DOI: 10.53737/2713-2021.2025.35.80.007

Н.Г. Свиркина

ИЗОТОПНЫЙ АНАЛИЗ КОЛЛАГЕНА КОСТНОЙ ТКАНИ КАК МЕТОД РЕКОНСТРУКЦИИ ДИЕТЫ ЖИТЕЛЕЙ ХЕРСОНЕСА (V—IV ВВ. ДО Н.Э.)*

Работа посвящена представлению первых результатов изучения особенностей питания жителей Херсонеса на основе анализа стабильных изотопов углерода и азота в коллагене костной ткани. В исследование включены образцы костной ткани 28 взрослых индивидов, из погребений северного некрополя Херсонеса (раскопки Г.Д. Белова в 1936 г.). Выборка характеризуется выраженной вариативностью значений $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$, которая свидетельствует о разнообразном питании с разными источниками углерода и изменчивой долей белкового компонента в рационе. Отсутствие значимых различий между индивидами из раннего и позднего горизонта участка некрополя свидетельствует о стабильности пищевых традиций. Также не выявлено влияния пола на рацион. Положение костяка в могиле, не коррелируют с реконструируемой диетой, ставя под сомнение роль этого признака как этнического или социального признака.

Херсонесская серия отличается от выборок из других античных центров Северного Причерноморья наиболее широким разбросом значений $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$, самыми низкими средними величинами $\delta^{15}N$. В целом, описанная картина наиболее соответствует стадии формирования и развития колонии, когда население адаптируется к новым экологическим и социальным условиям, осваивая местные ресурсы и формируя устойчивые модели потребления.

Подчёркивается важность комплексного подхода к изучению древних рационов с учётом экологических и культурных факторов, а также необходимость комплексных междисциплинарных исследований.

Ключевые слова: Северное Причерноморье, колонизация, пришлое и автохтонное население, рацион, изотопный анализ

Сведения об авторе: Свиркина Наталия Геннадиевна, кандидат исторических наук, Институт археологии Российской академии наук.

Контактная информация: 117292, Россия, г. Москва, ул. Дм. Ульянова 19, Институт археологии Российской академии наук, e-mail: svirkina.natalia@mail.ru.

N.G. Svirkina

STABLE ISOTOPE ANALYSIS OF BONE COLLAGEN FOR RECONSTRUCTING DIETARY PRACTICES OF THE INHABITANTS OF CHERSONESUS (5TH —4TH CENTURIES BCE)

The present study presents a reconstruction of the diet of the inhabitants of Chersonesus based on stable isotope analysis of carbon and nitrogen in bone collagen. The analysis included bone samples from 28 adult individuals excavated from the northern necropolis of Chersonesus (led by G.D. Belov in 1936). The group exhibits considerable variability in $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ values, reflecting a diverse diet with multiple carbon sources and a variable proportion of protein intake. No significant differences were observed between individuals from early and late necropolis horizons, indicating stability in dietary patterns. Additionally, no

* Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ № 24-78-00093 «Рацион питания населения урбанистических центров Боспорского царства и Херсонеса по изотопным данным».

Статья поступила в номер 21 июля 2025 г.
Принята к печати 16 августа 2025 г.

© Н.Г. Свиркина, 2025.

significant correlation was observed between sex and diet. The position of skeletons in graves did not correlate with dietary patterns, calling into question the role of burial position as an ethnic or social marker.

Compared to other ancient centers in the Northern Black Sea region, the Chersonesus group shows the widest range of $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ values and the lowest average $\delta^{15}N$ values, reflecting the colony's formation stage when inhabitants were adapting to new ecological and social conditions by utilizing local resources and establishing stable consumption models.

This study emphasizes the importance of an integrated approach that considers ecological and cultural factors and highlights the necessity of comprehensive interdisciplinary research to enhance our understanding of ancient diets.

Key words: the Northern Black Sea coast, colonization, settlers and indigenous populations, diet, isotope analysis.

About the author: Svirkina Natalia Gennadievna, PhD (History), Institute of Archaeology of the Russian Academy of Science.

Contact information: 117292, Russia, Moscow, 19 Dm. Ulyanova St., Institute of Archaeology of the Russian Academy of Science, e-mail: svirkina.natalia@mail.ru.

Введение

В эпоху Великой греческой колонизации на побережье Северного Причерноморья было основано множество поселений, многие из которых в дальнейшем превратились в крупные культурные, торговые и политические центры. Несмотря на повышенный интерес к теме колонизации, аспекты, вязанные с адаптацией, состоянием здоровья и питанием, остаются недостаточно изученными. В значительной степени это обусловлено проблемой сохранности и доступности хорошо паспартизованных биоархеологических материалов (человеческие и животные кости, растительные остатки), полученных в ходе раскопок прошлых лет. Кроме того, неоднородная интенсивность внедрения в научный оборот результатов последних археологических исследований ограничивает возможности полноценного изучения биоархеологических данных, что затрудняет получение комплексных и достоверных результатов.

В данном исследовании жизнь населения одной из колоний — Херсонеса — будет рассмотрена с позиции изотопного анализа, одного из широко применяемых методов изучения палеодиеты. Применение данного метода с учётом археологических и антропологических контекстов позволит получить ценную информацию об условиях жизни поселенцев, а также выявить гендерные, социальные и культурные различия. Сопоставление полученных данных с синхронными группами позволит охарактеризовать особенности питания в условиях адаптации населения колонии к новым обстоятельствам, в которых обычно отсутствовала инфраструктура организованного полиса.

Херсонес и его жители в V—IV вв. до н.э.: краткая характеристика

Херсонес — древнегреческая колония, основанная греческими переселенцами на Гераклейском полуострове на южной оконечности Крыма. В классический период поселение занимало площадь около 10—11 га в северо-восточной части городища. Предполагается, что основным занятием жителей колонии в начальный период была торговля с местным населением (носители кизил-кобинской культуры, ассоциируемые с историческими таврами), а собственного сельского хозяйства не было. Появление земледелия относится к концу IV в. до н.э. (Белов 1948: 54, 55). В эллинистический период в Херсонесе было развито виноградарство. Садоводство и выращивание зерновых культур имело второстепенную роль (Стржлецкий 1961). О роли животноводства, составе стада практически ничего не известно (Белов 1948: 58).

Некрополь, расположенный на северном берегу к концу IV — началу III в. до н.э. был поглощен застройкой, расширяющегося города (Белов 1981: 164). Основной пласт погребений

некрополя был исследован Г.Д. Беловым в 1936 г. (Белов 1938; 1981). Погребения представляли собой простые грунтовые ямы, выкопанные в материковой глине, скале (нижний горизонт) или культурном слое (верхний горизонт). Часть костяков расположены в могилах в вытянутом положении, часть — в скорченном. Трактовки причин вариативности поз погребённых предлагаются самые разнообразные, перечислим некоторые из них: скорченная поза — маркер местного таврского компонента в среде греческого населения (Белов 1938: 132; 1981: 178; Тюменев 1949), скорченная поза подчёркивает низкий статут погребённого (Блаватский 1953: 163; Зубарь 1988: 52—54). Младенцев часто хоронили в амфорах. Большинство погребений безинвентарные, остальные со скромным инвентарём — керамикой, украшениями, иногда перстнями и браслетами.

Помимо предположений о смешанном греко-варварском составе погребённых на некрополе, высказывались гипотезы об исключительно варварском или греческом происхождении (Стржелецкий 1948: 94—95; Лапин 1966: 212; Кадеев 1973: 183).

Исследования непосредственно костных останков немногочисленны. Краниологические данные свидетельствует о выраженной антропологической смешанности населения, но выделение местного компонента затруднительно (Иванов 2016: 27, 30). Связи между антропологическими морфологическими характеристиками и положением костяков в погребении не выявлено (Иванов 2011: 27; Rathmann et al. 2022). Антропологические индикаторы, позволяющие оценить качество жизни (демографическая структура группы, патологии, травмы), свидетельствуют о довольно суровых условиях существования населения Херсонеса (Буряк 2023).

Экологические закономерности изотопного анализа и их роль в реконструкции древних рационов

В основе изотопных исследований находятся базовые экологические закономерности: соотношение стабильных изотопов углерода и азота в тканях организма зависит от его положения в пищевой цепи. Чем выше положение организма в пищевой цепи, тем выше доля атомов тяжелых изотопов ($\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$). Углерод в коллагене костной ткани поступает из пищевых белков, а также из углеводов и жиров, тогда как азот происходит исключительно из белков (Koch 2007).

Первым звеном в пищевых цепях являются растения. Значение $\delta^{13}C$ в них напрямую зависит от типа фотосинтеза (С3 или С4). Растения, применяющие путь С3 (среди зерновых, например, пшеница, ячмень, рожь), в умеренном климате характеризуются средней $\delta^{13}C$ около -26‰, тогда как растения С4 типа (например, просо, кукуруза), распространённые в засушливых регионах, имеют более высокие значения $\delta^{13}C$ около -13‰ (Richards 2020). Изотопные характеристики растений передаются животным, которые их поедают, при этом происходит фракционирование $\delta^{13}C$ по пищевой цепи: увеличение на 4—5‰ при переходе от растений к травоядным животным и дальнейшее увеличение примерно на 0,8—1,3‰ при переходе по пищевой цепи (Ambrose, Norr 1993). В морских экосистемах фракционирование углерода аналогично земным. Средние значения $\delta^{13}C$ морских организмов составляют около -19‰ (Richards 2020), тем не менее показатели $\delta^{13}C$ могут находится в промежутке между растениями С3 и С4 (Ambrose, Norr 1993). Исходное значение $\delta^{15}N$ растений неодинаково. При переходе на каждый следующий трофический уровень происходит увеличение $\delta^{15}N$ на 3—6‰ в наземных экосистемах (Hedges, Reynard 2007). В морских системах закономерности фракционирования могут отличаться из-за вариабельности исходных значений и большей сложности пищевых цепей.

При интерпретации данных необходимо учитывать дополнительные факторы, обусловленные климатическими эффектами (например, аридизация (Murphy, Bowman 2006) или увлажненность) или особенностями ведения хозяйственной деятельности или социально-культурными факторами: эффект молочного (грудного) вскармливания (Clayton, et al. 2006),

эффект уноваживания (Commisso, Nelson 2006; 2007; Bogaard et al., 2007; 2013), отражение эпизодов стресса и болезней (Redfern et al. 2019) которые влияют на величины изотопов.

Важно подчеркнуть, что использование костной ткани позволяет реконструировать только усредненный рацион питания. Одним из свойств костной ткани является ее пластичность. В ней непрерывно происходят процессы, связанные с обновлением клеточной структуры и обменом питательных веществ. Поэтому изотопный состав отражает усредненную диету, которой придерживался индивидуум на протяжении последних лет его жизни.

Материалы и методы

Серия включает 28 образцов из костей погребённых на территории Северного некрополя Херсонеса (раскопки Г.Д. Белова 1936 г.)[1]. Образцы представлены костями скелетов мужчин (16) и женщин (12) разного возраста (табл. 1). Половозрастные определения выполнены с применением методик, принятых в палеоантропологии. При оценке возраста уделялось внимание степени закрытия швов черепа, стёртости зубов, изношенности суставных поверхностей, рельефу симфизов тазовых костей, при определении пола — морфологическим особенностям костей таза и черепа (Алексеев, Дебец 1964; Алексеев 1966; Пашкова, Резников 1978; Методика 2020).

Погребения, из которых происходят материалы, представлены нижним (10) и верхним горизонтами (15). По положению костяка — вытянутые на спине (15) и скорченные на боку (11 и в двух случаях (погр. 39, 73) на спине, но ноги — в скорченном положении).

Для получения наиболее объективной и детальной реконструкции рациона человека необходимо наличие изотопных сигналов растений и животных из синхронных археологических объектов региона. Однако, в настоящий момент, мы располагаем только изотопными показателями наземных животных (КРС, МРС, собака, птица) из двух памятников варварской округи Херсонеса римского времени, а также разновременных наземных и водных ресурсов из прибрежных памятников Боспора (Добровольская и др. 2023; Свиркина 2025)[2]. С учётом специфики имеющихся данных предлагаемые реконструкции в будущем будут скорректированы.

Для оценки своеобразия питания населения Херсонеса полученные данные соотнесены с выборками из нескольких памятников региона: Нимфей, Волна 1, Фанагория (Восточный некрополь). Материалы из первых двух памятников наиболее близки к рассматриваемому периоду. Выборка из памятника Волна 1 немногочисленная и представлена образцами от индивидов, погребённых в одной гробнице (Сударев и др. 2024). Материалы из Фанагории относятся к эллинистическому периоду (Свиркина 2022).

Экстракция коллагена из костной ткани проводилась с использованием оборудования лаборатории контекстуальной антропологии и Центра коллективного пользования ИА РАН согласно принятому протоколу (Свиркина 2019)[3].

---

[1] Материалы из МАЭ РАН.

[2] В последние годы вышло несколько работ, в которых представлены данные по животным эпохи бронзы — раннего железного века Крыма, однако, они не были учтены в данном исследовании. Так, в статье М.А. Кульковой с соавторами представлены данные по нескольким животным из Усть-Альминского могильника без указания видовой принадлежности. Это относится и к информации по современной траве и морской рыбе (Кулькова и др. 2017). В 2022 г. другим коллективом авторов были опубликованы результаты изотопного анализа костей свиней из нескольких прибрежных памятников Керченского полуострова. Изотопный анализ был произведён для костной ткани, а не коллагена (Каспаров и др. 2022). Известно, что значения $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$ коллагена и апатита или кости без выделения коллагена могут сильно различаться (например, Ambrose, Norr 1993; Trayer et al. 2023). В связи с этим, представленные в данные не могут быть использованы без дополнительной проверки.

[3] Этап промывки NaOH (рекомендуемый при работе с археологическими материалами) был пропущен, поскольку при визуальном осмотре костей не было обнаружено следов загрязнения гуминовыми кислотами. Исключение этого этапа при не самой идеальной сохранности костной ткани позволяет предотвратить дальнейшую деградацию коллагена и изотопные изменения. Такой подход соответствует установленным протоколам в случаях, когда риск загрязнения низок, а сохранность образцов нестабильна.

Количественное определение проводилось в Центре коллективного пользования «Инструментальные методы в экологии» Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН. Изотопный анализ проводился с использованием масс-спектрометра Thermo-Finnigan Delta V Plus IRMS в сочетании с элементным анализатором (Thermo Flash 1112). Данные представлены в δ-обозначении:

$$\delta^{13}C\ (‰) \text{ или } \delta^{15}N\ (‰) = [(R_{образца})/(R_{стандарта})-1] \times 1000.$$

В качестве стандарта изотопного состава азота использовался атмосферный азот. Стандартом изотопного состава углерода служили отложения белемнителлы американской из меловой формации Пиди в Южной Каролине, США (Schoeninger, Moore 1992). Аналитическая погрешность не превышает 0,2 ‰.

Основным критерием собранности коллагена является атомное соотношение C:N ($C:N_{Atom}$), приемлемый диапазон составляет 2,9 — 3,6 (DeNiro 1985; Ambrose 1990). Дополнительными критериями выступают показатели %C и %N. Диапазон первого составляет 13—47, второго — 5—17 (Ambrose 1990; Guiry, Szpak 2023). Все образцы, представленные в исследовании, имеют хорошую сохранность коллагена (табл. 1).

Результаты

Индивиды демонстрируют разнообразие величин $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$, что свидетельствует о разнообразном питании с разными источниками углерода и изменчивой долей белкового компонента в рационе (табл. 1). По первому показателю диапазон значений варьирует от -18,72‰ до -13,04‰ (5,68‰), по второму от 5,94‰ до 11,67‰ (5,73‰). Тем не менее, у большинства индивидов величина $\delta^{13}C$ не превышает -17‰ (табл. 1, рис. 1). Важно отметить, что среди индивидов с самыми высокими значениями $\delta^{13}C$ присутствуют мужчины и женщины погребённые в разных позах преимущественно из могил позднего этапа существования некрополя (погр. 17, 53, 74, 75). Из них только один (погр. 74) относится к раннему горизонту захоронений, остальные — к позднему.

Значения $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$ не образуют группировок по полу, позе или принадлежности к одному из хронологических горизонтов. Отсутствие значимых различий внутри каждой категории подтверждается статистической проверкой (табл. 2)[4].

Исходя из закономерностей фракционирования по пищевой цепи и сведений об изотопных сигнатурах местных животных и растений можно предположить, что диета большинства индивидов (-17‰ и ниже) основана преимущественно на наземных ресурсах: растениях умеренного климата (C3 тип) и мясных или молочных продуктах. Выраженная изменчивость величин $\delta^{15}N$ указывает на неоднородность доли белкового компонента входившего в рацион. В выборке присутствует небольшая группа индивидов с высокими значениями $\delta^{13}C$ (погр. 17, 53, 74, 75), что указывает на регулярное включение в рацион водных ресурсов или растений C4 типа (рис. 1). Индивиды, чьи изотопные сигналы занимают промежуточное положение (48, 77, 59, 91), вероятно, имели доступ к разным источникам углерода в рационе.

При сравнении выборки из Херсонеса с другими сериями с территории Северного Причерноморья наблюдается схожая тенденция в группировке значений $\delta^{13}C$ (рис. 2). Статистически значимые различия выявлены только с выборкой из Фанагории (табл. 2). Следует подчеркнуть, что выборка из Херсонеса характеризуется наиболее широким разбросом значений среди рассматриваемых серий, что указывает на потенциально более

[4] Для оценки статистически значимых различий между выборками использовался непараметрический U-критерий Манна-Уитни (при p = 0,05), поскольку он подходит для сравнения небольших и неоднородных наборов данных.

широкий спектр пищевых источников углерода. Херсонес отличается от остальных самыми низкими величинами $\delta^{15}N$. Среди сопоставительных групп низкие значения этого признака отмечены у выборки из Нимфея. Общей чертой этих серий является широкий разброс значений $\delta^{15}N$ (табл. 2, рис. 2).

Обсуждение

Разнообразие изотопных сигналов в выборке из Херсонеса свидетельствует о широком спектре пищевых ресурсов, используемых поселенцами в период V—IV вв. до н.э. Значимых различий между ранним и поздним периодами внутри этого хронологического отрезка не установлено, что указывает на стабильность пищевых практик. Не выявлено влияния пола на состав рациона, что предполагает равный доступ к пищевым ресурсам среди мужчин и женщин. В целом, описанная картина наиболее соответствует стадии формирования и развития колонии, когда население адаптируется к новым экологическим и социальным условиям, осваивая местные ресурсы и формируя устойчивые модели потребления.

Отсутствие статистически значимых различий по положению тела в могиле ставит под сомнение трактовки позы как однозначного этнического или социального маркера. Рассмотрение данных изотопного анализа с позиции характеристики этнического состава населения: «греческого», «местного» или смешанного затруднительно по нескольким причинам. Во-первых, скудность сведений об источниках и структуре питания греков-колонистов и местного населения на момент появления первых на побережье Крыма. Во-вторых, не исключено, что обе группы могли использовать схожие пищевые ресурсы из-за близости географических и экологических условий, а также взаимных контактов и смешения на этапе формирования и развития колонии.

Таким образом, интерпретация изотопных данных как прямого индикатора некой группы (социальной, культурной и т.д.) оказывается недостаточно обоснованной, требуя комплексного подхода с привлечением дополнительных сведений.

Статистически значимые различия $\delta^{13}C$ между Херсонесом и Фанагорией эллинистического периода свидетельствуют о том, что жители Фанагории — крупного развитого экономического центра, имели более однородный рацион с явно выраженным использованием растений С3 типа, возможно, морских ресурсов. Данные о благополучии населения города (как минимум тех, кто был похоронен на Восточном некрополе), подтверждаются комплексными антропологическими исследованиями (Свиркина 2019: 94; 2022). В свою очередь, Херсонес, с более широким разбросом значений $\delta^{13}C$, может отражать меньшую специализацию и бо´льшее влияние локальных экологических условий.

Низкие значения $\delta^{15}N$ в выборке из Херсонеса в сравнении с другими сериями может отражать процесс адаптации поселенцев, экологические обстоятельства или различия в социально-экономическом статусе. Так, выборка из Фанагории отличается от всех групп наиболее высокими значениями δ15N, что коррелирует с данными о благополучии населения крупного урбанистического центра в эллинистический период (Свиркина 2019: 94; 2022). Другая выборка, демонстрирующая высокие значения признака, происходит из семейной гробницы некрополя Волна 1 раннего эллинистического периода. Богатый погребальный инвентарь свидетельствует о нерядовом положении погребённых (Сударев и др. 2024). Любопытно, что наиболее близкой к Херсонесу оказывается выборка из Нимфея позднеклассического времени. Возможно, эта близость связана со схожими процессами, связанными с адаптацией в условиях развивающейся колонии.

Заключение

В условиях, характеризующихся отсутствием развитой инфраструктуры организованного полиса, колонисты демонстрировали адаптацию к новым экологическим и социальным обстоятельствам, используя широкий спектр пищевых ресурсов. Для более полного понимания специфики повседневной жизни, процессов развития колонии и становления её в крупный центр культуры и экономики Крыма, необходимо дальнейшее расширение археологических исследований, привлечение биоархеологических материалов и данных смежных естественных наук. Дальнейшие изотопные исследования материалов более поздних периодов существования Херсонеса позволят выявить изменения в рационе питания, отражающие социально-экономические трансформации и экологическую динамику региона, а также проследить процессы культурной интеграции и дифференциации внутри населения.

Таблица 1. **Индивидуальные данные по образцам коллагена костной ткани людей из северного некрополя Херсонеса (раскопки 1936 г.)**

Лабораторный номер	Погребение	Поза	Горизонт	Пол	Возраст, лет	$\delta^{13}C$ vpdb	$\delta^{15}N$ air	%C	%N	C/N mass	C/N atom
25239	3	скорчено	в насыпи	жен ?	35—50	-17,72	10,21	40,3	15,2	2,6	3,1
25240	13	вытянуто на спине	в скале	муж	35—45	-18,26	9,22	35,5	12,9	2,7	3,2
25241	17	скорчено	в насыпи	жен	30—39	-13,04	5,94	39,4	14,8	2,7	3,1
25242	21	вытянуто на спине	на материковой глине	муж ?	25—35	-18,23	11,39	41,5	15,4	2,7	3,1
25244	23	вытянуто на спине	на материковой глине	жен	25—29	-18,32	10,07	40,6	15,2	2,7	3,1
25245	24	скорчено	?	жен ?	20—29	-17,82	10,06	39,3	14,6	2,7	3,1
25247	35	вытянуто на спине	в насыпи	муж ?	40+	-18,12	8,32	38,2	14,2	2,7	3,1
25248	38	вытянуто на спине	в насыпи	муж	40+	-18,30	7,76	39,6	14,8	2,7	3,1
25249	39	скорчено	в насыпи	муж	18—25	-16,93	8,25	22,0	7,9	2,8	3,2
25250	40	вытянуто на спине	в насыпи	муж ?	25—30	-18,05	9,53	38,7	14,3	2,7	3,1
25252	46	вытянуто на спине	на материковой глине	жен	18—25	-17,61	8,40	20,5	7,4	2,8	3,2
25253	47	вытянуто на спине	на материковой глине	муж	40+	-18,05	9,20	38,5	14,3	2,7	3,1
25267	48	скорчено	на материковой глине	жен	30—49	-15,91	10,08	36,8	13,0	2,8	3,3
25269	53	скорчено	в насыпи	муж	14—18	-13,12	11,05	40,7	14,2	2,9	3,3
25270	55	скорчено	в насыпи	жен	18—25	-17,88	10,14	39,8	13,7	2,9	3,4
25271	59	скорчено	?	муж ?	18—23	-16,55	9,07	38,8	13,6	2,9	3,3
25272	63	скорчено	в насыпи	муж ?	14—18	-18,72	11,67	18,8	6,7	2,8	3,3
25273	65	вытянуто на спине	в насыпи	жен	18—25	-17,97	9,63	34,8	11,7	3,0	3,5

Таблица 1. **Индивидуальные данные по образцам коллагена костной ткани людей из северного некрополя Херсонеса (раскопки 1936 г.) (продолжение)**

Лабораторный номер	Погребение	Поза	Горизонт	Пол	Возраст, лет	$\delta^{13}C$ vpdb	$\delta^{15}N$ air	%C	%N	C/N mass	C/N atom
25274	67	скорчено	в насыпи	муж	взрослый	-18,01	9,15	37,7	13,4	2,8	3,3
25275	72	вытянуто на спине	на скале	муж	25—35	-18,05	9,21	39,3	13,6	2,9	3,4
25277	73	скорчено	в насыпи	жен	40+	-17,23	10,03	37,7	13,5	2,8	3,3
25278	74	вытянуто на спине	на скале	жен	30—39	-14,84	8,15	37,1	13,4	2,8	3,2
25279	75	вытянуто на спине	в насыпи	муж ?	20—29	-14,08	9,21	37,5	13,4	2,8	3,3
25280	77	вытянуто на спине	в насыпи	муж ?	35—45	-15,27	10,49	26,9	9,3	2,9	3,4
25281	84	вытянуто на спине	на скале	муж	14—18	-18,32	11,00	21,3	7,6	2,8	3,3
25282	87	вытянуто на спине	?	жен	20—29	-18,22	9,78	36,4	13,1	2,8	3,2
25283	90	скорчено?	на скале	муж	30—45	-18,40	11,02	38,0	13,2	2,9	3,4
25284	91	скорчено	в насыпи	жен	30—39	-16,50	9,19	38,5	13,6	2,8	3,3

Таблица 2. **Результаты применения непараметрического U-критерия критерия Манна-Уитни (при p = 0,05)**[5]

Выборки	Параметр	
	$\delta^{13}C$	$\delta^{15}N$
Херсонес (пол)	U = 61,5, z = 1,58, p=0,11	U = 89, z = 0,3, p=0,76
Херсонес (поза)	U = 56, z = 1,35, p=0,18	U = 63, z = 0,99, p=0,32
Херсонес (горизонт захоронения)	U = 45, z = 1,63, p=0,1	U = 64,5, z = 0,55, p=0,58
Хесонес и Нимфей	U = 107, z = 0,66, p=0,51	*U = 79, z = 3,11,* ***p=0,002***
Херсонес и Волна 1	U = 65,5, z = 1,32, p=0,19	-
Херсонес и Фанагория	*U = 128,5, z = 2,97,* ***p=0,003***	-

Литература

Алексеев В.П. 1966. *Остеометрия. Методика антропологических исследований*. Москва: Наука.

Алексеев В.П., Дебец Г.Ф. 1964. *Краниометрия. Методика антропологических исследований*. Москва: Наука.

Белов Г.А. 1938. *Отчёт о раскопках Херсонеса за 1935—1936 гг.* Симферополь: Государственный Херсонесский историко-археологический музей.

Белов Г.Д. 1948. *Херсонес Таврический. Историко-археологический очерк*. Ленинград: Государственный Эрмитаж.

Белов Г.Д. 1981. Некрополь Херсонеса классической эпохи. *СА* 3, 163—180.

[5] Жирным шрифтом выделены статистически значимые различия

Блаватский В.Д. 1953. *Земледелие в античных государствах Северного Причерноморья*. Москва: АН СССР.

Буряк А.Д. 2023. Антропологическая характеристика населения раннего Херсонеса Таврического по материалам из раскопок Г.Д. Белова. В: Зайкова А.В., Костромичёв Д.А. (отв. ред.). *Античные реликвии Херсонеса: открытия, находки, теории. Материалы научной конференции. Севастополь, 18—22 сентября 2023 года*. Москва: Буки Веди, 11—12.

Добровольская и др. 2023: Добровольская М.В., Свиркина Н.Г., Язиков С.В., Свиридов А.Н. 2023. Образ жизни детей и взрослых варварской округи Херсонеса (по материалам могильников Фронтовое 3 и Киль-Дере 1). *Stratum plus* 4, 139—154.

Иванов А.В. 2016. *Население античного Херсонеса Таврического — византийского Херсона по данным антропологии.* Севастополь: Альбатрос.

Зубарь В.М. 1988. Ещё раз по поводу интерпретации захоронений в скорченном положении из некрополя Херсонеса IV в. до н.э. *Проблемы исследования античного и средневекового Херсонеса. 1888—1988 гг. Тезисы докладов.* Севастополь: ХИАМЗ, 52—54.

Кадеев В.И. 1973. Об этнической принадлежности скорченных погребений Херсонесского некрополя. ВДИ 4 (126), 108—116.

Каспаров А.К., Лохова О.В., Лохов К.И. 2022. Исследование рациона питания людей и домашних животных в прибрежных античных поселениях Керченского полуострова методом изотопного анализа (первые Результаты). *Российские нанотехнологии* 17 (5), 673—679.

Кулькова М.А., Синай М., Нестеров Е. 2017. Реконструкция диеты по данным изотопного состава углерода и азота в костной ткани и зубах человека на памятниках Крымского полуострова. В: Иванчик А.И., Мордвинцева В.И (ред.). *Крымская Скифия в системе культурных связей между Востоком и Западом (III в. до н.э. — VII в. н.э.)*. Москва; Симферополь: ИП Зуева Т.В., 225—234.

Лапин В.В., 1966. *Греческая колонизация Северного Причерноморья. (критический очерк отечественных теорий колонизации)*. Киев: Наукова думка.

Методика 2020: Добровольская М.В. 2020. *Методика работы с палеоантропологическими материалами в полевых условиях.* Москва: Институт археологии РАН.

Пашкова В.И., Резников Б.Д. 1978. *Судебно-медицинское отождествление личности по костным останкам*. Саратов: Саратовский университет.

Свиркина Н.Г. 2019. Жители античной Фанагории: реконструкция питания по данным изотопного анализа. *РА* 2, 80—95.

Свиркина Н.Г. 2022. *Население Фанагории в III в. до н.э. — V в. н.э. (по палеоантропологическим материалам из Восточного некрополя)*: дис. канд. ист. наук. Москва: Институт археологии РАН.

Свиркина Н.Г. 2025. Рацион питания жителей двух столиц Боспорского царства в первые века н.э. по данным изотопного анализа. *Stratum plus* 4, 221—233.

Свиркина Н.Г., Бейлин Д.В., Рукавишникова И.В. 2025. Особенности диеты населения Нимфея по данным изотопного состава углерода и азота коллагена костной ткани (предварительное сообщение). В: Хршановский В.А. и др. (ред.). *Боспорский феномен: экспорт/импорт в хозяйственной и культурной жизни Боспорского царства: Материалы международной научной конференции*. Санкт-Петербург: Индрик, 634—640.

Стржелецкий С.Ф. 1948. Раскопки таврского некрополя Херсонеса. *ХСб* 4, 69—96.

Стржелецкий С.Ф. 1961. *Клеры Херсонеса Таврического: К истории древнего земледелия в Крыму*. Симферополь. Крымиздат.

Сударев и др. 2024: Сударев Н.И., Шведчикова Т.Ю., Мимоход Р.А., Сапрыкина И.А. 2024. Предварительные результаты комплексного анализа коллективного погребения 631 античного некрополя Волна 1. *КСИА* 276, 420—440.

Тюменев А.И. 1949. Херсонесские этюды (продолжение). *ВДИ* 4 (30), 75—86.

Ambrose S.H. 1990. Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis. *Journal of Archaeological Science* 17 (4), 431—451.

Ambrose S.H., Norr L. 1993. Experimental evidence for the relationship of the carbon isotope ratios of whole diet and dietary protein to those of bone collagen and carbonate. In: Lambert J., Grupe G. (eds.) *Prehistoric Human Bone: Archaeology at the Molecular Level*. New York: Springer-Verlag, 1—37.

Bogaard et al. 2007: Bogaard A., Heaton T.H.E., Poulton P., Merbach I. 2007. The impact of manuring on nitrogen isotope ratios in cereals: archaeological implications for reconstruction of diet and crop management practices. *Journal of Archaeological Science* 34 (3), 335—343.

Clayton F., Sealy J., Pfeiffer S. 2006. Weaning age among foragers at Matjes river rock shelter, South Africa, from stable nitrogen and carbon isotope analyses. *American Journal of Physical Anthropology* 129 (2), 311—317.

Commisso R.G, Nelson D.E. 2006. Modern plant d15N values reflect ancient human activity. *Journal of Archaeological Science* 33,1167—1176.

Commisso R.G, Nelson D.E. 2007. Patterns of plant d15N values on a Greenland Norse farm. *Journal of Archaeological Science* 34, 440—450.

DeNiro M.J. 1985. Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction. *Nature* 317, 806—809.

Guiry E., Szpak P. 2020. Quality Control for Modern Bone Collagen Stable Carbon and Nitrogen Isotope Measurements. *Methods in Ecology and Evolution* 11 (9), 1049—1060.

Hedges R.E.M., Reynard L.M. 2007. Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology. *Journal of Archaeological Science* 34, 1240—1251.

Koch P.L. 2007. Isotopic study of the biology of modern and fossil vertebrates. *Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science* 2, 99—154.

Murphy B.P., Bowman D.M.J.S. 2006. Kangaroo metabolism does not cause the relationship between bone collagen δ15N and water availability. *Functional Ecology* 20 (6), 1062—1069.

Rathmann H., Stoyanov R., Posamentir R. 2022. Comparing Individuals Buried in Flexed and Extended Positions at the Greek Colony of Chersonesos (Crimea) Using Cranialmetric, Dental Metric and Dental Nonmetric Traits. *International Journal of Osteoarchaeology* 32 (1), 49—63.

Redfern et al. 2019: Redfern R.C., DeWitte S.N., Beaumont J., Millard A.R., Hamlin C. 2019. A new method for investigating the relationship between diet and mortality: Hazard analysis using dietary isotopes. *Annals of Human Biology* 46 (5), 378—387.

Richards M.P. 2020. Isotope Analysis for Diet Studies. In: Richards M.P., Britton K. (eds.) *Archaeological Science: An Introduction.* Cambridge University Press, 125—144.

Schoeninger M.J., Moore K. 1992. Bone stable isotope studies in archaeology. *Journal of World Prehistory* 6, 247—296.

Trayler R.B., Valencia Landa P., Kim S.L. 2023. Evaluating the efficacy of collagen isolation using stable isotope analysis and infrared spectroscopy. *Journal of Archaeological Science* 151, 105727.

References

Alekseev, V.P. 1966. *Osteometriya. Metodika antropologicheskikh issledovaniy (Osteometry. Methods of Anthropological Research)*. Moscow: Nauka (in Russian).

Alekseev, V.P., Debets, G.F. 1964. *Kraniometriya. Metodika antropologicheskikh issledovaniy (Methods of Anthropological Research)*. Moscow: Nauka (in Russian).

Belov, G.A. 1938. *Otchot o raskopkakh Khersonesa za 1935—1936 gg. (Report on the Excavations of Chersonesos in 1935–1936)* Simferopol: Gosudarstvennyy Khersonesskiy istoriko-arkheologicheskiy muzey (in Russian).

Belov, G.D. 1948. *Khersones Tavricheskiy. Istoriko-arkheologicheskiy ocherk (*T*auric Chersonesos. Historical and Archaeological Essay)*. Leningrad: Gosudarstvennyy Ermitazh (in Russian).

Belov, G.D. 1981. In *Sovetskaya arkheologiya (Soviet Archaeology)* 3, 163—180 (in Russian).

Blavatskiy, V.D. 1953. *Zemledelie v antichnykh gosudarstvakh Severnogo Prichernomor'ya (Agriculture in the Ancient States of the Northern Black Sea Region)*. Moscow: AN SSSR (in Russian).

Buryak, A.D. 2023. In: Zaykova, A.V., Kostromichov, D.A. (eds.). *Antichnye relikvii Khersonesa: otkrytiya, nakhodki, teorii. Materialy nauchnoy konferentsii. Sevastopol', 18—22 sentyabrya 2023 goda (Ancient Relics of Chersonesos: Discoveries, Finds, Theories. Proceedings of a Scientific Conference. Sevastopol, September 18–22, 2023)*. Moscow: Buki Vedi, 11—12 (in Russian).

Dobrovol'skaya et al. 2023: Dobrovol'skaya, M.V., Svirkina, N.G., Yazikov, S.V., Sviridov, A.N. 2023. In *Stratum plus* 4, 139—154 (in Russian).

Ivanov, A.V. 2016. N*aseleniye antichnogo Khersonesa Tavricheskogo — vizantiyskogo Khersona po dannym antropologii (Population of ancient Tauric Chersonesos — Byzantine Cherson according to anthropological data)*. Sevastopol: Al'batros (in Russian).

Zubar, V.M. 1988. In *Problemy issledovaniya antichnogo i srednevekovogo Khersonesa. 1888—1988 gg. Tezisy dokladov (Problems of the study of ancient and medieval Chersonesos. 1888—1988. Abstracts of papers)*. Sevastopol: KHIAMZ, 52—54 (in Russian).

Kadeev, V.I. 1973. In *Vestnik drevney istorii (Journal of Ancient History)* 4 (126), 108—116 (in Russian).

Kasparov, A.K., Lokhova, O.V., Lokhov, K.I. 2022. In *Rossiyskie nanotekhnologii* (*Russian Nanotechnologies*) 17 (5), 673—679 (in Russian).

Kul'kova, M.A., Sinay, M., Nesterov E. 2017. In: Ivanchik, A.I., Mordvintseva, V.I (eds.). *Krymskaya Skifiya v sisteme kul'turnykh svyazey mezhdu Vostokom i Zapadom (III v. do n.e. — VII v. n.e.) (Crimean Scythia in the system of cultural ties between East and West (3rd century BCE — 7th century CE))*. Moscow; Simferopol: IP Zuyeva T.V., 225—234 (in Russian).

Lapin, V.V., 1966. *Grecheskaya kolonizatsiya Severnogo Prichernomor'ya. (kriticheskiy ocherk otechestvennykh teoriy kolonizatsii) (Greek colonization of the Northern Black Sea region. (A critical essay on domestic theories of colonization))*. Kiev: Naukova dumka (in Russian).

Metodika 2020: Dobrovol'skaya, M.V. 2020. *Metodika raboty s paleoantropologicheskimi materialami v polevykh usloviyakh (Methodology for working with paleoanthropological materials in the field)*. Moscow: Institut arkheologii RAN (in Russian).

Pashkova, V.I., Reznikov, B.D. 1978. *Sudebno-meditsinskoye otozhdestvleniye lichnosti po kostnym ostankam (Forensic Medical Identification of Individuals Based on Bone Remains)*. Saratov: Saratovskiy universitet (in Russian).

Svirkina, N.G. 2019. In *Rossiyskaya arkheologiya (Russian archaeology)* 2, 80—95 (in Russian).

Svirkina, N.G. 2022. The Population of Phanagoria in the 3rd Century BCE — 5th Century CE (Based on Paleoanthropological Materials from the Eastern Necropolis). PhD Thesis. Moscow: Institut arkheologii RAN.

Svirkina, N.G. 2025. In *Stratum plus* 4, 221—233 (in Russian).

Svirkina, N.G., Beylin, D.V., Rukavishnikova, I.V. 2025. In: Khrshanovskiy, V.A. et al. (eds.). *Bosporskiy fenomen: eksport/import v khozyaystvennoy i kul'turnoy zhizni Bosporskogo tsarstva: Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii (The Bosporan Phenomenon: Export/Import in the Economic and Cultural Life of the Bosporan Kingdom: Proceedings of the International Scientific Conference)*. Saint Petersburg: Indrik, 634—640 (in Russian).

Strzheletskiy, S.F. 1948. In *Khersonesskiy sbornik (Chersonesus collection)* 4, 69—96 (in Russian).

Strzheletskiy, S.F. 1961. *Klery Khersonesa Tavricheskogo: K istorii drevnego zemledeliya v Krymu (Clergy of Tauric Chersonesus: On the History of Ancient Agriculture in Crimea)*. Simferopol. Krymizdat (in Russian).

Sudarev i dr. 2024: Sudarev, N.I., Shvedchikova, T.Yu., Mimokhod, R.A., Saprykina, I.A. 2024. In *Kratkie soobscheniya instituta arkheologii (Brief Reports of the Institute of Archaeology)* 276, 420—440 (in Russian).

Tyumenev A.I. 1949. In *Vestnik drevney istorii (Journal of Ancient History)* 4 (30), 75—86 (in Russian).

Ambrose, S.H. 1990. Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis. *Journal of Archaeological Science* 17 (4), 431—451.

Ambrose, S.H., Norr, L. 1993. Experimental evidence for the relationship of the carbon isotope ratios of whole diet and dietary protein to those of bone collagen and carbonate. In: Lambert J., Grupe G. (eds.) *Prehistoric Human Bone: Archaeology at the Molecular Level*. New York: Springer-Verlag, 1—37.

Bogaard et al. 2007: Bogaard, A., Heaton, T.H.E., Poulton, P., Merbach, I. 2007. The impact of manuring on nitrogen isotope ratios in cereals: archaeological implications for reconstruction of diet and crop management practices. *Journal of Archaeological Science* 34 (3), 335—343.

Clayton, F., Sealy, J., Pfeiffer, S. 2006. Weaning age among foragers at Matjes river rock shelter, South Africa, from stable nitrogen and carbon isotope analyses. *American Journal of Physical Anthropology* 129 (2), 311—317.

Commisso, R.G, Nelson, D.E. 2006. Modern plant d15N values reflect ancient human activity. *Journal of Archaeological Science* 33,1167—1176.

Commisso, R.G, Nelson, D.E. 2007. Patterns of plant d15N values on a Greenland Norse farm. *Journal of Archaeological Science* 34, 440—450.

DeNiro, M.J. 1985. Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction. *Nature* 317, 806—809.

DeNiro, M.J., Epstein, S. 1981. Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 45, 341—351.

Guiry, E., Szpak, P. 2020. Quality Control for Modern Bone Collagen Stable Carbon and Nitrogen Isotope Measurements. *Methods in Ecology and Evolution* 11 (9), 1049—1060.

Hedges, R.E.M., Reynard, L.M. 2007. Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology. *Journal of Archaeological Science* 34, 1240—1251.

Jørkov, M.L., Heinemeier, J., Lynnerup, N. 2007. Evaluating bone collagen extraction methods for stable isotope analysis in dietary studies. *Journal of Archaeological Science* 34, 1824—1829.

Koch, P.L. 2007. Isotopic study of the biology of modern and fossil vertebrates. *Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science* 2, 99—154.

Murphy, B.P., Bowman, D.M.J.S. 2006. Kangaroo metabolism does not cause the relationship between bone collagen δ15N and water availability. *Functional Ecology* 20 (6), 1062—1069.

Rathmann, H., Stoyanov, R., Posamentir, R. 2022. Comparing Individuals Buried in Flexed and Extended Positions at the Greek Colony of Chersonesos (Crimea) Using Cranialmetric, Dental Metric and Dental Nonmetric Traits. *International Journal of Osteoarchaeology* 32 (1), 49—63.

Redfern et al. 2019: Redfern, R.C., DeWitte, S.N., Beaumont, J., Millard, A.R., Hamlin, C. 2019. A new method for investigating the relationship between diet and mortality: Hazard analysis using dietary isotopes. *Annals of Human Biology* 46 (5), 378—387.

Richards, M.P. 2020. Isotope Analysis for Diet Studies. In: Richards M.P., Britton K. (eds.) *Archaeological Science: An Introduction.* Cambridge University Press, 125—144.

Schoeninger, M.J., Moore, K. 1992. Bone stable isotope studies in archaeology. *Journal of World Prehistory* 6, 247—296.

Trayler, R.B., Valencia Landa, P., Kim, S.L. 2023. Evaluating the efficacy of collagen isolation using stable isotope analysis and infrared spectroscopy. *Journal of Archaeological Science* 151, 105727.

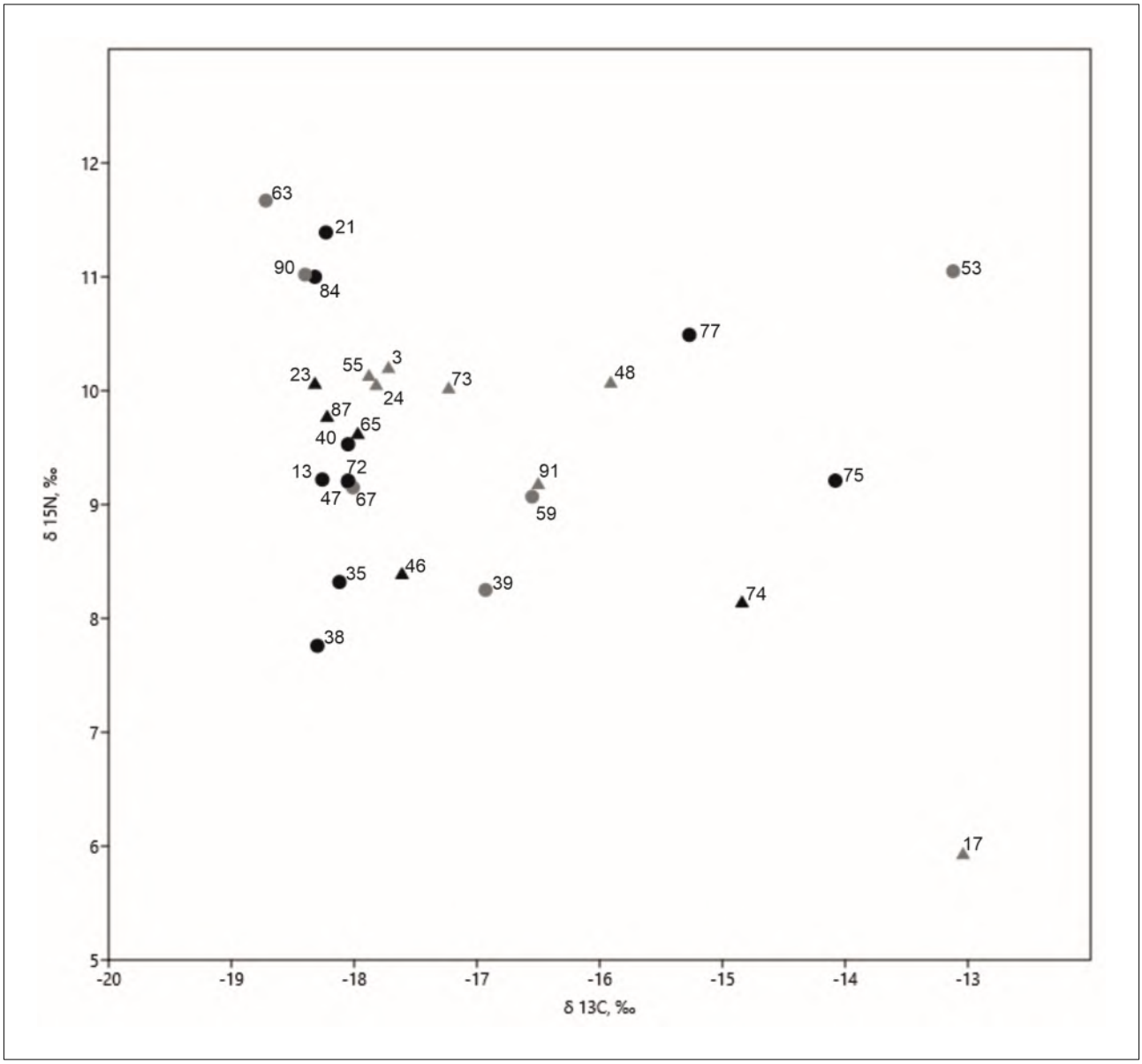

Рис. 1. Распределение величин $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$ выборки из Херсонеса (О — мужчина, Δ — женщина; чёрный цвет — поза «вытянуто на спине», серый — поза «скорченно»).

Fig 1. Scatter plot of $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ values for Chersonesus adults (О — male, Δ — female; black — body position lying on the back, gray — flexed position).

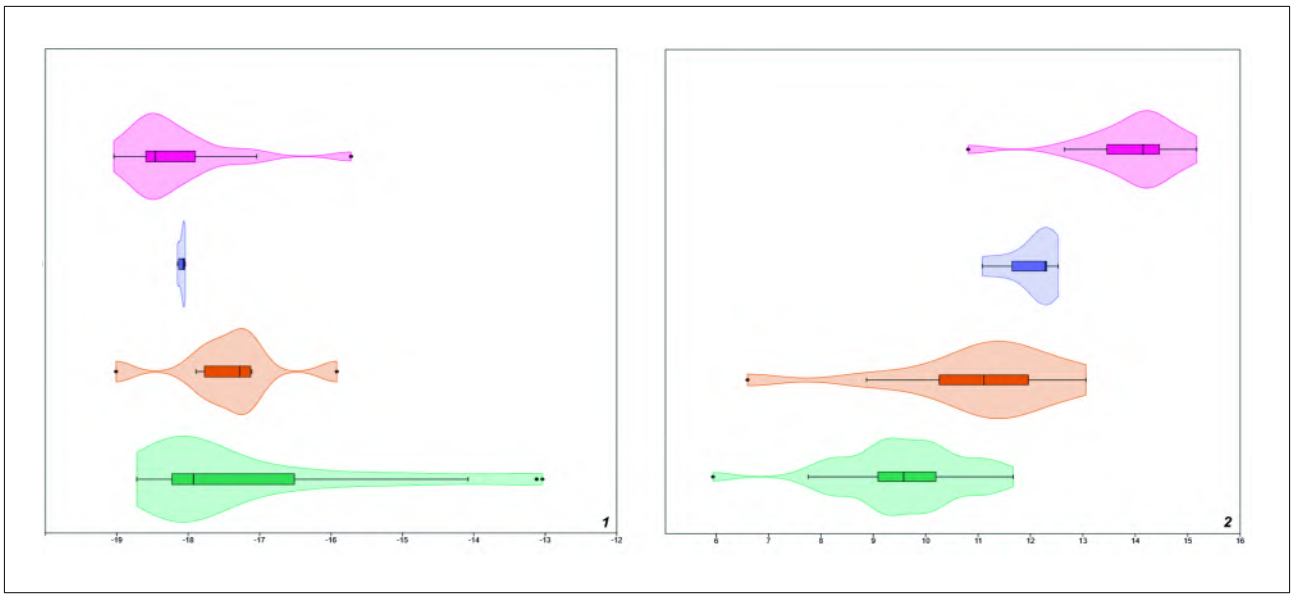

Рис. 2. Диаграмма размаха (violin plot) значений $\delta^{13}C$, ‰ (1) и $\delta^{15}N$, ‰ (2) выборок с территории Северного Причерноморья классического — эллинистического периода: пурпурный — Фанагория (Восточный некрополь), III—I вв. до н.э. (Свиркина 2022), фиолетовый — некрополь Волна 1 (погр. 631), 30-е гг. IV в. до н.э. — первая четверть III в. до н.э. (Сударев и др. 2024), оранжевый — Нимфей, позднеклассический период (Свиркина и др. 2025), зелёный — Херсонес (Северный некрополь), V—IV вв. до н.э.

Fig. 2. Violin plot of $\delta^{13}C$, ‰ (1) and $\delta^{15}N$, ‰ (2) values of samples from the Northern Black Sea coast of the Classical — Hellenistic period: purple — Phanagoria (Eastern Necropolis), 3rd — 1st centuries BCE (Svirkina 2022), violet — Volna 1 necropolis (burial 631), 30s of the 4th century BCE — 1st quarter of the 3rd century BCE (Sudarev et al. 2024), orange — Nymphaeum, late classical period (Svirkina et al. 2025), green — Chersonesos (Northern Necropolis), 5th — 4th centuries BCE.