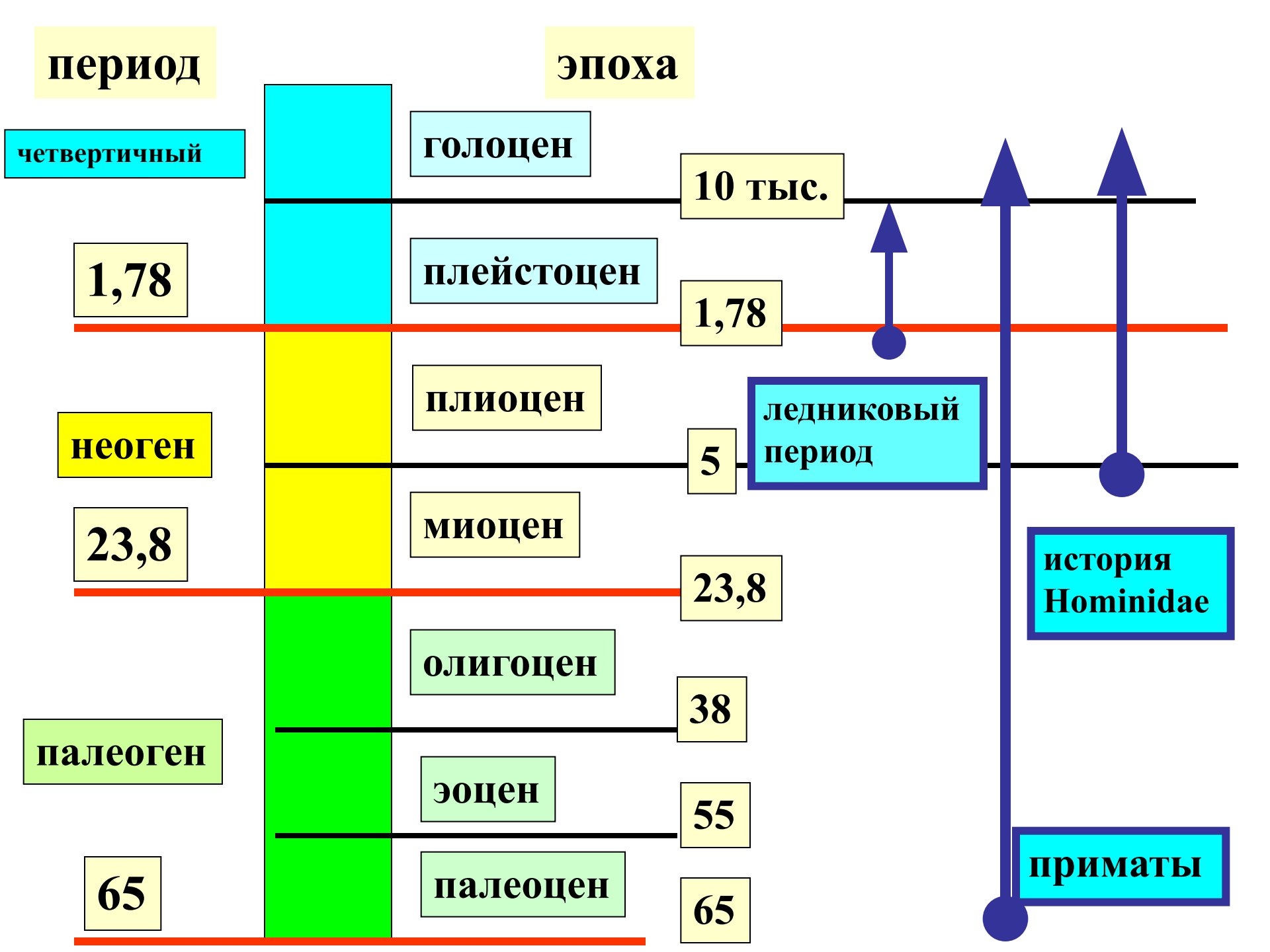
**55**

**65**

**палеоцен**

**65**

**приматы**



# вопрос о происхождении человека

был на Земле не всегда

творение

- не требует доказательств

- однократно и без дальнейших изменений

между человеком и животными - пропасть

естественное происхождение

- требует доказательств

космическое

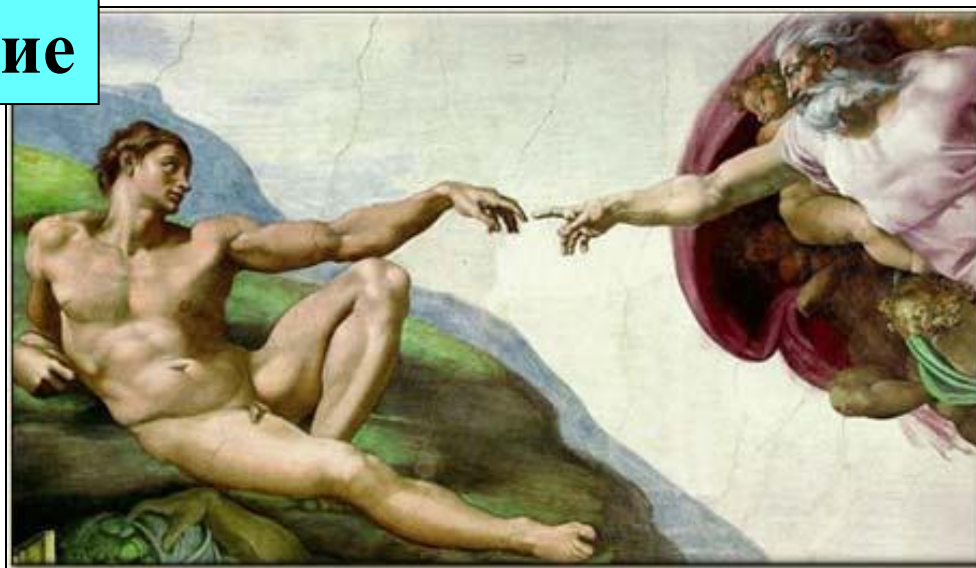
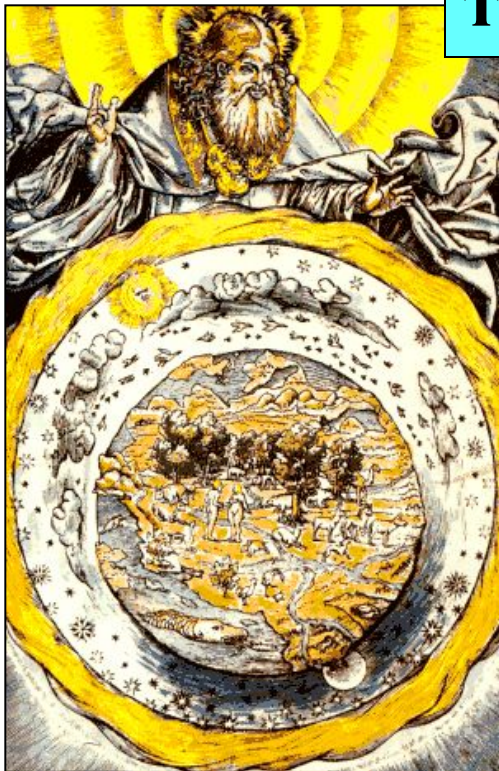
переходных формы быть не должно

земное

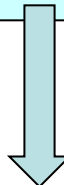
**от кого?**

переходные формы

**творение**



**Человек – «по образу и подобию»**



**а «переходные» формы?**



**за несколько «дней»**

**для разных целей**

**задумана общая гармония**



# КОСМИЧЕСКОЕ НАЧАЛО ЧЕЛОВЕКА



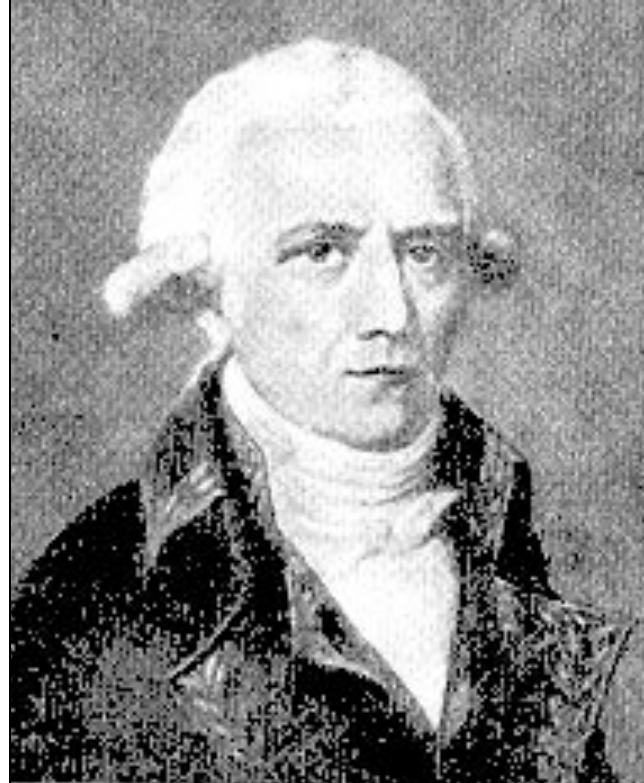
**В рамках современной Вселенной –  
одна из теоретических возможностей**



**Карл Линней**  
(1707 – 1778)

**Человек:**  
кл. Млекопитающие  
отр. Приматы

**человек и  
обезьяна**



**Жан Батист Ламарк**  
(1744 – 1829)

**«Философия зоологии»**  
(2 тома, 1809).

**развитие человека из  
какой-нибудь расы обезьян**

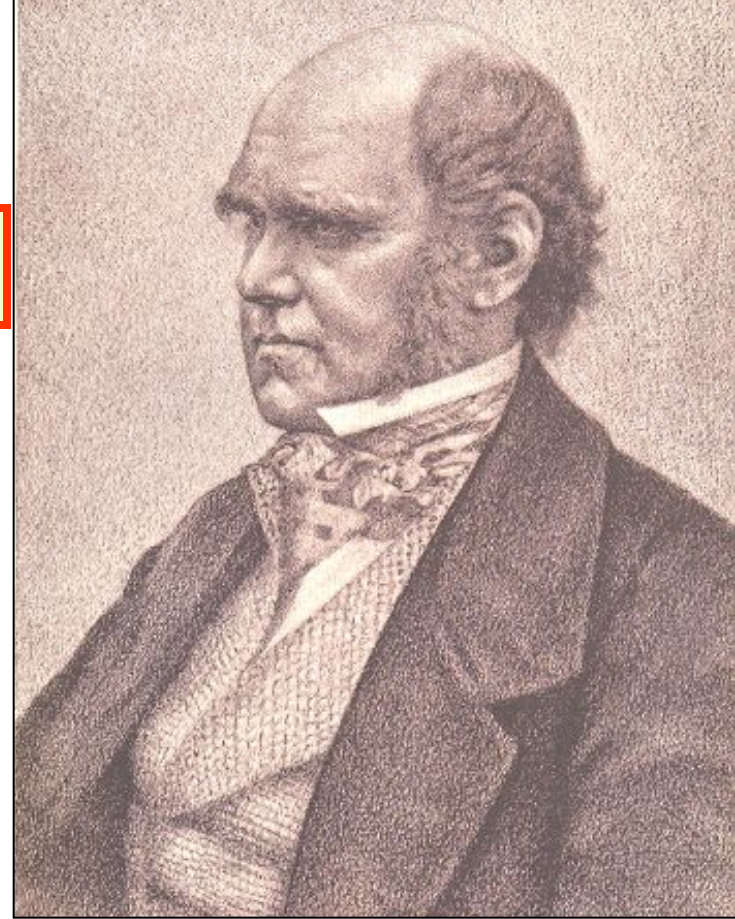
**Чарльз Дарвин (1809 – 1882)**

**«Происхождение видов...» (1859)**

**только по контексту можно было  
предположить, что и человек  
имеет естественное происхождение**

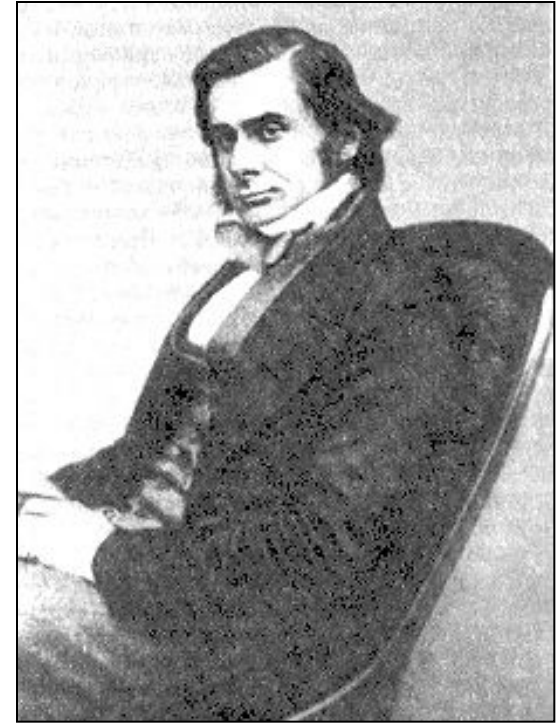
**«Происхождение человека и  
половой отбор» (1871)**

**«Выражения эмоций у человека и животных» (1872)**

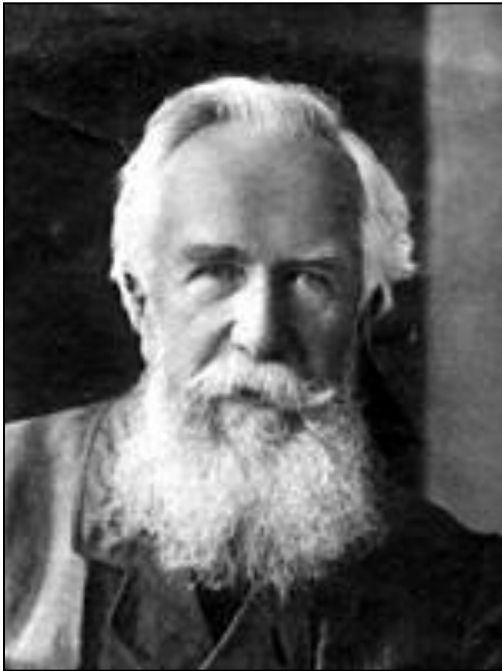


**Томас Генри Гексли (1825-1895)**

**ярый защитник идеи животного происхождения человека**



**Эрнст Геккель  
(1834 – 1919)**



**«Естественная теория творения»  
(1874)**

**идея «недостающего звена»**

**обезьяно-человек (= **питекантроп**)**

## Эжен Дюбуа (1858 – 1940)

1884 г – бросил карьеру преподавателя и уехал на Суматру (военным врачом)



вел раскопки на Суматре, затем на Яве

«Питекантроп прямоходящий –  
человекоподобная переходная форма  
с острова Ява» (1894)

голландский врач

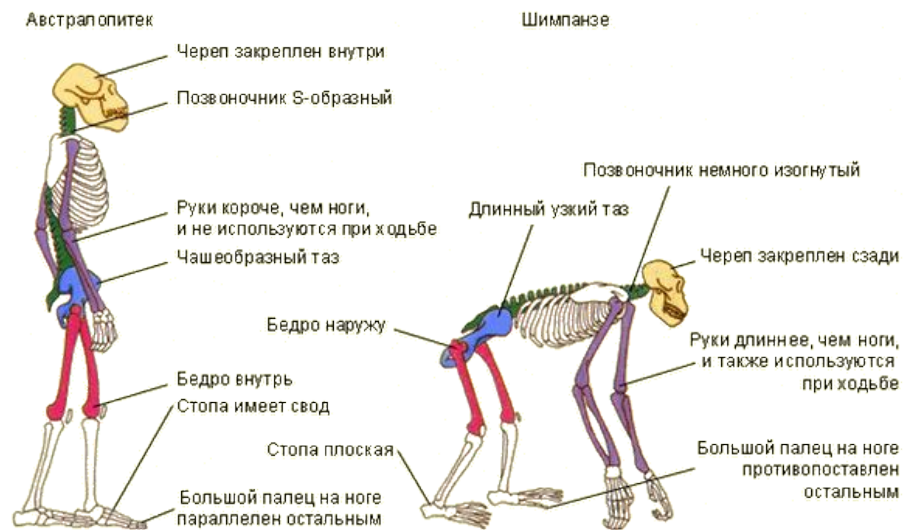
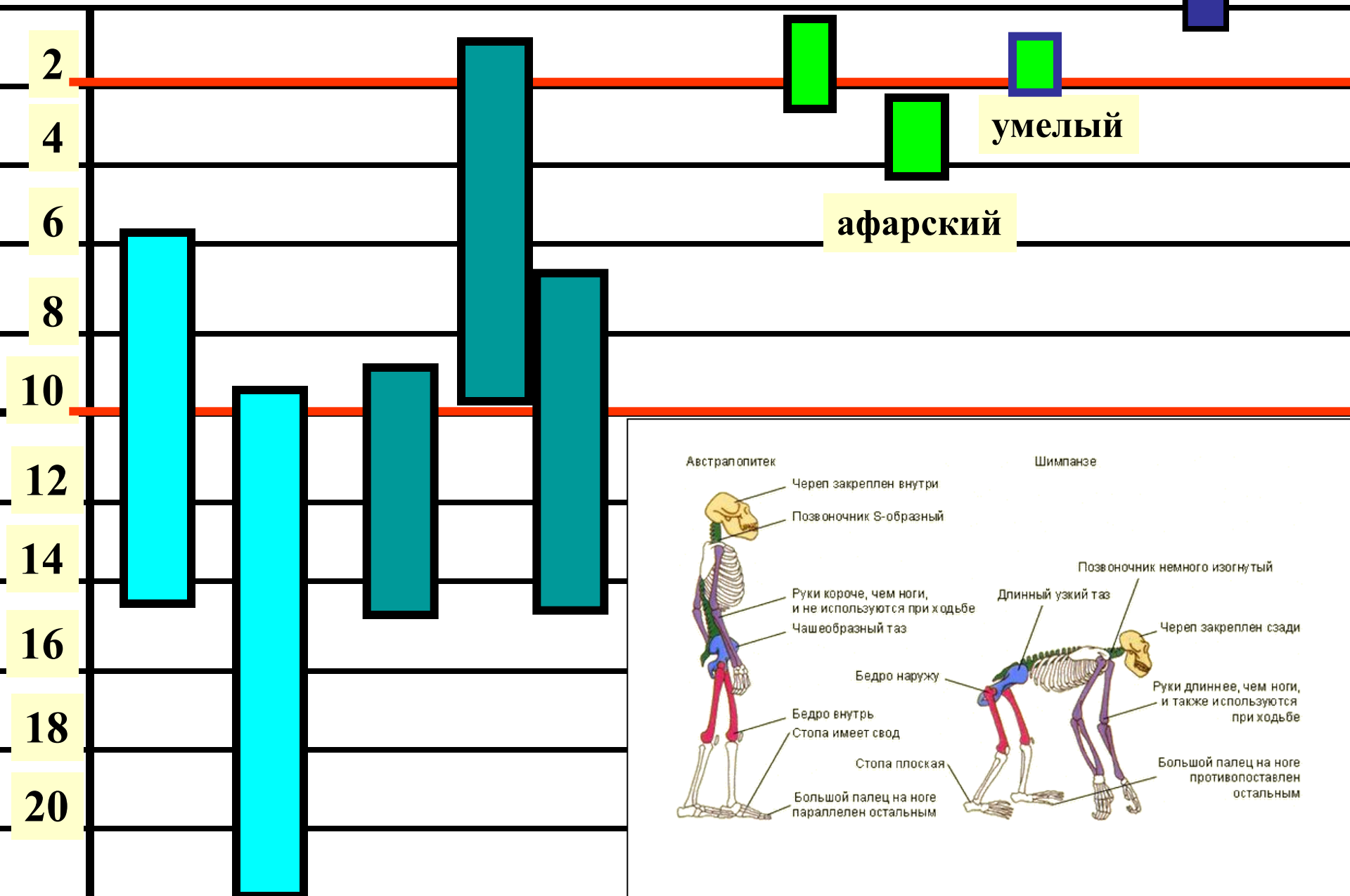
и все же это был человек!

дриопитеки

рамапитеки

австралопитеки

человек



**н/сем. Hominoidea**

**сем. Pongidae**

дриопитеки

гиббоны

понгиды

**сем. Hominidae**

р. Австралопитеки

р. Люди (Homo)

**р. Homo**

архантропы

= питекантропы

**Homo erectus**

палеантропы

= неандертальцы

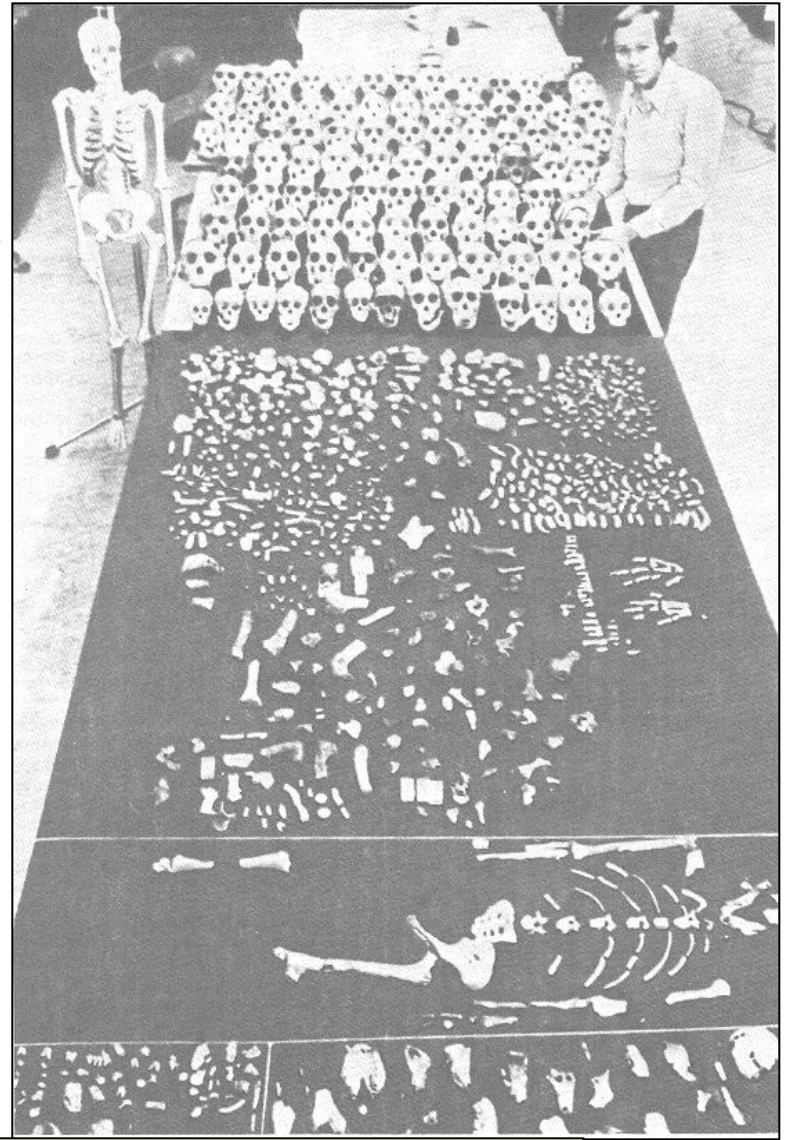
**H. sapiens  
neandertalensis**

неоантропы

= кроманьонцы

**H. sapiens  
sapiens**

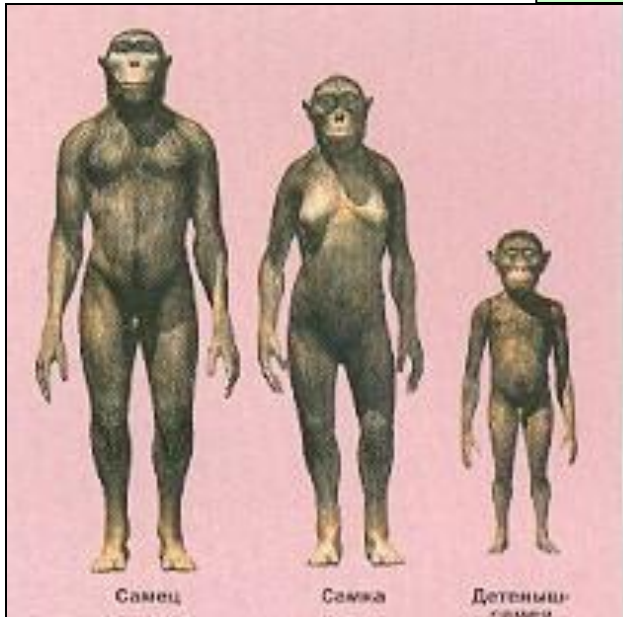
**Хадар**



**коллекция из Хадара**



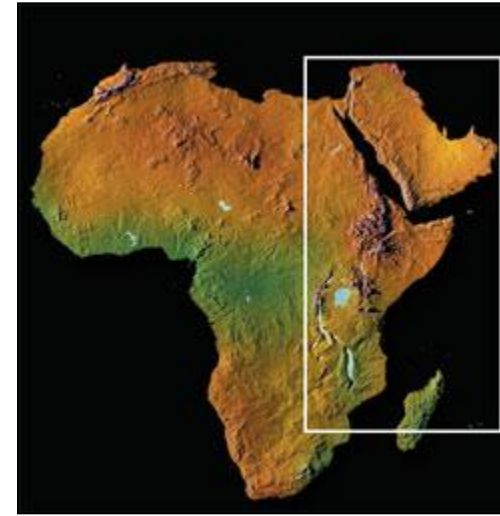
# австралопитеки – обезьяно-люди



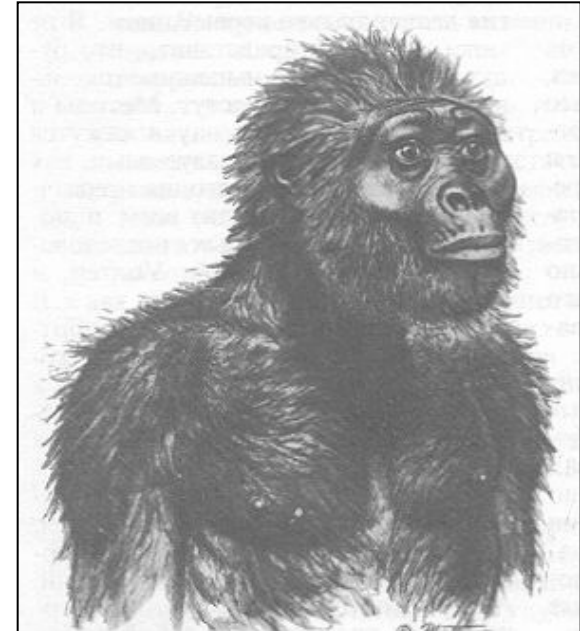
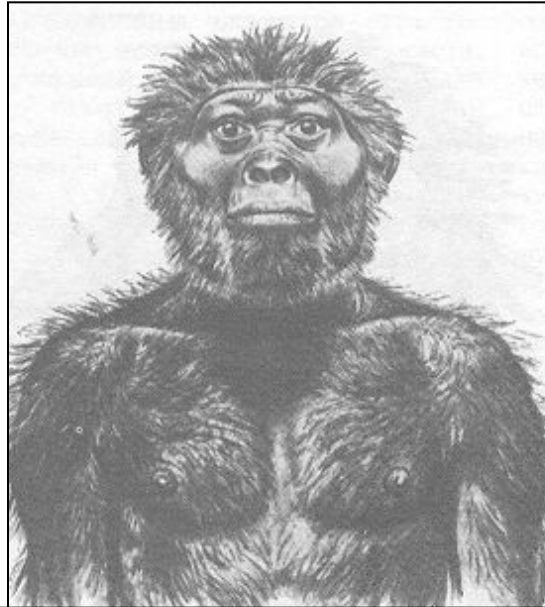
Африка (5,5 – 0,8 млн. л.)

прямоходящие

мозг – больше, чем  
у шимпанзе



самка: 105 см., 27 кг



австралопитек афарский

Австралопите́ки (от лат. *australis* — южный и др.-греч. πῑθηκος — обезьяна) — группа ископаемых высших приматов, кости которых впервые были обнаружены в пустыне Калахари (Южная Африка) в 1924 году, а затем в Восточной и Центральной Африке. Близкие к австралопитекам приматы были распространены в Передней, Южной и Юго-Восточной Азии.

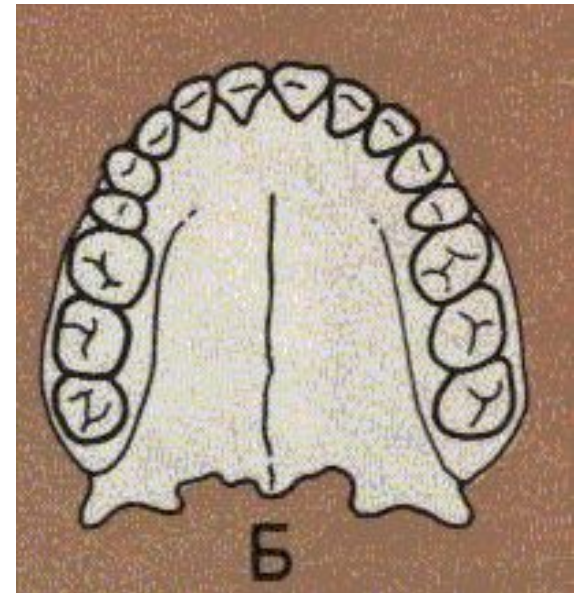
Австралопитек **Люси** была обнаружена Дональдом Йохансоном в 1973 году, около Хадар в Эфиопии. Имя Люси было взято из песни The Beatles «Люси в небесах с бриллиантами»,





Прямохождение требовало от австралопитеков довольно узкого таза, только при таком его строении они могли ходить на двух ногах.

У обезьян она напоминает латинскую букву V, тогда как у людей она более поката и похожа на букву U. Да и диастема - межзубной промежуток, как хорошо видно на рисунке, у Люси была довольно крупной,



**Australopithecus  
afarensis, ок. 3-4  
млн лет.**



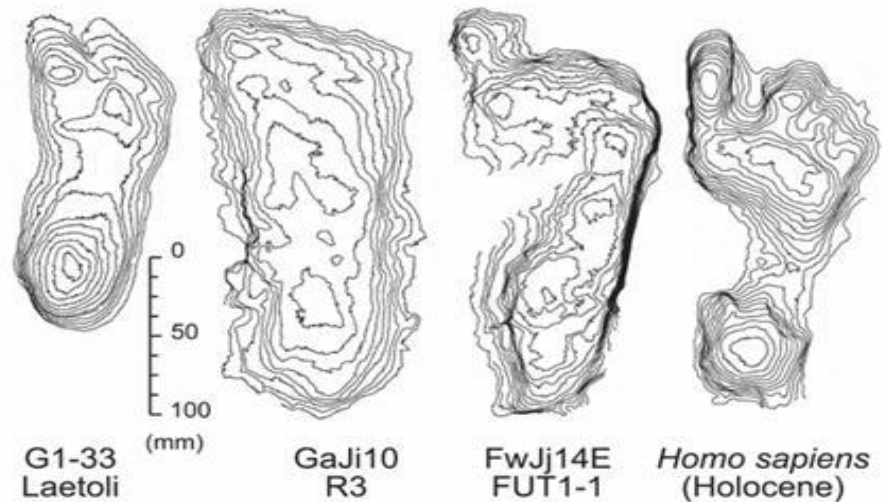
**Вся ранняя эволюция гоминин происходила в Африке, здесь же появились примерно 4,2 млн лет назад первые представители рода *Australopithecus*.**

**Из недавних находок стоит упомянуть найденный в 2000 году в Эфиопии хорошо сохранившийся скелет юного афарского австралопитека (*Australopithecus afarensis*), скорее всего девочки трехлетнего возраста, жившей 3,3 млн лет назад.**



**Обнародованы результаты изучения самого древнего и самого полного скелета детеныша австралопитека афарского. Скелет был обнаружен в декабре 2000 года в Восточной Эфиопии, примерно в том же районе, где в 1974 году была найдена знаменитая Люси, и принадлежит трехлетней девочке, жившей 3,3 миллиона лет назад. По всей видимости, девочка погибла во время наводнения и была сразу же занесена песком, что обеспечило исключительную сохранность костей. Изучение уникальной находки подтвердило, что афарские австралопитеки были двуногими существами с почти человеческой нижней частью тела, сохранившими много обезьяньих черт в строении рук и черепа.**

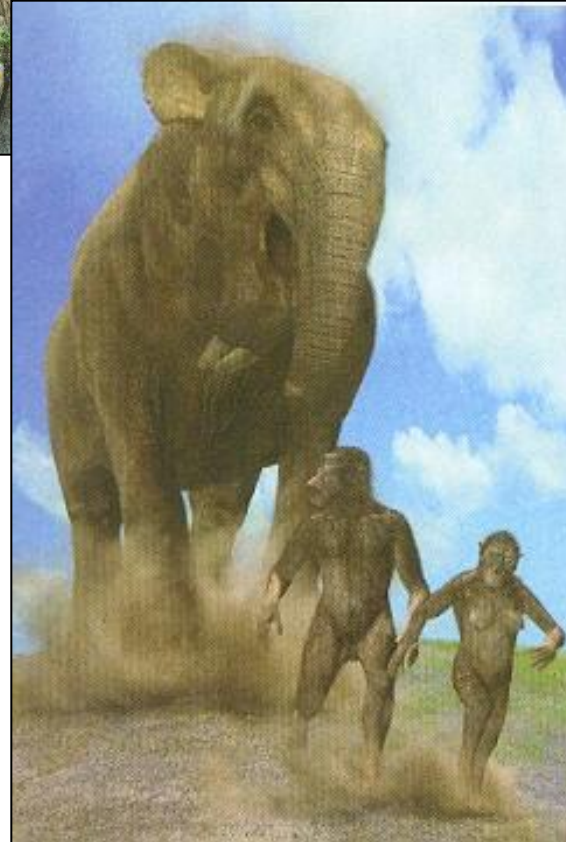
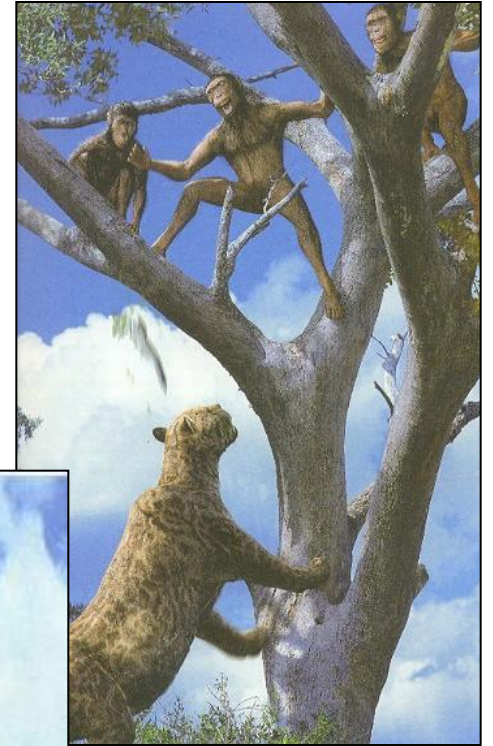
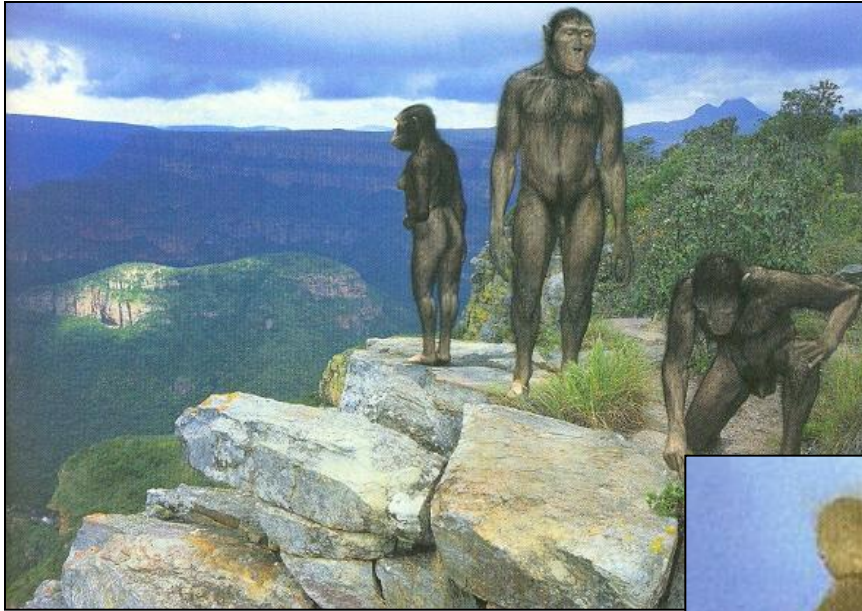
## Следы австралопитеков и эректусов



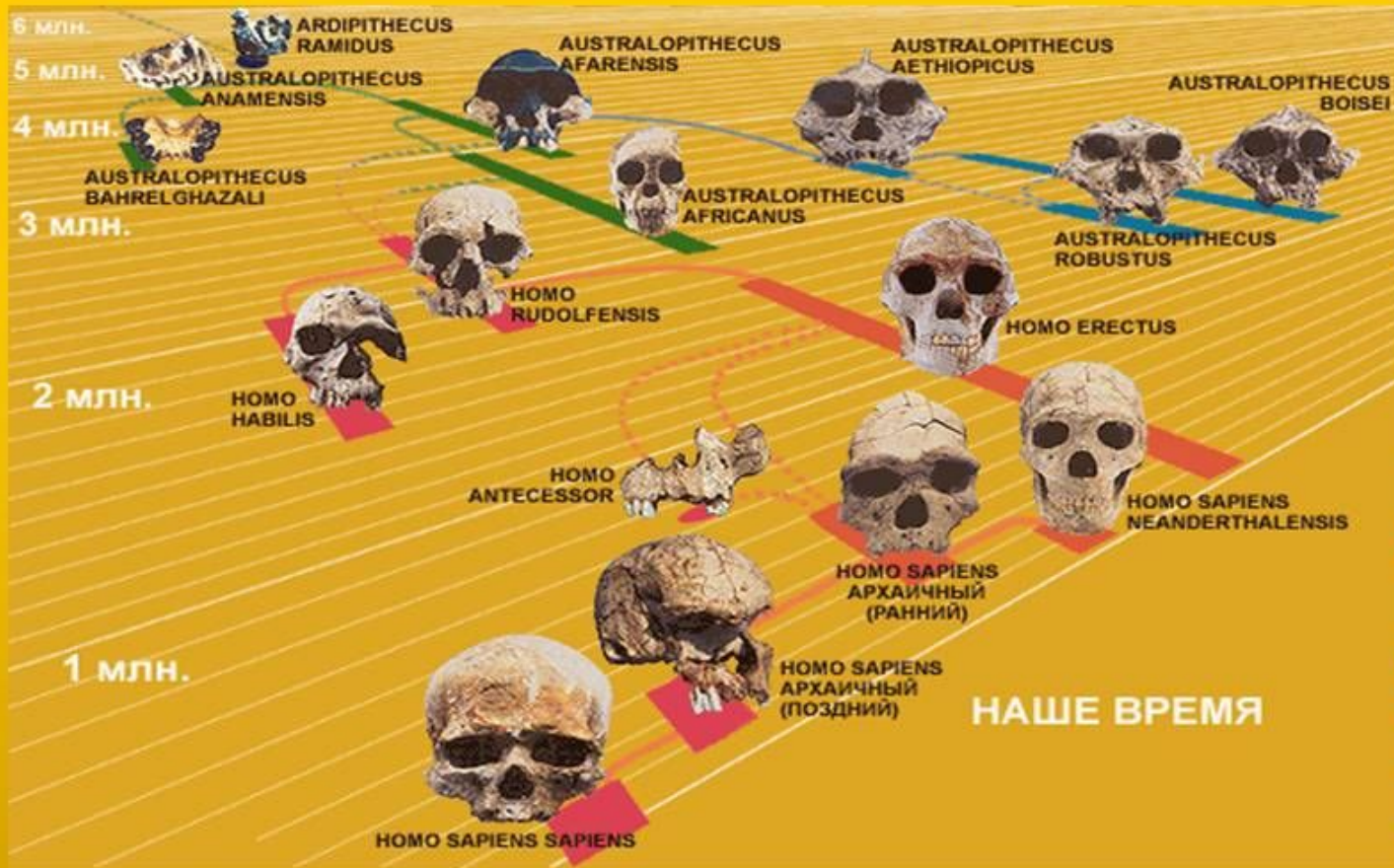
Слева направо: следы австралопитека возрастом 3,6–3,7 млн лет; следы *Homo erectus* возрастом 1,46 и 1,53 млн лет; следы современного человека

M. R. Bennett et al. Early Hominin Foot Morphology Based on 1.5-Million-Year-Old Footprints from Ileret, Kenya // *Science*. 2009. V. 323. P. 1197–2001

В целом данные палеоантропологии показывают, что в период примерно от 6 до 1 млн назад, то есть в течение пяти миллионов лет в Африке жила и процветала довольно большая и разнообразная группа двуногих человекообразных обезьян, которые своей манерой передвижения на двух ногах сильно отличались от всех других обезьян. Однако по размеру мозга эти двуногие обезьяны не отличались от современного шимпанзе. И нет оснований предполагать, что они превосходили шимпанзе по своим интеллектуальным способностям.



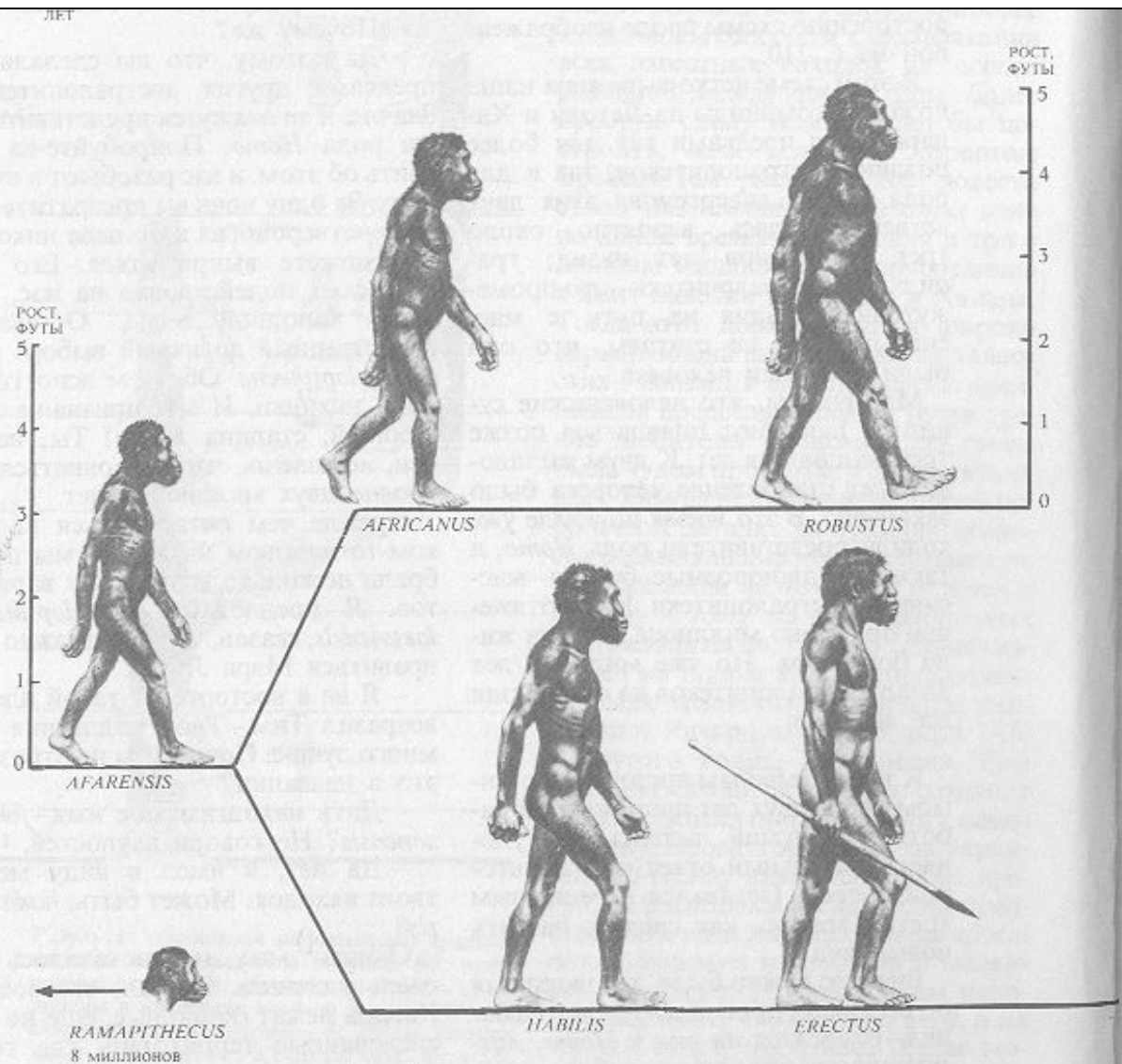
**Жизнь  
австралопитеков  
была нелегка**



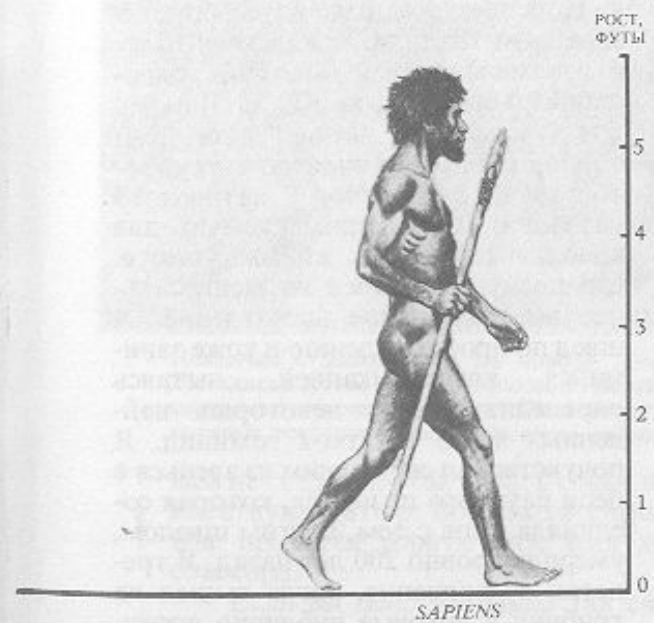
. Три цвета показаны три эволюционные линии:  
**красным** - род Homo,  
**зеленым** - австралопитек грацильный,  
**синим** - австралопитек массивный. Пунктирными линиями показаны неясные или спорные места.



# расхождение ветвей



# австралопитеки



# ЧЕЛОВЕК

ти из Летоли древн



человек умелый *H. habilis*

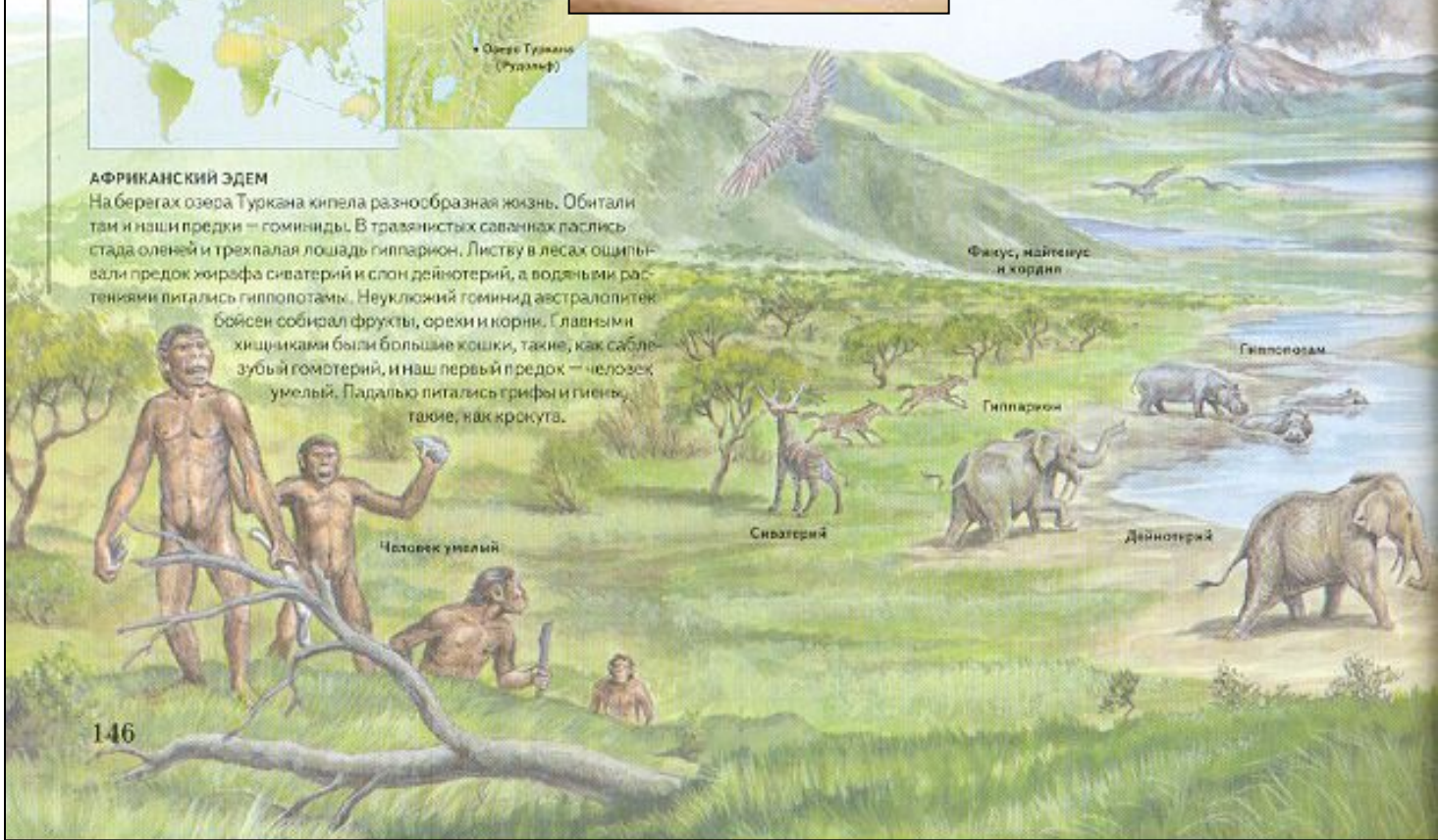
примитивные орудия 2,5 млн.

мозока разурошо, имеег оъем 1750 мл.



**АФРИКАНСКИЙ ЭДЕМ**

На берегах озера Туркана кипела разнообразная жизнь. Обитали там и наши предки — гоминиды. В травянистых саваннах паслись стада оленей и трехпалая лошадь гиппарийон. Листву в лесах ощиывали предок жирафа сиватерий и слон дейнотерий, а водяными растениями питались гиппопотамы. Неуклюжий гоминид австралопитек бойсен собирал фрукты, орехи и корни. Главными хищниками были большие кошки, такие, как саблезубый гомбтерий, и наш первый предок — человек умелый. Падалью питались грифы и гиены, такие, как крокуга.





архантропы  
*H. erectus*

прямоходящий

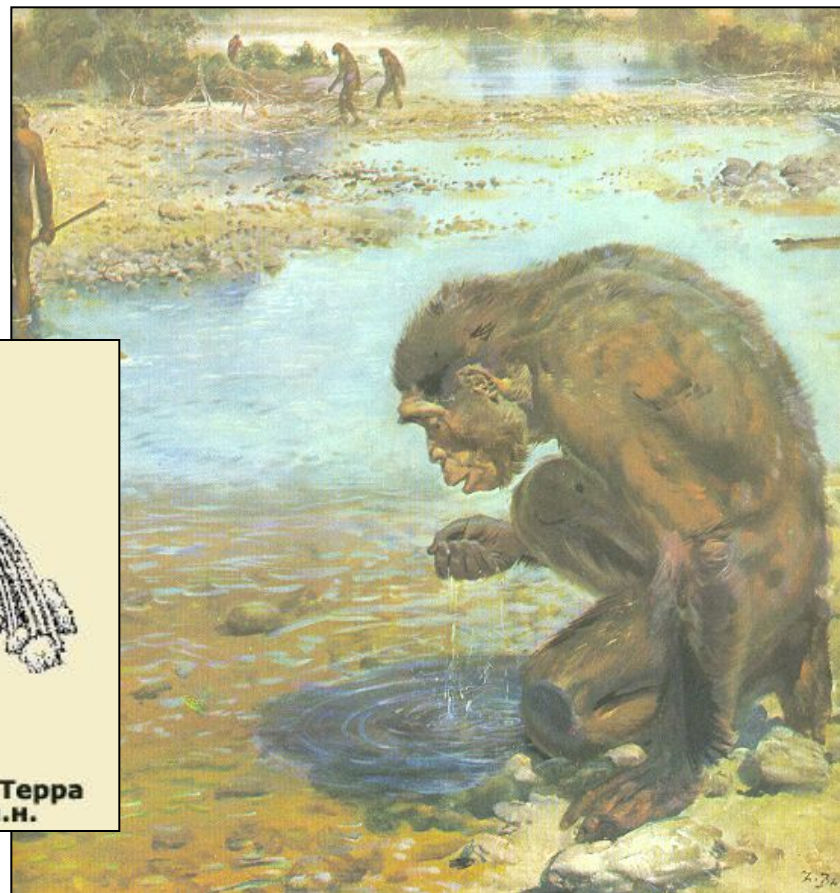
1,9 – 0,36 млн. л

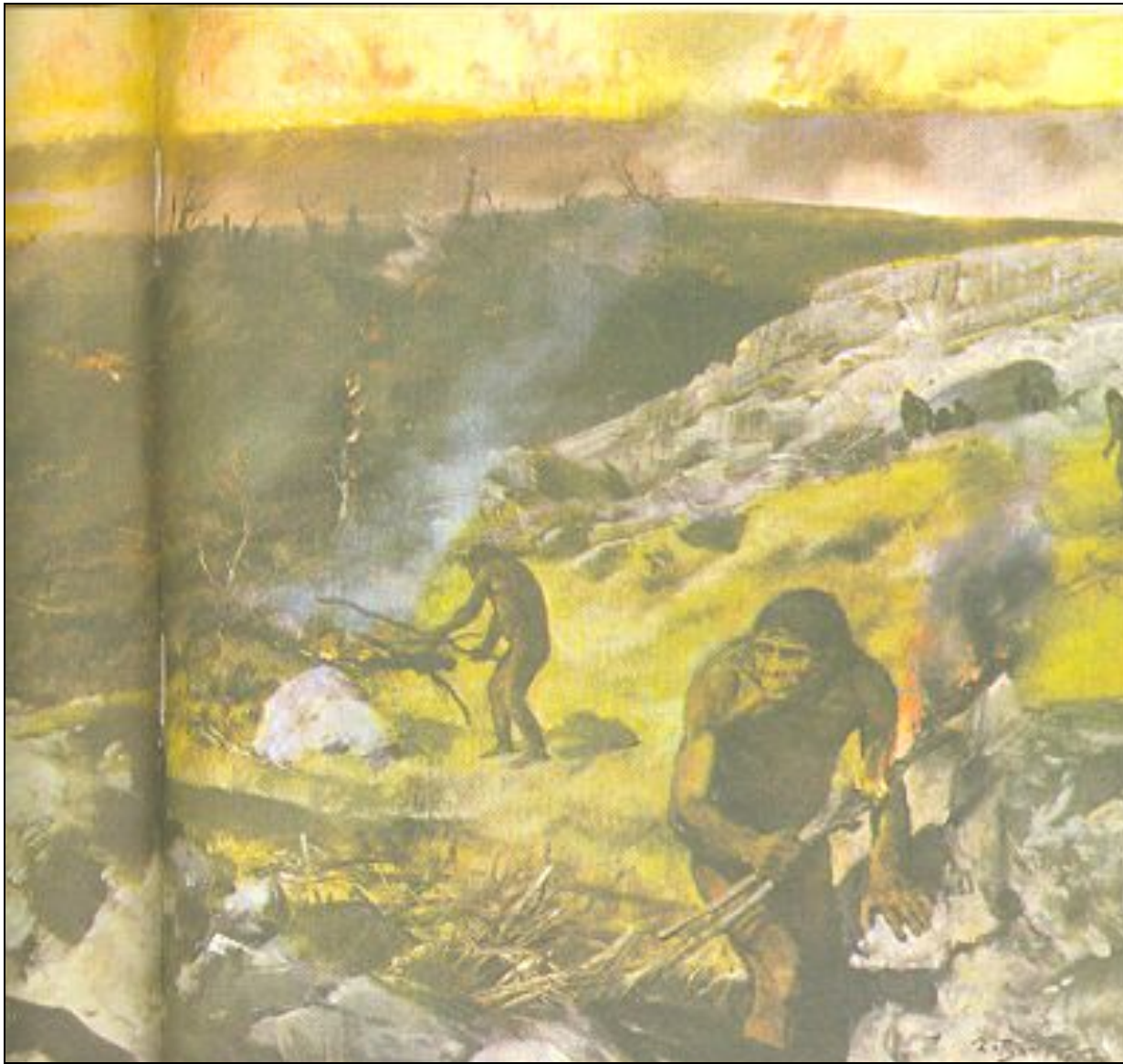


Рис. 4.15. Реконструкция лиц архантропов



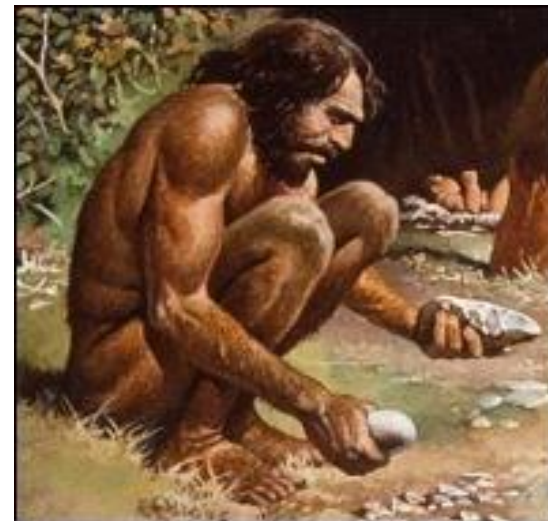
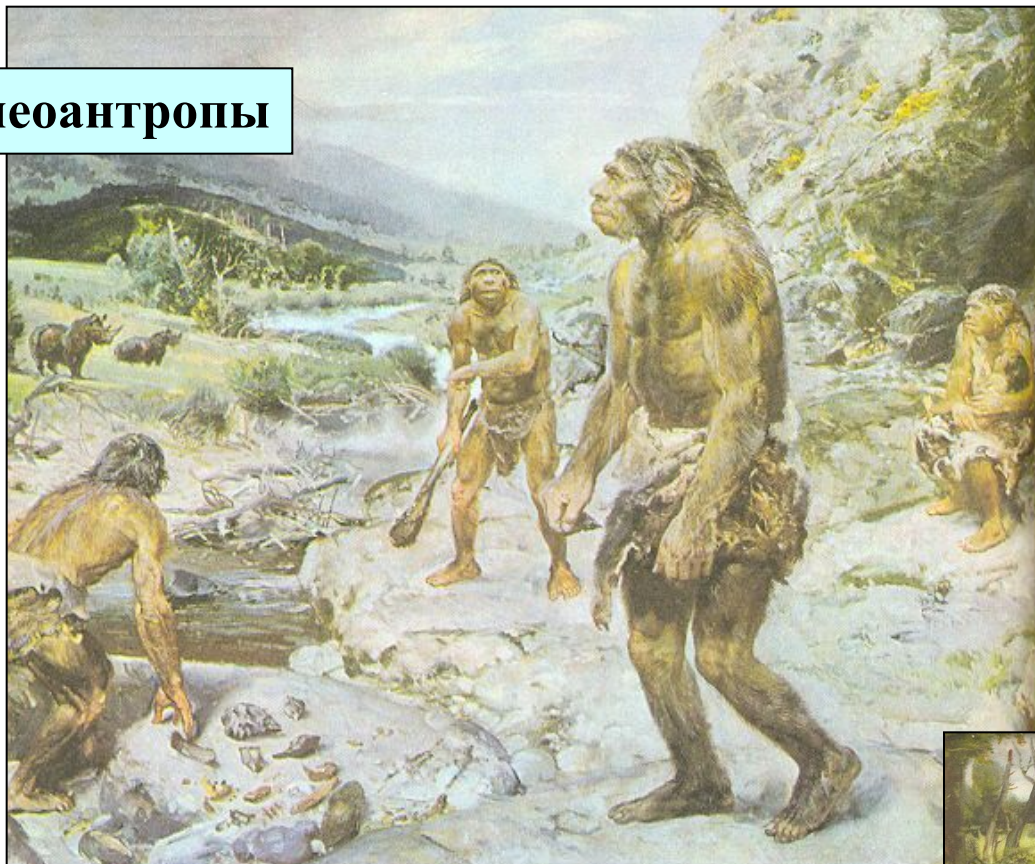
Рис. 4.18. Реконструкция хижины из Терра  
Амата с датировкой 300-400 тыс.л.н.



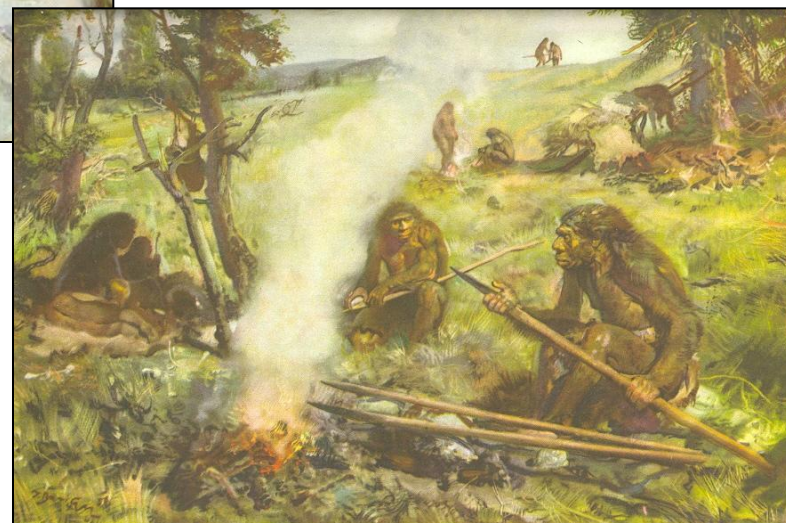


**архантропы**  
*H. erectus*

**палеоантропы**

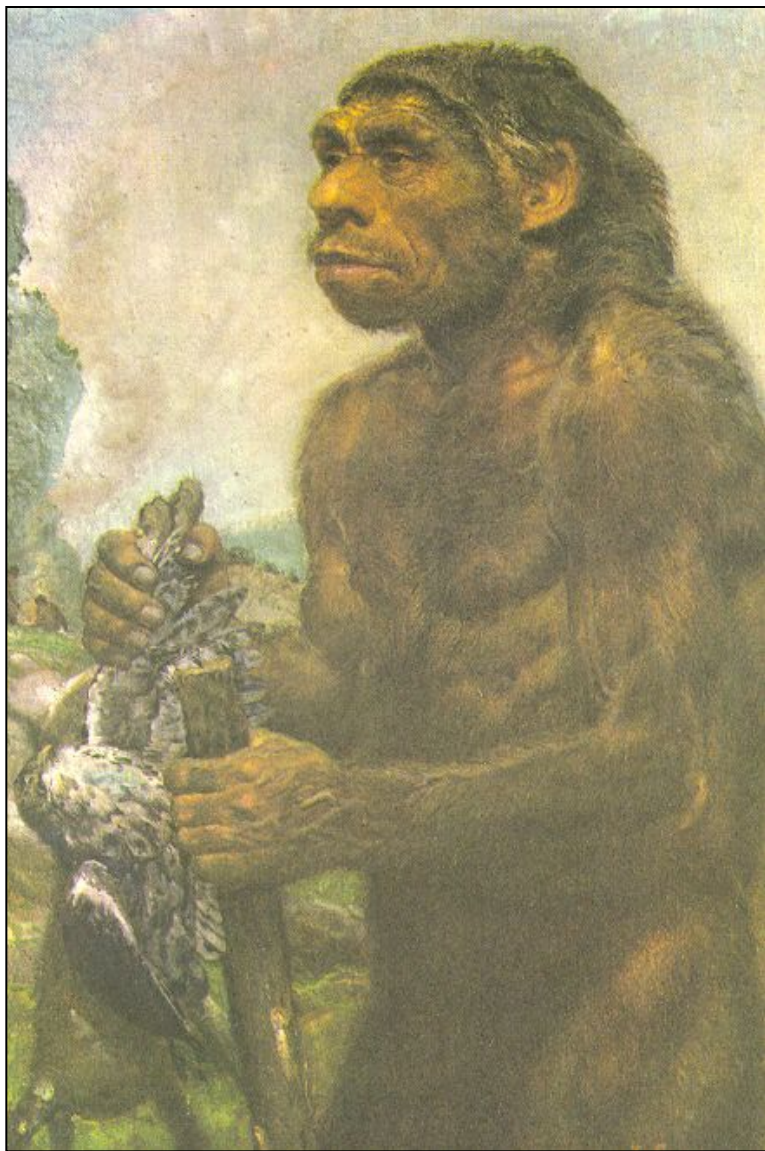


**неандертальцы**



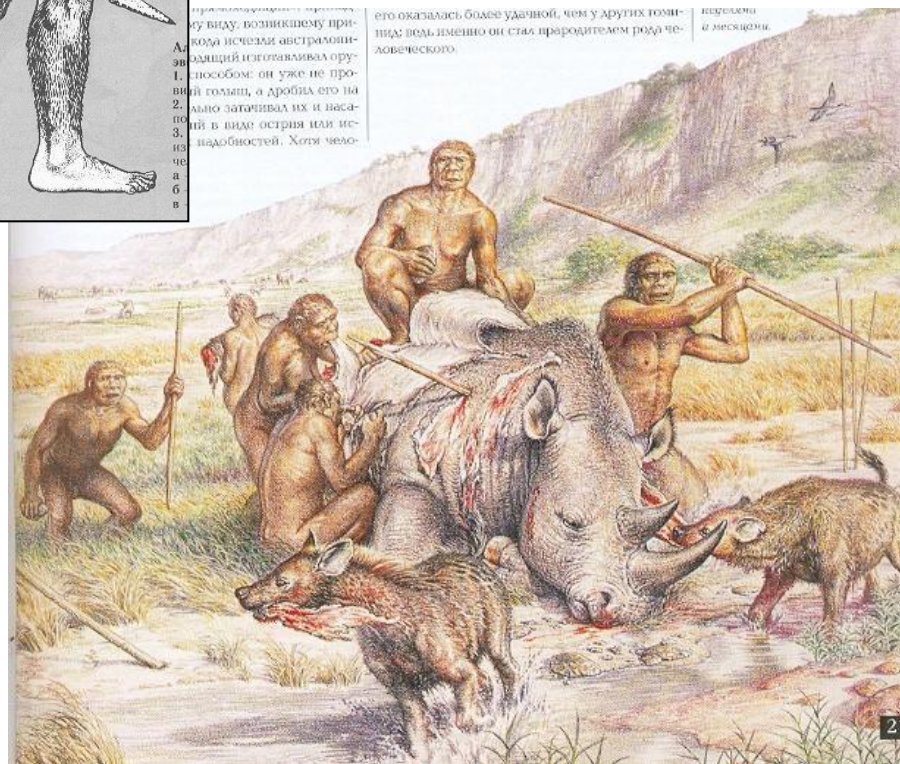
**копье (400 тыс. л.)**





...его оказалось более удачной, чем у других гоми-  
 нид; ведь именно он стал прародителем рода че-  
 ловеческого.

Аз  
 эв  
 1.  
 2.  
 3.  
 а  
 б  
 в



**палеоантропы**  
*Homo sapiens neandertalensis*

# Ареал неандертальцев

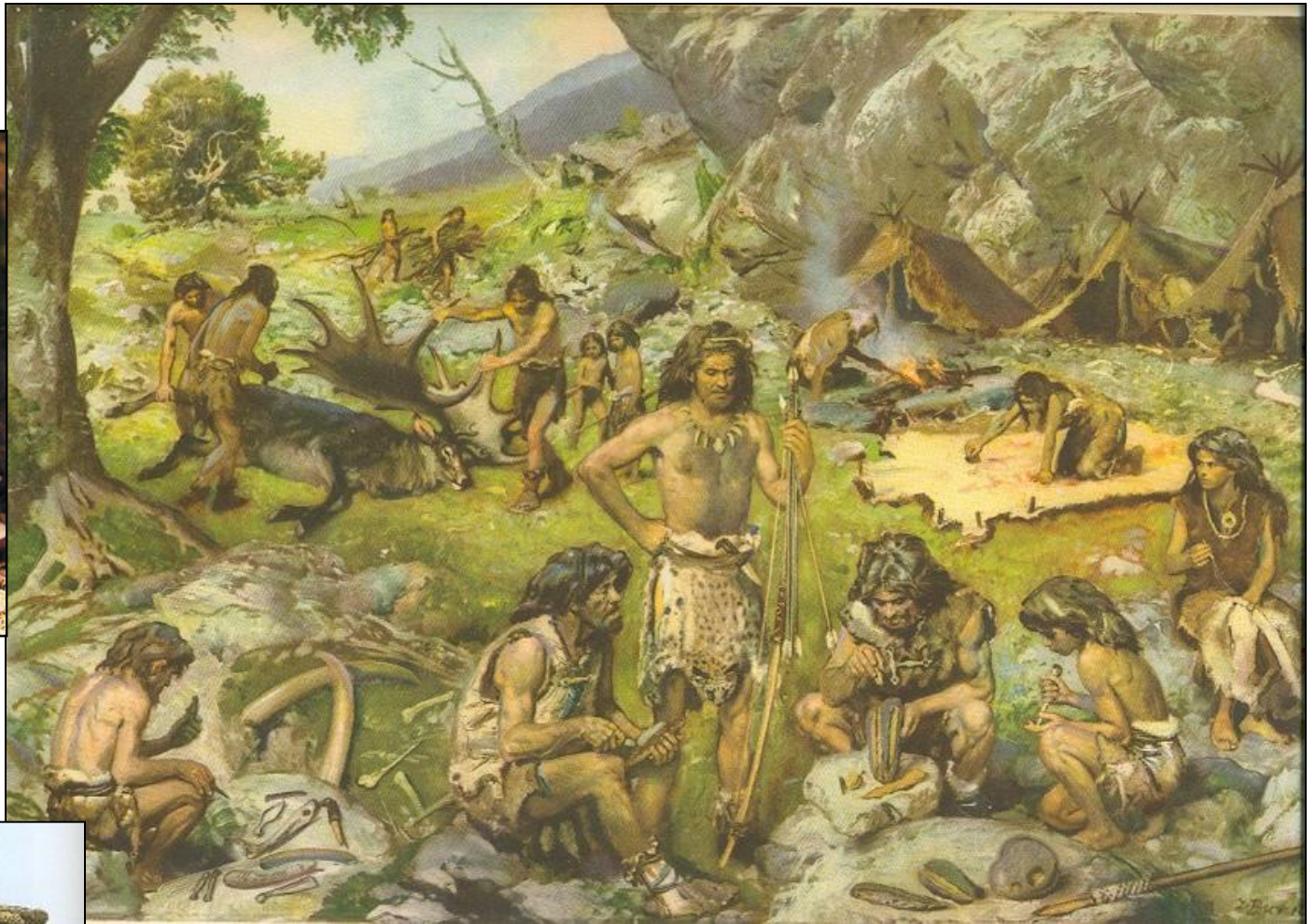


Темно-серым показаны прежние представления о распространении неандертальцев, основанные на морфологии найденных костей; светло-серым — расширение ареала на восток, основанное на генетическом анализе костей из пещеры Окладникова. Кружками отмечены точки, где в ископаемых костях установлено присутствие мтДНК неандертальского типа (Krause et al. Neanderthals in central Asia and Siberia // Nature, 2007).



Неандертальский мальчик из грота Тешик-Таш.  
Реконструкция М. М. Герасимова.

**. Из костей, найденных в пещере на Алтае, была выделена мтДНК, и она оказалась явно неандертальской. Более того, это исследование показало, что неандертальцы, имели низкий уровень генетического разнообразия, как и современные люди**



Сложные орудия  
Многие животные  
пользуются  
орудиями, но только  
человек способен  
изготавливать  
сложные предметы,  
предназначенные  
для решения  
различных задач.



неантропы *Homo sapiens sapiens*  
Кроманьонцы



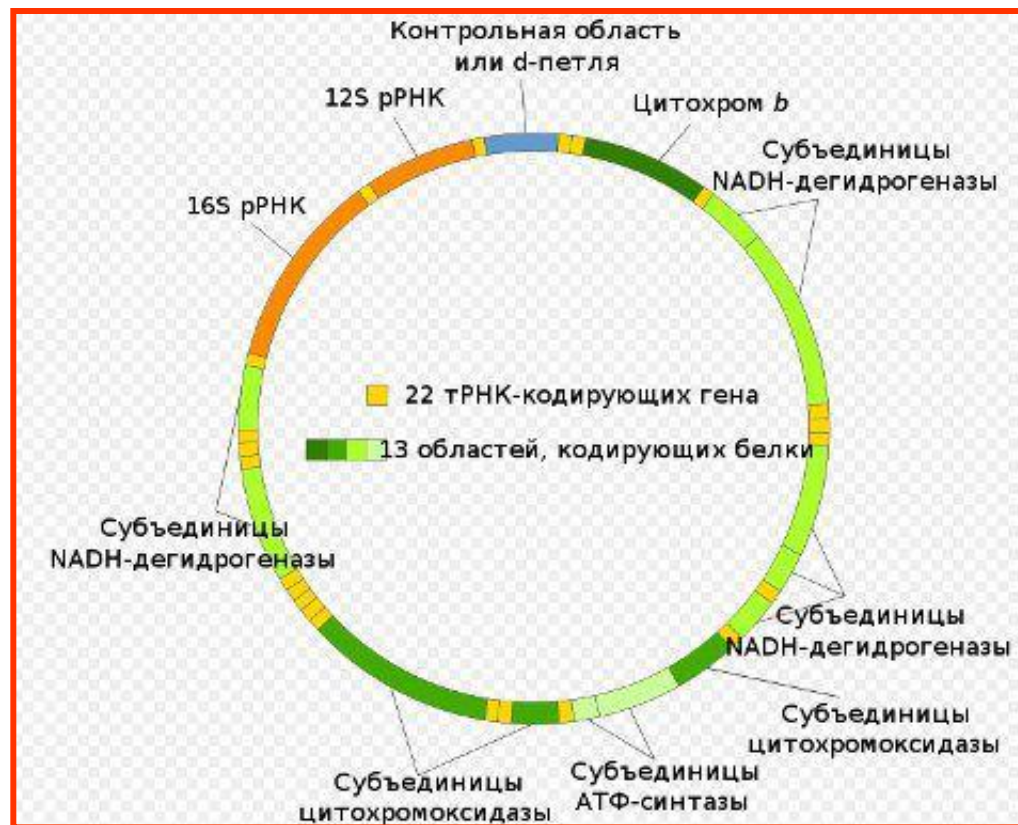
## Заселение сапиенсами Европы

- Колонизация Центральной и Западной Европы: 46–41 тыс. лет назад
- Скорость продвижения: 400 м в год
- Двумя путями: вдоль Средиземноморского побережья и по долине Дуная
- Совместное проживание с неандертальцами в большинстве районов: не более 6000 лет, на западе Франции – 1000-2000 лет.
- Начало эпохи Ориньяк: 41000 лет назад



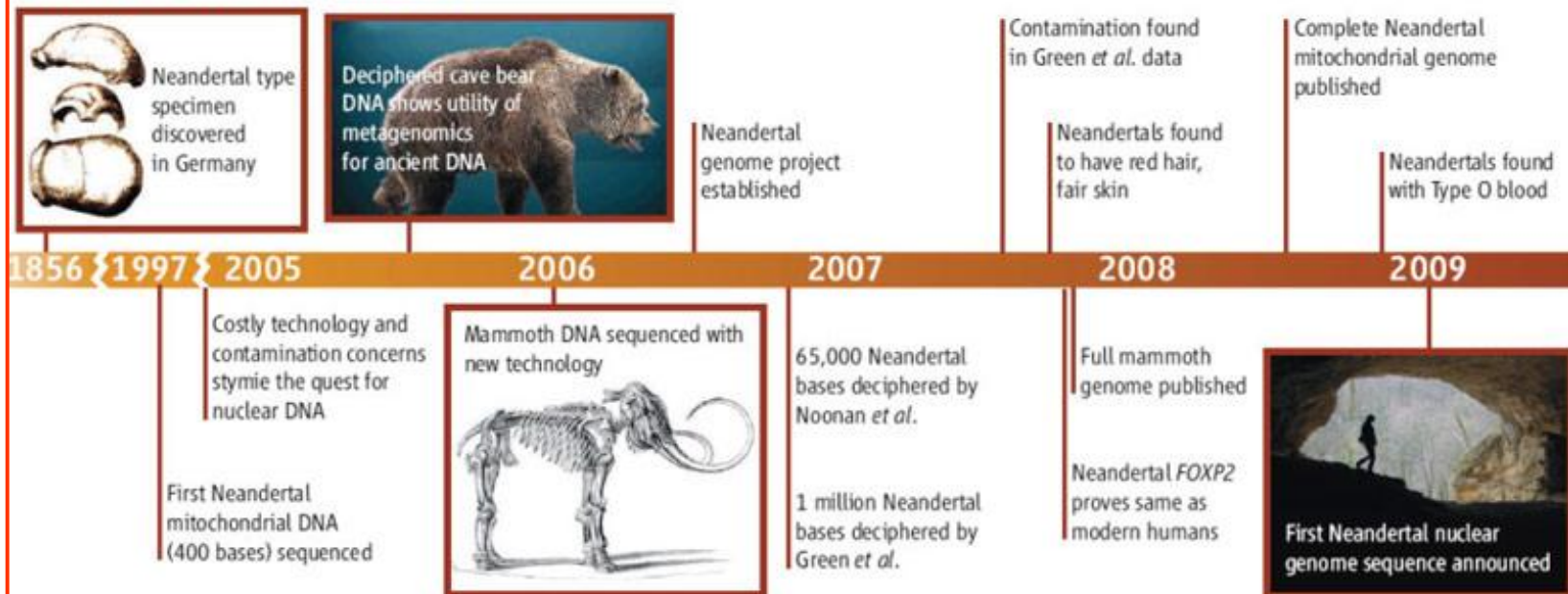
**Согласно новым данным, возраст угля, которым нарисованы эти львы на стене пещеры Шове (Франция), – 36 000 лет, а не 31 000, как считалось**

# **МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА**



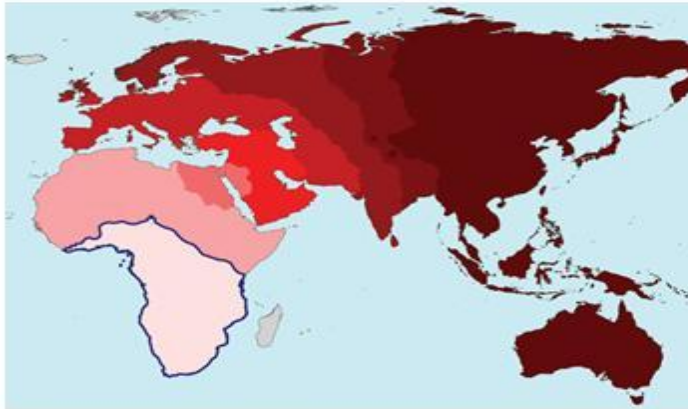
# Основные вехи в развитии палеогенетики неандертальцев (1997 – 2009)

## ANCIENT GENOMICS TAKES OFF

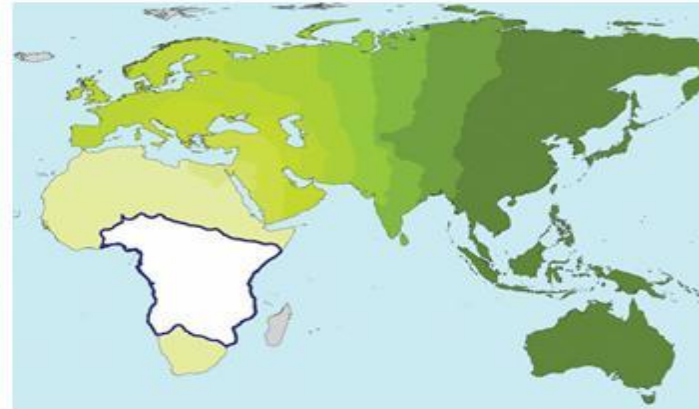


Elizabeth Pennisi. Neandertal genomics: Tales of a Prehistoric Human Genome // Science. 2009. V. 323. P. 866–871.

## Расселяясь из Африки, сапиенсы постепенно теряли разнообразие



Изменчивость размеров черепа по мере удаления от области происхождения современного человека в Африке (последняя выделена *белым* и *оконтурена синей линией*). Последовательно *более темными контурами* показана утеря первоначальной изменчивости.



Генотипическая изменчивость по мере удаления от области происхождения современного человека в Африке

Manica A., Amos W., Balloux F., Hanihara T. The effect of ancient population bottlenecks on human phenotypic variation // Nature. 2007. V. 448. P. 346–348

**Сапиенсы, проходили через «бутылочные горлышки» - периоды резкого снижения численности, за которыми следовали периоды быстрой экспансии. Последний общий предок неандертальцев и современных людей, судя по генетическим данным, жил около 600-800 тысяч лет назад. Практически доказано, что среди современных людей нет потомков неандертальцев по прямой материнской линии**

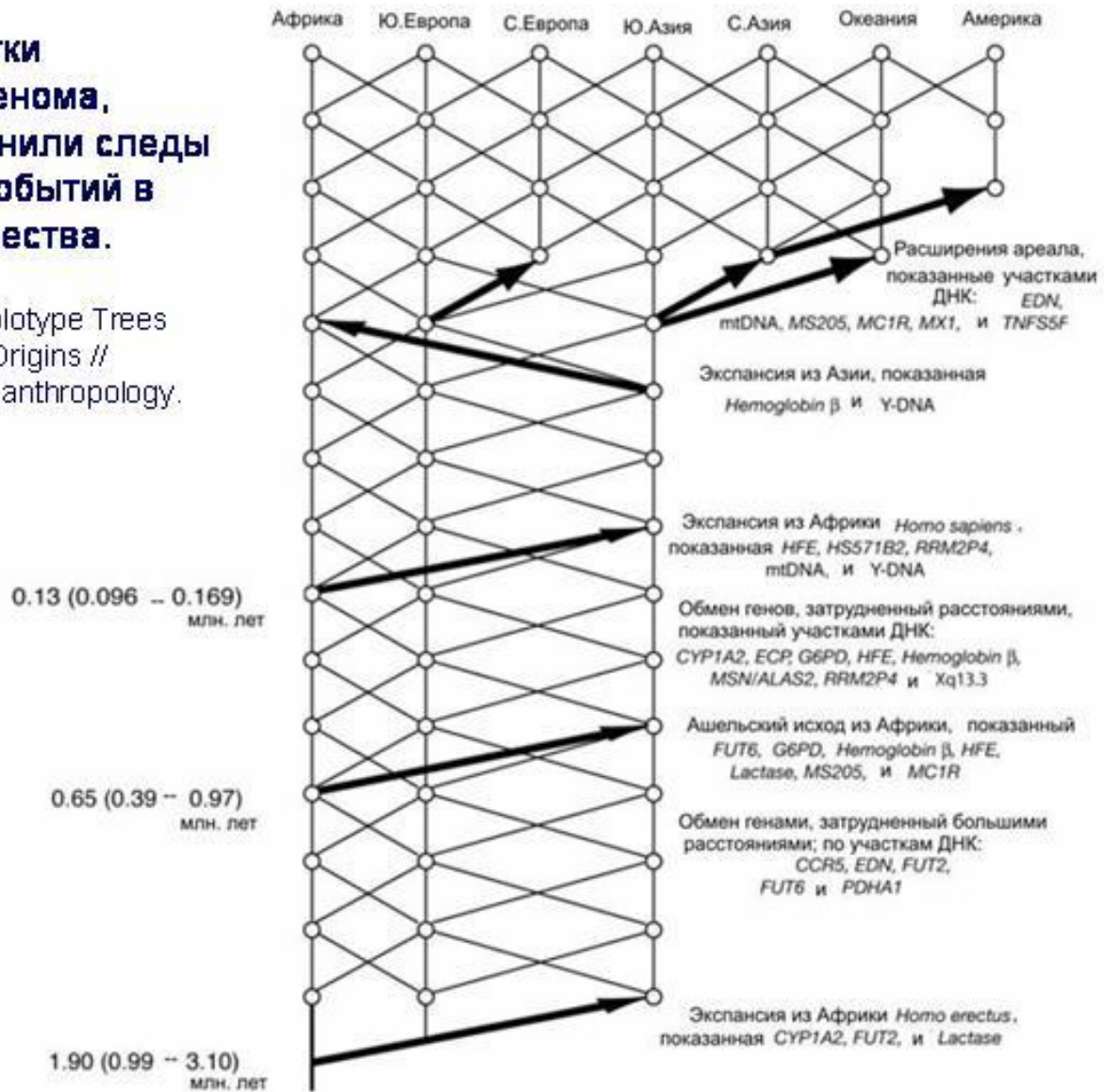
**Многие генетические данные, в том числе новейшие данные по геному неандертальца, свидетельствуют против гипотезы о том, что вышедшие из Африки сапиенсы скрещивались с другими видами людей, населявших Европу и Азию.**

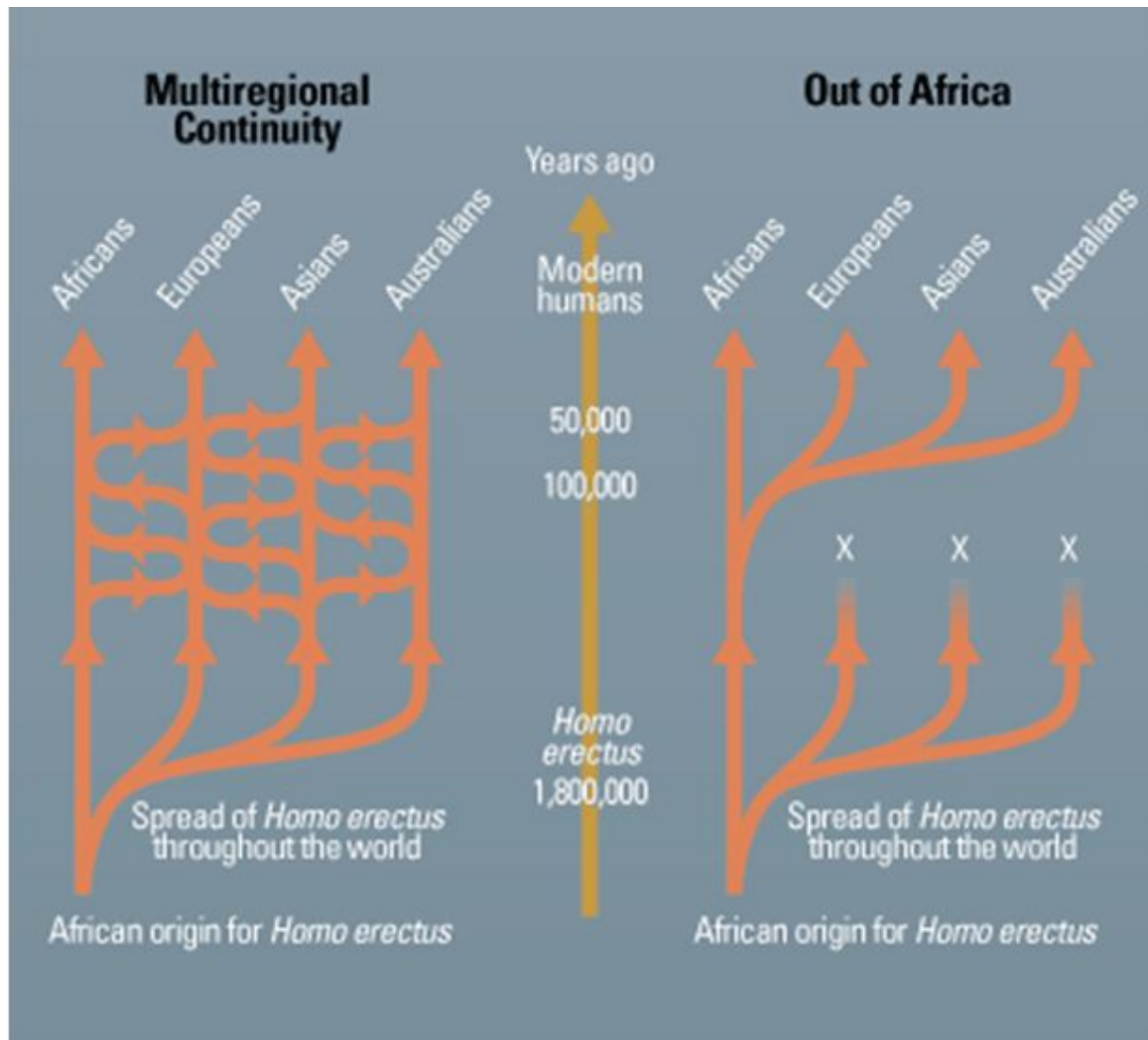
**Однако есть и такие данные, которые указывают на возможность такой гибридизации.**

**Одним из сторонников этой точки зрения является Алан Темплтон из Мичиганского университета. Он справедливо полагает, что по одному-единственному участку генома (например, по мтДНК) нельзя делать окончательные выводы об эволюции и истории расселения человечества. Для таких выводов необходим комплексный анализ многих разных участков генома. По данным Темплтона, разные участки ДНК сохранили следы разных событий в истории человечества. Общая картина хорошо совпадает с той, которая реконструируется по данным археологии. Три участка ДНК сохранили следы древнейшей волны выхода из Африки около 1,9 млн лет назад. Фактически это означает, что в наших жилах течет кровь древних азиатских архантропов! Семь участков ДНК свидетельствуют о втором исходе из Африки около 0,65 млн лет назад (ашельская экспансия). Представители этой волны — тоже наши прямые предки. Наконец, еще пять участков ДНК (в том числе мтДНК и Y-хромосома) подтверждают третий исход из Африки около 100 тыс. лет назад**

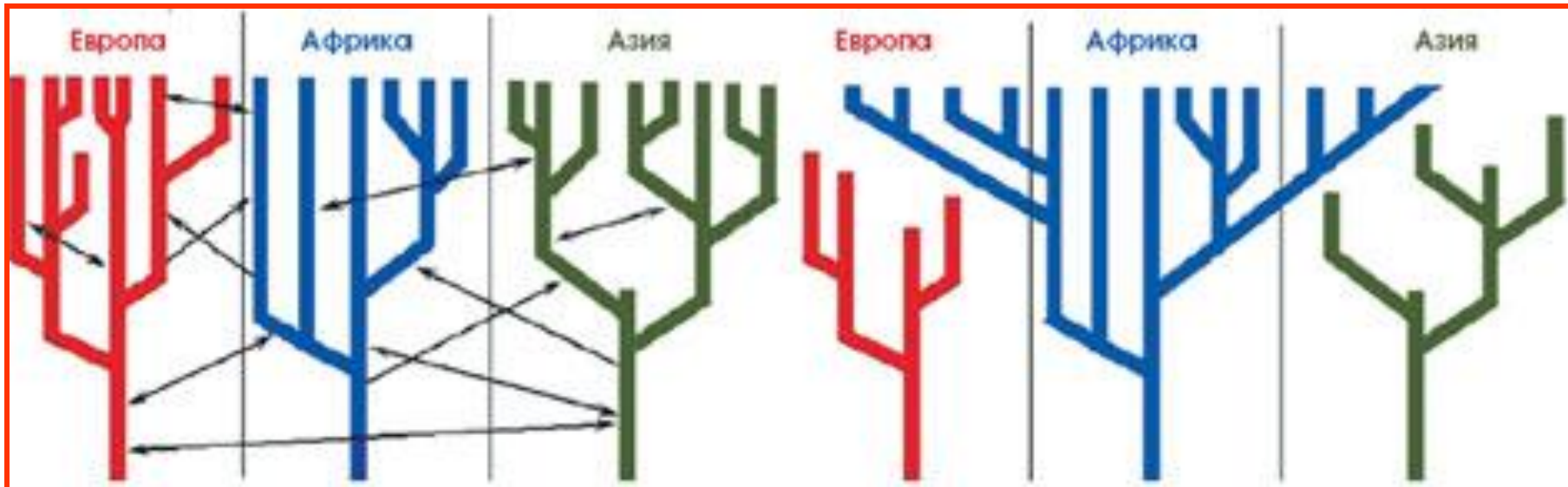
**Некоторые участки человеческого генома, возможно, сохранили следы очень древних событий в истории человечества.**

A. R. Templeton. Haplotype Trees and Modern Human Origins // Yearbook of physical anthropology. 48:33–59 (2005).





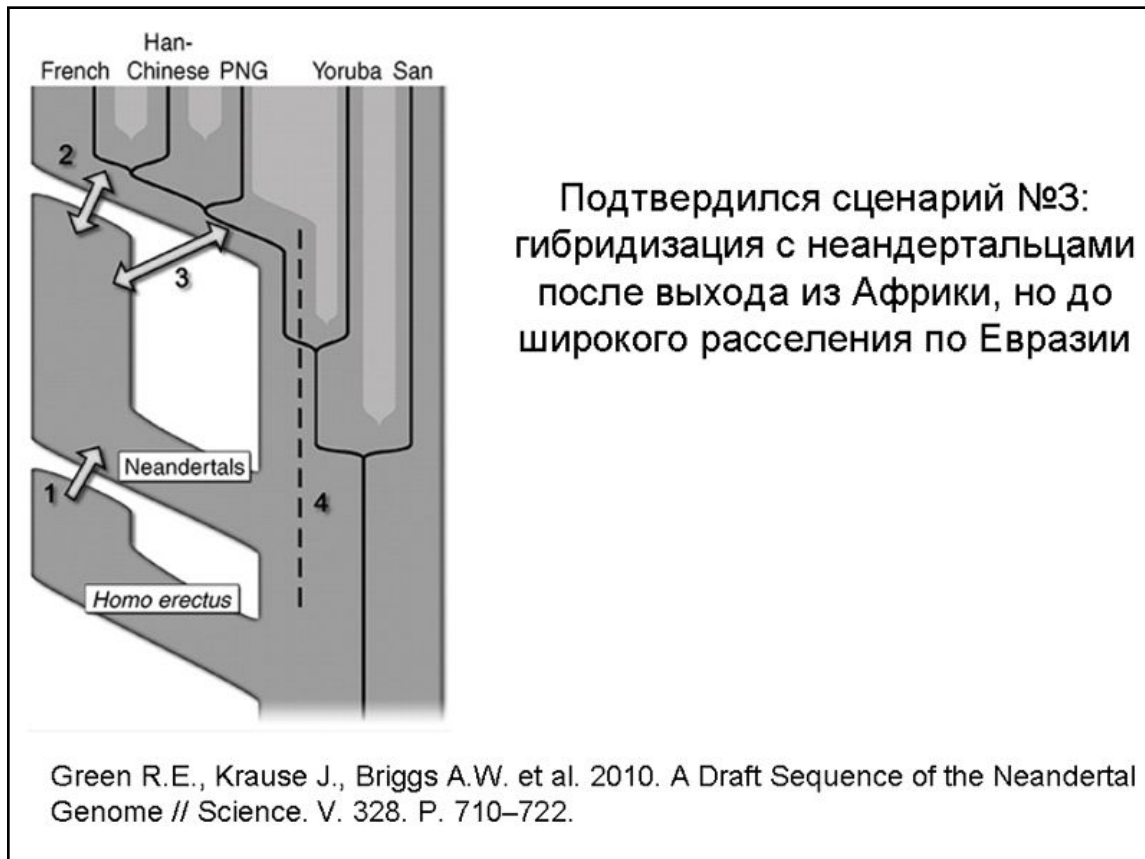
. Спор моноцентристов с полицентристами  
 Этот спор временами становился очень ожесточенным.



**Мультирегиональная гипотеза. Человек современного анатомического типа возник независимо на разных континентах из разных ветвей *Homo erectus*. Единообразие людей поддерживалось системой миграций (по: Stringer, 1989).**

**Монофилетическая гипотеза (гипотеза африканского происхождения человека). Человек современного типа возник в Африке и распространился оттуда на все континенты, вытесняя других представителей рода *Homo* (по: Stringer, 1989).**





**Гибридикация с неандертальцами после выхода из Африки**  
**Самые замечательные результаты были получены при сравнении генома неандертальца с полными геномами пяти современных людей — француза, китайца, жителя Новой Гвинеи и двух африканцев из Южной и Западной Африки. Сенсация состоит в том, что геном неандертальца оказался больше похож на геномы европейцев, азиатов и папуасов, чем на геномы африканцев.**

**ДЕНИСОВСКИЙ ЧЕЛОВЕК – еще один наш родственник**

**Homo sapiens altaensis**



**Появление на «эволюционной арене» нового участника — обнаруженного в Денисовой пещере на Алтае денисовского человека, оказавшегося самостоятельным подвидом древнего человека, — значительно изменило представление о том, как формировался человек современного облика.**

**«Сейчас трудно об этом говорить, но вполне возможно, что денисовцы ведут свою эволюцию непосредственно от Homo erectus, от тех первых людей, которые вышли за пределы Африки около 2 млн лет назад»**

### **Анатолий Пантелеевич Деревянко**

«За выдающиеся открытия и труды в области изучения древнейшей истории человечества в Евразии и формирования человека современного анатомического типа».

«Последние археологические находки А.П. Деревянко на Алтае стали поистине мировой сенсацией и создали основу для новой теории формирования человека современного анатомического и генетического типа. обосновали существование ранее неизвестных популяций ископаемого человека, названного

**Homo sapiens altaiensis.**



**Останки денисовского человека найдены в 2008 году российскими археологами. В 2010-м команда ученых из института Макса Планка под руководством биолога Сванте Пеэбо секвенировала ДНК, извлеченную из останков.**

**Исследователи узнали, что приблизительный возраст останков — около 50 тыс. лет. Данная цифра соответствует времени массовых миграции с Африканского континента на север неандертальцев и современных людей. Самое интересное, что ареал распространения переселения никак не пересекается с местом обнаружения останков.**

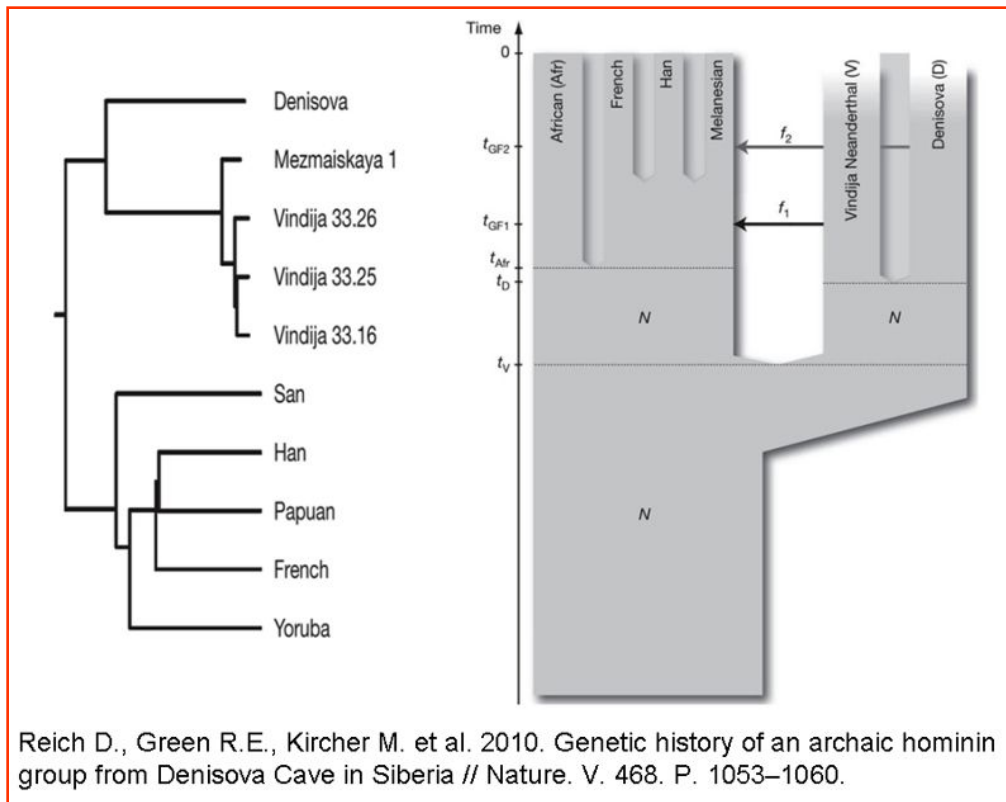
**Новый вид получил название «денисовский» — в честь имени пещеры, где произошло археологическое открытие.**

**Геном современного европейца содержит 4% неандертальской ДНК, а геном нынешних меланезийцев на 4–6% состоит из ДНК денисовского человека**



**У денисовского человека были карие глаза, каштановые волосы и смуглая кожа. Выяснилось, что многими внешними чертами современный человек обязан этому вымершему виду людей: в генах современного населения Земли есть определенный процент генома Денисовца.**



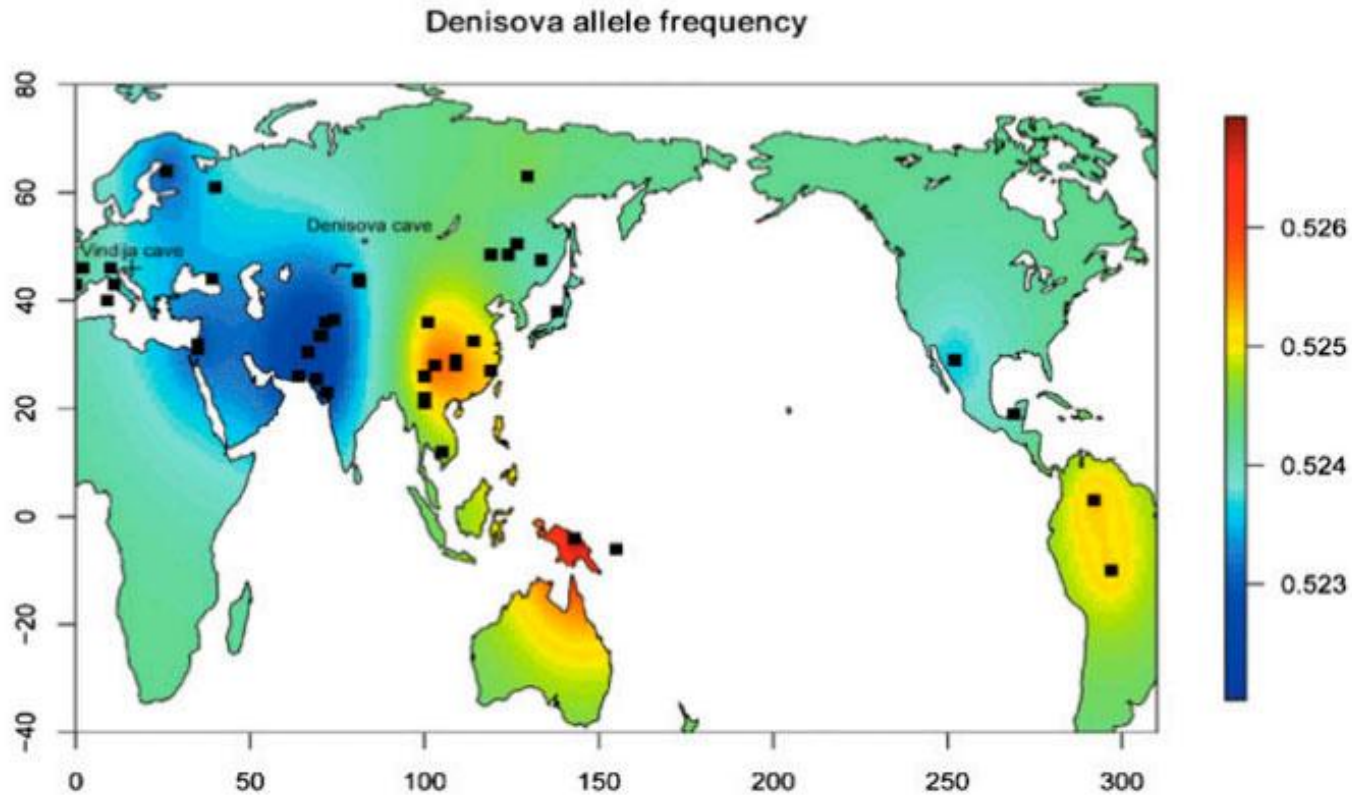


**Палеогенетика позволила сделать еще одно сенсационное открытие. Из фаланги мизинца возрастом от 30 до 50 тысяч лет, найденной в Денисовой пещере на Алтае, удалось выделить ДНК и прочесть сначала митохондриальный, а потом и ядерный геном. Кроме сапиенсов и неандертальцев существовала еще одна человеческая популяция, которую назвали «Денисовцами». Денисовцы чуть ближе к неандертальцам, чем к нам. На этом слайде показана реконструкция истории этих трех популяций**

**Митохондриальная ДНК, выделенная из М, М2?-3 и из фаланги мизинца кисти, примерно вдвое больше отличается от мт-ДНК современных людей, чем мт-ДНК неандертальцев, и примерно настолько же отличается от неандертальцев по сравнению с сапиенсами.**

**Предположено существование эндемичного вида гоминид на Алтае, возникшего в результате длительной изоляции, которая могла длиться от 779 до 1,3 млн.л.н., чья ветвь отделилась задолго до расхождения линий неандертальцев и современных людей.**

**Ядерная ДНК, выделенная из фаланги мизинца, отличается и от неандертальцев, и от сапиенсов, но несколько ближе к неандертальцам, чем к сапиенсам.**

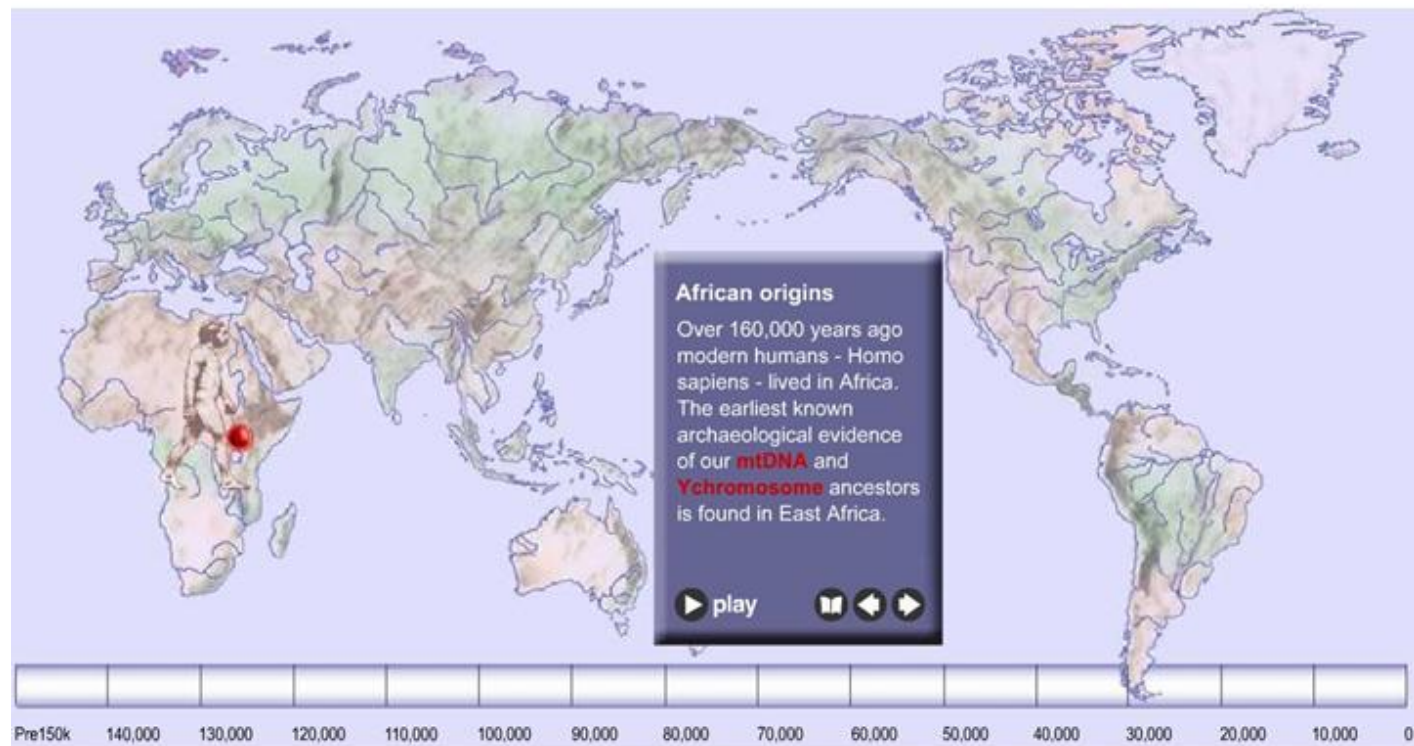


Пространственное распределение специфических "денисовских" аллелей. Чем "красней", тем частота "денисовских" аллелей выше.

Черные квадратики - источники образцов ДНК современных популяций.

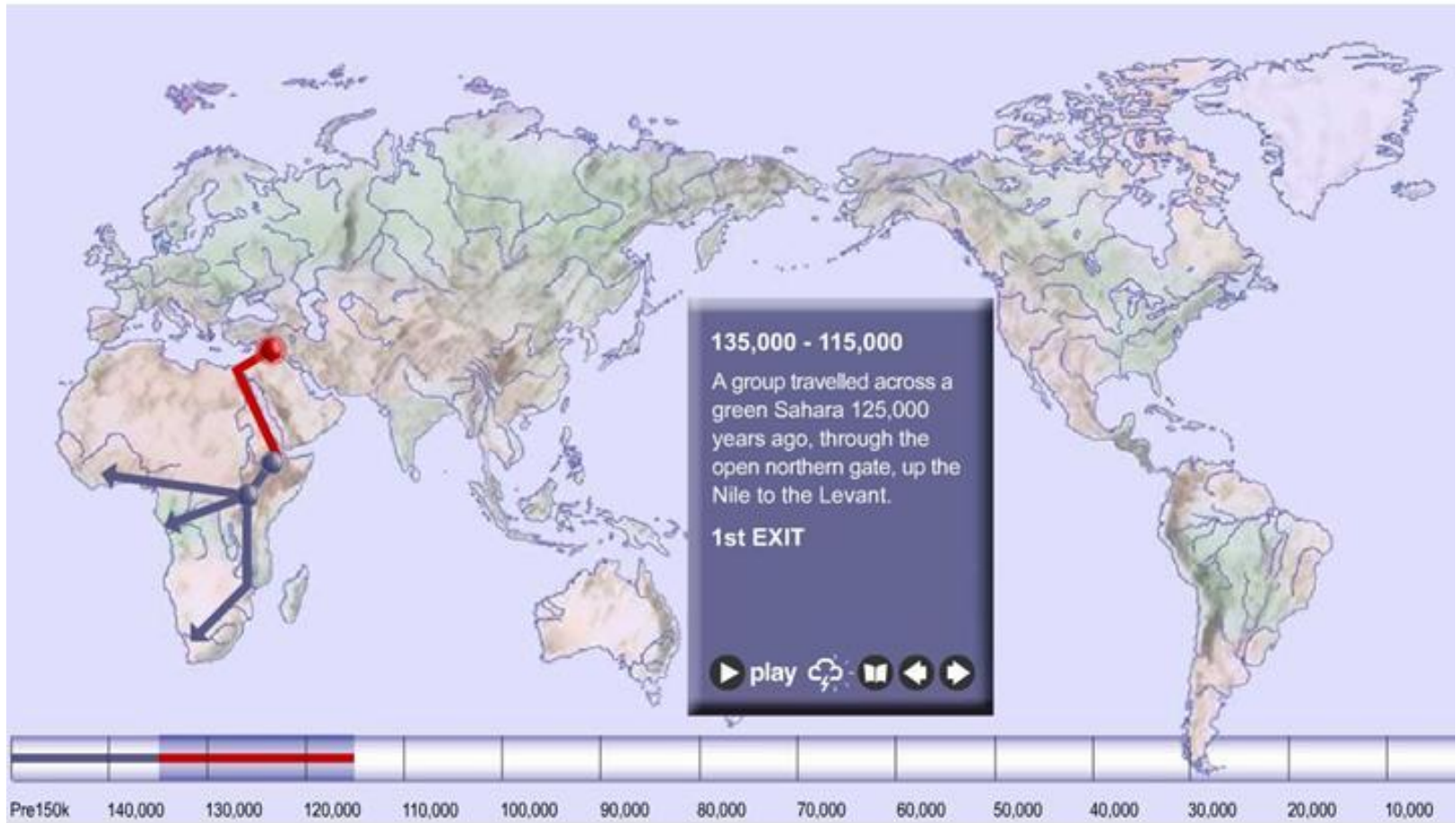
Вид жил около 40 тысяч лет назад и имел ареал, пересекающийся по времени и месту с территориями, населеными [неандертальцами](#). Вид жил около 40 тысяч лет назад и имел ареал, пересекающийся по времени и месту с территориями, населеными неандертальцами и современными людьми, однако их появление вызвано [миграциями из Африки](#), отличными от переселений [Homo erectus](#),



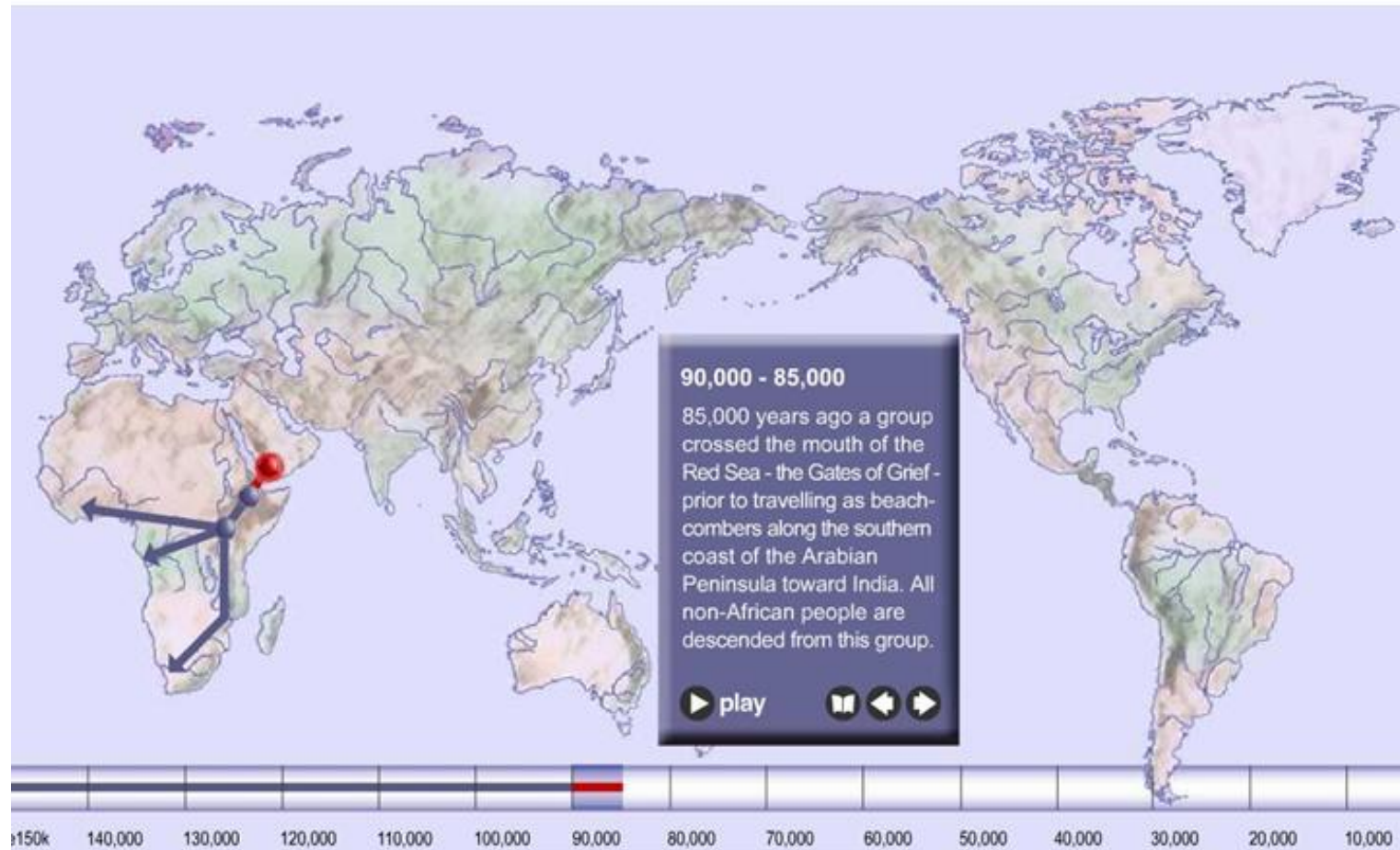


Источник: <http://www.bradshawfoundation.com/journey/>

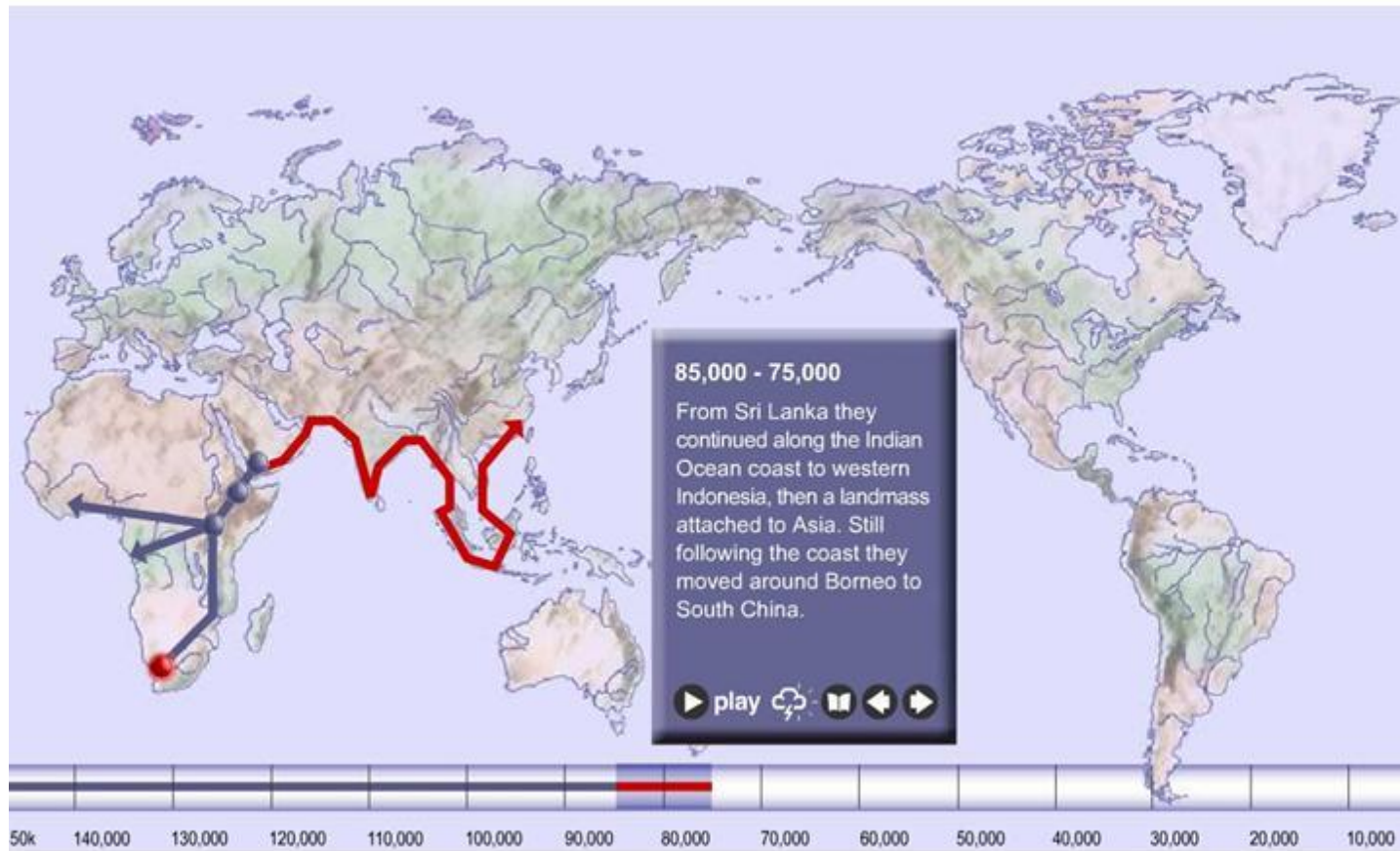
**Сравнительный анализ митохондриальной ДНК и Y-хромосом современных людей показал, что человечество происходит от небольшой популяции, жившей в восточной Африке 160-200 тыс лет назад. Homo sapiens оказался молодым видом с очень низким уровнем генетического полиморфизма; генетические различия между расами оказались меньше, чем между разными особями шимпанзе из одной популяции (это результат «бутылочных горлышек» в ранней истории человечества).**



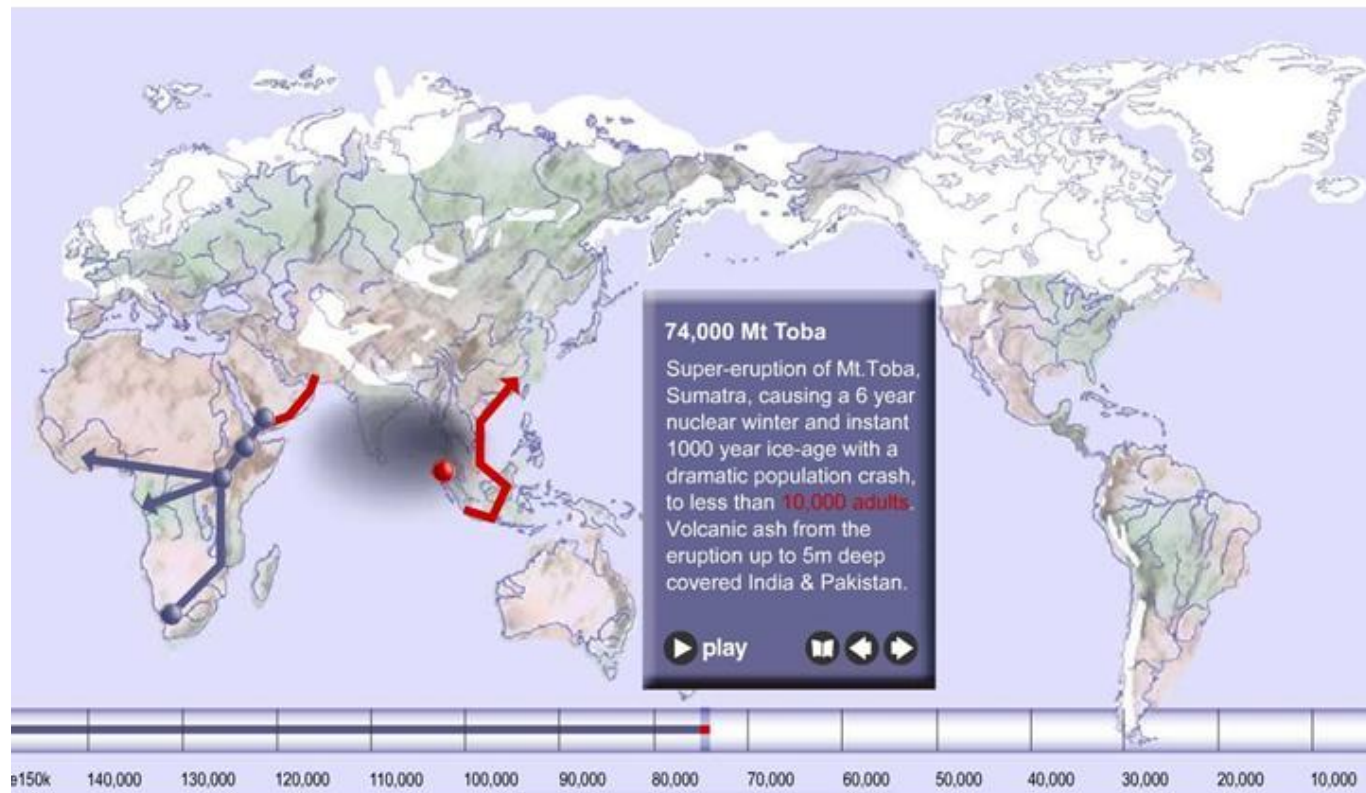
**Первый выход сапиенсов из Африки – по археологическим данным – состоялся около 135-115 тыс лет назад**



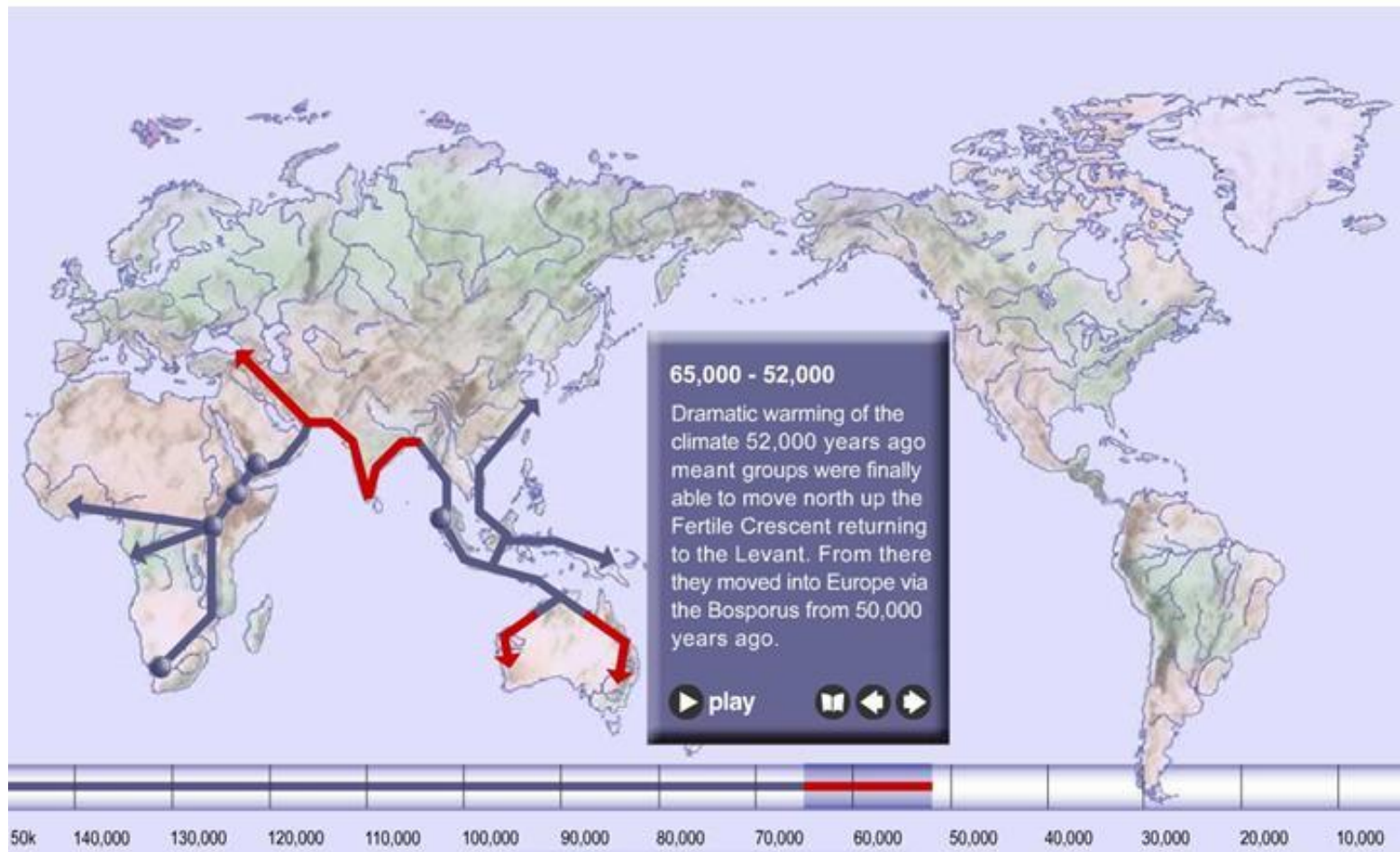
**90-85 тыс лет назад произошел второй выход сапиенсов из Африки. И от этой небольшой группы эмигрантов впоследствии произошло все внеафриканское человечество.**



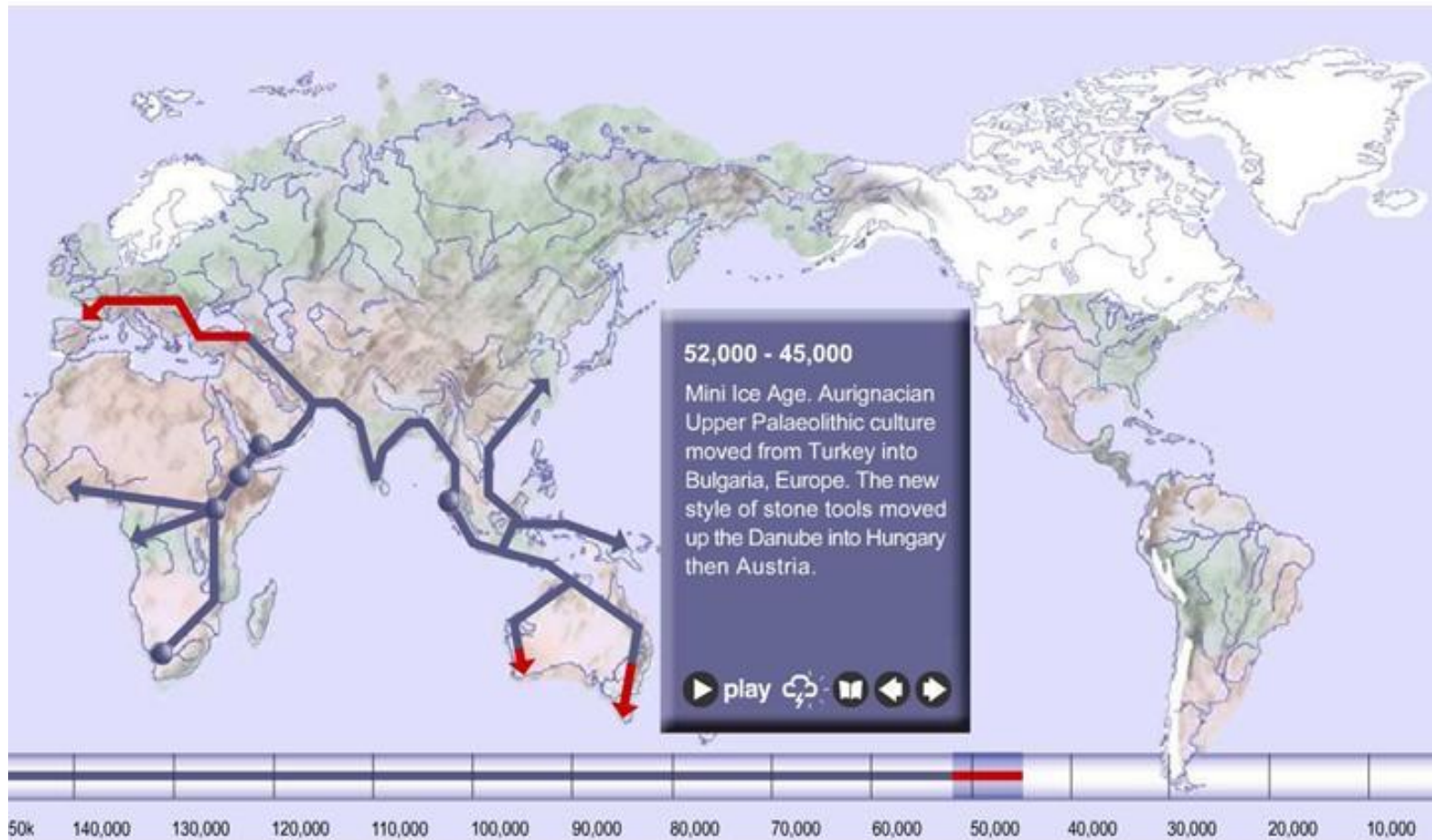
**Люди расселялись сначала вдоль южного побережья Азии**



**Около 74 000 лет назад произошло грандиозное извержение вулкана Тоба на Суматре, которое привело к ядерной зиме и резкому похолоданию, которое длилось несколько веков. Популяция людей резко сократилась**



**Тем временем расселение людей продолжалось. Люди проникают в Австралию. Кстати, сегодня уже практически общепризнано, что деятельность первобытных охотников в Австралии стала главной причиной массового вымирания фауны крупных сумчатых животных, которое произошло примерно 40 000 лет назад.**



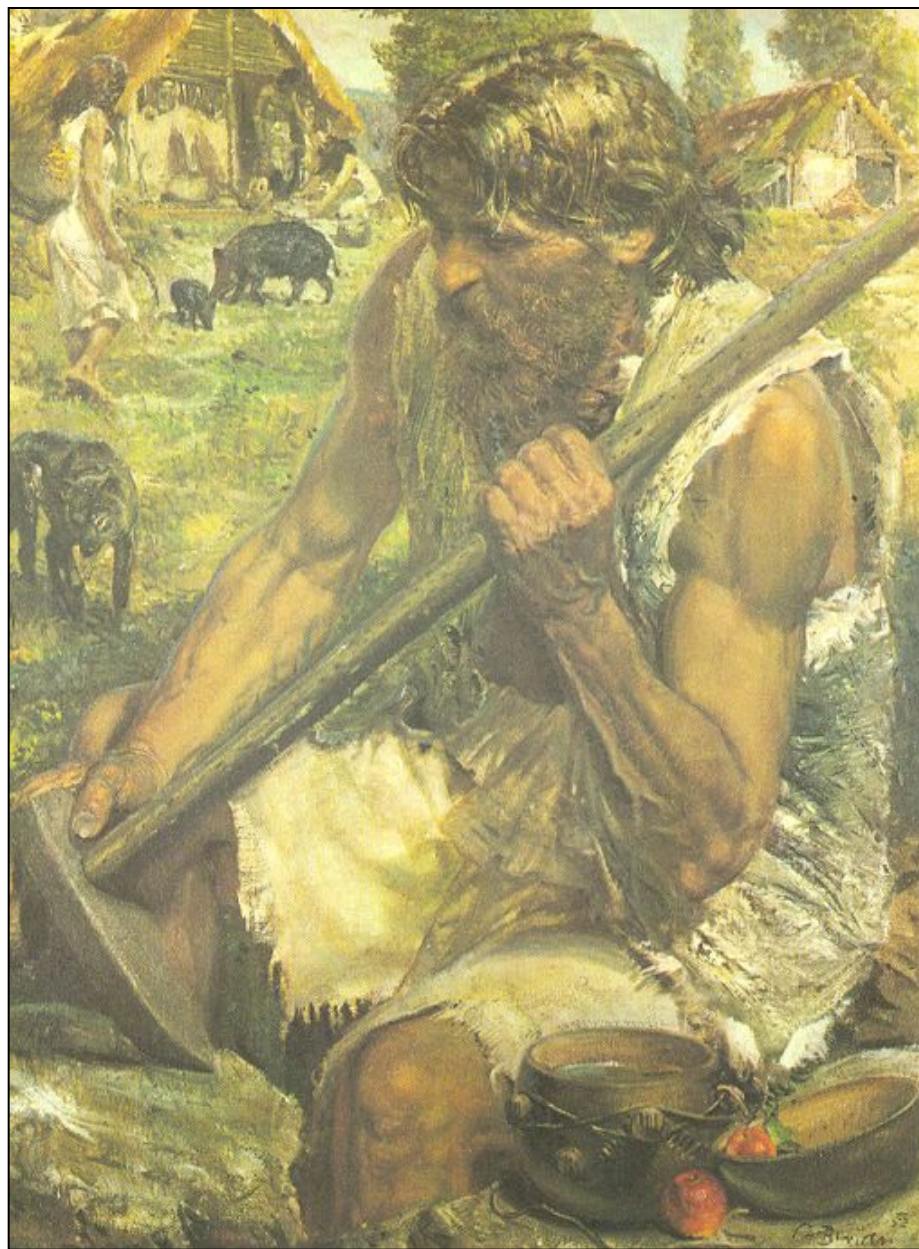
**Следующее важное событие – приход сапиенсов в Европу, населенную неандертальцами. Надо сказать, что в последние годы быстро развиваются методы радиоуглеродного датирования. Это позволило уточнить датировку событий, связанных с заселением сапиенсами Европы.**

Человек современного анатомического типа сформировался из четырех линий: *Homo sapiens africanensis* (центральный ствол, от которого идет наибольшее количество видообразований), *Homo sapiens orientalis* (его подвид, человек восточный), *Homo neanderthalensis*, которого раньше считали предком человека, а потом вычеркнули (его нужно вернуть обратно, ведь в геноме современного человека до 4% от неандертальца) и ***Homo sapiens altaensis*** (денисовец). То есть эволюция была не линейной, а многофакторной, и денисовец не бесследно исчез, а его вклад в геном современного человека, несомненно, был





**ЭТО  
уже  
МЫ**



**Был этот мир кромешной тьмой окутан.  
Да будет свет! И вот явился Ньютон!**

**долгожданное переходное звено найдено !**

**Но Сатана не долго ждал реванша,  
Пришел Эйнштейн, и стало все как раньше!**

**теперь их слишком много ?**