

## Палеогенетики выявили ранние контакты между земледельцами и скотоводами в юго-восточной Европе

**Анализ 135 древних геномов из региона контактов между юго-восточной Европой и северо-западным Причерноморьем показал генетическую непрерывность между популяциями неолита и медного века. Около 4500 лет до н.э. в населении северо-западного**

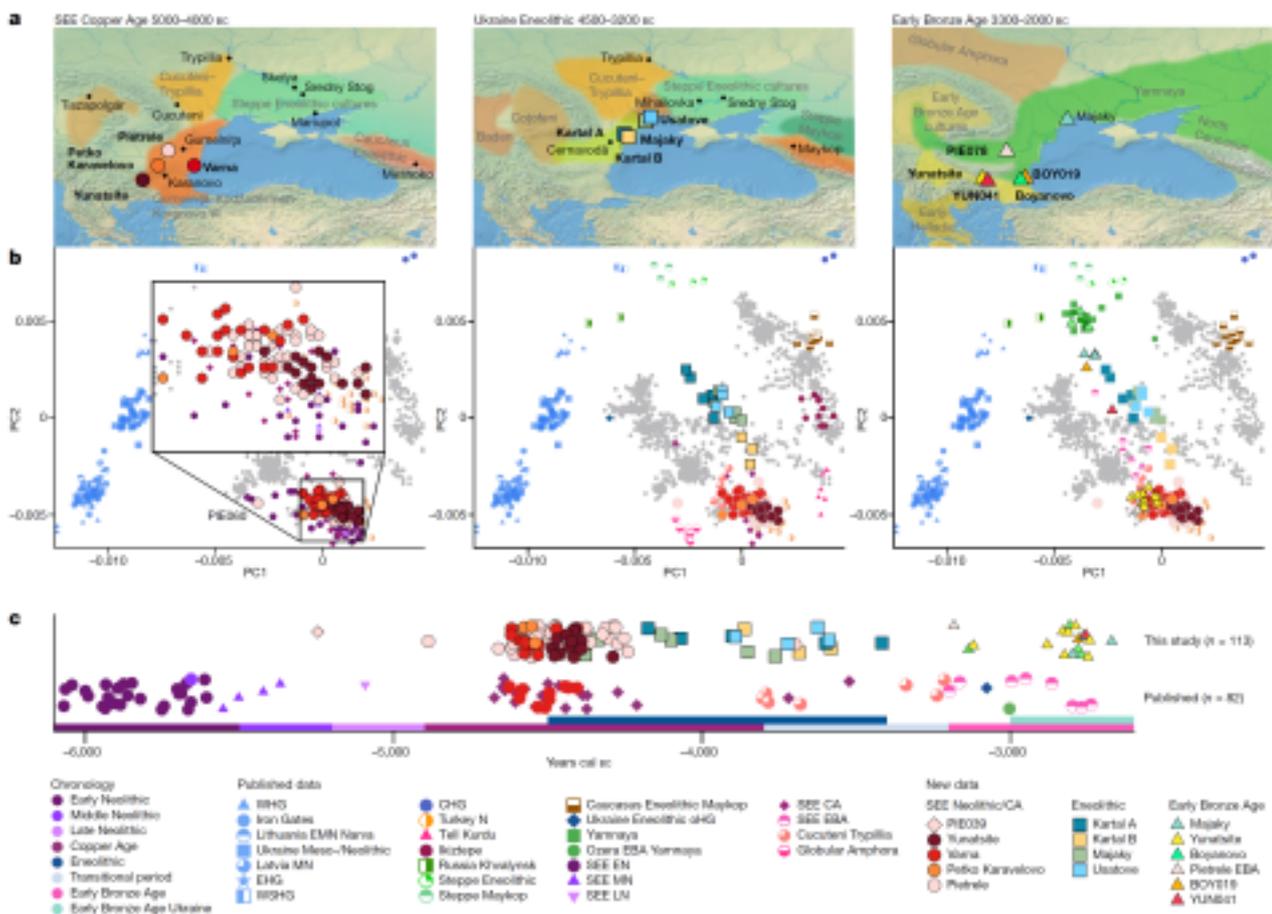
**Причерноморья происходило смешение генетических компонентов от местного населения медного века и популяций из лесостепной зоны. Это указывает на то, что демографические и культурные контакты между ними начались, как минимум, на тысячу лет раньше, чем прежде считалось. Предполагается, что передача культурных инноваций в ходе этих ранних контактов привела к формированию, популяций степных скотоводов, которые около 3300 лет до н.э. осуществили массовую миграцию в центральную Европу.**

Археологические и палеогенетические данные говорят о двух масштабных эпизодах генетических изменений в Европе: первый связан с распространением сельского хозяйства 7000-6000 лет до н.э., а второй — с массовой миграцией из степей около 3300 лет до н.э. Это событие также сопровождалось культурными инновациями, включая производство металла, одомашнивание лошадей и колесный транспорт. В конце медного века на северо-западе Причерноморья возникают мегапоселения археологического комплекса Кукутень-Триполье (около 4100 — 3800 лет до н.э.). Этот регион служил зоной взаимодействия между группами земледельцев медного века и группами степных скотоводов. На Северном Кавказе возникает майкопская культура, играющая ведущую роль в развитии металлургии и скотоводства. Около 3300 лет до н.э. мегапоселения в северном Причерноморье исчезают, и появляется ямная культура кочевых скотоводов. До сих пор оставался генетически неописанным период 5-4 тысячелетия до н.э. в зоне контактов между юго-восточной Европой, Северным Причерноморьем и степями. Эту брешь в генетических данных заполнили авторы [статьи в журнале Nature](#), большой коллектив палеогенетиков под руководством специалистов Института эволюционной антропологии Макса Планка в Германии (ведущие авторы — Йоханнес Краузе и Вольфганг Хаак).

В работе изучены геномы 135 индивидов восьми археологических памятников с территории Болгарии, Румынии и Украины, охватившие период от 5400 до 2400 лет до н.э. (неолит, медный век, энеолит и ранний бронзовый век). Авторы разделяют их на три группы: медный век юго-восточной Европы (Pietrele (Румыния) Yunatsite, Petko Karavelovo и Varna (Болгария); энеолит Украины (Усатово, Маяки, Каргал) и ранний бронзовый век (Pietrele, Yunatsite, Boyanovo, Маяки). Образцы ДНК были проанализированы на 1,24 млн SNP путем таргетного секвенирования с покрытием от 0,01x до 3,4x.

Анализ главных компонент и f3-статистики демонстрируют относительную генетическую гомогенность юго-восточной Европы от неолита к медному веку. При этом группы медного века несколько сдвинуты к охотникам-собираателям EHГ/WHG по сравнению с неолитом. Моделирование методом qpAdm выявляет минимальную примесь компонента охотников-собираателей к неолитическому генофонду. На графике PCA выделяется аутлайер PIE060 (Pietrele), сдвинутый к кластеру охотников-собираателей. Моделирование его происхождения выявляет треть генома от охотников-собираателей со стоянки Железные ворота на Дунае.

Y-хромосомное разнообразие в изученном регионе юго-восточной Европы (I2a1, C1a, G2a, H2, T1a, J2a, R1b-V88, E1b1) оказалось выше, чем в центральной и восточной Европе. Анализ на родственные связи выявил три пары родственников первой степени и две пары родственников второй степени. Анализ гомозиготности по методу PОН показал низкую степень гомозиготности, указывающую на достаточно большой эффективный размер популяции.



a. Карта расположения изученных археологических памятников и культур. b. Анализ главных компонент изученных геномов (цветные обведенные значки) и ранее опубликованных (цветные необведенные значки), проекция на геномы Западной Евразии (1253 человек, 77 популяций). c. Датировки ранее опубликованных и изученных образцов на хронологической шкале (Penske et al., 2023).

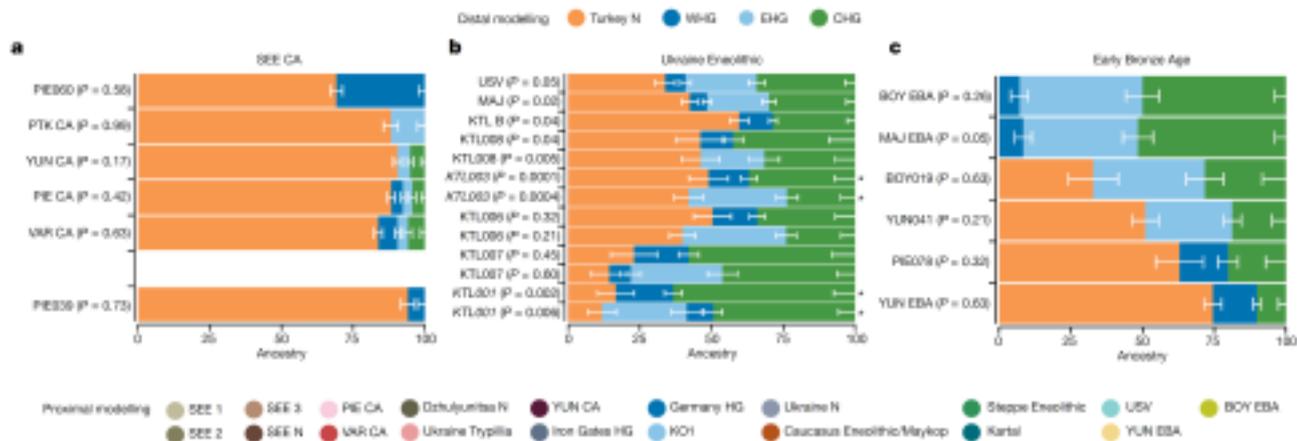
Энеолитические образцы с Украины (4500-3500 лет до н.э.), ассоциированные с культурами черноволы и усатовской, на графике PCA формируют генетическую клину между юго-восточной Европой и Северным Кавказом. Это указывает на генетическое смешение между земледельцами медного века и степными группами, причем происходящее до массовой степной миграции ямников. Образцы из Каргала, культуры черноволы, показали высокую генетическую гетерогенность, пять индивидов формируют клину между степным Майкопом и ранними неолитическими группами. Y-хромосомы шести мужчин украинского энеолита отражают вклад нескольких источников: G2 — вероятно, анатолийский неолит, а I2a1 — вклад локального украинского неолита или охотников-собираателей, R1b — степной компонент.

Образцы ранней бронзы на графике PCA образовали два контрастных кластера. Одни, относящиеся к первой половине третьего тысячелетия до н.э., близки к группам юго-восточной Европы медного века, другие — к группам степного происхождения (ямникам). При этом, все индивиды, ассоциированные с ямной культурой, из Украины и Болгарии, оказались генетически очень сходными. Данные также позволяют предположить прямой вклад групп украинского энеолита в генофонд степных скотоводов в третьем тысячелетии до н.э.

Как итог, исследование показывает генетическую гомогенность в изученном регионе юго-восточной Европы в пятом тысячелетии до н.э., что сопровождалась культурной гомогенностью. Все указывает на длительный период относительной стабильности и отсутствие больших культурных и генетических изменений. Данные говорят о контактах и смешении между группами земледельцев медного века юго-восточной Европы и энеолитических групп из степной зоны, с территории Украины; вероятно, они начались в середине пятого тысячелетия до н.э. В течение четвертого тысячелетия до н.э. северо-западное Причерноморье испытывало интенсивные контакты со степными группами, а также с группами Северного Кавказа, такими как Майкоп. Эти контакты, таким образом, происходили примерно на тысячу лет раньше, чем считали ранее.

«Геномные данные индивидов медного века крайне гомогенны, что согласуется с гомогенностью археологической материальной культуры в относительно большом регионе юго-восточной Европы, — объясняет Вольфганг Хаак, один из руководителей работы. — Это также говорит нам, что сеть контактов, культурного и торгового обмена была относительно стабильна на протяжении многих веков (как минимум, 500 лет)».

В большинстве популяций раннего бронзового века северо-западного Причерноморья, прослеживается генетический след юго-восточной Европы медного века и степных популяций. Вместе с тем, увеличивается доля генетического компонента охотников-собираателей (в основном восточноевропейских и кавказских).



Моделирование происхождения методом qpAdm индивидов медного века юго-восточной Европы, украинского энеолита и раннего бронзового века. Генетические компоненты: неолит (оранжевый цвет), западноевропейские охотники-собираатели (синий цвет), восточноевропейские охотники-собираатели (голубой цвет), кавказские охотники-собираатели (зеленый цвет) (Penske et al., 2023).

Дальнейшие междисциплинарные археогенетические исследования необходимы, чтобы детально описать динамику популяций Причерноморья и значение этого региона в понимании популяционной истории Западной Евразии.

*текст Надежды Маркиной*

#### Источник:

Sandra Penske, Adam B. Rohrlach, Ainash Childebayeva et al. Early contact between late farming and pastoralist societies in southeastern Europe // Nature. 2023. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06334-8>

[Статья в открытом доступе](#)