

АНАЛИЗ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ДРЕВНИХ СООБЩЕСТВ В КОНТЕКСТЕ БИОАРХЕОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ

© 2024 г. А.П. Бужилова^{1,*}, К.Ю. Куприкова^{2,3,**}

¹Институт археологии РАН, Москва, Россия

²Кафедра антропологии, биологический факультет МГУ, Москва, Россия

³Научно-исследовательский институт и Музей антропологии МГУ, Россия

*E-mail: albu_pa@mail.ru

**E-mail: mintdoughnut@yandex.ru

Поступила в редакцию 26.02.2024 г.

После доработки 26.02.2024 г.

Принята к публикации 16.04.2024 г.

В основе палеодемографического анализа лежит принцип “биологического единообразия”, позволяющий исходить из того, что при естественных условиях проживания для человеческих популяций характерна определенная половозрастная структура, а возможные отклонения ограничены биологическими особенностями вида. Анализ и интерпретация влияния различных факторов среды на демографическую структуру, среднюю продолжительность жизни и уровень здоровья древних популяций сталкиваются с рядом методических ограничений. В работе приводится аналитический обзор методологических подходов и современная трактовка возможностей антропологического материала как источника для более или менее объективной реконструкции образа жизни древнего населения. Приводятся конкретные примеры таких подходов при анализе антропологической серии Козино, датируемой преимущественно XVIII в. (раскопки ИА РАН).

Ключевые слова: палеодемография, биоархеология, “остеологический парадокс”, демографические модели.

DOI: 10.31857/S0869606324030108, **EDN:** WZXRFB

Используя методы статистики и математического моделирования, палеодемография пытается воссоздать демографические параметры доисторических и исторических популяций на основе данных половозрастного анализа останков людей, пространственного археологического анализа следов человеческого присутствия, динамики площадей поселений и некоторых исторических документальных источников.

Первые целенаправленные демографические исследования археологических и антропологических коллекций были проведены в конце 1940-х годов, а пик методических разработок пришелся на 1970-е и 1980-е годы (например, Acsádi, Nemeskéri, 1970; Weiss, 1975; Урланис, 1978).

Во-первых, были показаны возможности оценки и динамики численности древних популяций на основе сведений о следах человеческой активности как с учетом обнаружения остатков

материальной культуры, так и площадей различных поселений (Trément, 1995).

Во-вторых, пристальное внимание было уделено собственно исследованию останков человека. В основе палеодемографического анализа лежит принцип “биологического единообразия” (biological uniformity), позволяющий полагать, что при естественных условиях проживания для человеческих популяций характерна определенная половозрастная структура, а возможные отклонения ограничены биологическими особенностями вида (например, Ségué, Buchet, 2013). На основе принципа “биологического единообразия” можно предположить, что демографические характеристики популяций в древности не должны значительно отличаться от таковых в современности (при соблюдении традиционного образа жизни последних). Таким образом, по весьма ограниченному набору сведений, предоставляемых останками человека, кажется возможным

реконструировать и анализировать демографическую структуру. Тем не менее, конец XX и начало XXI в. характеризуются острой научной дискуссией о достоверности этих анализов из-за возможных ошибок, связанных с подбором эталонных групп, используемых в расчетах таблиц смертности, а также об ограничениях методов оценки пола и возраста смерти по костям и зубам человека.

В ходе пристального внимания и активной работы демографов, математиков, антропологов и археологов этот раздел демографии получил значительный рывок в своем развитии, предоставив методологические разработки различных европейских и американских демографических школ. В активе исследователей были так называемые эталонные антропологические коллекции с известным календарным (паспортным) возрастом индивидов, на основе которых дорабатывались математические модели. В результате таблицы смертности были значительно скорректированы, предложены альтернативные модели анализа. Казалось, что вопрос был закрыт, и доверие к модельным палеодемографическим реконструкциям восстановлено. Однако, в эту дискуссию вплелись актуальные проблемы биоархеологии и палеопатологии: в этих областях еще 1990-е годы начали рассматривать вопросы достоверности реконструкций уровня здоровья и степени адаптированности палеопопуляций. В этих вопросах немаловажную роль играют данные палеодемографии.

В биоархеологии и палеопатологии концепция адаптации человека применяется в анализе различных сторон человеческой деятельности как в прошлом, так и настоящем. Популяции, живущие в сходных экологических условиях и ведущие сходный образ жизни, в целом реагируют схожими моделями смертности, а также могут демонстрировать близкие биологические характеристики (в том числе и индикаторы биологического стресса). Иногда приспособление требует не только биологической адаптации, но и социальной модификации, смены поведенческих паттернов, а также ассимиляции местных культурных элементов. Эта парадигма используется при анализе сходства условий (образа) жизни или их различий, являясь основой биоархеологической реконструкции.

Опираясь на концепцию стресса, предложенную в свое время Г. Селье (Selye, 1955), в 1984 г. был опубликован фундаментальный коллективный труд "Paleopathology at the Origins of Agriculture", в котором исследователи развернуто

обосновали важность и правомочность использования данных палеопатологии и палеодемографии в археологических реконструкциях (Paleopathology..., 1984). Позднее на примере групп ранних земледельцев обсуждалось, что социальный прогресс включает механизмы адаптации к новым условиям жизни популяций и провоцирует у них заметный для остеологического анализа период снижения показателей здоровья (Agmelagos et al., 1991). Работы вызвали обширную дискуссию. Ряд исследователей поставил под сомнение такого рода археологические реконструкции, так как было не очевидно, что есть прямая корреляция между реконструированным уровнем здоровья палеоантропологических групп и населением, которое они представляли (Ortner, 1992; Wood et al., 1992).

Не остались в стороне дискуссионные вопросы палеодемографического подхода. Основной точкой раздора было обсуждение очевидной ограниченности палеоантропологического источника: мы пытаемся изучить характеристики некогда живой популяции, а обладаем данными только об умерших индивидах этой популяции. Кроме того, высокая частота патологий в палеопопуляции может быть свидетельством как негативного давления среды, так и отражать повышенную физиологическую устойчивость индивидов к ним¹, а отсутствие признаков стресса на костях скелета не является однозначным свидетельством отсутствия пережитого стресса, поскольку ослабленные индивиды могли умереть до того, как у них произошли патологические костные перестройки. Выявленная проблема была обозначена как "osteологический парадокс" (Wood et al., 1992).

Вскоре появился ряд статей с прямым опровержением "osteологического парадокса", и в первую очередь тех исследователей, чьи выводы подверглись сомнению. А. Гудман (Goodman, 1993) указал, что сторонники парадокса сильно преувеличивают его значение, узко интерпретируя цели исследования. М. Коэн (Cohen, 1994) отметил, что на первый взгляд, рассуждения авторов кажутся теоретически обоснованными. Однако такие рассуждения весьма уязвимы, так как не учитывают конкретного контекста в каждой ситуации, поэтому наличие так называемого остеологического парадокса оказывается недоказанным. Далее, в своей работе автор настаивал, что выводы палеопатологии близко соответствуют наблюдениям за

¹ Согласно трактовке И.В. Давыдовского (1969), это своего рода адаптация через болезнь.

здоровьем, полученным в ходе этнографических наблюдений и прогнозам эпидемиологической теории, поэтому их следует принимать такими, какими они фиксируются (Cohen, 1994. С. 630).

Однако рассуждения мэтров от палеопатологии не убедили многих исследователей, стимулировав новые разработки в этой области, которые значительно продвинули методологическую часть популяционного уровня исследований (Yaussy, 2022). Многие современники приняли “остеологический парадокс” и цитируют его в своих работах как факт, невзирая на наличие примеров репрезентативности остеологических серий в биологической антропологии. Другие пошли по пути комплексной оценки индикаторов стресса с учетом демографических показателей, учитывая неоднозначность остеологических маркеров (например, Boldsen, 1997).

В связи с признанием методологических проблем, в современных исследованиях наблюдается постепенный уход от простой фиксации частоты индикаторов стресса и прямолинейного сопоставления этих данных. Все большее значение приобретают методы, посвященные анализу взаимосвязи патологических индикаторов с половозрастной структурой, что позволяет оценить их неоднозначное воздействие на жизнь древних сообществ, и выстроить основные позиции биоархеологической реконструкции. Обратим внимание на некоторые из них. Во-первых, метод

пропорциональной функции риска (регрессия Кокса), связывающий различные факторы с риском смерти, в том числе наличие маркеров стресса в палеопопуляции (Konigsberg, et al., 2023). Другим подходом является анализ адаптированности популяции с помощью кривых выживаемости Каплана-Мейера (Milner, Boldsen, 2017). Данный подход заключается в построении графиков зависимости повозрастной доли выживших, отягощенных или нет каким-либо патологическим состоянием. В качестве примера рассмотрим результаты анализа антропологической серии, полученной в ходе раскопок археологической экспедиции Института археологии РАН на западной окраине с. Козино Одинцовского района Московской области (Двуреченская и др., 2011). В настоящее время серия хранится в музейных фондах НИИ и Музея антропологии МГУ. Собственно погребения относятся к XVIII в., а переотложенные слои вместе с остатками части погребений относятся к более раннему периоду – XIV–XVI вв. По мнению археологов, это рядовое кладбище традиционной сельской общины.

Как видно по полученным данным (на примере *cribra orbitalia* – индикатора анемии), во всех случаях выживаемость индивидов с индикатором стресса значительно ниже по сравнению с группой индивидов, не отягощенной этой патологией (рис. 1). Результаты лог-рангового теста подтверждают достоверность различий.

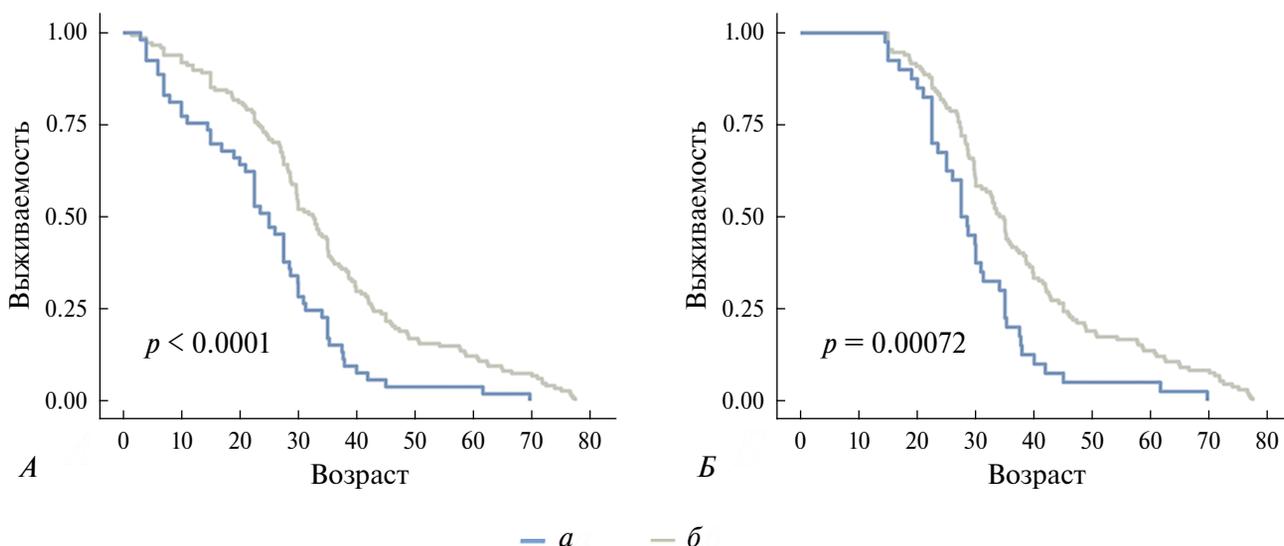


Рис. 1. Кривые выживаемости Каплана-Мейера в группах Козино при наличии/отсутствии *cribra orbitalia* (CO): А – вычисления с учетом детской части выборки, Б – вычисления без учета детской части выборки (а – выживаемость группы с наличием индикатора; б – выживаемость группы без индикатора).

Fig. 1. Kaplan-Meier survival curves in Kozino groups with and without *cribra orbitalia*: А – calculations taking into account the children’s part of the sample, Б – calculations excluding the children’s part of the sample (а – the survival rate of the group with the presence of the indicator; б – the survival rate of the group without the indicator)

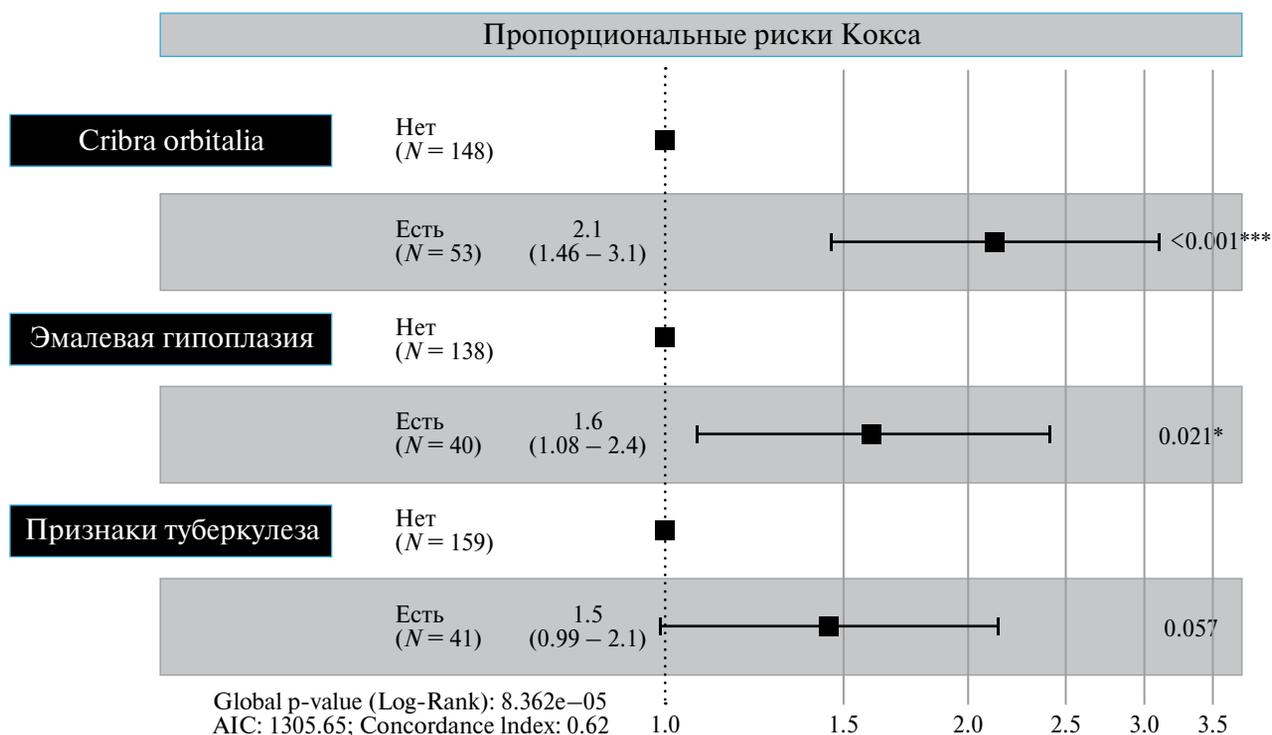


Рис. 2. Модель пропорциональных рисков Кокса при наличии нескольких индикаторов. Звездочками отмечен результат теста Вальда (статистически достоверный вклад переменных *cribra orbitalia* и эмалевая гипоплазия).

Fig. 2. Cox proportional hazards model with several indicators. Asterisks indicate the result of the Wald test (statistically significant contribution of the variables *cribra orbitalia* and enamel hypoplasia)

Для полновесной реконструкции не рекомендуется остановиться только на сравнении кривых выживаемости. Во-первых, лог-ранговый тест показывает, есть ли статистически значимая разница между кривыми, но не позволяет количественно оценить эффект, который оказывает тот или иной фактор на продолжительность жизни. Во-вторых, методом Каплана-Мейера можно сравнить влияние только одного фактора, игнорируя все остальные. В таких случаях рекомендуется дополнить исследование, изучив результаты применения модели пропорциональных рисков Кокса. На примере выборки Козино в модель были включены три независимые переменные (*cribra orbitalia*, эмалевая гипоплазия – индикатор остановки роста в детском возрасте – и наличие признаков костного туберкулеза). Прежде чем построить модель, был проведен тест χ^2 -квadrat Пирсона на независимость этих переменных, который подтвердил отсутствие статистически значимой связи между ними (p-value <0,05). Кроме того, подтверждено условие пропорциональности, необходимое для построения модели – значение остатков

Шенфельда статистически незначимо для каждой ковариаты (Cox, 1972)².

Полученные результаты подтвердили, что все факторы повышают риск смерти (рис. 2). При этом наибольший уровень риска демонстрирует индикатор *cribra orbitalia* (тест Вальда и лог-ранговый тест показали статистически значимые результаты), а наименьший – наличие туберкулезной инфекции (отсутствие достоверности). Мы не исключаем, что величина уровня риска индикатора наличия туберкулеза в группе могла быть большей, чем мы получили на этом примере. В данном расчете мы использовали объединенную выборку индивидов, в которой часть из них обладала признаками, позволявшими не поставить окончательный диагноз, а всего лишь не исключить его. Следовательно, в эту группу могли попасть индивиды не больные туберкулезом, что могло повлиять на расчеты достоверности риска смерти.

Обратим внимание, что и *cribra orbitalia*, и эмалевая гипоплазия встречались во всех

²Для оценки функции выживаемости Каплана-Мейера и параметров модели Кокса был использован пакет “Survival” v.3.4.0 (Therneau, 2022).

возрастных классах в группе Козино, однако наибольшая их частота была характерна для неполовозрелых индивидов. Анализ выживаемости подтвердил неслучайность зафиксированной тенденции, а также высокое значение риска, что индивиды с этими индикаторами стресса умирали раньше по сравнению с индивидами без них.

В традиционных палеопатологических расчетах учитывается общий процент встречаемости индикатора (без учета возраста смерти). Прямое сопоставление разных групп только по величине этого показателя может приводить к ложным интерпретациям, так как в одном случае высокий уровень индикатора может фиксироваться преимущественно в молодой части выборки и свидетельствовать о наличии стрессоров, а в другом — с той же частотой встречаться преимущественно в пожилой когорте, что означает благополучную адаптацию населения к давлению среды. Следовательно, уровень показателей стресса необходимо рассматривать с учетом возраста. Подчеркнем, что во всех применяемых статистических тестах не учитывается приближенность индивидуальной оценки возраста смерти, поэтому к получаемым оценкам достоверности при сопоставлении данных следует относиться с осторожностью, рассуждая только о тенденциях.

Оценка пола и индивидуального возраста смерти. Исходя из вышесказанного становится понятным стремление к разработке более точных методов оценки пола и индивидуального возраста смерти. Успешная идентификация пола по скелетным останкам, как правило, возможна только для взрослых скелетов, так как большая часть морфологически различительных признаков формируется на этапе полового созревания человека. Методы, основанные на признаках таза и лобковой кости, считаются самыми надежными, давая в большинстве случаев правильное определение. В целом, определение пола у взрослых индивидов по стандартным морфологическим критериям дает успешные результаты более чем в 90% случаев (Алексеев, 1966). Отметим, что точность определения пола возрастает при использовании не одного, а нескольких признаков (Krogman, Işcan, 1986). Ограничением для экспертизы является то, что размах изменчивости женских и мужских морфологических характеристик обычно перекрывается, а степень полового диморфизма может варьировать от популяции к популяции, что в некоторых случаях затрудняет верную диагностику (Milner et al., 2018).

При попытках определения пола у неполовозрелых индивидов и на фрагментарных скелетах взрослых, большинство морфологических критериев оказываются малоинформативными или недоступными. Потенциально высокоточным является анализ ДНК половых хромосом, поскольку мужчины и женщины обладают различными генотипами. Недавно в научный оборот введены методы по распознаванию вариантов белка зубной эмали — амелогенина, ген которого имеет разные аллели в половых хромосомах, что также способствует надежному определению пола (например, Зиганшин и др., 2020).

Определение возраста смерти имеет свои ограничения на разных этапах онтогенеза человека. У индивидов первых двух годов жизни возможна точность определения возраста до года, а иногда и месяцев. Для более старшего возраста вплоть до подросткового точность может составить 2–3 года, и в большей степени экспертиза опирается на так называемый зубной возраст. Дополнительный анализ сроков оссификации эпифизов с диафизами также нашел применение в палеоантропологии. И, наконец, для определения возраста детской части популяции используют продольные размеры скелета (Ubelaker, 1989)³. В каждой из этих методик есть свои преимущества, но есть и явные ограничения. Например, ряд исследований по сопоставлению темпов развития длин диафизов детских костей показал, что, в среднем, дети, развивающиеся в менее комфортных условиях с ограничениями в питании и уходе, отстают в развитии от своих сверстников, демонстрируя меньшие значения продольных значений трубчатых костей (Saunders, Hoppa, 1993). Следовательно, в некоторых случаях использование только этого показателя может привести к ошибке анализа среднего возраста смерти в детской части.

Для взрослых индивидов проблема оценки индивидуального возраста смерти в узких пределах остается до конца неразрешенной. Известно, что чем старше изучаемый индивид, тем меньше надежность оценки его календарного возраста, так как биологический возраст, на который опираются в своем анализе антропологи, может иметь широкие индивидуальные границы колебаний (Павловский, 1987). Наиболее часто используемыми возрастными индикаторами

³ Гораздо реже в отечественной антропологии используют изменчивость размеров некоторых областей черепа, таких как основание черепа, височная кость и др. (Fazekas, Kosa, 1978), а также степень окостенения височных или клиновидных костей (Cunningham et al., 2016).

служат признаки возрастных изменений в местах малоподвижных соединений костей (мало зависящих от физической активности и прочих внешних факторов): черепные швы, лобковый симфиз и крестцово-подвздошное сочленение. Однако, уверенно оценить возраст пожилых и старых индивидов по костным останкам не представляется возможным (Milner et al., 2018). Стандартным решением для ухода от большого числа ошибок индивидуального возраста смерти стало предложение сделать последний старший возрастной интервал открытым с условной границей 50+ лет. Отметим еще одно ограничение: одновременное использование нескольких характеристик возрастной диагностики не гарантирует повышение точности его определения, как это практикуется при идентификации пола (Konigsberg, Frankenberg, 2002). Стоит учитывать, что некоторые признаки могут коррелировать не только с возрастом, но и между собой, что приводит к искусственному сужению предполагаемого возрастного интервала (Baldsen et al., 2002).

Для многих антропологических задач широкий интервал биологического возраста оправдан, и является наиболее объективным при разделении палеогруппы по возрасту. Однако, правильность расчета демографической структуры во многом зависит от возможностей и методологического подхода для оценки пола и индивидуального возраста смерти.

Методы расчетов демографической структуры. К настоящему времени разработано несколько подходов для оценки половозрастной структуры, чаще всего основанных на традиционных для демографии таблицах смертности.

Во-первых, при построении кривой смертности, построенной на основании различных по длине интервалов биологического возраста, которые априори не совпадают с регулярными 5/10-летними интервалами таблиц смертности, проводится “сглаживание” при помощи метода скользящей средней (например, Алексеева и др., 2003). Эта процедура во многом позволяет учесть разные по сохранности антропологические материалы, диагностика возраста которых происходит с разной степенью точности. Но, к сожалению, метод скользящей средней не может избавить от ошибок оценки индивидуального возраста, так как одинаковая длина, используемых в таблице смертности интервалов, не отражает одинаковость погрешности оценки возраста смерти для каждого индивида. Более того,

арифметическое накопление частот в границах интервалов таблицы смертности иногда сильно превышает пики смертности. Еще один важный аспект также не решен. Как обсуждалось выше, определение возраста смерти у пожилых индивидов обладает гораздо большей погрешностью, чем у молодых, поэтому в таблице смертности возрастные интервалы пожилых возрастов не рассчитываются.

Во-вторых, для расчетов таблицы смертности можно использовать результаты оценки индивидуального возраста смерти половозрелых индивидов, который рассчитывается методом анализа перехода (transition analysis, версия TA2) (Baldsen et al., 2002). Работы по верификации данного метода показывают, что оценка возраста смерти методом TA2 получается точнее, чем по любому из существующих традиционных методов в отдельности. Метод уже показал свою эффективность, поскольку он позволяет получать более адекватный возрастной профиль выборки в целом, и дает возможность изучить демографию пожилой части населения, “невидимой” при использовании традиционных методов оценки возраста. Однако, успешность результатов варьирует, завися от многих объективных причин, в том числе от сохранности материалов.

В программе TA2 используются данные о состоянии черепных швов, лобкового симфиза и подвздошной части крестцово-подвздошного сустава. Используемая терминология заимствована из классических методов оценки возраста смерти, описание признаков и их градации приведены в специальном руководстве с необходимыми иллюстрациями, что делает освоение этого метода весьма доступным (Milner, Baldsen, 2016).

Сопоставим как работают два этих подхода при анализе одной и той же выборки Козино (рис. 3). Мы видим ожидаемые пики смертности в молодом возрасте (женщины умирали раньше, чем мужчины), а также при анализе методом перехода еще два пика смертности в пожилом возрасте (соответственно у женщин в 60–64 лет, у мужчин – в 70–74 лет).

Следует признать, что для изученной серии ни один из рассмотренных методов оценки возраста смерти и возрастной структуры не является однозначно лучшим по сравнению с другим. С одной стороны, при использовании традиционных подходов мы не можем получить детальной оценки динамики смертности в старческих возрастных категориях. Кроме того, распределение

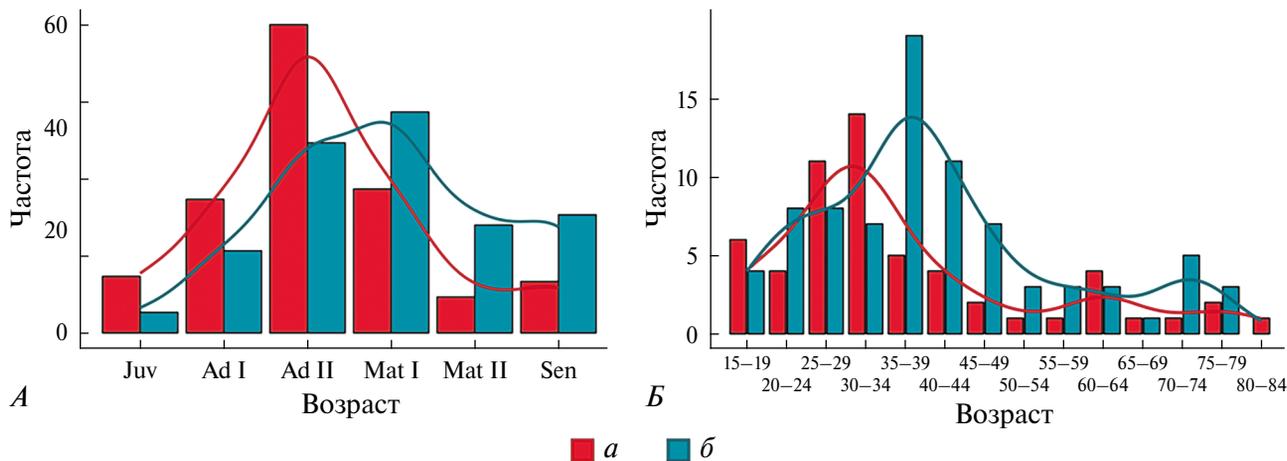


Рис. 3. Возрастное распределение мужчин и женщин выборки Козино, полученное при использовании разных методов оценки возраста смерти: *A* – возрастное распределение, полученное традиционным методом (с учетом скользящей средней), *B* – возрастное распределение, полученное методом перехода (ТА2) и пересчета в 5-и летние интервалы (*a* – женщины, *б* – мужчины).

Fig. 3. Age distribution of men and women in the Kozino sample obtained using various methods of estimating age at death: *A* – age distribution obtained using the traditional method (taking into account the moving average), *B* – age distribution obtained using the transition analysis (TA2) and divided into 5-year intervals (*a* – women, *б* – men)

пиков смертности в других возрастных классах не дает уверенности, что все пики зафиксированы верно, и в данном случае не сработал эффект накопления ошибки в границах интервалов. С другой стороны, при использовании анализа перехода, когда есть возможность получения точечного индивидуального возраста смерти индивидов, мы не всегда уверены в его близком соответствии календарному возрасту для каждого индивида (например, в случае плохой сохранности скелета) (Milner, Boldsen, 2012). Как и другие исследователи, мы провели оценку достоверности результатов ТА2 при учете плохой сохранности скелета и отсутствию части валидных возрастных индикаторов. На примере серии Козино мы убедились, что при сохранности только черепа и отсутствии посткраниального скелета, получается существенное искажениям возрастной структуры (рис. 4). К сходным результатам пришли и сами разработчики метода, обратив внимание, что наибольшую ошибку в определении возраста дают возрастные индикаторы на черепе, которые не рекомендуется использовать без учета других данных (Milner, Boldsen, 2012). В результате соблюдения методических требований ТА2, часть индивидов приходится исключать из расчетов, что потенциально может привести к потере ценной информации, тогда как при использовании данных с применением традиционных методов оценки возраста смерти в демографический анализ можно вовлечь

максимально возможное число индивидов, полученных в ходе раскопок, что делает этот подход более привлекательным. Вероятно, в каждом отдельном случае необходимо аргументированное использование того или иного подхода (или двух вместе) с учетом задач исследования и сохранности антропологического материала.

Альтернативой методу расчета таблиц смертности является метод функции риска (hazard function, HF). Он способен отражать большее разнообразие моделей смертности в разных популяциях. В отличие от таблиц смертности, где принимается условие стационарности группы⁴, метод функции риска может строить модели при условии стабильности популяции⁵, что более адекватно отражает реальность ее существования (Milner et al., 2018). Насколько могут различаться эти модели при условии, например, стационарности популяции, можно убедиться при расчетах данных на примере Козино (рис. 5).

Сегодня наибольшую популярность приобретают разработки HF на базе модели Силера, которая в свою очередь основана на демографических параметрических моделях смертности Гомпертца и Мейкхэма, введенные в научный оборот еще в 1825–1860-е годы (DeWitte, 2018).

⁴Число рождений равно числу смертей, в результате – численность популяции не меняется.

⁵Число рождений не равно числу смертей, в результате – постоянный темп роста (или падения) численности группы.

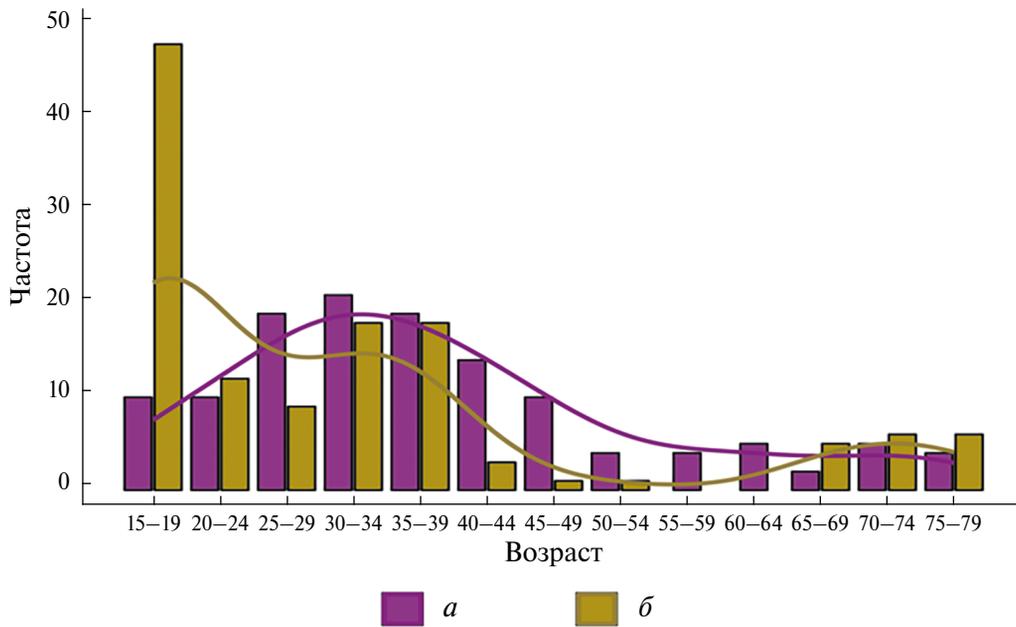


Рис. 4. Тестовое возрастное распределение индивидов с имитацией различной сохранности скелета (метода перехода) (*a* – полная сохранность скелета, *b* – только череп).

Fig. 4. Test age distribution of the individuals with simulated varying skeletal preservation (transition analysis) (*a* – skeleton is completely intact, *b* – only the skull)

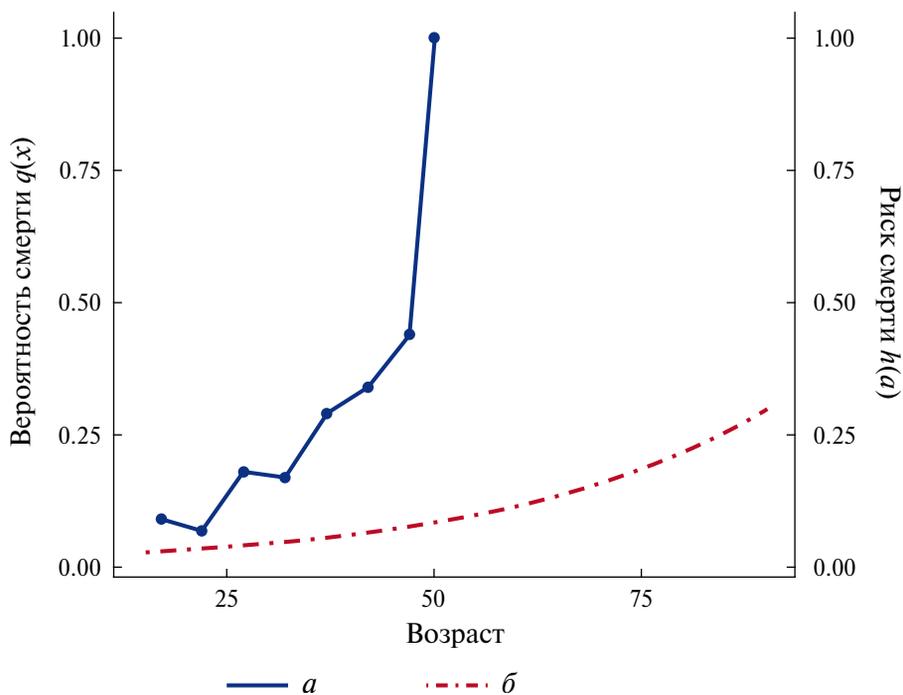


Рис. 5. Сравнение демографических показателей, рассчитанных по таблице смертности и параметрической модели смертности Гомпертца (соответственно – вероятность смерти и риск смерти): *a* – данные по таблице смертности, *b* – данные по модели Гомпертца.

Fig. 5. Comparison of demographic indicators calculated using the life table and the Gompertz parametric mortality model (the probability of death and the hazard function) (*a* – data from the mortality table, *b* – data from the Gompertz model)

В модели Силера учитываются три параметра, что в результате соответствуют примерно U-образной форме профиля смертности. Все параметры крайне важны для учета адаптированности популяций: это высокая смертность детей (отдельно рассчитывается младенческая смертность), которая заметно снижается к подростковому периоду; далее возрастающая к старости смертность (очевидное возрастание смертности до второго зрелого возраста, после чего рост смертности становится экспоненциальным) и, наконец, третий фактор — это смертность, не зависящая от возраста, которая приводит к дополнительному пику. Например, характерный для палеопопуляций пик смертности в возрасте 20–25 лет. Считается, что он возникает из-за более рискованного образа жизни данной возрастной группы или, в случае женщин — повышенной уязвимости при беременности и родах. Как правило, этот пик является стандартной частью демографической модели профиля смертности, хотя некоторые исследователи ставят его универсальность под сомнение (Remund et al., 2021).

Современные разработки сталкиваются с рядом ограничений: увеличение числа параметров в некоторых моделях НФ повышает точность получаемого профиля смертности, но только до определенной степени; кроме того, для их вычисления требуются выборки большого размера, что не всегда возможно в палеоантропологии (DeWitte, 2018).

Таким образом, обычная модель Силера представляется наиболее оптимальной по простоте и точности. К ее преимуществам относится то, что она довольно тонко отражает особенности траектории смертности (которые заметно отличаются от стохастических шумов), и позволяет оценить смертность на всех этапах онтогенеза человека, несмотря на невозможность точного определения индивидуального возраста всех индивидов, в особенности в старческих категориях (Milner et al., 2018).

И тут мы приходим к еще одному спорному моменту: при анализе скелетных выборок чаще всего распределение пиков смертности заметно отличается как от вариантов модели Силера, так и от кривых, построенных по данным исторической демографии (Baldsen et al., 2022). Кривая смертности, полученная по скелетным коллекциям, характеризуется относительно низкими показателями детской смертности, высоким уровнем смерти взрослых в возрасте 30–40 лет, и низкими показателями смерти индивидов

пожилого возраста. На эту особенность влияет ряд объективных факторов.

Во-первых, палеопопуляция представляет собой неполную сводку данных: а) археологи по разным причинам не всегда могут исследовать целиком древнее кладбище; б) почвенная среда и тафономические процессы (например, кислые почвы) могут уничтожить часть скелетов, и тем самым уменьшить объем доступной информации; в) погребальные памятники обычно используются долгое время, что в результате может давать искаженную кривую смертности палеопопуляции как суммы нескольких хронологических популяций с разными эпизодами стрессов, по разному деформирующими демографическую структуру (например, вследствие повальной инфекции или военного конфликта на одном из этапов функционирования).

Во-вторых, методологической проблемой является тот факт, что относительная доля индивидов, умерших в каждом возрастном интервале, является следствием не только смертности. Как отмечают исследователи, повозрастное распределение кривой смертности может характеризовать скорее фертильность популяции, чем ее смертность (Milner et al., 2018). Это связано с тем, что численность каждой возрастной когорты зависит как от вероятности умереть в данном возрасте, так и от количества индивидов данного возраста в исследуемой выборке. Соответственно, в половозрастном распределении может превалировать наиболее многочисленная возрастная группа вне зависимости от уровня смертности этой части популяции.

В-третьих, многочисленные исторические и этнографические данные показывают, что доживание до старости в доиндустриальных сообществах было не настолько редким событием, как демонстрируют результаты палеодемографии (Baldsen et al., 2022).

Опираясь на свидетельства того, что половозрастная структура обладает пластичностью в ходе адаптивных процессов, можно полагать, что не все отклонения от демографических моделей должны восприниматься как ошибочные. В частности, эпизоды эпидемий, как и нередкие социальные и военные конфликты в прошлом, должны приводить к иному профилю демографической структуры древних популяций, чем используемые для сравнения эталонные популяции (Baldsen et al., 2022). Что касается военных конфликтов, то тут хорошо работают совместные результаты демографического

и палеопатологического анализа травм (например, Vuzhilova, Goncharova, 2009). А вот в случае оценки влияния заболеваний на демографическую структуру не все так однозначно. Крайним случаем влияния инфекций на половозрастную структуру является ситуация, при которой накопление индивидов в могильнике происходит в ходе скоротечного и масштабного числа смертей (эпидемии). Предполагается, что данный профиль наиболее соответствует возрастному распределению “живой” традиционной группы (Séguy, Buchet, 2013). Однако, проведенные исследования показали, что эпидемии разных инфекций могут по-разному деформировать половозрастную структуру популяции (Signoli et al., 2002). Современные исследования палеодемографов начинают пополняться данными палеогенетики, которая в значительной степени может дополнить палеопатологический источник, информируя о присутствии в палеовыборке различных заболеваний, не поддающихся морфологической оценке (например, Sruogou et al., 2019). Большой интерес представляют совместные реконструкции историков, археологов, генетиков и антропологов, опирающиеся на независимые источники и приближающиеся к объективной реконструкции (например, Slavin, 2023).

Таким образом, дискуссия о возможностях объективной реконструкции демографической структуры остеологической выборки не может быть завершена. Мы стоим на пороге новых подходов и методов разработки моделей демографической структуры древних сообществ.

Исследование выполнено А.П. Бужиловой в рамках НИР ИА РАН “Миграционные модели в контексте социокультурной адаптации по данным антропологии” (№ НИОКТР 122011200264-9), расчеты по материалам Козино проведены К.Ю. Куприковой в рамках НИР НИИ и Музея антропологии МГУ “Антропология евразийских популяций (биологические аспекты)” (ЦИТИС: АААА-А19-119013090163-2).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев В.П. Остеометрия: Методика антропологических исследований. М.: Наука, 1966. 198 с.
 Алексеева Т.И., Богатенков Д.В., Лебединская Г.В. Влахи. Антропо-экологическое исследование (по материалам средневекового некрополя Мистихали). М.: Научный мир, 2003. 132 с.
 Давыдовский И.В. Общая патология человека. М.: Медицина, 1969. 611 с.

Двуреченская Н.Д., Двуреченский О.В., Разуваев Ю.Д. Итоги работ на археологическом комплексе в с. Козино // Археологические открытия 2008 г. М.: ИА РАН, 2011. С. 136.
 Зиганшин Р.Х., Березина Н.Я., Александров П.Л. и др. Оптимизация метода идентификации пола человека пептидомным анализом эмали зубов различной биологической генерации, археологического возраста и тафономической сохранности // Биохимия. 2020. Т. 85, вып. 5. С. 718–728.
 Павловский О.М. Биологический возраст человека. М.: Изд-во Московского гос. ун-та, 1987. 278 с.
 Урланис Б.Ц. Эволюция продолжительности жизни. М.: Статистика, 1978. 309 с.
 Ácsádi G.Y., Nemeskéri J. History of human life span and mortality. Budapest: Akadémiai Kiadó, 1970. 346 p.
 Armelagos G.J., Goodman A.H., Jacobs K.H. The origins of agriculture: Population growth during a period of declining health // Population and environment. 1991. Vol. 13, № 1. P. 9–22.
 Boldsen J.L. Estimating patterns of disease and mortality in a medieval Danish village // Integrating Archaeological Demography: Multidisciplinary Approaches to Prehistoric Population / Ed. R.R. Paine. Carbondale: Center for Archaeological Investigations, Southern Illinois University, 1997 (Occasional Paper; № 24). P. 229–241.
 Boldsen J.L., Milner G.R., Konigsberg L.W. et al. Transition analysis: a new method for estimating age from skeletons // Paleodemography: Age distributions from skeletal samples. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. P. 73–106.
 Boldsen J.L., Milner G.R., Ousley S.D. Paleodemography: From archaeology and skeletal age estimation to life in the past // American Journal of Biological Anthropology. 2022. Vol. 178. P. 115–150.
 Buzhilova A., Goncharova N. A mass grave from Medieval Russian town: the anthropological evidence of a social catastrophe // Vers une anthropologie des catastrophes: actes des 9e journées d'anthropologie de Valbonne (2007). Antibes: Association pour la promotion et la diffusion des connaissances archeologiques, 2009. P. 285–300.
 Cohen M.N. The osteological paradox reconsidered // Current Anthropology. 1994. Vol. 35, 5. P. 629–631.
 Cox D.R. Regression models and life-tables // Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological). 1972. Vol. 34, № 2. P. 187–202.
 Cunningham C., Scheuer L., Black S. Developmental juvenile osteology. Saint Louis: Elsevier Science, 2016. 630 p.
 DeWitte S.N. Demographic anthropology // American Journal of Physical Anthropology. 2018. Vol. 165, 4. P. 893–903.
 Fazekas I.G., Kósa F. Forensic fetal osteology. Budapest: Akadémiai Kiadó, 1978. 413 p.
 Goodman A.H. On the interpretation of health from skeletal remains // Current anthropology. 1993. Vol. 34, 3. P. 281–288.

- Konigsberg L.W., Frankenberg S.R.* Deconstructing death in paleodemography // *American Journal of Physical Anthropology*. 2002. Vol. 117, 4. P. 297–309.
- Konigsberg L.W., Milner G.R., Boldsen J.L.* Demography, including Paleodemography // *A Companion to Biological Anthropology* / Ed. C.S. Larsen. Hoboken: John Wiley & Sons, 2023. P. 223–243.
- Krogman W.M., Iscan M.Y.* *The Human Skeleton in Forensic Medicine*. 2nd edition. Springfield: Charles C. Thomas, 1986. 551 p.
- Milner G.R., Boldsen J.L.* Transition analysis: A validation study with known-age modern American skeletons // *American Journal of Physical Anthropology*. 2012. Vol. 148, iss. 1. P. 98–110.
- Milner G.R., Boldsen J.L.* Transition analysis age estimation: Skeletal scoring manual. For disc version 1.02. 2016. 18 p.
- Milner G.R., Boldsen J.L.* Life not death: Epidemiology from skeletons // *International Journal of Paleopathology*. 2017. Vol. 17. P. 26–39.
- Milner G.R., Wood J.W., Boldsen J.L.* *Paleodemography: Problems, progress, and potential* // *Biological anthropology of the human skeleton* / Eds. M.A. Katzenberg, A. Grauer. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2018. P. 593–633.
- Ortner D.J.* Skeletal paleopathology: probabilities, possibilities, and impossibilities // *Disease and Demography in the Americas* / Eds. J.W. Verano, D.H. Ubelaker. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press, 1992. P. 5–13.
- Paleopathology at the Origins of Agriculture* / Eds. M.N. Cohen, G.J. Armelagos. New York: Academic Press, 1984. 615 p.
- Remund A., Camarda C.G., Riffe T.* La surmortalité des jeunes adultes est-elle naturelle? // *Population et Sociétés*. 2021. № 590. P. 1–4.
- Saunders S.R., Hoppa R.D.* Growth deficit in survivors and non-survivors: biological mortality bias in subadult skeletal samples // *American Journal of Physical Anthropology*. 1993. Vol. 36, iss. S17. P. 127–151.
- Séguy I., Buchet L.* *Handbook of palaeodemography*. Cham: Springer, 2013 (INED Population Studies; vol. 2). 329 p.
- Selye H.* Stress and disease // *Science*. 1955. Vol. 122, iss. 3171. P. 625–631.
- Signoli M., Séguy I., Biraben J.-N., Dutour O.* Paléodémographie et démographie historique en contexte épidémique. La peste en Provence au XVIII siècle // *Population*. 2002. Vol. 57, № 6. P. 821–847.
- Slavin P.* A rise and fall of a Chaghadaid community: demographic growth and crisis in ‘late-medieval’ Semirech’ye (Zhetysu), circa 1248–1345 // *Journal of the Royal Asiatic Society*. 2023. Vol. 33, iss. 2. P. 513–544.
- Spyrou M.A., Bos K.I., Herbig A., Krause J.* Ancient pathogen genomics as an emerging tool for infectious disease research // *Nature Reviews Genetics*. 2019. Vol. 20, № 6. P. 323–340.
- Therneau T.* Survival package for R [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/therneau/survival> (дата обращения: 13.05.2024).
- Trément F.* The integration of historical, archaeological and paleoenvironmental data at the regional scale: the Etang de Berre, southern France // *Environmental reconstruction in Mediterranean landscape archaeology. Aix-en-Provence, 1995 (Archaeology of Mediterranean landscapes; 2)*. P. 193–205.
- Ubelaker D.H.* The estimation of age at death from immature human bone // *Age markers in the human skeleton* / Ed. M.Y. Iscan. Springfield: Charles C. Thomas, 1989. P. 55–70.
- Weiss K.M.* The Application of Demographic Models to Anthropological Data // *Human Ecology*. 1975. Vol. 3, № 2. P. 87–103.
- Wood J.W., Milner G.R., Harpending H.C., Weiss K.M.* The osteological paradox: problems of inferring prehistoric health from skeletal samples // *Current anthropology*. 1992. Vol. 33, 4. P. 343–370.
- Yaussy S.L.* *Epidemiology and Mathematical Modeling* // *The Routledge Handbook of Paleopathology*. London: Routledge, 2022. P. 64–81.

ANALYSIS OF THE DEMOGRAPHIC STRUCTURE OF ANCIENT COMMUNITIES IN THE CONTEXT OF BIOARCHEOLOGICAL RECONSTRUCTION

Aleksandra P. Buzhilova^{1,*} and Kseniya Yu. Kuprikova^{2,3,**}

¹*Institute of Archaeology RAS, Moscow, Russia*

²*Department of Anthropology, Faculty of Biology, Moscow State University, Moscow, Russia*

³*Research Institute and Museum of Anthropology, Moscow State University, Russia*

*E-mail: albu_pa@mail.ru

**E-mail: mintdoughnut@yandex.ru

Paleodemographic analysis is based on the principle of “biological uniformity,” which makes it possible to assume that, under natural living conditions, human populations are characterized by a certain age-sex structure, and possible deviations are limited by the biological characteristics of the species. Analysis and interpretation of the influence of various environmental factors on the demographic structure, average life expectancy and health level of ancient populations faces a number of methodological limitations.

This paper provides an analytical review of methodological approaches and a modern interpretation of the possibilities of anthropological material as a source for a more or less objective reconstruction of the ancient population lifestyle. Specific examples of such approaches are shown in the analysis of Kozino's anthropological series dating mainly from the 18th century (excavations by the Institute of Archaeology RAS).

Keywords: paleodemography, bioarchaeology, “osteological paradox”, demographic models.

REFERENCES

- Acsádi G.Y., Nemeskéri J., 1970. History of human life span and mortality. Budapest: Akadémiai Kiadó. 346 p.
- Alekseev V.P., 1966. Osteometriya: Metodika antropologicheskikh issledovaniy [Osteometry: Methodology of anthropological research]. Moscow: Nauka. 198 p.
- Alekseeva T.I., Bogatenkov D.V., Lebedinskaya G.V., 2003. Vlaxhi. Antropo-ekologicheskoe issledovanie (po materialam srednevekovogo nekropolya Mistikhali) [Anthropo-ecological research (based on materials from the medieval necropolis of Mistikhali)]. Moscow: Nauchny mir. 132 p.
- Armélagos G.J., Goodman A.H., Jacobs K.H., 1991. The origins of agriculture: Population growth during a period of declining health. *Population and environment*, vol. 13, no. 1, pp. 9–22.
- Boldsen J.L., 1997. Estimating patterns of disease and mortality in a medieval Danish village. *Integrating Archaeological Demography: Multidisciplinary Approaches to Prehistoric Population*. R.R. Paine, ed. Carbondale: Center for Archaeological Investigations, Southern Illinois University, pp. 229–241. (Occasional Paper, 24).
- Boldsen J.L., Milner G.R., Konigsberg L.W. et al., 2002. Transition analysis: a new method for estimating age from skeletons. *Paleodemography: Age distributions from skeletal samples*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 73–106.
- Boldsen J.L., Milner G.R., Ousley S.D., 2022. Paleodemography: From archaeology and skeletal age estimation to life in the past. *American Journal of Biological Anthropology*, 178, pp. 115–150.
- Buzhilova A., Goncharova N., 2009. A mass grave from Medieval Russian town: the anthropological evidence of a social catastrophe. *Vers une anthropologie des catastrophes: actes des 9e journées d'anthropologie de Valbonne (2007)*. Antibes: Association pour la promotion et la diffusion des connaissances archeologiques, pp. 285–300.
- Cohen M.N., 1994. The osteological paradox reconsidered. *Current Anthropology*, 35, 5, pp. 629–631.
- Cox D.R., 1972. Regression models and life-tables. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, vol. 34, no. 2, pp. 187–202.
- Cunningham C., Scheuer L., Black S., 2016. Developmental juvenile osteology. Saint Louis: Elsevier Science. 630 p.
- Davydovskiy I.V., 1969. Obshchaya patologiya cheloveka [General human pathology]. Moscow: Meditsina. 611 p.
- DeWitte S.N., 2018. Demographic anthropology. *American Journal of Physical Anthropology*, 165, 4, pp. 893–903.
- Dvurechenskaya N.D., Dvurechenskiy O.V., Razuvaev Yu.D., 2011. Results of work at the archaeological complex in the village of Kozino. *Arkheologicheskie otkrytiya 2008 g. [Archaeological discoveries of 2008]*. Moscow: Institut arkheologii Rossiyskoy akademii nauk, p. 136. (In Russ.)
- Fazekas I.G., Kósa F., 1978. Forensic fetal osteology. Budapest: Akadémiai Kiadó. 413 p.
- Goodman A.H., 1993. On the interpretation of health from skeletal remains. *Current anthropology*, 34, 3, pp. 281–288.
- Konigsberg L.W., Frankenberg S.R., 2002. Deconstructing death in paleodemography. *American Journal of Physical Anthropology*, 117, 4, pp. 297–309.
- Konigsberg L.W., Milner G.R., Boldsen J.L., 2023. Demography, including Paleodemography. *A Companion to Biological Anthropology*. C.S. Larsen, ed. Hoboken: John Wiley & Sons, pp. 223–243.
- Krogman W.M., Iscan M.Y., 1986. The Human Skeleton in Forensic Medicine. 2nd edition. Springfield: Charles C. Thomas. 551 p.
- Milner G.R., Boldsen J.L., 2012. Transition analysis: A validation study with known-age modern American skeletons. *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 148, iss. 1, pp. 98–110.
- Milner G.R., Boldsen J.L., 2016. Transition analysis age estimation: Skeletal scoring manual. For disc version 1.02. 18 p.
- Milner G.R., Boldsen J.L., 2017. Life not death: Epidemiology from skeletons. *International Journal of Paleopathology*, 17, pp. 26–39.
- Milner G.R., Wood J.W., Boldsen J.L., 2018. Paleodemography: Problems, progress, and potential. *Biological anthropology of the human skeleton*. M.A. Katzenberg, A. Grauer, eds. Hoboken: Wiley-Blackwell, pp. 593–633.
- Ortner D.J., 1992. Skeletal paleopathology: probabilities, possibilities, and impossibilities. *Disease and Demography in the Americas*. J.W. Verano, D.H. Ubelaker, eds. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press, pp. 5–13.
- Paleopathology at the Origins of Agriculture. M.N. Cohen, G.J. Armélagos, eds. New York: Academic Press, 1984. 615 p.
- Pavlovskiy O.M., 1987. *Biologicheskii vozrast cheloveka [Biological age of a person]*. Moscow: Izdatel'stvo Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta. 278 p.

- Remund A., Camarda C.G., Riffe T., 2021. La surmortalité des jeunes adultes est-elle naturelle? *Population et Sociétés*, 590, pp. 1–4.
- Saunders S.R., Hoppa R.D., 1993. Growth deficit in survivors and non-survivors: biological mortality bias in subadult skeletal samples. *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 36, iss. S17, pp. 127–151.
- Séguy I., Buchet L., 2013. Handbook of palaeodemography. Cham: Springer. 329 p. (INED Population Studies, 2).
- Selye H., 1955. Stress and disease. *Science*, vol. 122, iss. 3171, pp. 625–631.
- Signoli M., Séguy I., Biraben J.-N., Dutour O., 2002. Paléodémographie et démographie historique en contexte épidémique. La peste en Provence au XVIII^e siècle. *Population*, vol. 57, no. 6, pp. 821–847.
- Slavin P., 2023. A rise and fall of a Chaghadaid community: demographic growth and crisis in ‘late-medieval’ Semirech’ye (Zhetysu), circa 1248–1345. *Journal of the Royal Asiatic Society*, vol. 33, iss. 2, pp. 513–544.
- Spyrou M.A., Bos K.I., Herbig A., Krause J., 2019. Ancient pathogen genomics as an emerging tool for infectious disease research. *Nature Reviews Genetics*, vol. 20, no. 6, pp. 323–340.
- Therneau T. Survival package for R (Electronic resource). URL: <https://github.com/therneau/survival>.
- Trément F., 1995. The integration of historical, archaeological and paleoenvironmental data at the regional scale: the Etang de Berre, southern France. *Environmental reconstruction in Mediterranean landscape archaeology*. Aix-en-Provence, pp. 193–205. (Archaeology of Mediterranean landscapes, 2).
- Ubelaker D.H., 1989. The estimation of age at death from immature human bone. *Age markers in the human skeleton*. M.Y. Iscan, ed. Springfield: Charles C. Thomas, pp. 55–70.
- Urlanis B.Ts., 1978. *Evolyutsiya prodolzhitel’nosti zhizni* [Lifespan evolution]. Moscow: Statistika. 309 p.
- Weiss K.M., 1975. The Application of Demographic Models to Anthropological Data. *Human Ecology*, vol. 3, no. 2, pp. 87–103.
- Wood J.W., Milner G.R., Harpending H.C., Weiss K.M., 1992. The osteological paradox: problems of inferring prehistoric health from skeletal samples. *Current anthropology*, 33, 4, pp. 343–370.
- Yaussy S.L., 2022. Epidemiology and Mathematical Modeling. *The Routledge Handbook of Paleopathology*. London: Routledge, pp. 64–81.
- Ziganshin R.Kh., Berezina N.Ya., Aleksandrov P.L. et al., 2020. Optimization of the method for identifying human sex using peptidome analysis of teeth enamel of various biological generations, archaeological age, and degrees of taphonomic preservation. *Biokhimiya* [Biochemistry], vol. 85, iss. 5, pp. 718–728. (In Russ.)