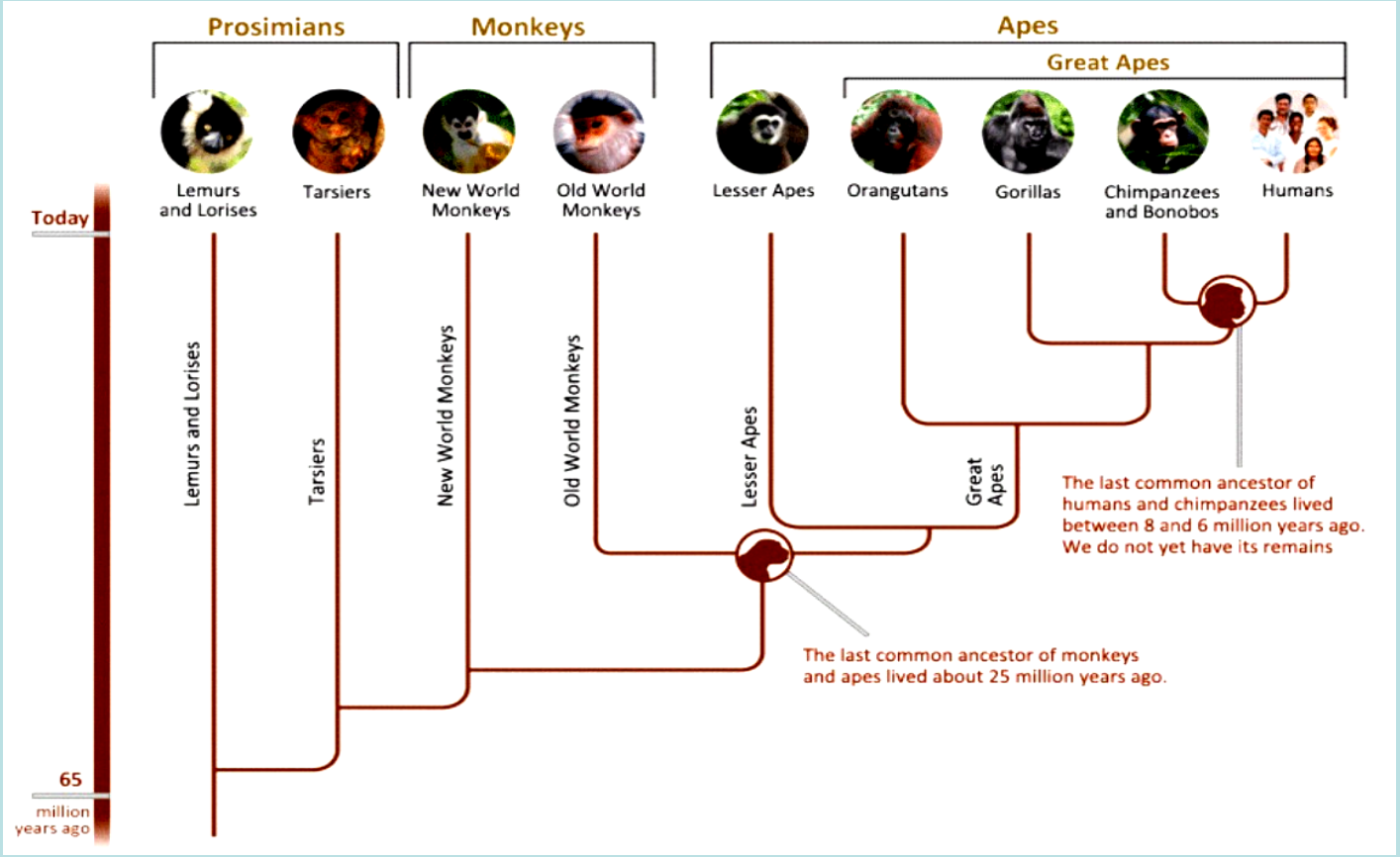
ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕЛОВЕКА: ЕЩЕ ГОД СПУСТЯ...

Пилипенко А.С.

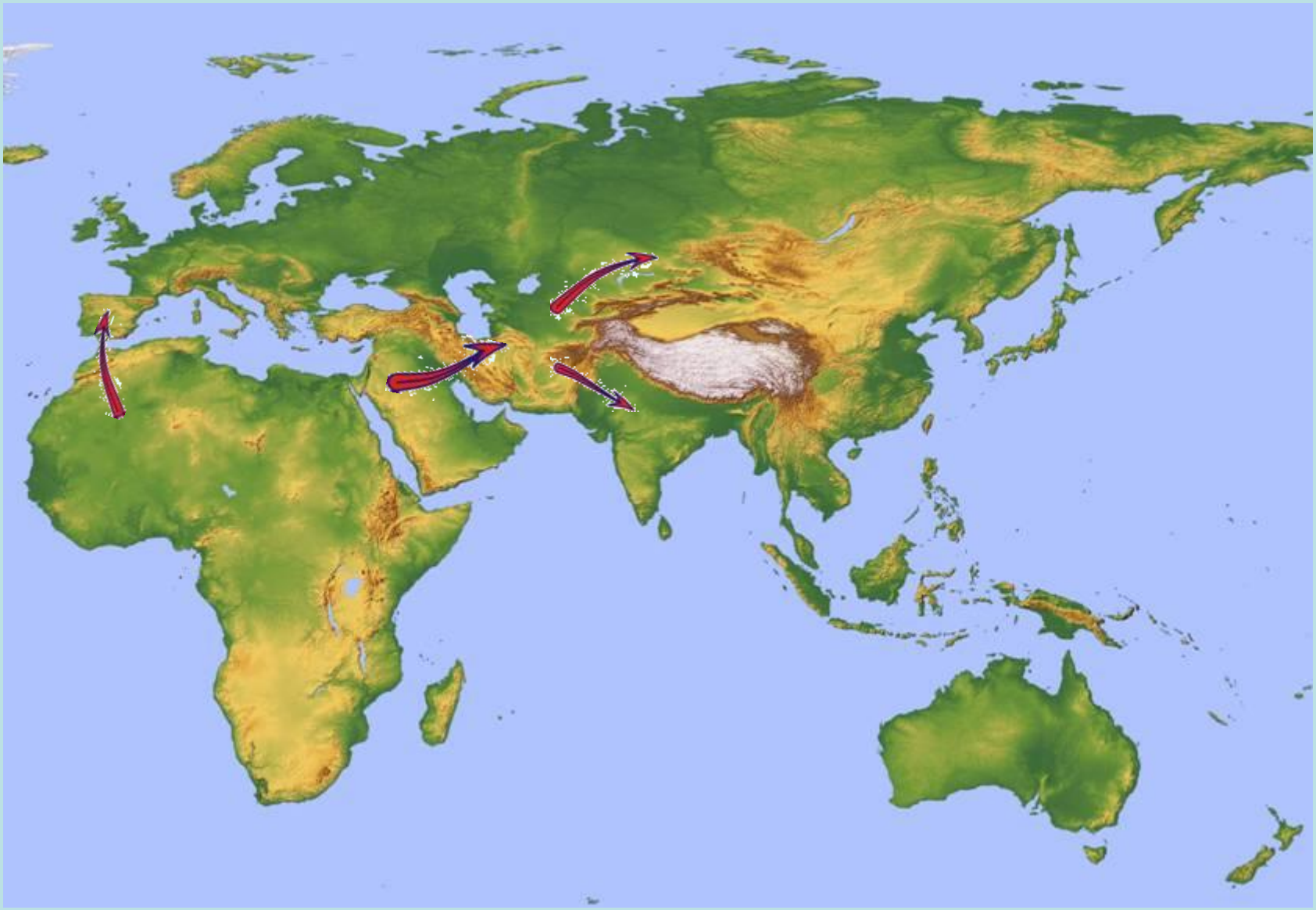
Филогенетическое положение человека среди современных организмов.

Тип: Хордовые
Класс: Млекопитающие
Отряд: Приматы
Семейство: Гоминиды
Подсемейство: Гоминины
Род: Люди
Вид: Человек разумный

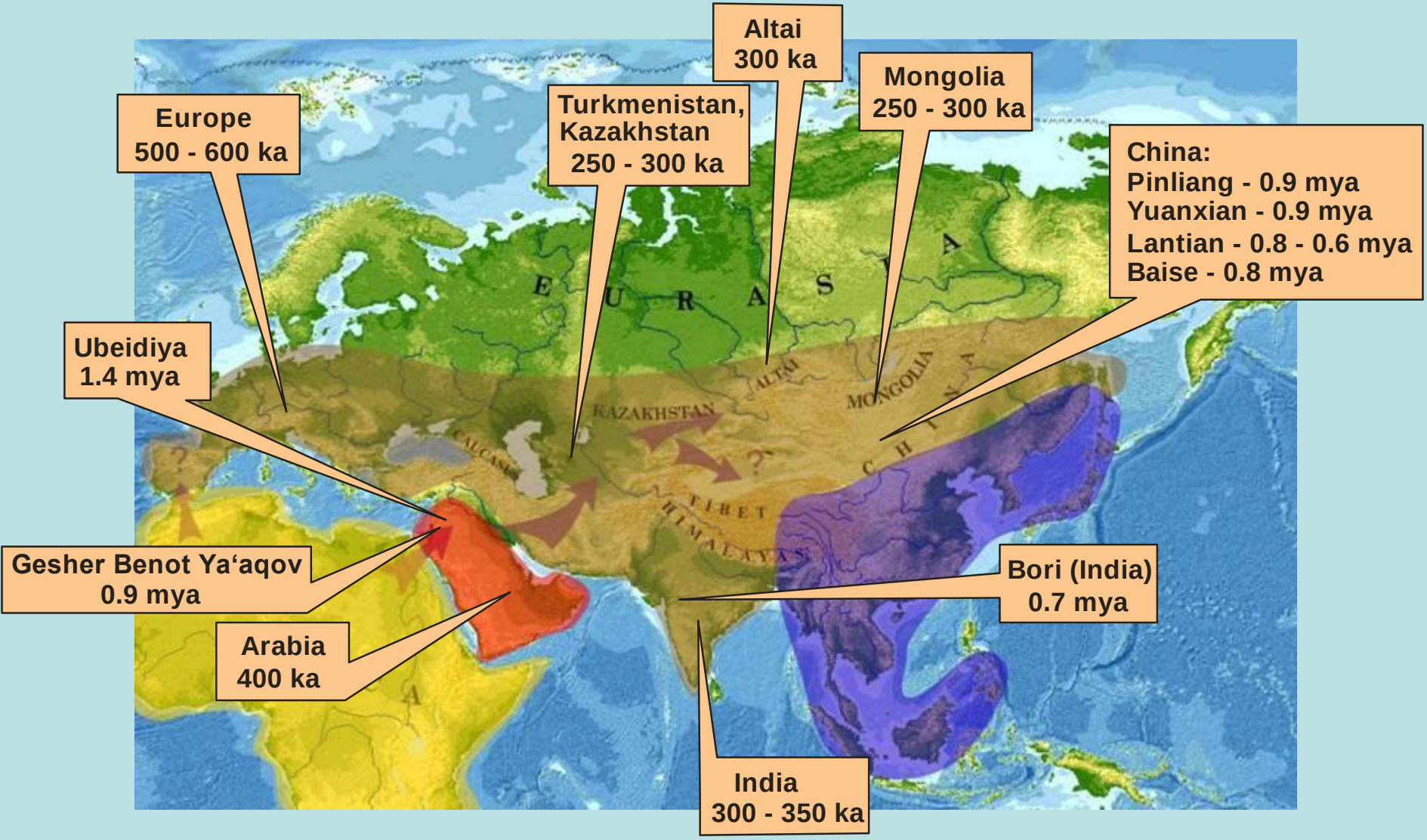


Движение первой волны миграции человечества (*Homo erectus*) из Африки в Евразию

Вторая волна миграций древнейших популяций



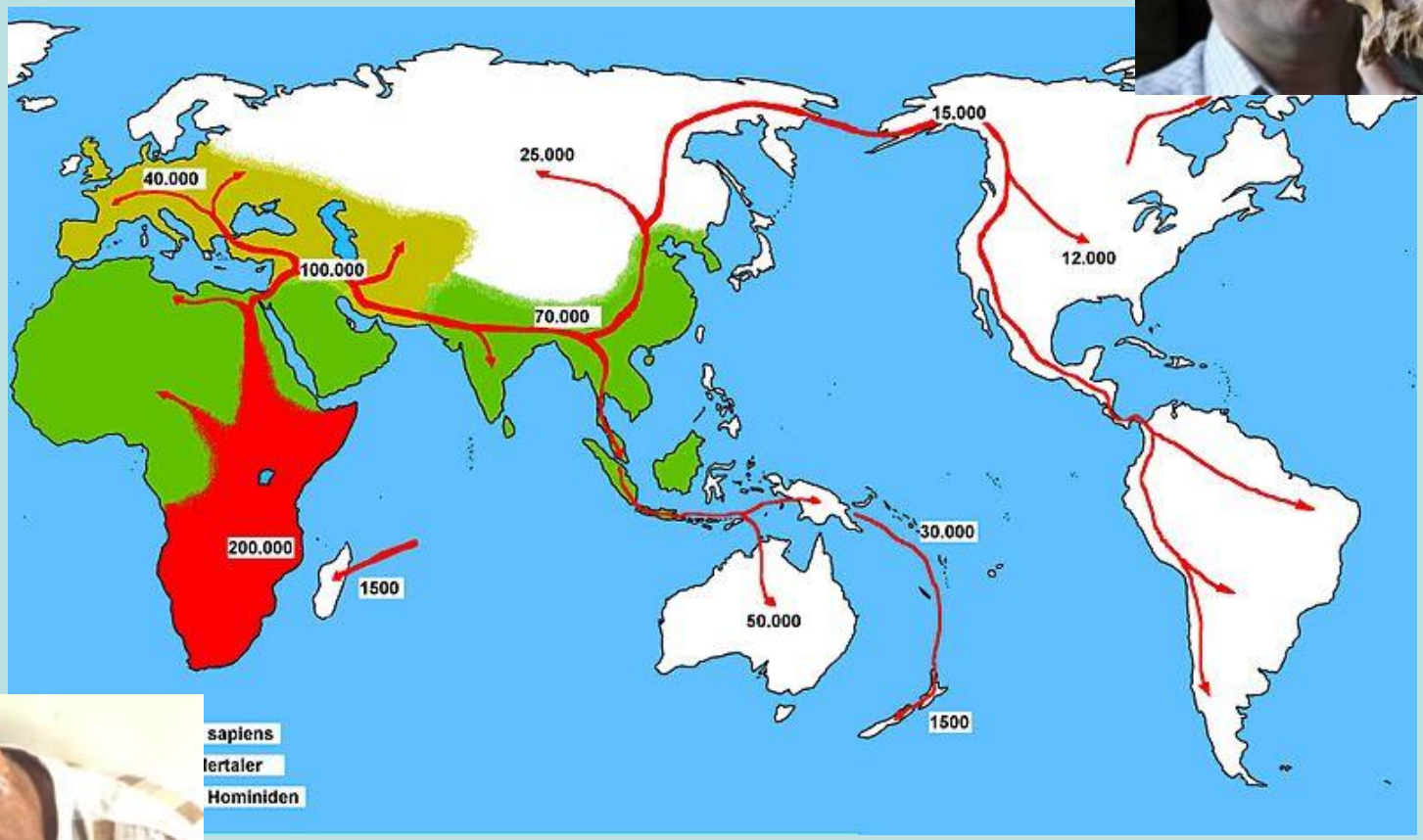
Вторая миграционная волна в Евразии



Происхождение и эволюция Homo sapiens

1. Гипотеза недавнего африканского происхождения:

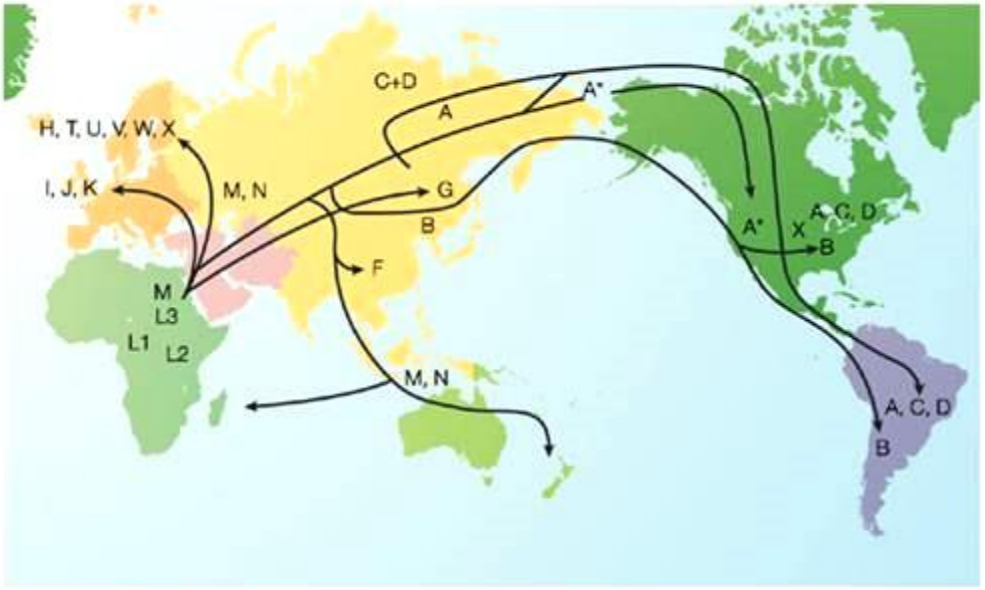
вид H. sapiens сформировался на территории Африки менее 200 тысяч лет назад. Затем его представители мигрировали из Африки и заселили другие континенты, вытесняя другие виды Гоминид без гибридизации с ними.



2. Гипотеза мультирегионального происхождения:

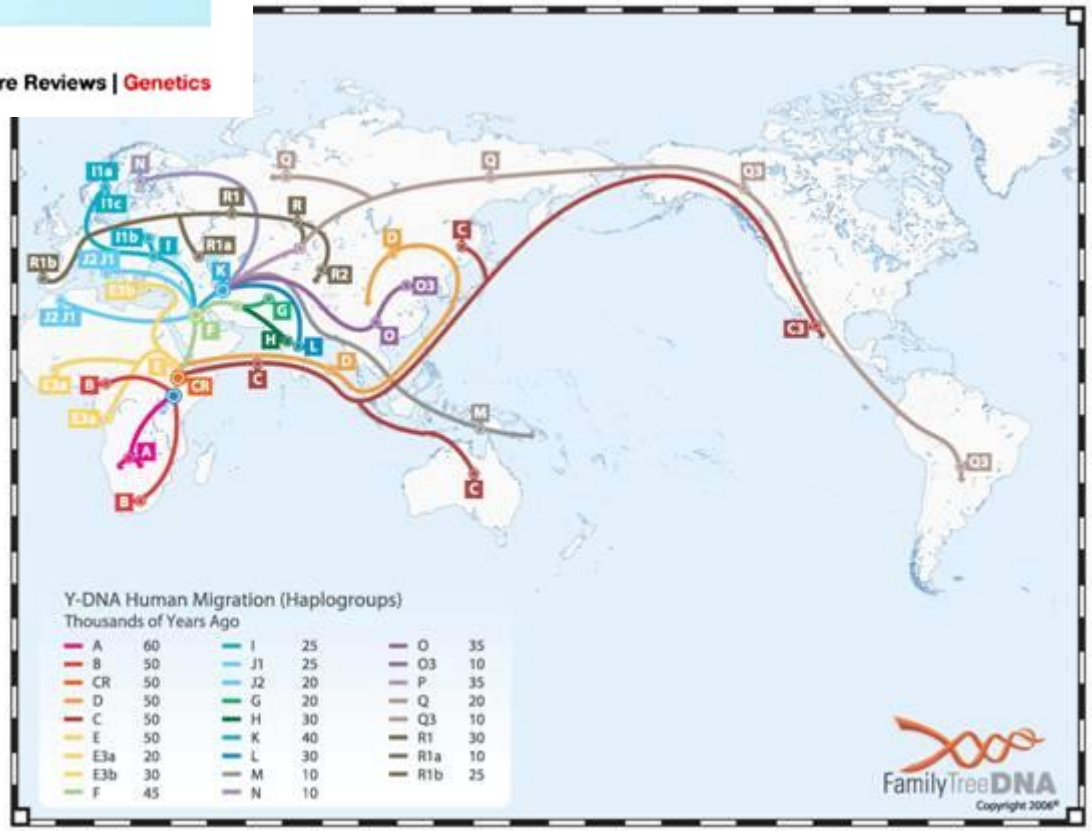
Локальная параллельная эволюция Гоминид на территории различных континентов (поздние формы H. erectus и другие) привела к формированию различных территориальных групп анатомически современного человека.

Маршруты расселения Homo Sapiens из Африки по данным мтДНК и Y-хромосомы



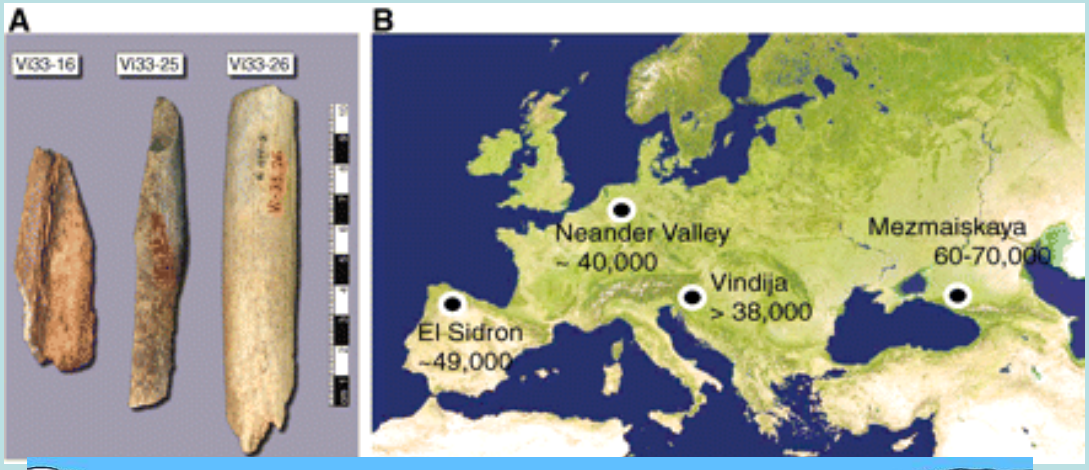
Nature Reviews | Genetics

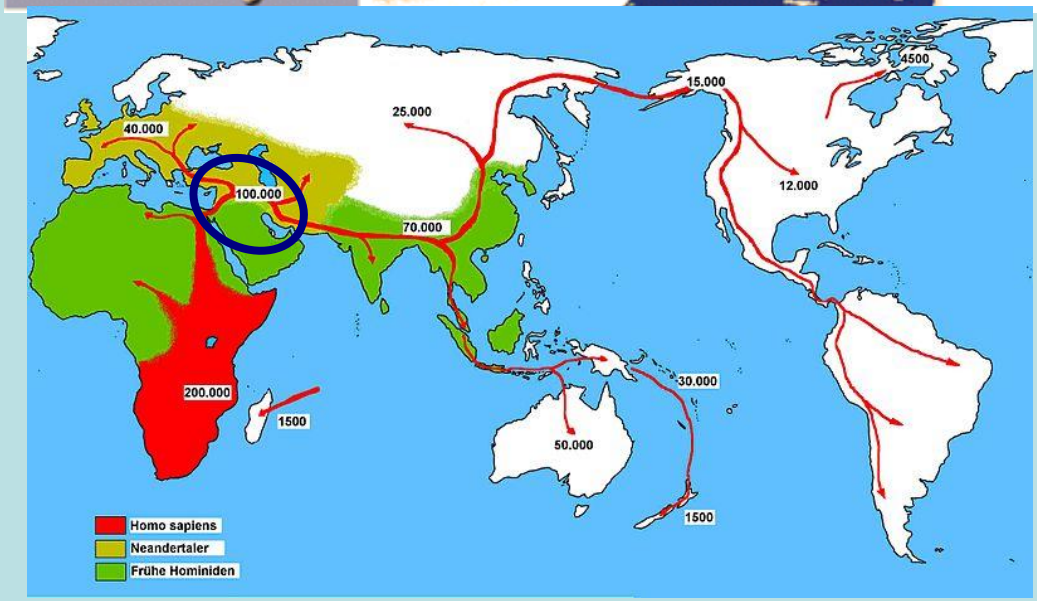
Картина распространения гаплогрупп мтДНК и Y-хромосомы в целом согласуется с гипотезой недавнего африканского происхождения Homo Sapiens

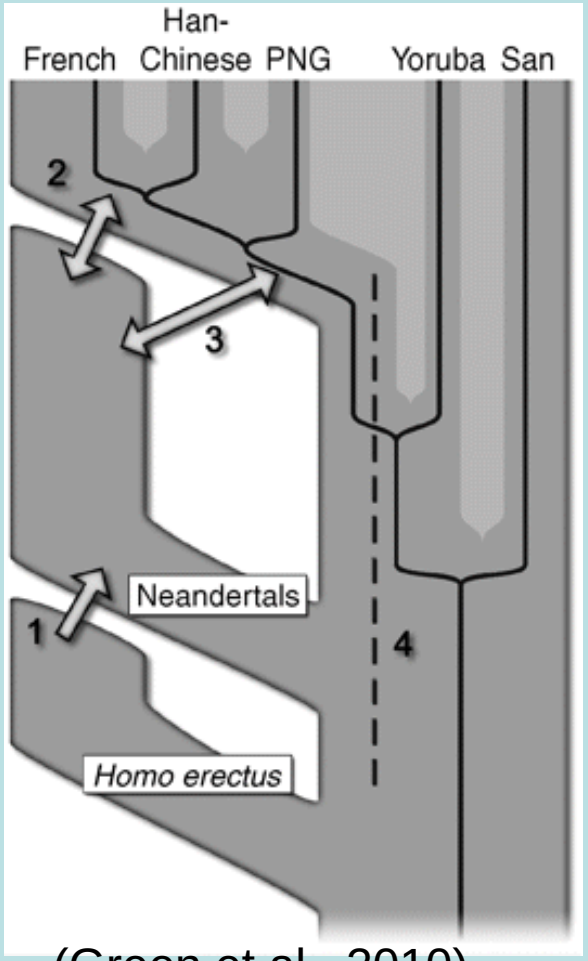


Данные по полному ядерному геному неандертальца.

Дивергенция последовательности ядерного генома – 825000 лет назад.
Время дивергенции популяций – 270-440 тысяч лет назад.







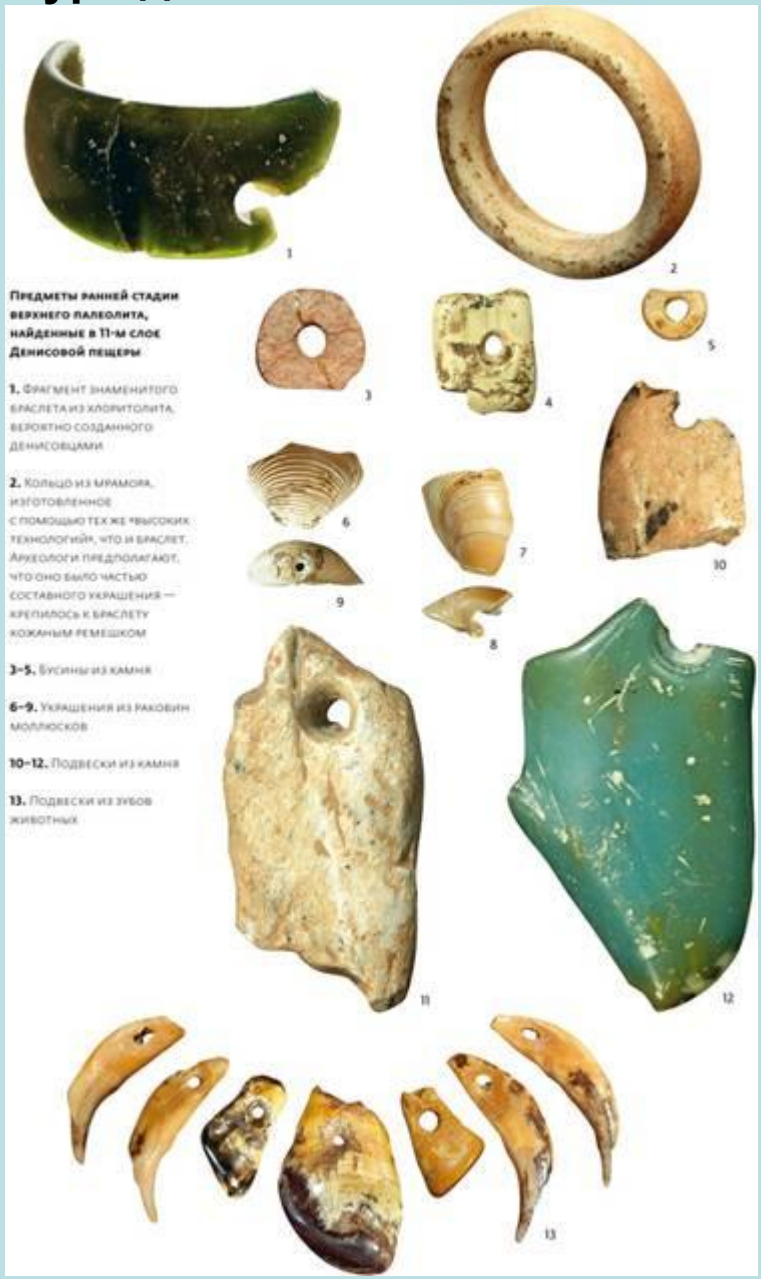
(Green et al., 2010)

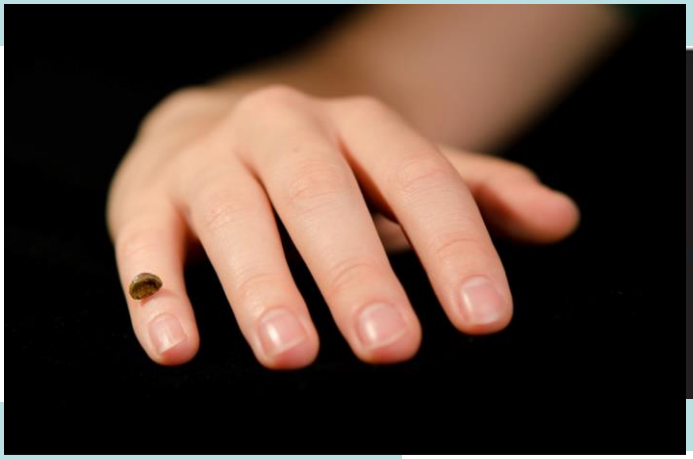
Выявлен вклад неандертальцев в генофонд современного человека за пределами Африки в размере 1-4% генома. Гибридизация неандертальца и современного человека происходила до дивергенции основных групп населения Евразии.

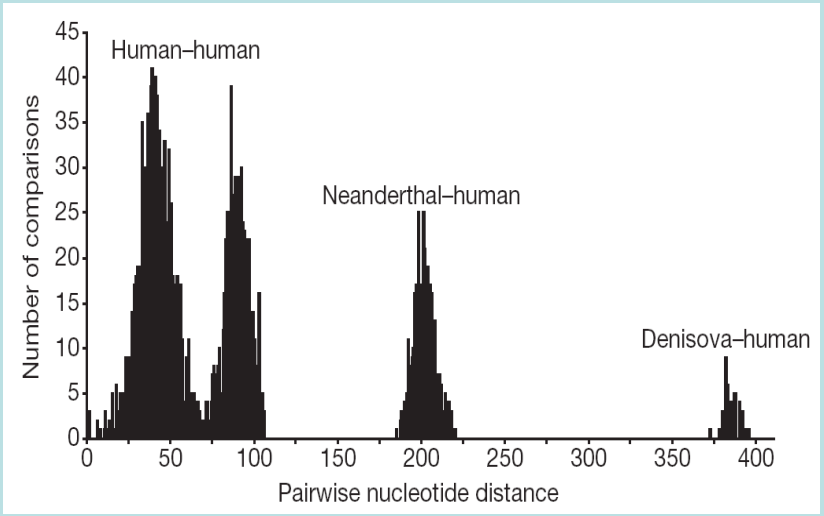
Пещера Окладникова. Останки гоминидов и каменные орудия

Ареал неандертальцев

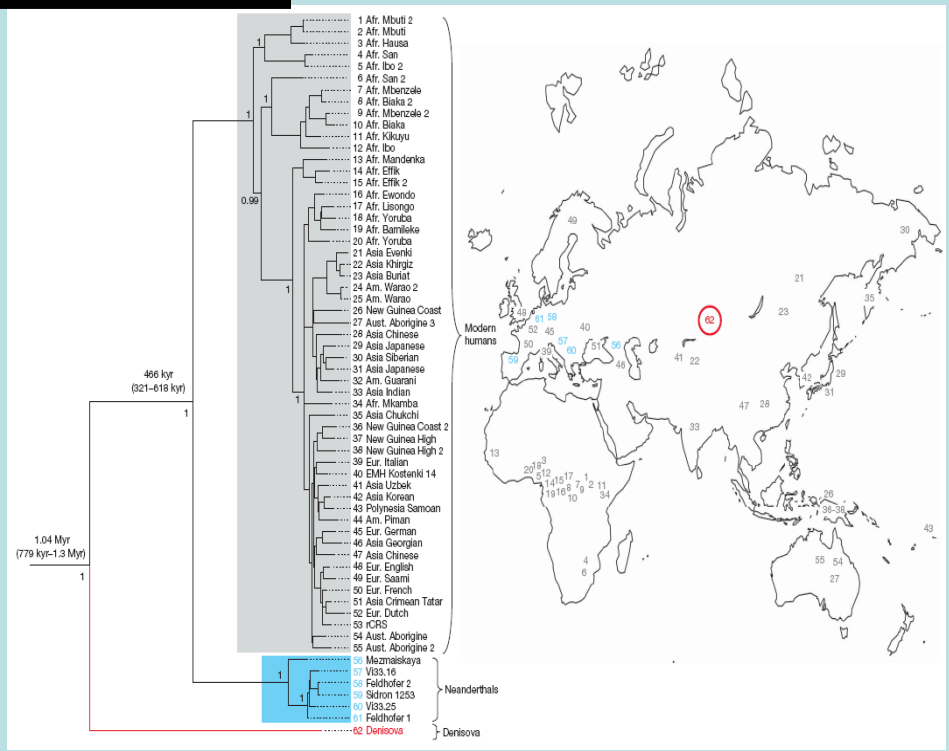
Раскопки в Денисовой пещере: культура денисовского человека







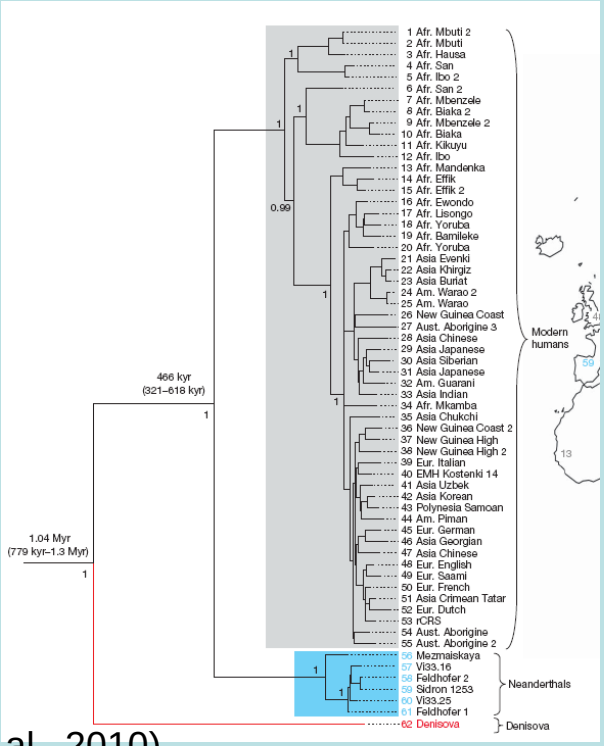
Распределение числа нуклеотидных отличий при попарном сравнении последовательностей мтДНК (Krause et al., 2010).



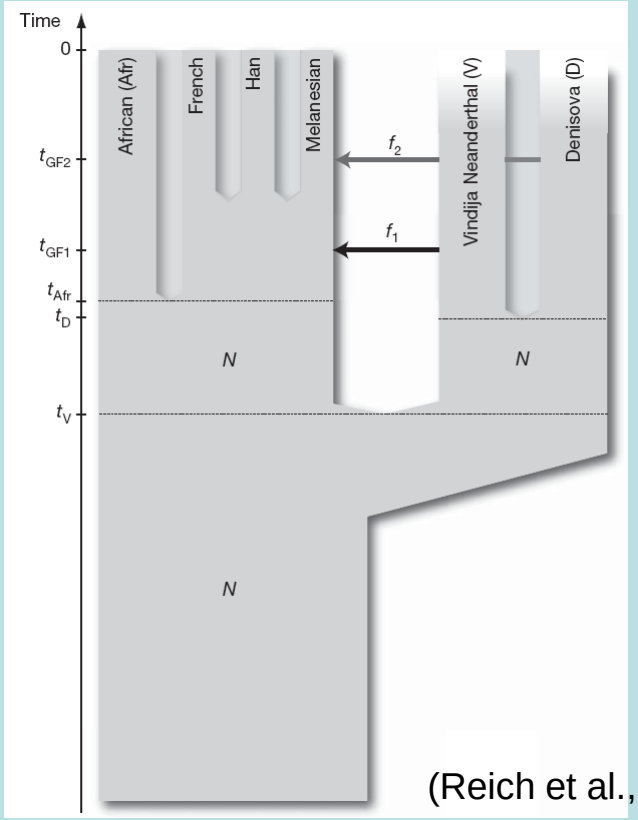
Филогения мтДНК денисовца, неандертальца и анатомически современных людей (Krause et al., 2010)

Время дивергенции мтДНК составило 1 млн. лет

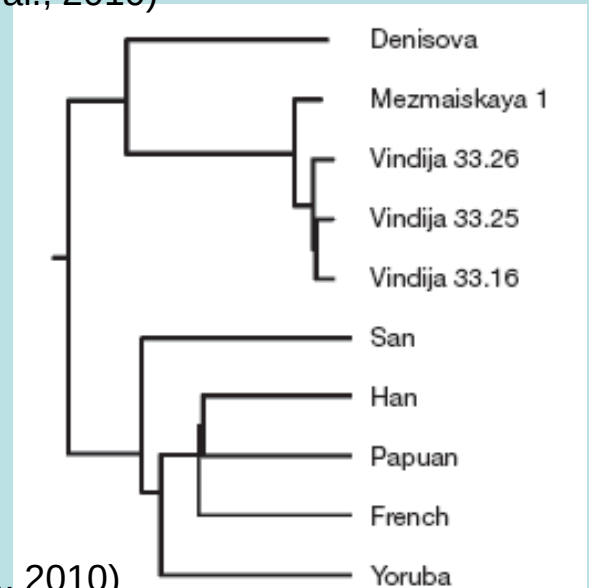
Данные по полному ядерному геному денисовца.



(Krause et al., 2010)



(Reich et al., 2010)

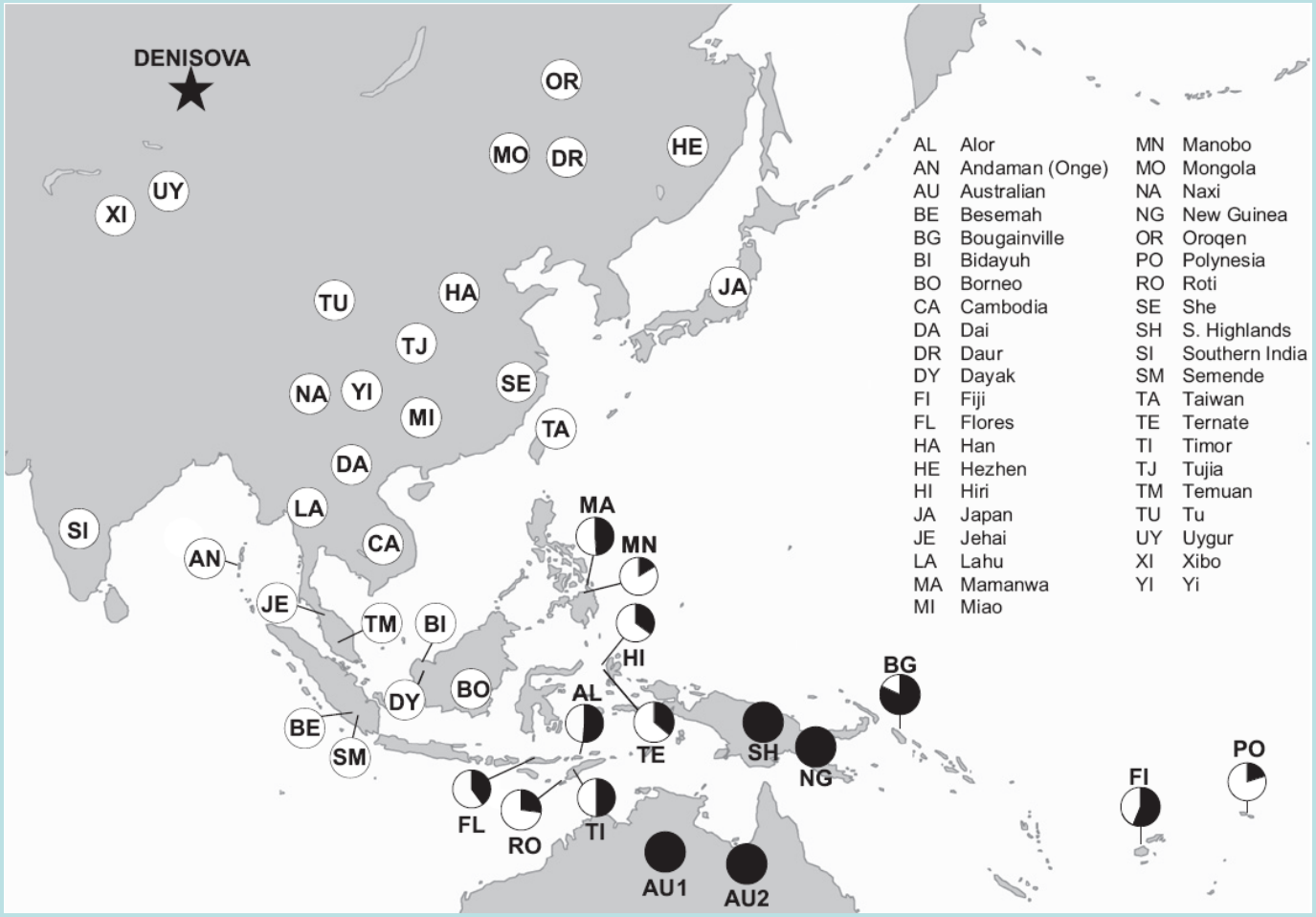


(Reich et al., 2010)

Филогения денисовцев по ядерной и мтДНК отличаются: ДНК денисовцев вместе с неандертальской отделились от африканцев порядка 800000 лет назад, и дивергировали друг от друга порядка 640000 лет назад.

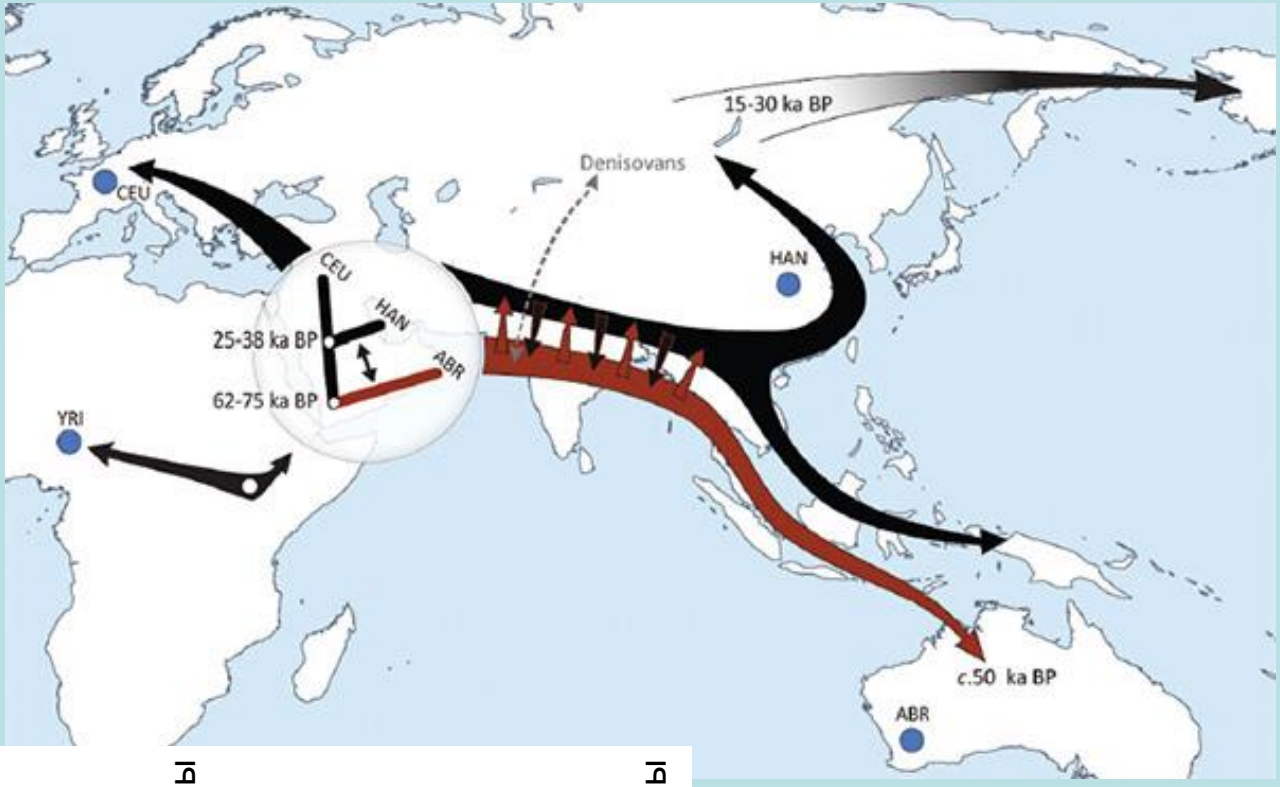
Таким образом, денисовцы и неандертальцы имели период общей эволюции после дивергенции от предка современных людей.

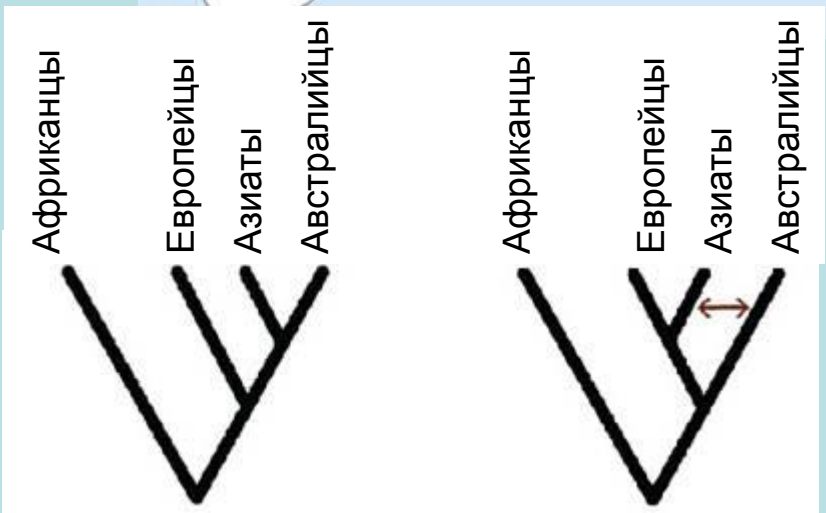
Распространение генетического материала денисовцев в генофондах современных популяций (относительно популяций Новой Гвинеи)



(Reich et al., 2011)

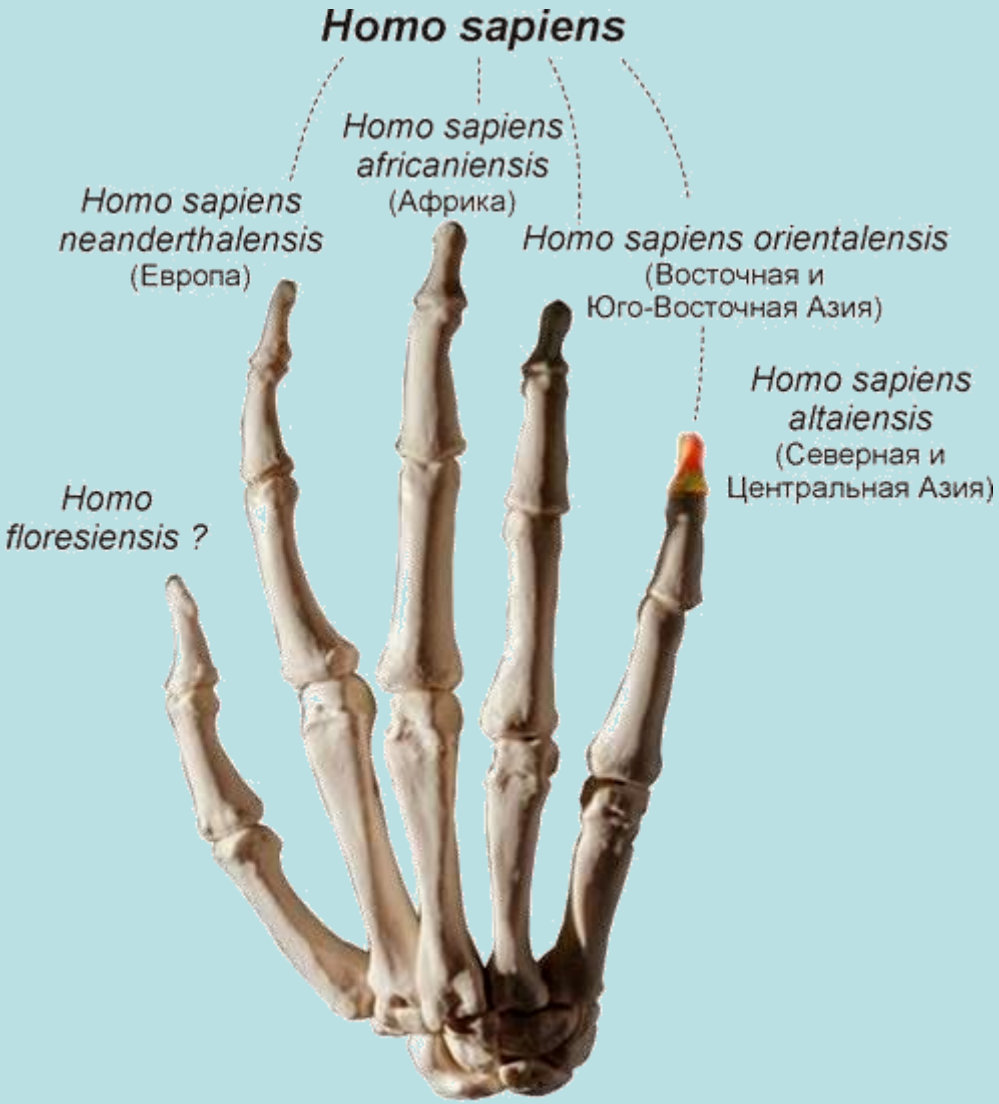
Свидетельство двух волн заселения Азии анатомически современными людьми



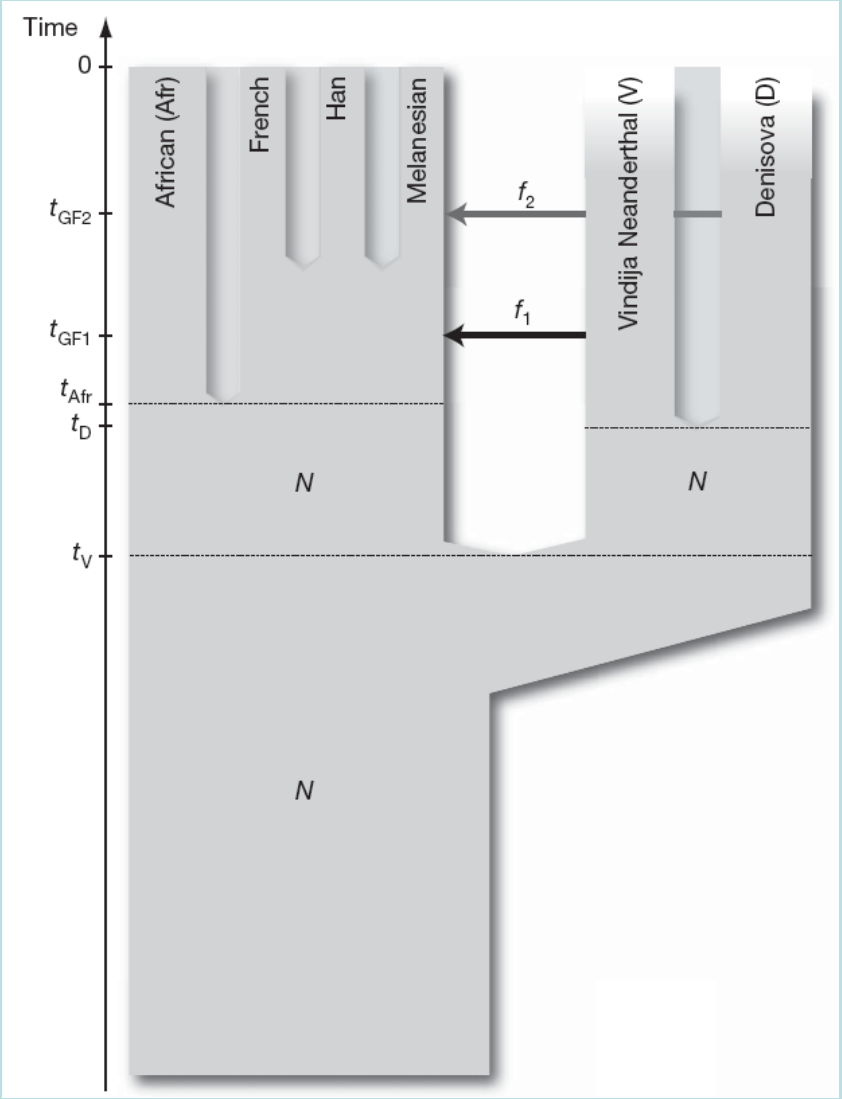


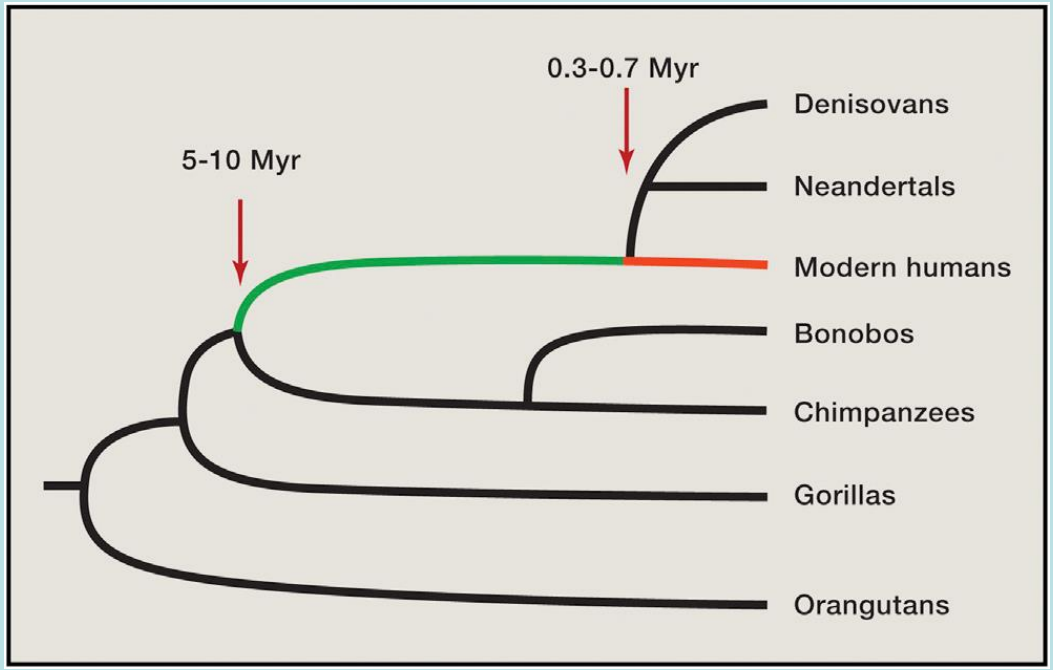
(Rasmussen et al., 2011)

Род *Homo*



Политипический вид
Homo erectus sensu lato





Paabo, 2014

Reich et al., 2010

Направления исследований:

Реконструкция последовательности событий и выявление основных факторов формирования современного человека.

Реконструкция генетических механизмов Формирования современного человека

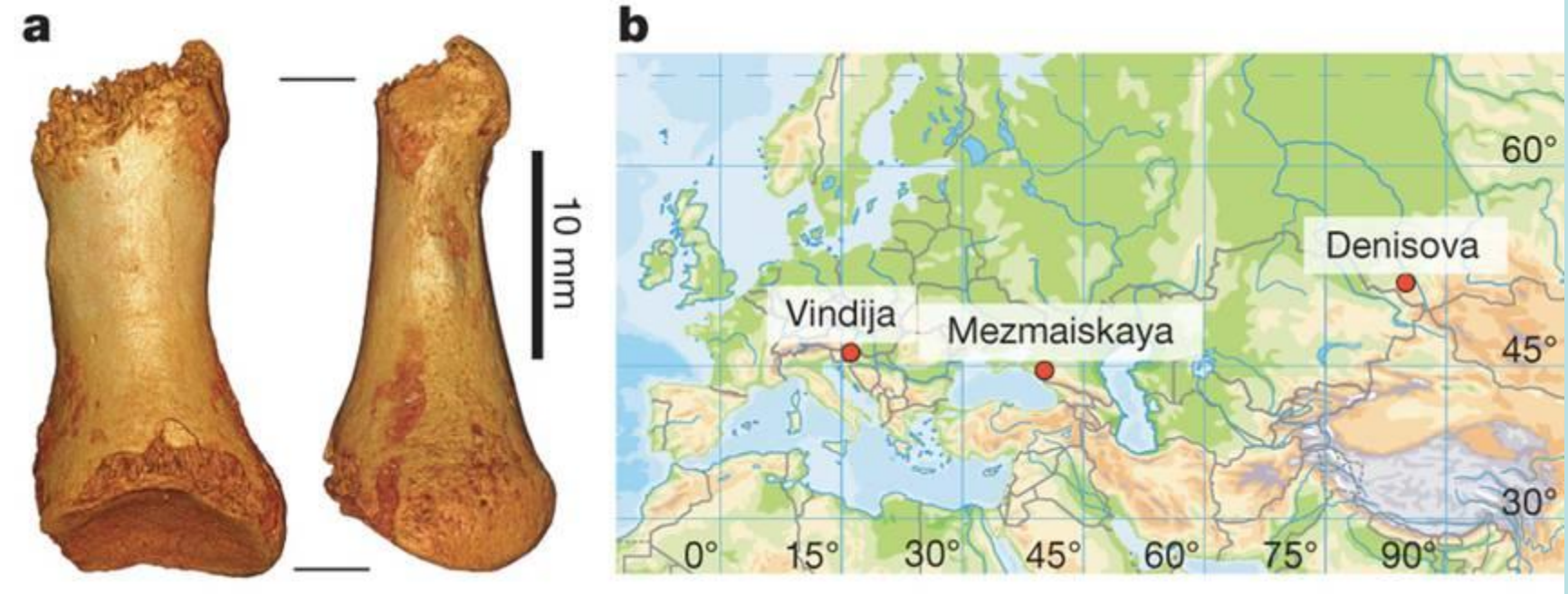
Объекты исследования

Геномы человекообразных обезьян

Геномы архаичных людей

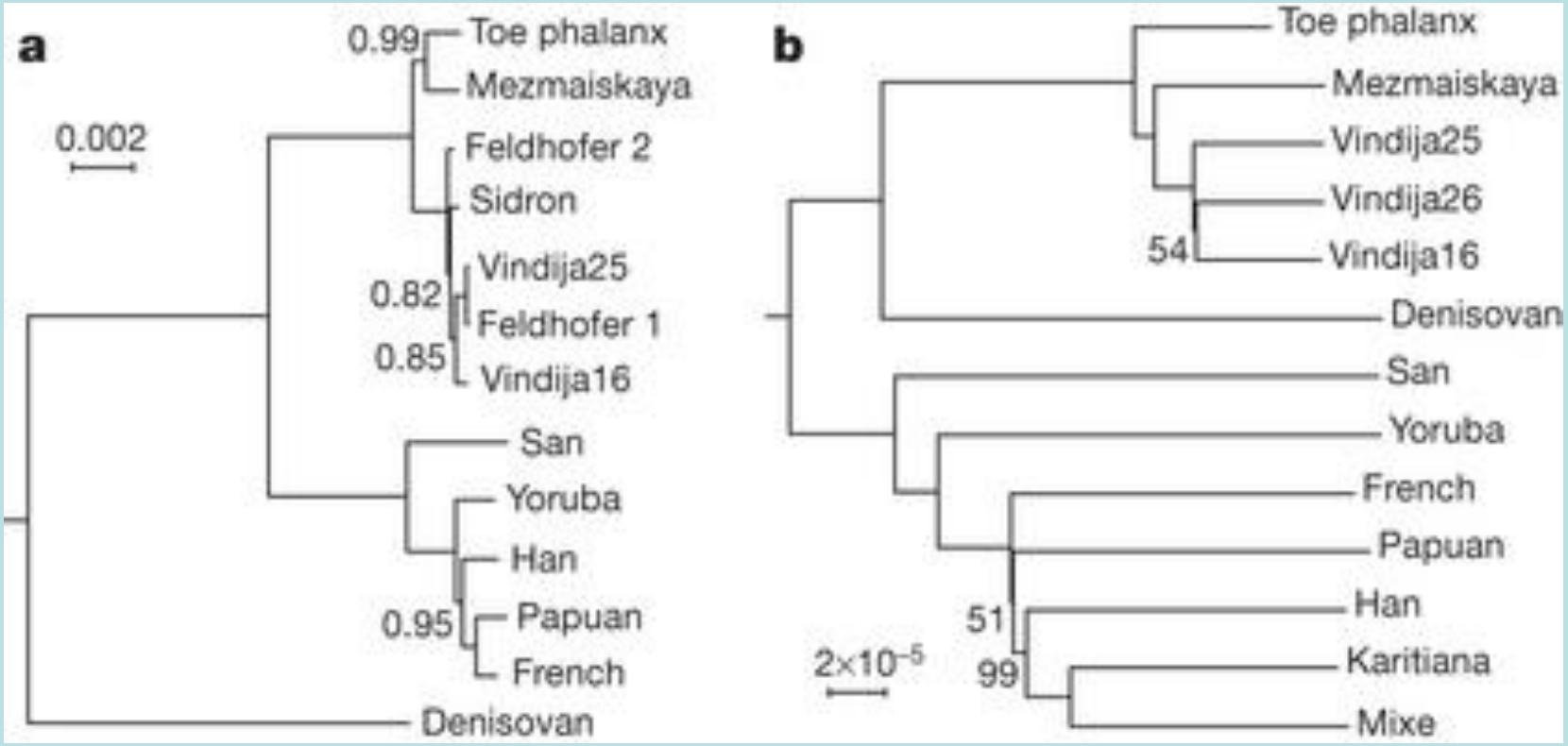
Геномы анатомически современных людей (древние и современные группы)

Геном неандертальца и Денисовой пещеры



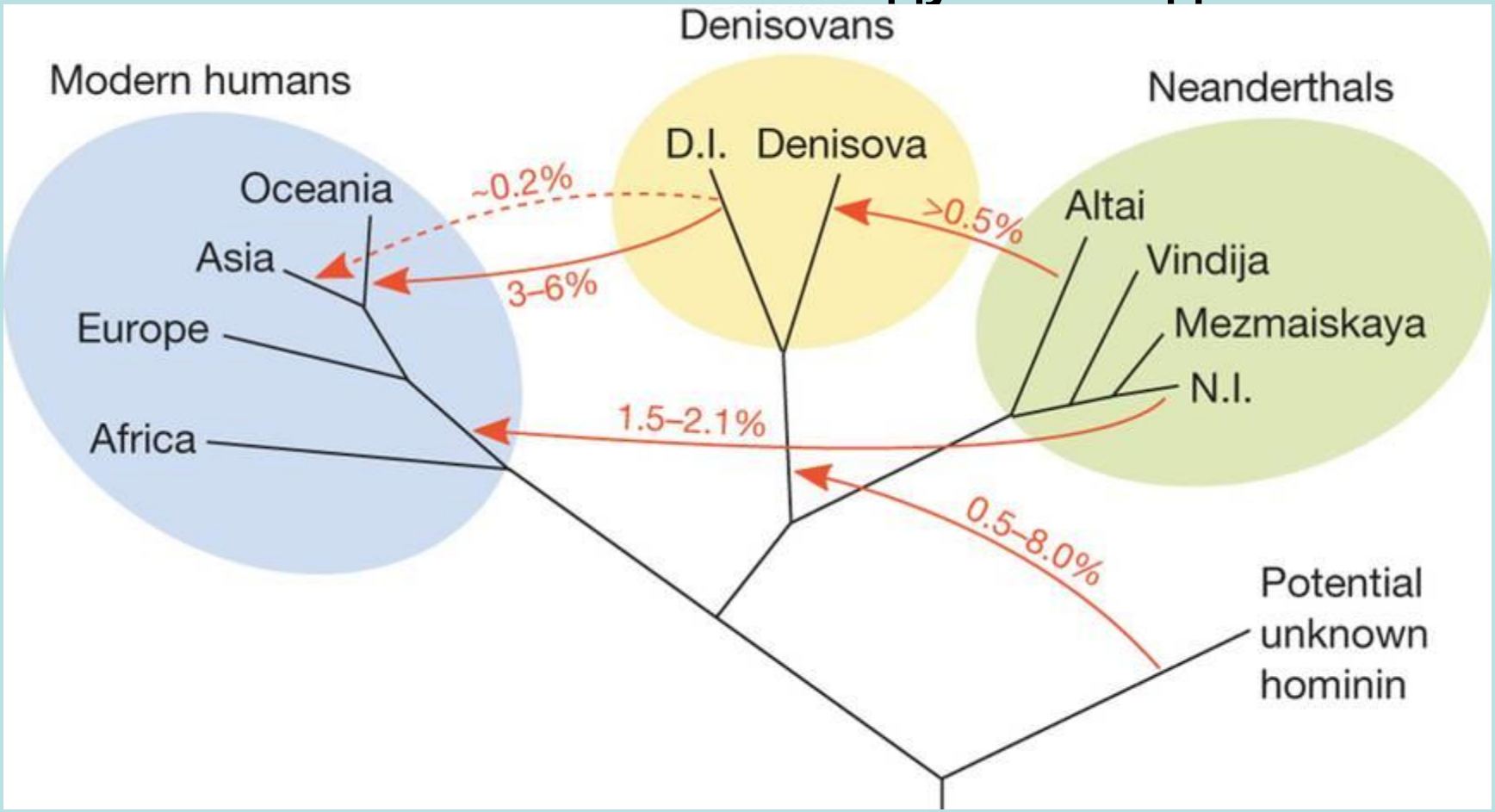
Кость стопы неандертальца найдена в том же слое в Денисовой пещере, что Фаланга пальца руки денисовца. Возраст ~ 50 000 лет.

Филогенетическое положение неандертальца из Денисовой пещеры



1. Подтвержден вклад неандертальцев в генофонд современного населения.
2. Неандертальцы Кавказа генетически ближе к источнику неандертальского Генетического материала в генофонде современных людей, чем алтайские.
3. Население Азии и Америки демонстрируют более значительное влияние неандертальцев, чем европейское.

Генетические потоки между гоминидами

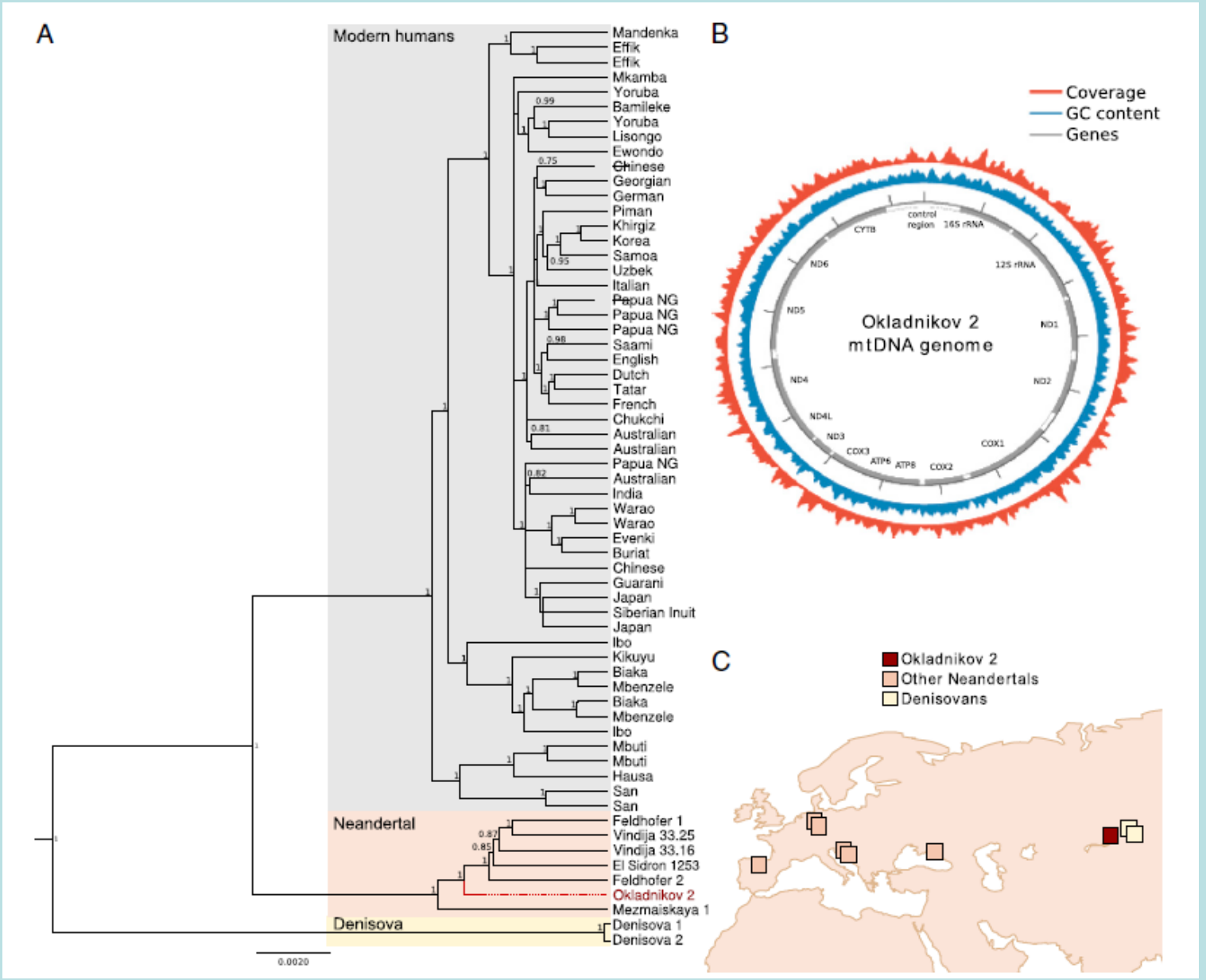


1. Зафиксирован небольшой вклад денисовцев в генофонд современного Населения континентальной Азии (прямой или опосредованный?).

2. Генетическое влияние неандертальцев на денисовцев.

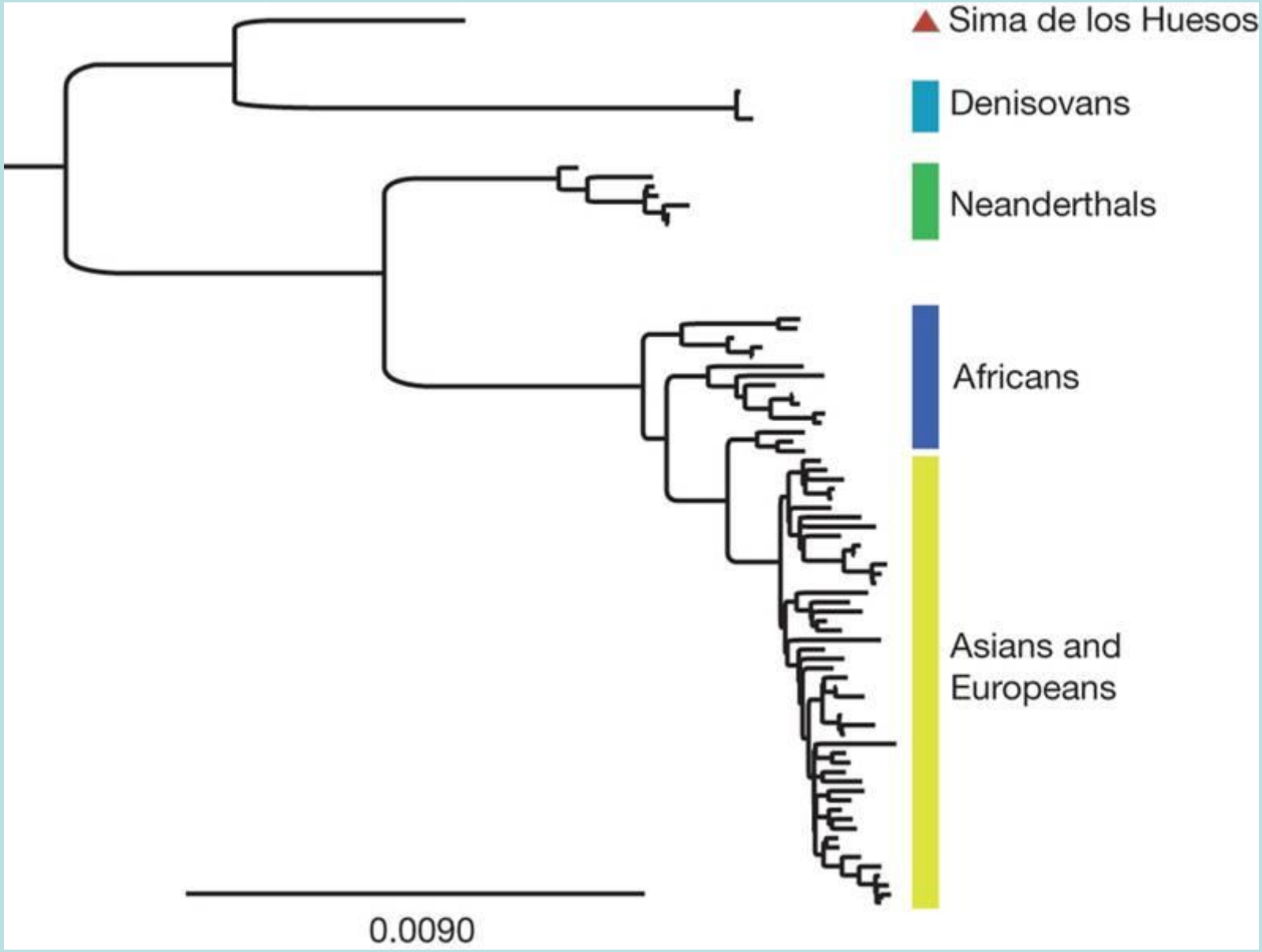
3. Вклад в геном денисовца неизвестного гоминида, дивергировавшего от Других гоминид 1.1-4 миллиона лет назад.

Анализ останков неандертальца из пещеры Окладникова, загрязненных современной ДНК

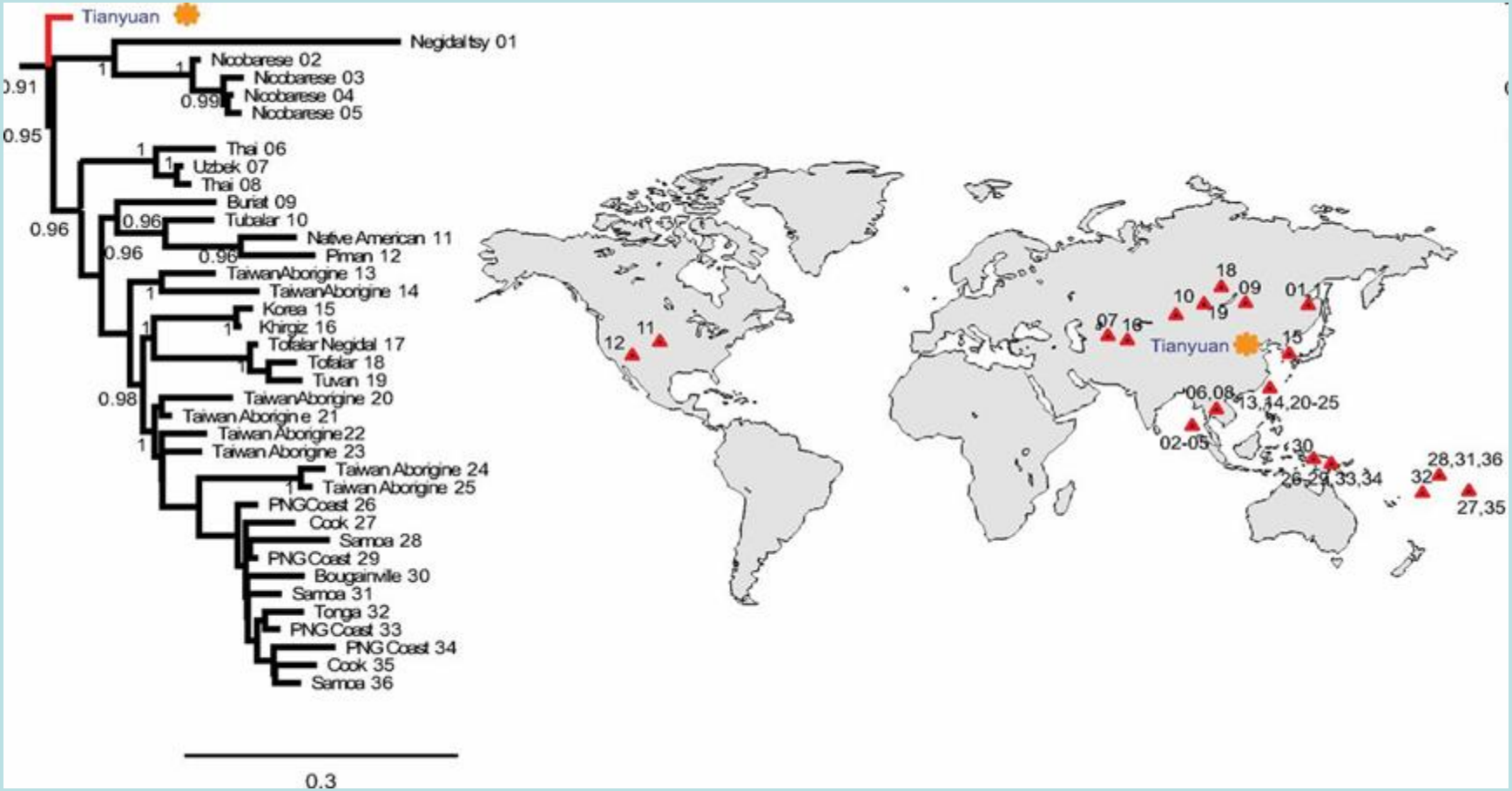


Митохондриальный геном гоминида (H. heidelbergensis ?) возрастом более 300 тысяч лет.

Митохондриальный геном гоминида (H. heidelbergensis ?) возрастом более 300 тысяч лет.



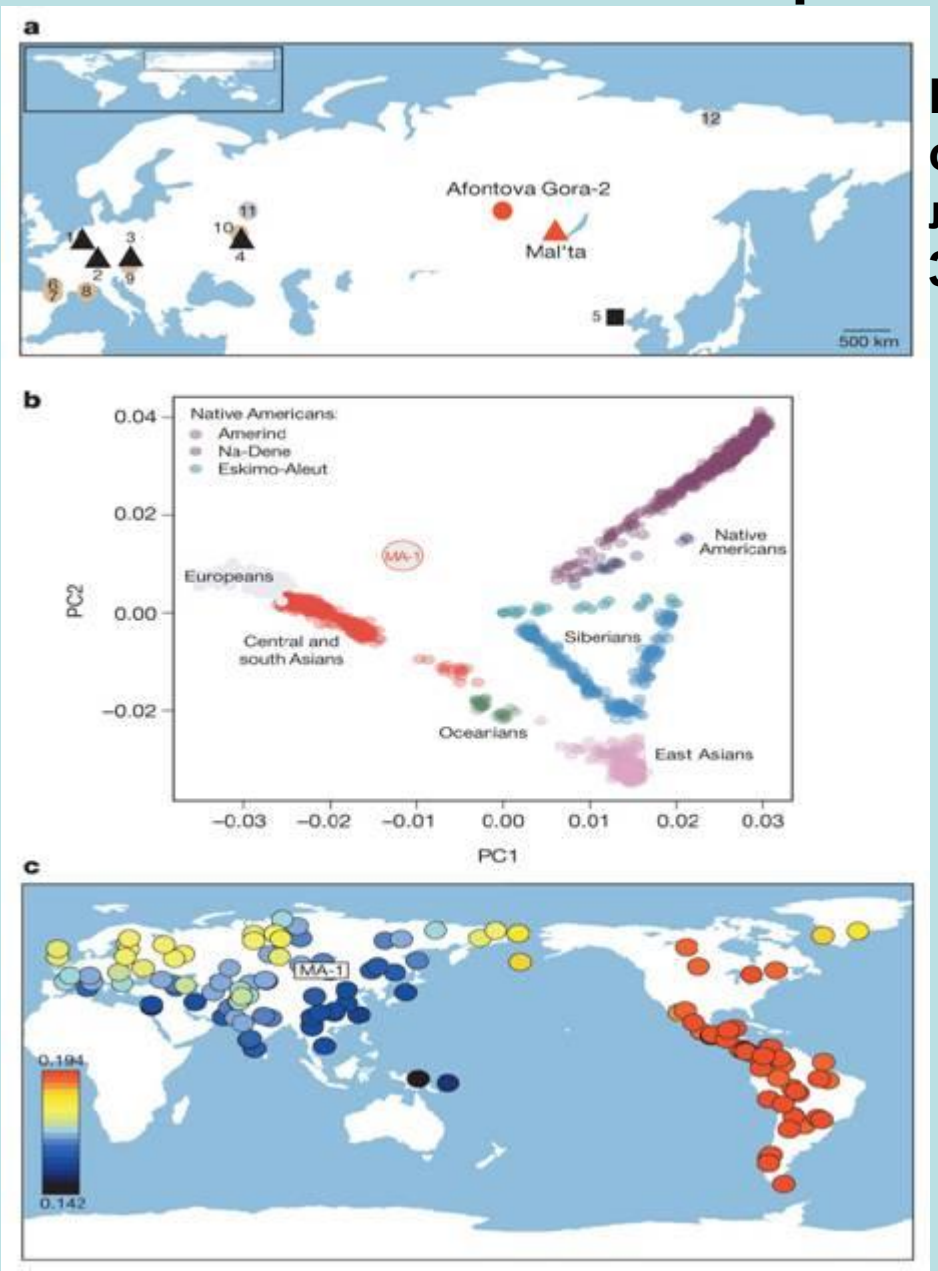
Полный митохондриальный геном и последовательность хромосомы 21. **Пещера Tianyuan, Северный Китай. Возраст 40 000 лет.**



Fu et al., 2013

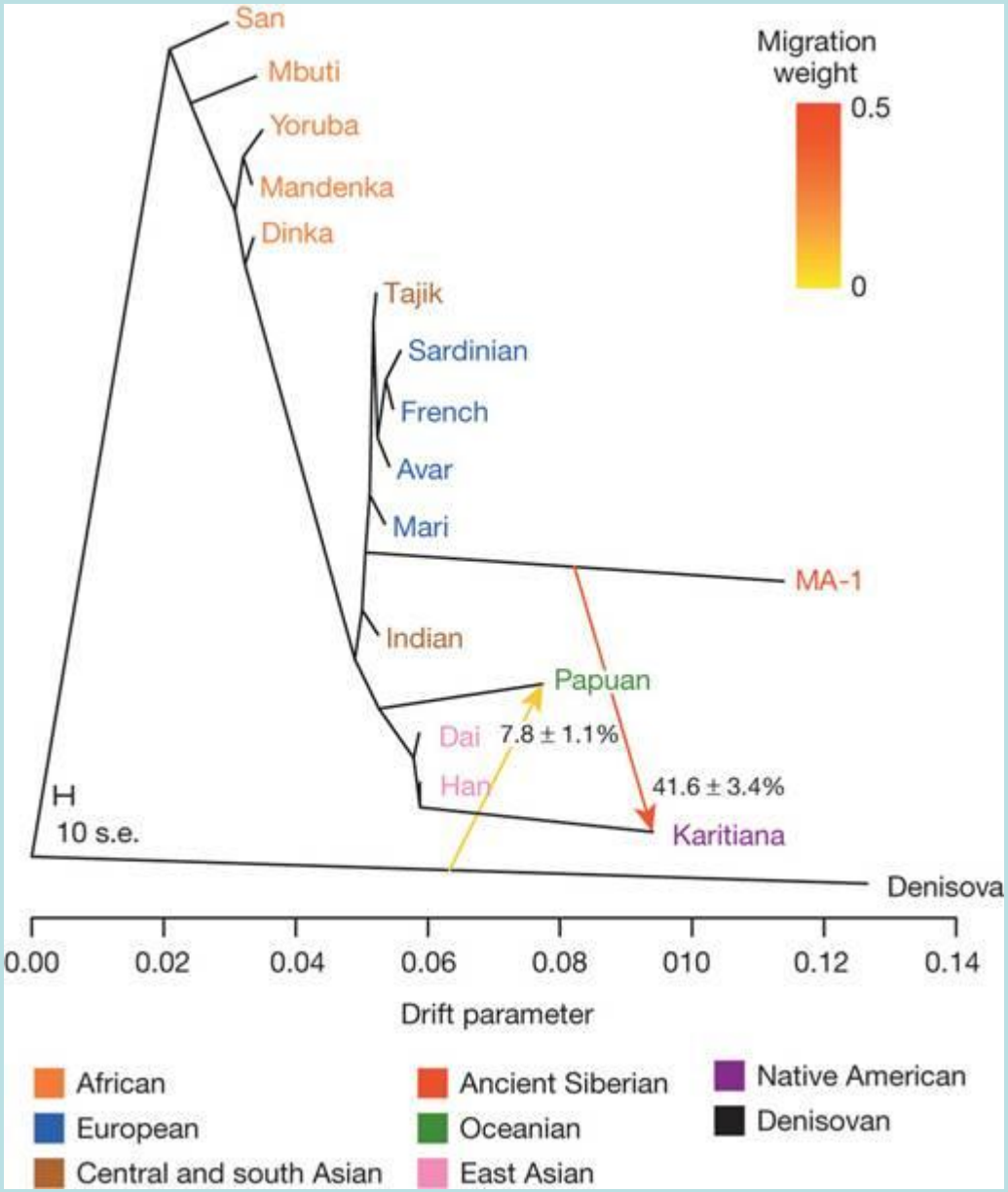
Вклад денисовцев не превышает современный уровень.

Геном анатомически современного представителя населения Сибири возрастом 24000 лет



На юге Сибири в верхнем палеолите обитали анатомически современные люди, генетически близкие населению Западной Евразии.

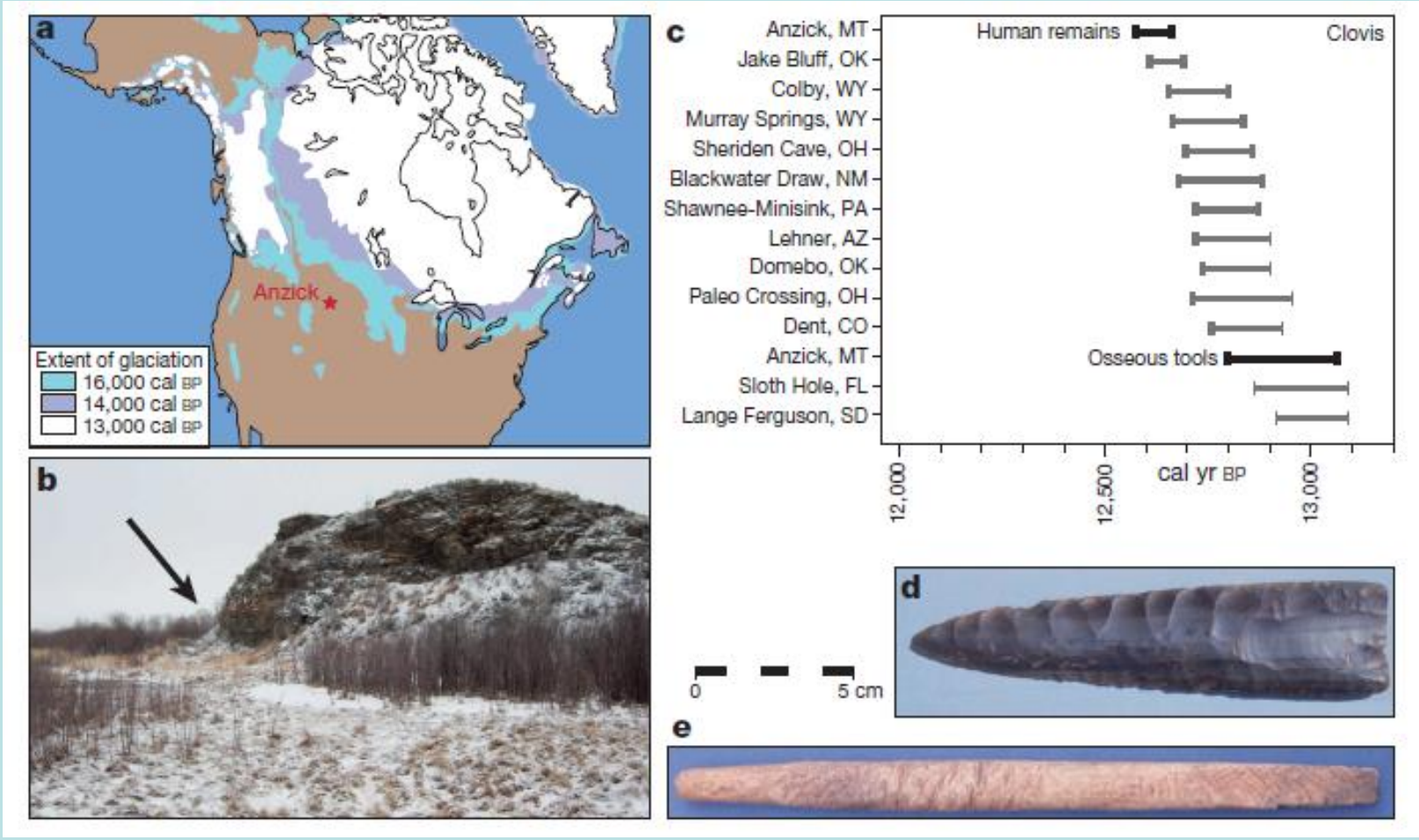
Потенциальное участие в генетических (миграционных) потоках



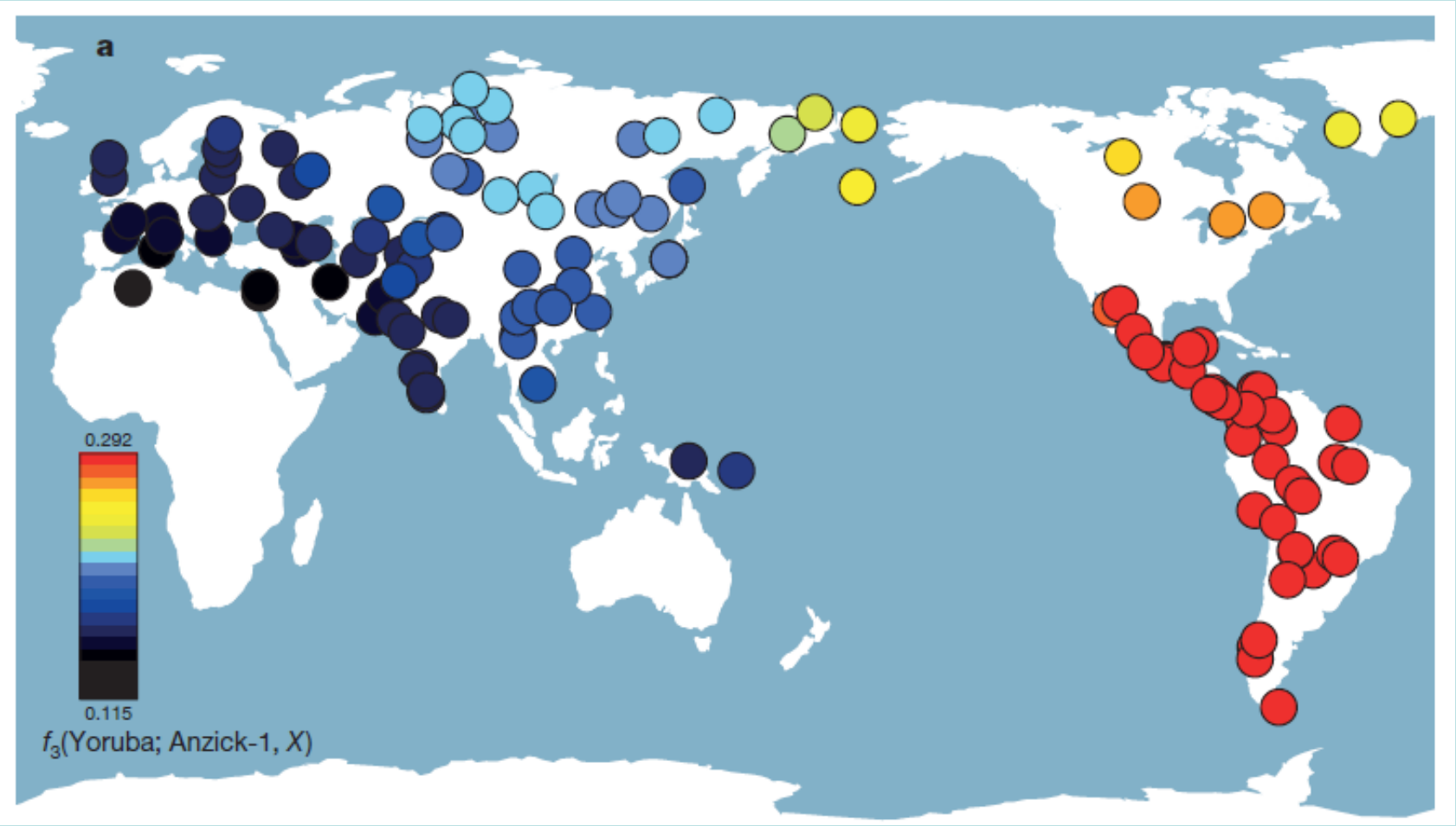
Люди, генетически близкие
Индивиду из Мальты внесли
Вклад в формирование
Аборигенного населения
Америки.

Таким образом, наличие
Западно-евразийских черт
В генофонде американских
Аборигеном объясняется не только
Последствиями недавней
Колонизации континента,
Но может иметь более древнее
Происхождение.

Геном носителя культуры Кловис (возраст 12.6 тыс. лет), США, Монтана

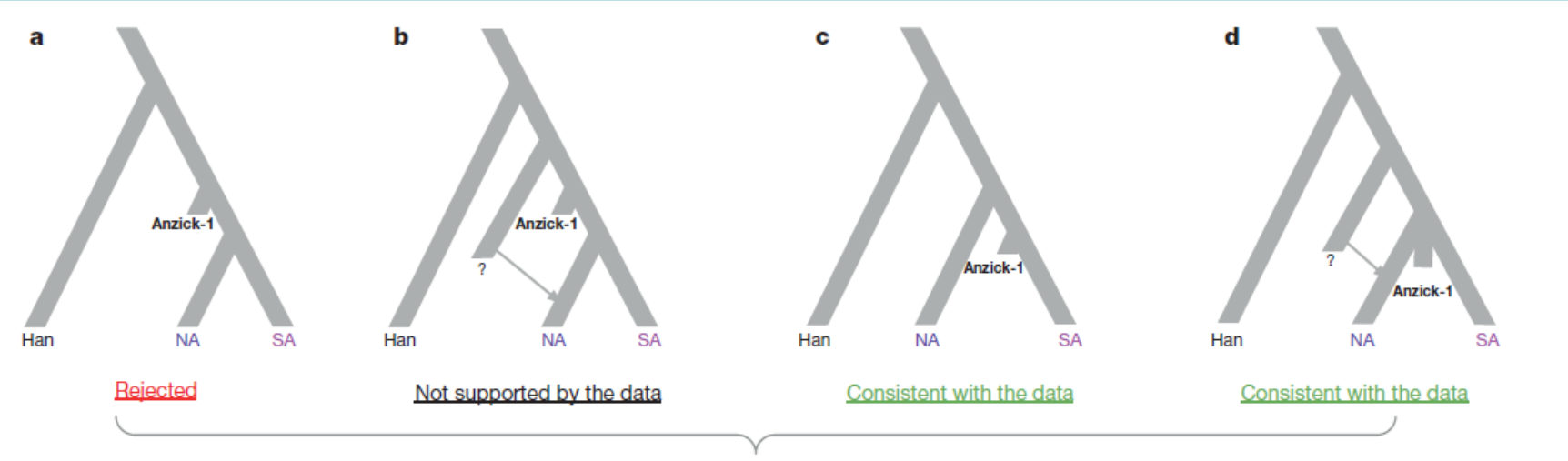


Геном носителя культуры Кловис (возраст 12.6 тыс. лет), США, Монтана



- Демонстрирует наибольшую генетическую близость с популяциями Центральной И Южной Америки, чем с населением Северной Америки.
- Демонстрирует признаки влияния населения Сибири Верхнего палеолита (индивид из памятника Мальта).

Геном носителя культуры Кловис (возраст 12.6 тыс. лет), США, Монтана



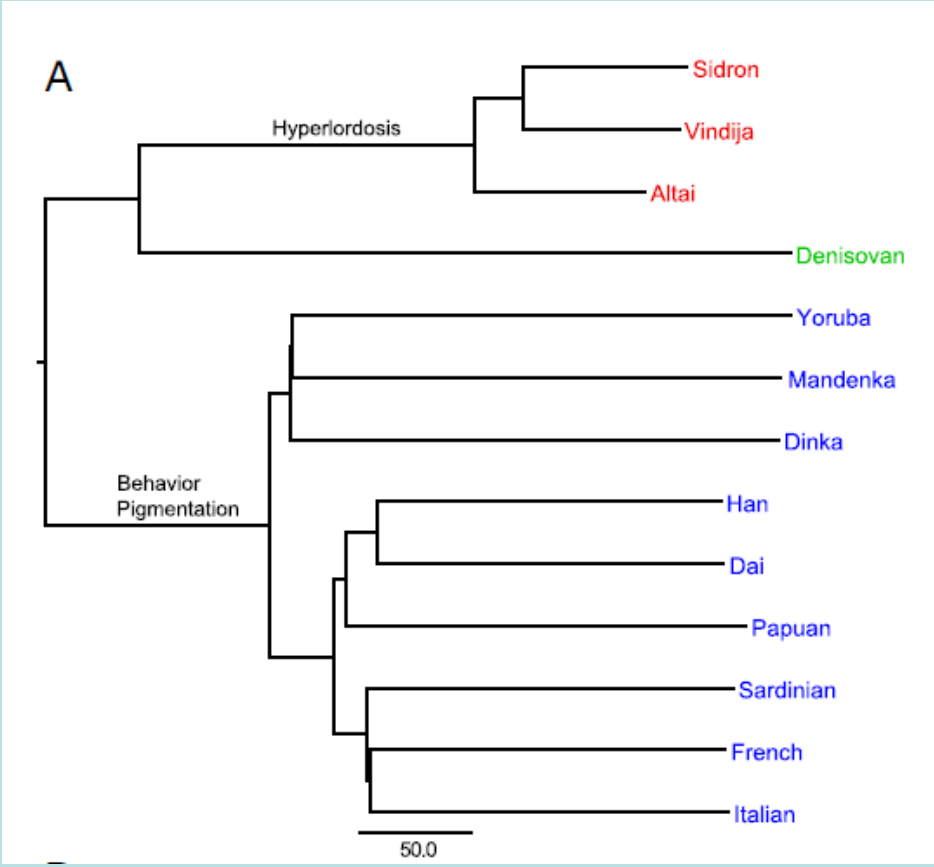
• **Основным источником происхождения коренного населения Америки была Миграционная волна с территории Сибири, предшествующая появлению Культуры Кловис.**

• **Зафиксирована глубокая дивергенция аборигенных популяций Америки, Начавшаяся до момента существования исследованного индивида.**

Генетические отличия человека современного типа (по Meyer et al., 2014)

- 31389 ОНП в геноме всех современных людей отличаются от неандертальцев и денисовцев.
- 3117 ОНП предположительно попадают в регуляторные регионы.
- 32 повреждают предполагаемые сайты сплайсинга.
- 96 ОНП изменяют аминокислотный состав 87 белков.
- Среди измененных генов 5 играют роль в развитии коры головного мозга.

Исследование экзомов неандертальцев (N=3, Алтай, Испания, Хорватия) 17367 белок-кодирующих генов



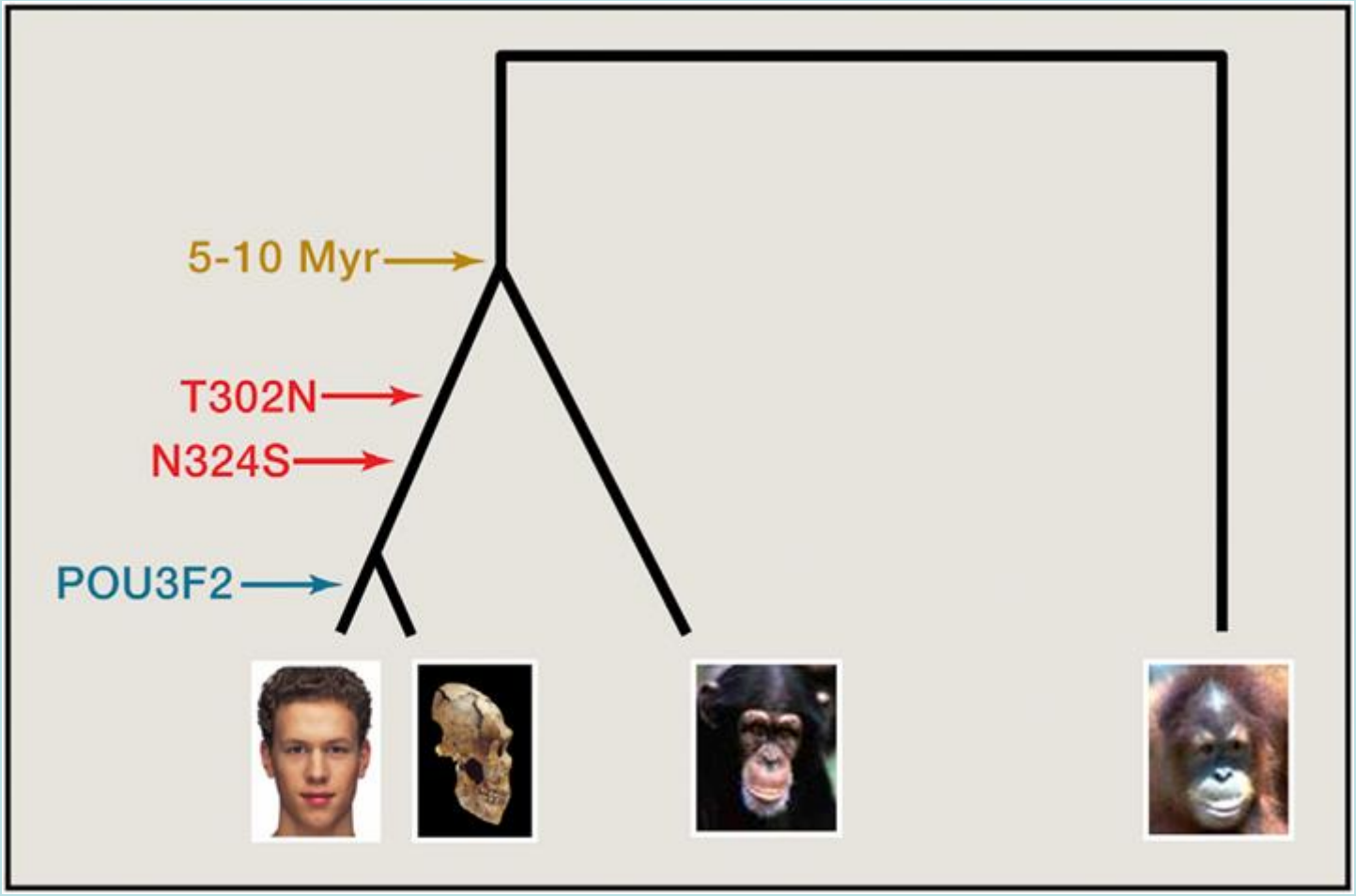
1. Неандертальцы демонстрируют очень низкий уровень генетического разнообразия.

2. У неандертальцев повышена доля несинонимичных замен влияющих на структуру и функцию белков (меньше эффективный размер популяции).

3.У неандертальцев сильнее менялись Гены, связанные с морфологией скелета, У современных людей – с поведением и пигментацией.

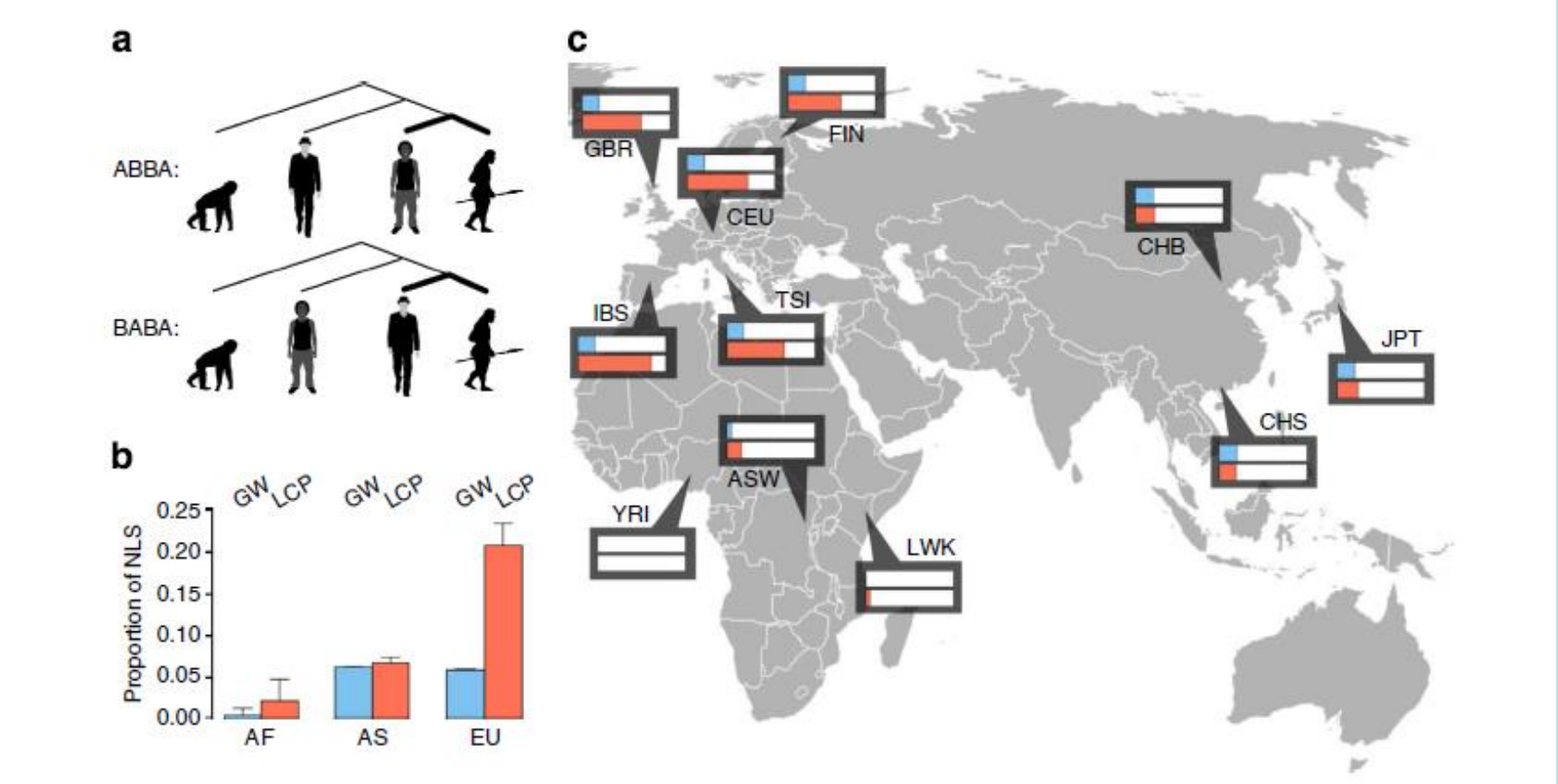
Castellano et al., 2014

Полиморфизм гена FOXP2



Krause et al., 2007; Maricic et al., 2013; Paabo, 2014.

Неандертальское наследие в нашем геноме.
Гены системы катаболизма липидов в европейских популяциях (Khrameeva et al., 2014)

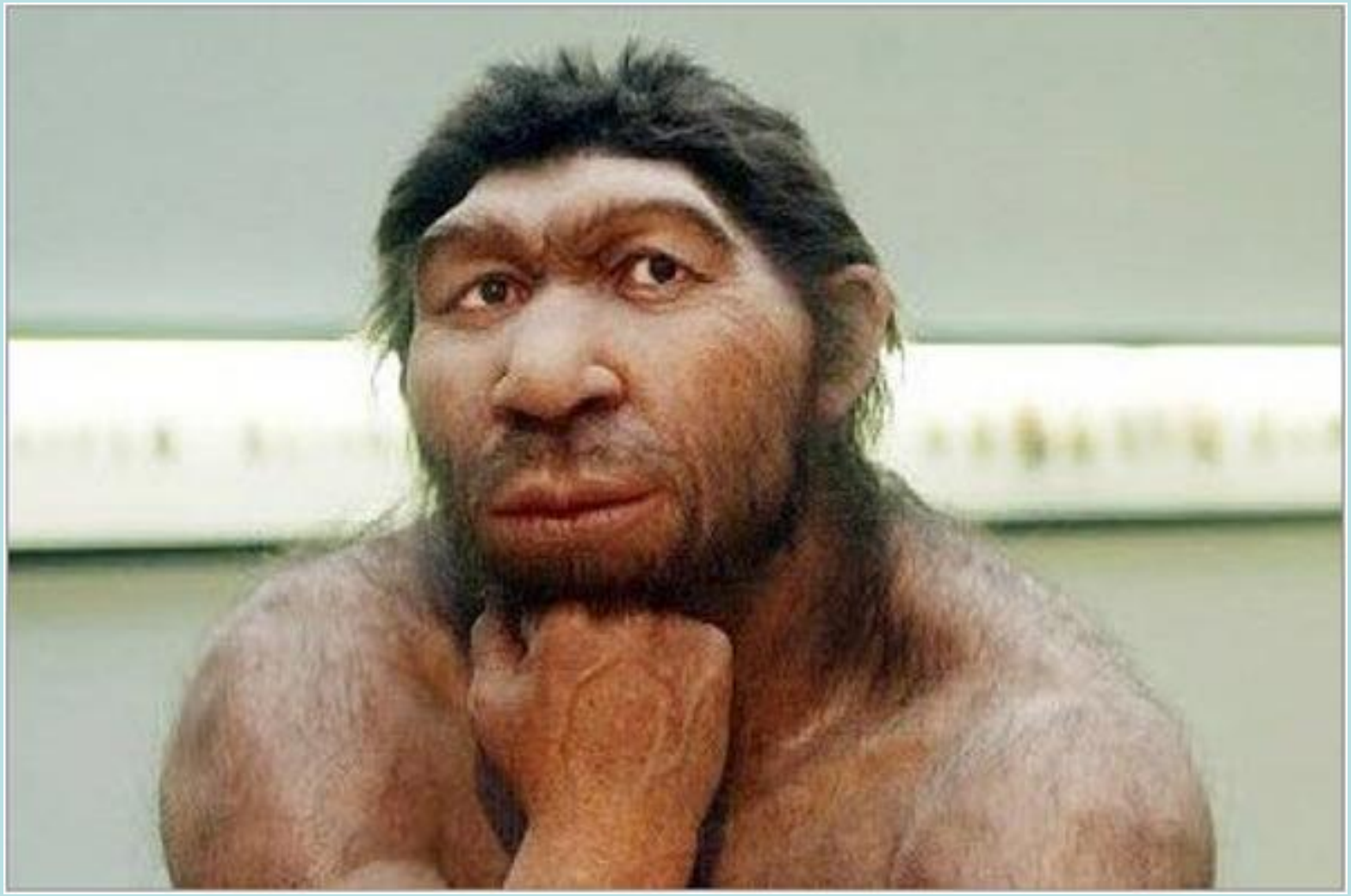


Вариант гена SLC16A11 – для коренных популяций Америки фактор Предрасполагающий к диабету 2 типа
(The SIGMA Type 2 Diabetes Consortium , 2014)

Другие направления исследований:

• Эпигенетика и эпигеномика древних людей (анатомически современных, неандертальцев, денисовцев.

•Варианты генов иммунной системы неандертальского происхождения.

•Эволюция генов пигментации, генов иммунной системы в голоцене.

До скорой встречи!!!