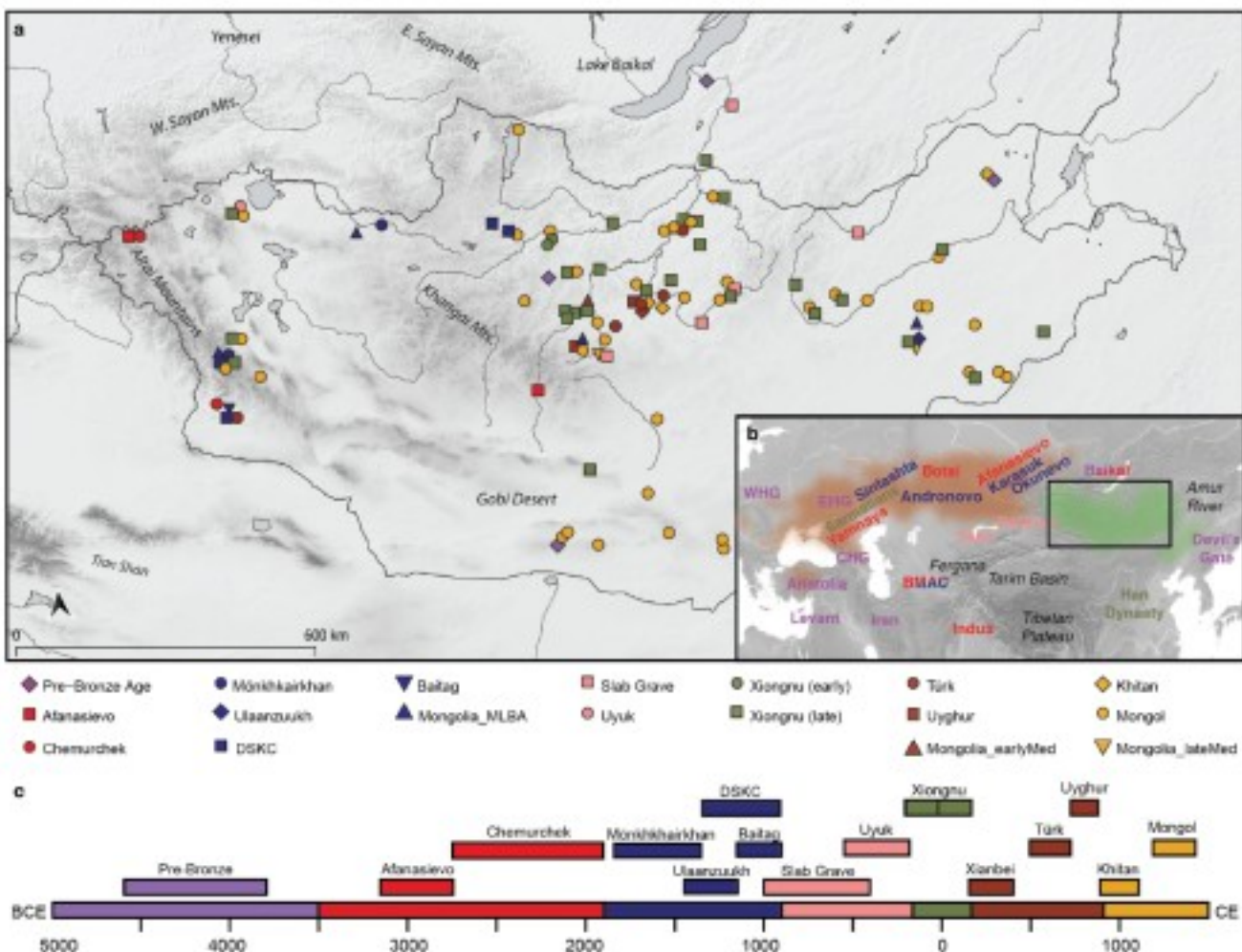


## Популяционная история Восточной степи

Палеогенетики проследили популяционную историю восточноевразийских степей. По анализу древних геномов они исследовали генетическую структуру населения в разные периоды: появления кочевых племен скотоводов, Империи хунну, государственных образований раннего средневековья, Монгольской империи. По данным палеогенетики в позднем бронзовом веке популяция была структурирована в три группы, различающиеся по происхождению. В период Империи хунну на территории восточноевразийских степей происходило интенсивное генетическое смешение в том числе с группами западного происхождения. В период Монгольской империи происходило смешение с восточноазиатскими группами и складывалась генетическая структура современного населения Монголии.

Популяционная история восточноевразийских степей исследовалась по геномным данным 214 древних индивидов с территории Монголии и России. Палеогенетики проследили изменения генофонда населения этого региона, начиная с эпохи охотников-собирателей до средних веков. Статья с результатами этого исследования, проведенного под руководством специалистов из Института наук об истории человека Общества Макса Планка в Йене, Германия, [опубликованы на сайте препринтов BioRxiv](#). Изученные в работе геномы охватывают период от 4600 до н.э. до 1400 н.э. В анализ были включены недавно опубликованные геномные данные от 18 индивидов бронзового века из Монголии (Jeong et al., 2018), а также база данных по современным популяциям России и Казахстана.

Данные палеогенетики последних пяти лет продемонстрировали, что западноевразийские степи стали источником массовых миграций, которые изменили генофонд в масштабах всего континента. В то же время генетическая история восточноевразийских степей изучена намного меньше. Эта область, которая сейчас находится на территории Монголии, России и Китая, была заселена, начиная с верхнего палеолита (около 34 тыс. лет назад). Последние исследования показали, что в ее генетическом разнообразии выделяется западно-восточная клина, тянущаяся от Центрального Казахстана через Южную Сибирь до Дальнего Востока России (Jeong et al., 2018; Sikora et al., 2019; Siska et al., 2017). Популяционная история восточноевразийских степей — один из примеров смешения восточного и западного генофондов в населении Евразии.



Изученные в работе древние геномы: их географическое расположение и распределение по хронологической шкале. Цветовые обозначения: до бронзового века – фиолетовый; ранний бронзовый век – красный; средний/поздний бронзовый век – синий; ранний железный век – розовый; период хунну – зеленый; раннее средневековье – коричневый; позднее средневековье – желтый. В рамке справа – расположение западноевразийских/центральных степей показано светло-коричневым, восточноевразийских степей – светло-зеленым.

Вплоть до начала бронзового века территория восточноевразийских степей была занята племенами охотников-собирателей. В данной работе этот ранний период был представлен образцами из восточной Монголии (4686-4495 до н.э.), из центральной Монголии (3781-3643 до н.э.) и Забайкалья. Они генетически тяготели к охотникам-собирающим западного Байкала (5200-4200 до н.э.) и пещеры Чертовы ворота в Приморье (5700 до н.э.). Этот генетический компонент авторы назвали Древняя Северо-Восточная Азия (ANA), в отличие от генетического компонента Древняя Северная Евразия (ANE), который был найден у более древних, плейстоценовых охотников-собирающих со стоянок Мальта и Афонтова гора, а также у скотоводов ботайской культуры в Казахстане (3500-3300 до н.э.). Компонент ANA оказался близок к генофонду современных тунгусоязычных популяций и нивхов, проживающих в низовьях Амура. Это говорит о его сохранении до сегодняшнего дня в генофондах Дальнего Востока.

Появление скотоводства у населения восточноевразийской степи в раннем бронзовом веке считают результатом культурного заимствования из западноевропейской степи путем миграции групп ямной, а затем афанасьевской культуры через Верхний Енисей и Саяны в северо-западную Монголию. Однако генетическая преемственность на этом пути не прослеживается. Судя по всему, появление на Алтае скотоводства происходило без замещения локальных популяций. В отличие от Европы, где миграция степных скотоводов в раннем бронзовом веке изменила генофонд, в Восточной степи эта миграция не оставила заметного генетического следа.

В течение среднего бронзового века (1900-900 до н.э.), степи расширились в ответ на изменения климата, и это сопровождалось распространением новых скотоводческих культур. Этот период отличался интенсивным использованием лошадей для верховой езды и для получения молока. По данным археологии было велико влияние культуры Синташта, которая принесла новые технологии передвижения, такие как конные повозки, что намного повышало мобильность населения. В этот период формируется генетическая структура восточноевразийских степей, состоящая из трех частей. На востоке доминирует генетический компонент ANA, на севере отмечается клинальный переход компонентов ANA и ANE, а на западе максимальна доля компонента, родственного представителям культуры Синташта (последняя генетически близка европейской культуре шнуrowой керамики).

В популяциях позднего бронзового и раннего железного века обнаружен генетический компонент иранского происхождения, который смешивался с местными земледельческо-скотоводческими популяциями на территории Трансоксианы и Ферганы.

В III веке до н.э. возникла Империя хунну – первое исторически зафиксированное политическое образование, основанное степными кочевниками-скотоводами. Она сохраняла доминирующую роль в Восточной и Центральной Азии вплоть до I века н.э. В данной работе были исследованы геномные данные 60 индивидов Хунну с территории Монголии от 350 до н.э. до 130 н.э.

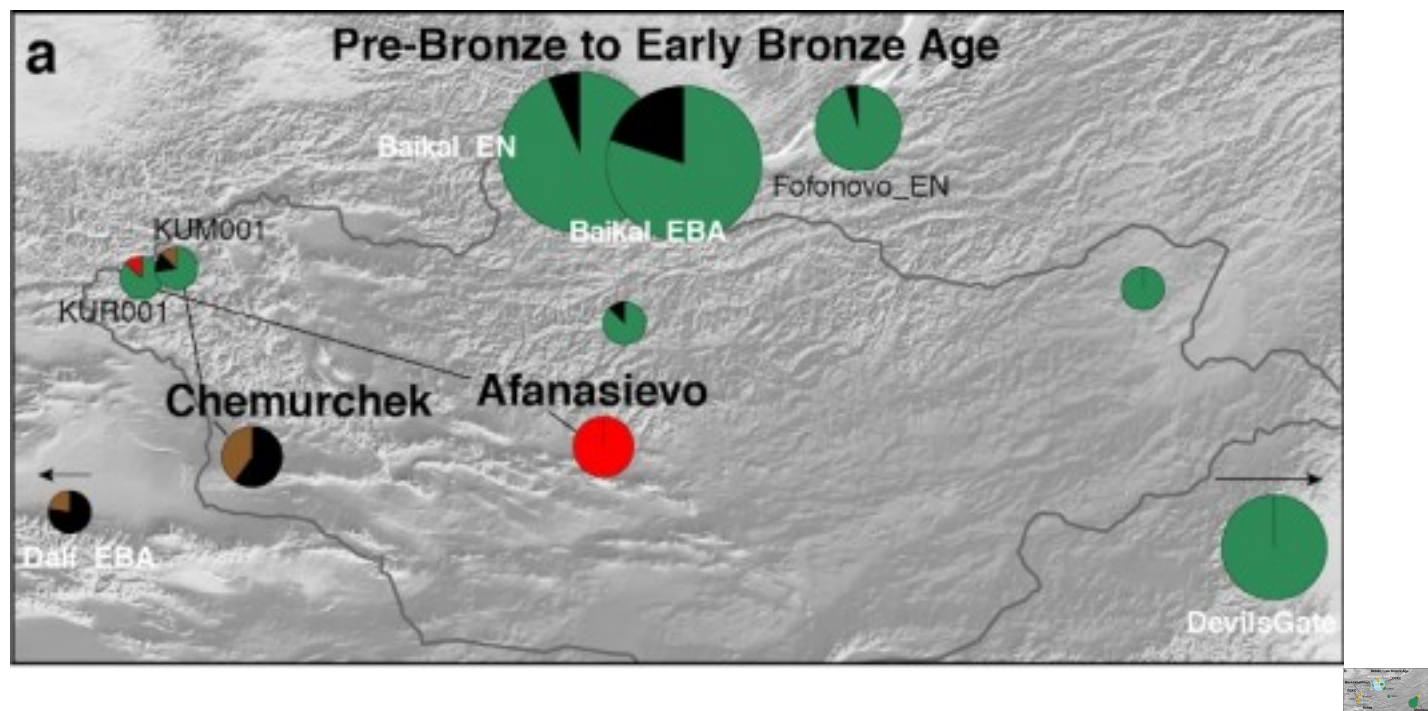
Период хунну характеризуется интенсивным генетическим смешением. В формирование населения был вовлечен генетический поток иранского происхождения, который смешивался с местными популяциями. У позднего населения периода хунну отмечается высокая генетическая гетерогенность. У них появляется генетический компонент, который авторы определяют как сарматский, он интенсивно перемещивается с генетическим компонентом китайской Империи хань. Эти результаты согласуются с историческими свидетельствами о политических отношениях Империи хунну со своими соседями, а также о путях миграций в Монголию и из нее.

После распада Империи хунну в 100 н.э. в восточноевразийской степи возникло несколько политических образований: Сяньби (100-250 н.э.), Жужанский каганат (300-550 н.э.), Тюркский каганат (552-742 н.э.), и Уйгурский каганат (744-840 н.э.). Эти периоды в данной работе также были представлены геномными образцами. Авторы показали, что эпоха раннего средневековья в восточноевразийской степи отличалась генетической гетерогенностью. Например, для населения Уйгурского каганата была характерна высокая степень западноевразийского генетического вклада; он моделируется как смешение генетического компонента аланов (степные кочевники, вероятно происходящие от сарматов) и иранского компонента.

Монгольская империя (1206-1368 н.э.), самая крупная на территории Евразии, в какой-то момент занимала две трети континента. В работе изучены геномные данные 62 индивидов монгольской эры. Генетически они были разнообразны, хотя по степени разнообразия уступали индивидам периода хунну. Характерно, что, в отличие от хунну, у них не было генетического компонента ANE. Индивиды Монгольской империи имели в среднем более высокую долю восточноевразийского компонента, чем в предыдущих периодах. Авторы считают, что генофонд населения этой эпохи моделируется смешением трех

источников: 15-18% западного степного компонента (аланы или сарматы), 55-64% компонента древних монголов конца бронзового – начала железного века (культура плиточных могил) и 21-27% китайского компонента хань. Именно в этот период начинает формироваться генофонд современного населения Монголии. К концу его генетическая структура Восточной степи радикально изменилась, доля компонента ANE сильно уменьшилось; сегодня он обнаруживается только в изолированных сибирских популяциях и у американских индейцев.

После распада Монгольской империи в 1368 н.э. генетический профиль монгольской популяции существенно не изменился. Авторы исследовали генетическое сходство между индивидами периода Монгольской империи и современными монголоязычными группами (монголы, калмыки, буряты, хамниганы, дауры), используя анализ qрWave. Они нашли, что больше половины индивидов Монгольской империи сгруппировались по крайней мере с одной группой современных монголоязычных популяций. Это говорит об относительной стабильности генофонда в течение последних 700 лет. К тому же почти треть мужского населения Монгольской империи имели Y гаплогруппу C2b, которая широко распространена среди современного населения Монголии.



*Изменение генофонда восточноевразийских степей в разные временные периоды. а) от до-бронзы до раннего бронзового века; б) средний/поздний бронзовый век; в) ранний железный век; г) период хунну; е) ранние средние века; ф) поздние средние века. Генетические компоненты обозначены разными цветами: Древняя Северо-Восточная Азия (ANA) – зеленый; Древняя Северная Евразия (ANE) – черный; афанасьевская культура – красный; ВМАС – коричневый; Байкальский ранний бронзовый век – голубой; культура Ситаита – золотой; культура Хувсгел, поздний бронзовый век – фиолетовый; культура Чандман, железный век – розовый; сарматы – светло-коричневый; Хань – желтый; аланы – синий.*

Генетики также оценили в древних популяциях частоту аллелей, которые могли находиться под действием отбора. Исследовали аллели, ассоциированные с толерантностью к лактозе, морфологией зубов, пигментацией и метаболизмом алкоголя.

Оказалось, что несмотря на скотоводческое хозяйство и многочисленные свидетельства употребления молока, среди населения среднего/позднего бронзового и раннего железного века Восточной степи не распространялась мутация толерантности к лактозе, ее частота составляла всего 5% и не увеличивалась со временем. В то же время в Европе эта мутация поддерживалась отбором, и ее частота росла. Это тем более непонятно, что на большей части Восточной степи население употребляет молоко и кисломолочные продукты в больших количествах. Как это им удастся делать, не имея соответствующей мутации – загадка. Вероятно, пишут авторы, все дело в особенностях их кишечной микробиоты.

Наконец, ученые исследовали гендерные особенности демографической истории Восточной степи, сравнивая генетические компоненты по аутосомам и X-хромосоме. Они показали, что в течение раннего железного века и ранних средних веков смешение с западными степными группами происходило по большей части в мужской части популяции. Это сопровождалось снижением доли Y-гаплогруппы Q1a и повышением доли западноевразийских Y-гаплогрупп R и J. В периоде Монгольской империи наблюдался гендерный дисбаланс в смешении с восточноазиатскими группами: оно также происходило в основном по мужской линии, при этом увеличилась доля Y-гаплогруппы O2a, характерной для Восточной Азии.

Перед будущими исследованиями авторы ставят задачу выяснить, как были связаны генетические изменения населения Восточной степи с культурными и технологическими инновациями, которые появлялись в ту или иную историческую эпоху.

*текст Надежды Маркиной*

#### **Источник:**

Choongwon Jeong et al. A dynamic 6,000-year genetic history of Eurasia's Eastern Steppe//  
<https://doi.org/10.1101/2020.03.25.008078>

<https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.03.25.008078v1>