**Лекция по предмету: Палеоэкологическая археология: ландшафт, еда, экономика и природа**

**Лекция 1. Введение. Палеоэкологические исследования в археологии.** Понимание того, что самое интересное новое знание рождается на стыке наук, вошло в парадигму современной науки. Наконец это стало одним из официальных трендов российской науки. В 60—70-х гг. прошлого столетия естественнонаучные методы начали активно внедряться в археологические исследования. Чаще всего использовались металловедческие методы, споро-пыльцевой, педологический и карпологический и некоторые другие. Результаты их применения органично вливались в собственно археологический свод данных и не оказывали влияния на изменения в исследовательском мировоззрении. Тем не менее они накапливались в разных сферах археологии. В то время, как и поныне, доминировала культурно-историческая парадигма, но ситуация постепенно менялась. Особенно это было заметно в работах по палеолиту. Эти исследования, безусловно, впечатляли, но, как я потом осознал, они не содержали парадигматических изменений, хотя и подготавливали почву для них. Активизация палеоэкологических исследований в СССР была связана с изменениями в политике КПСС в конце 70-х гг. XX в. Тогда вследствие изменений в сознании населения и нарастания критических настроений в обществе было разрешено критиковать только экологические аспекты. Эти же обстоятельства привели к постепенному внедрению экологического мировоззрения и методов в гуманитарные науки, в том числе и в археологию. Сначала, конечно, вводились в научный оборот результаты естественнонаучных анализов и определений, которые присоединялись к собственно археологическим публикациям в качестве «бантика», чтобы придать вид «современности», но мало работали на археологические реконструкции. С точки зрения поведенческой эволюции человека, это нормально, так как освоение человеком чего-то нового всегда начинается с простой имитации, а только потом происходит переход к осознанным творческим действиям или не происходит, в зависимости от мотивации и способностей исследователя. И надо отметить, что эта практика до сих пор присутствует у значительной части археологов, не желающих осваивать естественнонаучные знания. Это тоже естественно, так всё адаптивное поведение живых организмов от амёбы до сапиенсов строится в направлении минимизации усилий для достижения целей. Это печальная данность. Для преодоления такой исключительно биологической адаптивной стратегии требуется осознание этой проблемы и, что самое трудное, приложение значительных интеллектуальных усилий для освоения принципиально новых областей знания. Практика показывает, что далеко не все на это способны, даже при наличии мотивации. С ней тоже не всё просто. Автор статьи, а также его российские и зарубежные коллеги озабочены тем, что молодые люди не идут в области, где требуются значительные усилия для вхождения в специальность, такие как генетика, цитология — у учёных-естественников, освоение липидного, крахмального, спектрального и других естественнонаучных методов — у гуманитариев, т.е. требующие освоения сложной приборной базы и нового информационного поля. Другая проблема, которую нужно преодолевать,— инстинктивное отторжение нового большей частью профессионального сообщества. Это тоже нормально как для любых социальных животных, так и для человека современного вида. Наша психика способна воспринимать новое явление, если в нём содержится не более 25% собственно «нового», и это в лучшем случае. Таким образом, все ограничения для внедрения инноваций имеют во многом исключительно биологическую природу. Для их преодоления требуются осознание этого и определённые интеллектуально-волевые усилия в сфере управления наукой.

ПРОДВИЖЕНИЕ ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В нашем случае в ИИАЭ ДВО РАН освоение экологического подхода в археологии шло следующим образом. По настоянию Ж.В. Андреевой я поступил 1981 г. в заочную аспирантуру Ленинградского отделения Института археологии (ЛОИА) к д-ру ист. наук В.М. Массону. В то время там была лучшая теоретическая школа в СССР. Жанна Васильевна считала, что учиться нужно только у ведущих специалистов. Она говорила нам: «Мы и так в курсе результатов наших региональных исследований, понимаем их специфику, а там вы получите больше знаний о современных тенденциях археологической науки в других районах нашей страны и за рубежом». Абсолютно правильная и эффективная стратегия подготовки специалистов с широким кругозором. Например, в США, если человек учился в одном университете, то в аспирантуру должен поступать в другой, а работать после защиты должен в третьем. Таким образом, специалист в ходе своего становления имеет возможность освоить достижения трёх различных научных школ. У нас, к сожалению, такой системы подготовки нет, хотя её вполне можно наладить. **Первый этап палеоэкологических исследований** Этот подход ориентирован на выяснение связей между археологическим сводом артефактов и экофактов поселения и окружающей средой как ресурсной базой населения. Это самая простая версия реализации экологического подхода, тем не менее такие исследования до сих пор актуальны. В начале реализации исследования возникла серьёзная проблема — создание источниковой базы. В результате предшествующих исследований кроуновской культуры практически не было получено экофактов, без которых невозможны экологические реконструкции. Таким образом, необходимо было, во-первых, создать новую информационную базу для предстоящего исследования. Для этого требовалось найти или разработать методы получения экофактов из культурного слоя. Такими методами были водная флотация культурного слоя через сито с размерами ячейки 0,25 мм для отделения лёгкой фракции большей частью карбонизированных остатков, таких как карпоиды растений, древесные угли, хитин насекомых, почвенные гастроподы, астракоды. Оставшаяся тяжёлая фракция после флотации промывалась водой через сито с ячейкой 2 мм. В ней встречались фрагменты костей животных, скорлупа орехов, не всплывшие карпоиды и угли, мелкие каменные отщепы и чешуйки и т.п. Во-вторых, необходимо было решить, как использовать флотацию и водную сепарацию отложений. Все жилища кроуновской культуры погибли в результате пожара, поэтому было решено использовать флотацию нижней части заполнения и пола жилищ по квадратам археологической сетки и по объектам. Только такой подход позволял получить сбалансированную коллекцию артефактов и экофактов. К сожалению, сейчас некоторые исследователи нередко называют «сбалансированной коллекцией» выборку из нескольких проб в жилище. В-третьих, нужно было подыскать релевантный полигон для исследования. В нашем случае им стала кроуновская археологическая культура развитых земледельцев. В то время все исследователи интуитивно понимали, что кроуновская культура является пришлой для Приморья и её распространение происходило с территории Китая на восток. Исходя из этого, я выяснил, что в ходе расселения кроуновское население проходило и заселяло несколько природных зон с различным набором и потенциалом ресурсов. Понятно, что в меняющейся природной обстановке кроуновское население вынуждено было как-то адаптироваться к каждой из экологических ситуаций с их набором ресурсов. Исходя из этого, цель исследования формулировалась как выяснение того, как системы жизнеобеспечения кроуновского населения видоизменялись, адаптируясь в процессе расселения к различным природным обстановкам, выявление социальнодемографических последствий этого процесса. Нужно было выяснить факторы давления окружающей среды, выработать признаки — индикаторы адаптивных изменений в функциональном наборе орудий, спектре ботанических остатков, ландшафтной приуроченности поселений, картине расселения, социодемографических параметрах жилищ и поселений как критериев оценки адаптированности. В результате успешного применения новых методов полевых исследований за пять лет была создана качественно новая база данных для кроуновской культуры. В итоге выяснилось, что в результате резкого похолодания около III в. до н.э., сопряжённого с деградацией агроклиматических ресурсов, земледельческое население кроуновской культуры вынуждено было мигрировать из континентальных районов Приморья на морское побережье, где по тем же причинам до этого произошла депопуляция янковской культуры. В ходе миграции по различным экологическим районам изменилось соотношение типов хозяйства в системах жизнеобеспечения от производящих к присваивающим, произошло упрощение материальной культуры, изменилась социальная структура населения, система расселения, численность и плотность населения. Эти изменения были платой за вынужденное переселение из благополучных областей в районы с бедными агроклиматическими ресурсами. По итогам первого этапа в 1987 г. в ЛОИА была защищена кандидатская диссертация и опубликовано несколько методических статей (Вострецов 1986, 1987, 1987а; Янушевич и др. 1990; Вострецов, Жущиховская 1990; Вострецов 2009, 2009а). **Второй этап палеоэкологических исследований**. Этот этап освоения исследования в экологической парадигме был связан с изучением приморской адаптации населения янковской культуры раннего железного века, существовавшей, как тогда представлялось, в VIII—II вв. до н.э. Приморская адаптация является отдельной линией поведенческой эволюции человека и требует специфической версии экологического исследования (Yesner 1980). Для этого в 1987 г. была разработана научная программа, направленная на изучение освоения человеком приморской зоны Японского моря в древности, целью которой стало выяснение того, как различные культурные группы населения адаптировались к жизни на морских побережьях в условиях меняющейся окружающей среды. Для этого этапа также нужно было создавать качественно новую базу данных и отрабатывать методы исследования. Полигоном для исследований был выбран классический памятник янковской культуры Песчаный-1, где ранее А.П.Окладниковым было изучено традиционными методами 14 жилищ и раковинные кучи (РК), их заполнявшие. Материалы исследования памятника Песчаный-1 были опубликованы (Окладников 1963), однако малопригодны для экологических реконструкций. В связи с этим представлялось перспективным провести раскопки жилища и РК на этом поселении специальными методами и с их помощью попытаться переосмыслить уже имеющиеся материалы. Для этого также надо было разработать методику исследования раковинных отложений (раковинных куч), которой тогда не было. Целью исследования была реконструкция системы жизнеобеспечения на памятнике Песчаный-1. Достижение этой цели требовало решения ряда задач: создание и тестирование методики исследования раковинных отложений; организация творческого коллектива с исследователямиестественниками для идентификации и интерпретации разных категорий экофактов. Подобный подход к научному исследованию РК уже существовал в разных версиях в других регионах мира. Например, уже в середине XIX в. королевская археологическая комиссия Дании постановила, что РК нужно обязательно раскапывать при участии зоологов, ихтиологов, малакологов и т.д. Подобной практики придерживался ещё В.К. Арсеньев в 1921 г. при раскопках на памятнике Песчаный-1 (Арсеньев 1963). Это было важно, поскольку принципиально новым в нашем подходе являлась реконструкция различных отраслей хозяйства: охоты, рыболовства, собирательства моллюсков и растений, земледелия — через анализ собственно ресурсов, которые добывали люди, а только потом исследовались другие подсистемы — орудия, технологии, социальные и демографические структуры. Традиционно археологи проводили основные реконструкции, опираясь на анализ орудийных комплексов, что не прибавляло понимания того, как осуществлялась та или иная деятельность. Например, рыболовный крючок определённого размера, которым можно было выловить больше десятка видов рыб, не объяснял, что, собственно, ловили, когда и где. Разные виды рыб подходили к берегу в разное время года и на разные глубины. Одних рыб можно было ловить с берега моря или реки, другие требовали использования плавсредств. Таким образом, реконструкция рыболовства на основе орудий получалась сугубо упрощённой, т.е. было понятно, что какую-то рыбу ловили на крючок, и на этом все рассуждения заканчивались. В результате наших исследований удалось отработать методику исследования раковинных куч, повысить на порядок и более количество и качество извлекаемых из раковинных отложений экофактов, выявить стратиграфию раковинных отложений, выделить дискретные годичные отложения в толще раковинной кучи. Например, при традиционной визуальной выборке костей рыб получалась примерно одна, причём крупная, кость на кв.м, а при промывке через сито 2 мм извлекалось 2—3 тыс. костей рыб разных размеров и видов. Это был совершенно новый взгляд на формирование раковинных отложений, а также на их информационный потенциал для реконструкций (Беседнов, Вострецов 1997; Вострецов и др. 2001; Санникова и др. 2007; Вострецов, Раков 2009; Вострецов, РоулиКонви 2009; Вострецов 2015). **Третий этап палеоэкологических исследований** Данный этап осуществления исследований в экологической парадигме был связан с реализацией изучения приморской адаптации в неолите по материалам памятника Бойсмана-1, обнаруженного и протестированного предварительно В.Е. Ермаковым. Дело в том, что тогда были известны в основном РК железного века, связываемые с янковской культурой. Неолитические РК представлялись чем-то эфемерным, т.е. существовали непроверенные сведения, что где-то в раковинных отложениях встречалась неолитическая керамика. Однако после исследований на памятниках Бойсмана-1 и Бойсмана-2 это было подтверждено. Поэтому первоначально ставилась скромная цель сравнить приморские адаптации в железном веке и в неолите, чтобы выявить какие-то тенденции поведенческой эволюции в связи с природными изменениями. Археологические отложения памятника Бойсмана-1 предоставили новые, уникальные возможности исследования приморских адаптаций. Если раньше, исследуя РК памятника Песчаный-1, мы научились выделять дискретные годичные слои в раковинных отложениях, то на памятнике Бойсмана-1 были зафиксированы три отдельно расположенные РК рядом с жилищами. Раскапывая их, нам удалось выявить последовательно залегающие единицы отложения, которые представляли собой единовременные акты выброса раковин моллюсков и сопутствующие этому краткому отрезку времени артефакты и экофакты, кости рыб, наземных и морских млекопитающих, остатки древесины, отщепы, изделия из кости и т.п. Таким образом, каждая из единиц отложения представляла собой отражение кратковременного действия индивида в цикле жизнеобеспечения домохозяйства. Последовательное залегание единиц отложения и их содержание отражали сезонные изменения в системе жизнеобеспечения в течение года каждой из трёх РК и связанных с ними жилищ. Также по содержанию экофактов выяснилось, что ранняя РК формировалась в относительно тёплый период, а поздняя — в относительно холодный. Это означало, что поселение функционировало в начале похолодания климата, сопряжённого с падением уровня моря в интервале 5400—5200 л.н. Кроме того, были реконструированы экологические изменения в зоне хозяйственного использования поселения: деградация палеолагуны, изменения в составе вылавливаемых рыб, собирательстве моллюсков, охоте на морских млекопитающих, использовании маргинальных (низкоэффективных) ресурсов, таких как молодь пиленгаса, моллюски и др. Детализация и аргументация выводов опубликованы в коллективной монографии и статьях (Первые рыболовы 1998; Вострецов 2001, 2006, 2008, 2016). Ещё одним достижением анализируемого этапа стало проведение реконструкции годичного цикла жизнеобеспечения бойсманского населения и тенденций изменения данного цикла в связи с ландшафтноклиматическими изменениями в бухте Бойсмана (Вострецов 1998). До этого была широко известна реконструкция цикла жизнеобеспечения в неолите (дзёмоне) Японии, сделанная Кобаяши Т. в 1976 г. на основании совокупных данных за 8000 лет (Kobayashi 2004: 94). Наша реконструкция отражала хозяйственную деятельность бойсманского населения за один год. Достоверность этой реконструкции легко проверяется на основании опубликованных естественнонаучных определений узких специалистов. Это делает её проверяемой и выводит из гуманитарной области в естественнонаучную. В конце исследования мы столкнулись с той же проблемой, что и на других его этапах. Материалы, полученные в результате изучения памятника Бойсмана-1, невозможно было корректно сопоставить с материалами по другим неолитическим памятникам, раскопанными традиционными методами, при которых значительная часть полезной информации уходит в отвал. С другой стороны, выявленные тенденции адаптивных изменений хорошо сопоставлялись с данными по РК Японии, Дании, Северо-Запада США, где методы исследования были более продвинутыми. Одним из результатов реализации анализируемого этапа было утверждение Учёным советом ИИАЭ ДВО РАН в 1993 г. Долгосрочной исследовательской программы «Освоение человеком приморской зоны бассейна Японского моря в древности», два этапа которой уже были успешно выполнены. Программа постепенно перестала быть моим личным планом, а стала стратегическим руководством для коллектива лаборатории палеоэкологии человека. Лаборатория была организована на базе отдела новостроечных исследований и функционировала в 1992—2006 гг. Наиболее важным организационным результатом стало формирование в процессе исследования неформального, но устойчивого коллектива с учёными-естественниками. К их числу принадлежали палеогеограф, д-р геол.-минерал. наук Алексей Михайлович Короткий, ихтиолог, канд. биол. наук Лев Николаевич Беседнов, малаколог, д-р биол. наук Владимир Александрович Раков, морской ландшафтовед, д-р геол.-минерал. наук Борис Владимирович Преображенский, палинолог, канд. биол. наук Наталья Борисовна Верховская, без которых глубокие палеоэкологические реконструкции были бы невозможны. Во время исследования в б. Бойсмана резко активизировались российско-японские исследования. Одним из векторов интереса японских коллег, которые финансировали исследования, была «зайсановская археологическая культура» и связанная с ней проблема появления земледелия в Приморье. В тот период было не вполне ясно, занималось ли зайсановское население земледелием. Таким образом, целью исследования стало выяснение наличия у зайсановцев земледелия и какого именно, а также реконструкция процесса формирования системы жизнеобеспечения на разных памятниках. Совместные с естественниками исследования с 1996 по 2007 г. позволили достигнуть следующих результатов: 1. Доказано, что обитатели поселений Зайсановка-1, Зайсановка-7, Кроуновка-1 культивировали просяные культуры (Вострецов и др. 2003; Sergusheva,Vostretsov 2009; Вострецов 2009б). 2.Реконструирован годичный цикл жизнеобеспечения поселения Зайсановка-7 (Vostretsov et. al. 2005; Вострецов 2005, 2005а; Вострецов и др. 2008). Реконструкции на уровне годичного (сезонного) цикла жизнеобеспечения единичны в мировой археологии. В этом несомненный приоритет нашего института. 3.Выяснено, что система земледелия населения была грядковой, типичной для стран Восточной Азии. На памятнике Зайсановка-7 были обнаружены ручные плуги, мотыги, тёрочники, куранты, жатвенные ножи и остатки грядок (Вострецов, Короткий и др. 2002; Вострецов,. 4. Установлено, что расселение ранних земледельцев шло с запада на восток и проходило отдельными независимыми волнами по трём направлениям. Керамические традиции и ресурсные источники каменного инвентаря на изученных нами памятниках заметно различались, демонстрируя отсутствие преемственности. Это показало, что бытующее представление в культурно-исторической парадигме о гомогенной «зайсановской археологической культуре» не подтверждается материалами. Был предложен процессуальный взгляд на «зайсановский феномен» как на мотивированное ландшафтноклиматическими изменениями расселение разнородных культурных групп ранних земледельцев, объединённых общей культурной традицией, из различных континентальных районов Восточной Маньчжурии на морское побережье Приморья (Вострецов 2006, 2006а, 2007, 2009б, 2010; Вострецов, Гельман 2011; Вострецов 2018). 5. Установлено, что определённые волны расселения ранних земледельцев совпадают с климатическими фазами и каждая из волн расселения занимает дискретный экологический район с однородными ресурсными параметрами (Вострецов 2018). 6. Выяснилось, что в тёплые климатические фазы ранние земледельцы стремились мигрировать в континентальные районы. 7. Выявлено, что в периоды похолодания ранние земледельцы стремились мигрировать из континентальных районов на морское побережье, где агроклиматические ресурсы были беднее, но устойчивее. Кросскультурные наблюдения показали, что это универсальная адаптивная реакция для земледельцев Восточной Азии и других приморских районов мира (Вострецов 2018). Таким образом, на основании качественно новых материалов и данных по памятникам зайсановской культурной традиции был переосмыслен в экологической парадигме временной интервал в примерно три тысячи лет, в течение которого происходила экспансия ранних земледельцев, в разной степени связанных общей культурной традицией. Так, события этого интервала реконструированы в виде многолинейного процесса поведенческой эволюции раннеземледельческого населения, которое мы предложили определять на территории Приморья термином «зайсановская культурная традиция» (Вострецов, Загорулько 1998; Вострецов 2005а, 2018). Реконструкция хода распространения ранних земледельцев в Маньчжурии и Приморье как многолинейного процесса, обусловленного в том числе и природными изменениями, логично привела к поиску природных факторов, повлиявших на мотивацию людей к поиску способов производства пищи. В результате была разработана палеогеографическая модель перехода населения к земледелию в Восточной Азии (Вострецов 2012, 2017а; Vostretsov 2021). Эти разработки в какой-то мере объединяют появление и распространение земледелия в Восточной Азии от долины р. Хуанхэ до Приморья в единый процесс, обусловленный как экологическими, так и социальными факторами. **Четвёртый этап палеоэкологических исследований** На этом этапе была предложена реконструкция перехода от бронзового века к железному в Восточной Маньчжурии как многолинейного процесса (Вострецов 2005а, 2009, 2013, 2015). Этот период интересен тем, что в I тыс. до н.э., в эпоху «похолодания железного века», в большей части бассейна Японского моря произошла экспансия развитых земледельцев, частичная смена населения и экономического уклада, в котором земледелие начинает доминировать (Вострецов 2005а, 2006, 2006а, 2009, 2009а, 2013, 2015, 2015а, 2015б). Эта работа не закончена и ждёт детализации реконструкции процессов на территории Приморья. В последние десятилетия в мировой археологической науке бурно развивается новое направление — археология микроостатков. Передовая часть археологического сообщества осознала важность изучения микроостатков для широкого спектра реконструкций, которые приближают совокупность артефактов и экофактов собственно к человеку, к его адаптивному поведению и позволяют получить представление о его повседневной жизни, о процессах микроэволюции на уровне индивидов и домохозяйств. Микроостатки часто оказываются более информативны, чем макроостатки, и неразумно ими пренебрегать. Кроме того, обращение к микроостаткам было обусловлено общей тенденцией сайентизации гуманитарного знания в целом и облегчением доступа к оптической и разного рода электронной микроскопии, расширением и упрощением возможностей визуализации и анализа вещества. Как обычно, эти веяния пришли в РФ из западной науки, хотя и там немного учёных, работающих в этой области, так как реализация подобных исследований в археологической науке требует значительных усилий и освоения новых областей знания, непривычных для гуманитариев. Ещё одно ограничение связано с необходимостью внедрения дополнительных процедур в полевые исследования, на которые археологи идут неохотно. Мы решились преодолеть все эти сложности в наиболее перспективном направлении — изучении остатков древнего крахмала. Этот выбор был обусловлен проблемной ситуацией, которая сложилась в палеоэкологических исследованиях вообще и в наших в частности. Дело в том, что большинство существующих попыток реконструкции систем жизнеобеспечения, образа жизни, палеодиет страдали одним недостатком — отсутствием или незначительными доказательствами наличия углеводной компоненты диеты. В основном реконструировалась белковая компонента, в то время как кросс-культурные наблюдения в мире показывают, что углеводная компонента варьировала в пределах 8—12% от общего вклада в диету человека (Уайнер 1979). На неё приходится примерно 60—70%, остальное — на жиры. Например, у бушменов Кунг большую часть энергетического вклада в диету поставляли женщины. Собирательство растений было в полтора — два раза более продуктивно на единицу времени, чем охота, и менее рискованно (Bettinger 1980). К тому же археологи и этнографы традиционно акцентировали свои исследования на престижных, мужских видах деятельности, таких как охота, рыболовство, земледелие, а женский труд, например собирательство растений, оставался незамеченным. Кроме того, это явное логическое противоречие в исследовательской стратегии было обусловлено тем, что основные данные об углеводной пище поступали в результате применения флотации культурного слоя с целью получения ботанических остатков. Однако этот метод применяется относительно недавно и небольшим числом исследователей. Вдобавок он не всегда даёт результаты. Например, в наших реконструкциях годичных циклов жизнеобеспечения на памятниках Бойсмана-1, Зайсановка-7, Волчанец-1 при тотальной флотации и водной сепарации культурного слоя мы получили достаточно бедные сведения о растительной пище или не получили их вовсе (Вострецов, 2001, 2005; Вострецов и др. 2018). Преимущество крахмала как источника для реконструкции углеводной компоненты диеты и природной ресурсной базы населения обусловлено несколькими его характеристиками. Во-первых, зёрна крахмала сохраняются на артефактах до 180 000 лет (Mercader 2009; Van Peer et al. 2003). Во-вторых, зёрна крахмала присутствуют почти везде: от каменных орудий, керамики и до зубного камня (Henry et al. 2011). В-третьих, крахмал сохраняется и на артефактах из давно раскопанных памятников, хранящихся в музеях (Wang et al. 2016). Это открывает широкие возможности для переосмысления старых коллекций в экологической парадигме. В настоящее время происходит отработка метода идентификации древнего крахмала, подготовка его эталонных коллекций, создание базы данных по использованию растений, изучение методологических и методических аспектов применения методики (Пантюхина 2018, 2020; Пантюхина и др. 2018; Пантюхина, Вострецов 2020, 2020а (в печати)). Также продолжены этноботанические исследования, целью которых является сбор информации по использованию растений коренными малочисленными народами Приморья и Приамурья (Вострецов 2017, 2000; Латушко и др. 2020). Изучение этого аспекта жизни не было приоритетным направлением этнографов, поэтому нам приходится добывать этнографические аналоги самостоятельно. Наши исследования во многом перевернули традиционные представления о значимости углеводной компоненты диеты у охотников-рыболовов Приморья и Приамурья (Вострецов 2017, 2000). Исследование археологических материалов из раннеземледельческих памятников Клерк-5 и Кроуновка-1 показало информативность данных по крахмалу, что вполне коррелирует с таковой по флотационным данным и даже несколько превосходит её. Несмотря на то, что эталонная коллекция далека от завершения, список собираемых и культивируемых растений, идентифицированных по крахмалу, дополнил известный ранее перечень (Пантюхина 2018). Прослеживается ещё одна аналогия с предыдущими этапами. Под новую методику пришлось формировать новую источниковую базу данных, так как традиционная подходит только частично. Таким образом, за последние 40 лет в ИИАЭ ДВО РАН сформировалось новое научное направление, цель которого — реконструкция поведенческой эволюции населения Приморья и сопредельных территорий в экологической парадигме как многолинейного процесса. Достижения этого направления можно сформулировать следующим образом: 1. Предложена системная реконструкция поведенческой эволюции населения Приморья в среднем голоцене как многолинейного процесса в качестве альтернативы мозаичным и линейным культурно-историческим построениям. 2.Под эти реконструкции была создана качественно новая источниковая база данных. 3.В эко-социальную систему выстроены подходы и методы исследования: от полевых до интерпретационных — на основе теории среднего уровня (теории оптимального собирательства — optimal foraging theory). 4. В экологической парадигме разработана и успешно применена методика изучения приморских адаптаций, причём нашему институту в этой области принадлежит несомненный приоритет. Данное направление весьма актуально для России, побережье которой омывается 13 морями и океаном и где фиксируются приморские памятники. 5. В экологической парадигме разработана и успешно применена методика изучения земледельческих адаптаций. Разработаны модели происхождения и распространения земледелия от неолита до железного века. 6. Развивается качественно новое даже для мировой науки направление — археология микроостатков. Изучение остатков крахмала является наиболее актуальной её версией для реконструкции палеодиет. В этой области мы первые и пока единственные в РФ. Это ещё один приоритет нашего института. К аспектам развития палеоэкологии, пока не вызывающим оптимизма, следует отнести то, что методологические и методические достижения, начиная от полевых методов и заканчивая интерпретационными, неохотно осваиваются коллегами, работающими в культурно-исторической парадигме. Можно констатировать параллельное существование двух «археологий», слабо связанных друг с другом. С одной стороны, традиционная источниковая база оказывается малоинформативной для использования в палеоэкологии, с другой — методические достижения палеоэкологов не привлекают традиционных археологов. К осложняющим факторам развития палеэкологического направления относится также отсутствие в данный момент специализированного структурного подразделения, успешно функционировавшего до 2006 г. В перспективе основной ориентир для деятельности в области междисциплинарных исследований мы видим в подборе кадров, способных проводить междисциплинарные исследования полного цикла — от анализа до интерпретации. Это больной вопрос не только для гуманитариев, но и для естественников. Длительная практика показывает, что приоритет нужно отдавать подбору и подготовке именно кадров, а не оборудования. Последнего в институтах ДВО РАН достаточно, и учёные имеют к нему свободный доступ. Однако в то же время людей, способных полноценно работать в области междисциплинарных исследований, подготовить очень трудно.

**Лекция 2. Введение в палеоэкологию**. Введение в палеоэкологию Палеоэкология — составная часть цикла экологических наук. Это наука о «взаимоотношениях между миром организмов геологического прошлого и средой их обитания» (Геккер, 1957). Палеоэкологические исследования могут дать возможность прогноза развития природных условий в биосфере на перспективу по палеогеографическим и палеоклиматическим данным. Этому способствует также изучение процессов исторического развития древних организмов во взаимосвязи с изменениями среды их обитания, т. е. «былых биосфер». Предмет исследования палеоэкологии — условия и образ жизни организмов в минувшие геологические периоды, взаимоотношения между организмами и средой их обитания (абиотическая и биотическая составляющие), изменение организмов в процессе жизни на Земле («Современная палеонтология», 1988), а также палеоэкологические аспекты тафономических изменений в процессах захоронения организмов и их ассоциаций —ценозов. Задачами палеоэкологических исследований являются: — выяснение конкретных взаимоотношений между отдельными организмами и форм их биотических отношений; — изучение границ площадей их рапространения (ареалов обитания), густоты поселения (характер популяции); — исследование направлений взаимоотношений (конкуренция, симбиоз, паразитизм, комменсализм, аменсализм и др.); — выявление характера изменчивости индивидов (элиминация или расцвет форм) в зависимости от определенных абиотических факторов (соленость, глубина бассейна, характер дна, удаленность от берега, газовый режим и др.) — изучение процессов формообразования и выявление темпов 24 http://jurassic.ru/ видообразования в связи с изменениями среды (анализ стратиграфического распространения, анализ мощностей и др.); — установление явлений конвергенции и параллелизма, миграции форм и выявление их причин; — исследование вопросов эволюции палеоценозов и изучение закономерностей в замещении отдельных «викарирующих» во времени таксонов; — выявление процессов адаптеогенеза для различных таксономических категорий и процессов экогенеза (Давиташвили, 1947; 1948). 2.2. Палеоэкология и биоэкология По аналогии с биоэкологией, предметом исследования которой является экосистема, операционную единицу палеоэкологии представляет палеобиоценоз (палеоэкосистема). Палеоэкология тесно связана с биоэкологией также системным подходом (определение составных частей палеоэкосистемы и их взаимодействие, установление ее структуры и функции). Однако их методы и приемы во многом не совпадают. Наиболее важное отличие состоит в том, что биоэкология изучает процессы, происходящиее в современной биосфере, а палеоэкология — результаты процессов в былых биосферах (метабиосфере). Отличие в методах также весьма существенное. Так, в биоэкологии активно применяются непосредственные полевые наблюдения экосистемы (экологогеографические, популяционно-биоценотические и др.), экспериментальные (полевые и лабораторные) методы и моделирование с приложением возможностей биологической интуиции исследователя и учетом основ естественной истории (уровня развитости экосистем) . В палеоэкологии имеется своя специфика изучаемых объектов: окаменелостей (фоссилий), геологических разрезов, следов жизнедеятельности древних организмов (табл. 2). Анализ системы: древние организмы — среда возможен лишь после реконструкции палеоэкосистемы. Подобные реконструкции могут быть лишь в разной степени приближены к реальным экосистемам прошлого, так как отдельные элементы и даже блоки экосистем нередко вообще не сохраняются в ископаемом состоянии (строение мягкого тела, звенья трофической цепи). По современным данным даже наиболее полно представленные в метабиосфере морские палеоэко25 http://jurassic.ru/ Таблица 2. Направления палеонтологии, изучающие ископаемые организмы от момента рождения, или выхода из яйца и до обнаружения их ископаемых остатков Этапы формирования ископаемого Ветви палеонтологии Обнаружении фоссилии Полевые исследования Фоссилизация Исследование диагенеза Тафономия Окончательное захоронение Биостратономия Гибель (отдельных особей и групп) Развитие (онтогенез) Рождение Палеоэкология ( Палеосинэкология < Палеоаутэкология [ Актуопалеонтология системы сохраняют около третьей части таксономического состава былой биоты, а косная составляющая этих экосистем не всегда позволяет судить как о количественных, так и о таких качественных факторах среды, как температура, соленость, рН, гидродинамика, газовый режим и др. Применение моделирования и математического анализа палеосистем в настоящее время сдерживается из-за отсутствия общепринятого метода количественно учета окаменелостей. Палеоэкология, как и биоэкология, требует комплексного подхода к изучаемому объекту (палеоэкосистеме). Эт о приводит к необходимости тесного контакта с биологическими и геологическими науками: данные о таксономическом составе палеобиоты поступают от палеонтологов и палеоботаников, об абиотических факторах —о т литологов (палеоседиментологов), минералогов, геохимиков, биогеохимиков. 2.3. Палеоэкология и систематика Палеоэкологические исследования могут быть полезны для систематики: интерпретация морфологических признаков как адаптивных структур в палеоэкосистеме, оценка их эволюционной значимости и определения их таксономического ранга. 2.4. Палеоэкология и геология «Палеонтологические и литологические исследования должны идти рука об руку» (Геккер, 1957). Неоэколог имеет непосредственные данные о среде обитания, реально существующие. Палеоэколог имеет лишь косвенные данные о среде, исследуя горную породу. Поэтому целесообразно проводить комплексные палеоэкологолитологические исследования, для успешного проведения которых необходимы следующие условия: — хорошая обнаженность для уверенности в правильной корреляции отдельных местонахождений и возможности проведения многочисленных полевых наблюдений и получения богатых фаунистических сборов; — хорошая сохранность фосссилий, легкость их извлечения, отсутствие вторичных изменений; — сравнительно небольшая мощность изучаемых толщ для возможности контроля соотношения и чередования толщ и пачек; — существенная горизонтальная протяженность толщи, позволяющая прослеживать фациальные переходы внутри стратиграфических единиц по слоям; — незначительные тектонические нарушения или их отсутствие, надежный контроль фациальных переходов, возможность более надежной корреляции. Наиболее благоприятны для палеоэкологических исследований толщи, состоящие из переслаивания пачек разного литологического состава с характерными комплексами фоссилий; они отражают различные условия осадконакопления, дают больше сопоставительных данных для суждения об условиях и образе жизни древних организмов. Наиболее плодотворными являются исследования целых палеобассейнов или их крупных частей на значительных отрезках геологического времени. Такие широко поставленные исследования позволяют использовать палеоэкологические данные при восстановлении условий осадконакопления в палеогеографии, стратиграфии, тектонике, систематике. Многоаспектное приложение палеоэкологических данных основано на имманентной особенности организмов и сообществ — фиксировать в морфологии и структуре любые изменения среды обитания. Палеоэкологические данные используются при расшифровке 27 http://jurassic.ru/ условий осадконакопления и образования месторождений полезных ископаемых. Окаменелости служат индикаторами среды осадконакопления, они могут быть использованы при расшифровке генезиса осадочных пород и полезных ископаемых осадочного происхождения в случаях, если: — полезные ископаемые являются скоплениями остатков организмов (торф, каменный уголь, горючие сланцы), скелетных остатков (писчий мел, органогенный известняк, ракушняки, мрамор, яшма, оболовые песчаники); — раковины организмов являются только отдельными компонентами породы (оолитовые железные руды Керчи); ряд полезных ископаемых (нефть, газ и др.) контролируется в своем размещении органогенными постройками; — окаменелости могут дать сведения при оценке выдержанности в пространстве геологических тел — коллекторов углеводородов; — фоссилии представляют данные для обсуждения генезиса любых полезных ископаемых, связанных с осадочными породами, в особенности нефти, урановых месторождений. 2.5. Палеоэкология и палеогеография Данные палеоэкологических исследований могут привлекаться для решения конкретных задач палеогеографии. Они могут объяснять особенности распространения организмов в конкретном интервале геологического времени. Морские беспозвоночные являются надежными индикаторами береговой линии (нарастание на скальный берег, фации типа «твердое дно» и др.). Рыхлые прибрежные мелководные осадки характеризуются простыми, обычно вертикальными, следами жизнедеятельности, сменящимися по мере углубления более сложными горизонтальными ходами и далее—сильно меандрирующими и спиральными ходами (фациальные спектры следов жизнедеятельности). В случае отсутствия прямых индикаторов береговой линии выявляются закономерности в расселении организмов в пределах палеобассейна — экологические группировки по топическим, трофическим и другим признакам. Для изучения морских фаций широкое распространение получили классификации беспозвоночных по трофическим особенностям (типу и уровню питания), этологии (особенностям поведения 28 http://jurassic.ru/ на дне), отношению к грунту, гидродинамическому и солевому режиму, глубине, особенностям размеров скелетных остатков. При этом используется «эффект палеоберега». Распространение жизненных форм в палеобассейне контролируется близостью суши. Группировки жизненных форм располагаются субпараллельно берегу: в мелководье в зоне активной гидродинамики преобладают сессильные фильтраторы высокого трофического уровня; в менее подвижной зоне и на мягких песчанных грунтах — вагильные фильтраторы низкого уровня и, реже, собиратели, детритофаги; в самых глубоководных частях палеобассейна — глоталыцики, илоеды. В этих условиях выявлена следующая закономерность: зона с преобладанием фильтраторов устанавливается вблизи суши, детритофаги преобладают вдали от суши. Подобная закономерность характерна для донных сообществ от ордовика до современных бассейнов. Особенности топологии экологических группировок представляют данные о рельефе дна палеобассейна. Чем круче профиль дна, тем четче границы между трофическими зонами и уже зоны экотонов. 2.6. Палеоэкология и биостратономия Отсутствуют прямые индикаторы глубин палеобассейнов, возможны лишь батиметрические реконструкции придонной гидродинамики по результатам тафономического анализа. Местонахождение выпукло — вогнутых раковин типа «ракушечная мостовая», или «роза» всегда свидетельствует об очень подвижной среде в непосредственной близости от берега. Положение древней береговой линии устанавливается также путем массовых замеров удлиненных раковин (местонахождение типа «ракушечная гать»). Вдольбереговые течения ориентируют длинные оси раковин тентакулитов, прямые длинные ортоконы и ростры головоногих моллюсков, раковины скафопод, стебли криноидей, иглы морских ежей, рабдосомы граптолитов, скелеты одиночных ругоз параллельно берегу. Прижизненно захороненные олигоценовые устрицы, как и современные формы, ориентированы плоскостью сочленения створок по направлению приливно — отливных течений. Биота древних экосистем чутко реагирует на изменение солености, что может свидетельствовать как об изменении климатических условий, так и о вариациях степени изолированности локального палеобассейна от древнего океана. Большинством исследователей признается, что субширотное (поясное) распределение определенных таксонов от ордовика до современности обязано климатической зональности. Особенности дифференциации фоссилий в мезозое и кайнозое связывают как с температурным барьером, так и с барьерами, приуроченными к океаническим глубинам, возникшим в результате распада Лавразии и Гондваны, т.е. как проявление глобальной тектоники плит. Чередование явлений глобальной нивелировки морской биоты (космополитизм), ее дифференциация и рост эндемизма (провинциализма) удовлетворительно объясняется колебаниями уровня мирового океана (Walliser et al., 1996). Наличие палеотечений и последствия апвелингов подтверждаются закономерным распространением остатков некоторых стенотермных групп древних организмов, трассирующих пути перемещения водных масс в древнем океане. Палеоэкологические данные имеют существенное значение и при региональных палеобиогеографических реконструкциях, так как различие в составе биот двух палеобассейнов (одновозрастных) свидетельствует об их изоляции, и наоборот. Для многих групп организмов изучены процессы периодичности роста скелетов (строматолиты, кораллы, двустворки, цефалоподы). Полученные материалы, сопоставленные с данными абсолютного летоисчисления, свидетельствуют об укорочении земного года от кембрия до наших дней на 2 с за каждые 100 тыс. лет, что согласуется с гипотезой о постепенном уменьшении скорости вращения Земли. 2.7. Палеоэкология и стратиграфия В стратиграфии иногда почти невозможно обойтись без палеоэкологических данных. Это происходит в тех случаях, когда возможности дальнейшей детализации только стратиграфическим методом исчерпаны, или когда эволюционная судьба параллельно существовавших биот резко отличается, так что поиски биостратиграфической общности в подобных случаях безуспешны без учета развития палеоэкосистем. Весь круг стратиграфических вопросов, связанных с корреляцией событий не на эволюционной (филогенетической) основе, объединен понятием «экостратиграфия». Основу этого метода составляют положения, выдвинутые Р. Ф. Геккером. Послойная корреляция близко расположенных разрезов наиболее эффективна по биостратономическим критериям. В ультрастратиграфии мелководных отложений имеют значение типы местонахождений фоссилий, закономерности сочетания видов в пределах слоя. В глубоководных отложениях самыми важными являются количественные характеристики видов (частота встречаемости), появление редких и экзотических таксонов. Сопосталение разнофациальных отложений (корреляция в крест простирания фациальных поясов) возможно по выявленным закономерностям в смене сообществ на площади и в разрезе: экологические «гаммы» и «палеосукцессии». Ряд авторов (Геккер, 1957; Кальо, 1982; Буко, 1990) указывают на возможности обособления или дробления геологических тел на ос^вани и выявленного сходства или различия смежных по времени древних сообществ. 2.8. Смежные дисциплины, структура палеоэкологии Современные представления о структуре и смежных дисциплинах палеоэкологии формируются исходя из разработок в области общей экологии и биоэкологии с учетом особенностей предмета исследований — окаменелостей, специфики метабиосферы («былых биосфер»), как возможной среды и результатов функционирования древних биот. При этом учитываются особенности связей палеоэкологии с геологическими и биологическими науками. Составными частями палеоэкологии являются: палеоаутэкология, палеосинэкология, глобальная экология. Как смежные дисциплины, являющиеся в то же время специальными направлениями палеоэкологических исследований, выделяются: актуопалеонтология, тафономия, биостратономия, палеоихнология, танатология, тератология, хорология, палеофизиология, литофациальный анализ, экогения. Палеоаутэкология — экология отдельных видов древних организмов. Включает два направления:: экологию отдельных фоссилий и экологию палеопопуляций. Палеосинэкология—экология ископаемых сообществ («ценозов»). Восстановление палеоэкосистем является очень трудной задачей, так как многие элементы и целые блоки этих экосистем не доходят до исследователя. Глобальная палеоэкология — составная часть глобальной эколоhttp://jurassic.ru/ 31 гии, или биосферологии, изучающая метабиосферу (или былые биосферы), ее крупные перестройки, события и экологические кризисы. Исследуется роль живого вещества в биосфере, возникновение и главные этапы развития биот во времени. Актуопалеонтология— привлечение ныне наблюдаемых природных явлений для интерполяции геологических процессов; применяется способ поиска аналогий. Направление выделено Р.Рихтером в 1928 г., более детально возможности актуопалеонтологии раскрыты С.В.Максимовой (1984). Тафономия — учение о захоронении остатков организмов, закономерностях перехода органических остатков из биосферы в литосферу (метабиосферу) в результате воздействия совокупности геологических и биологических процессов, является переходной наукой между биологией и геологией. Тафономию можно считать синонимом учения о фоссилизации. В состав тафономии включаются биостратономия и актуопалеонтология как методы изучения (подробнее см. в разделе «Тафономические методы в палеоэкологии»). Биостратономия — учение о распределении разных групп организмов в слоях и пачках горных пород. Некоторые исследователи считают биостратономию одним из разделов тафономии. Изучается статистика фоссилий, их ориентировка, взаиморасположение, соотношение с кровлей и подошвой пласта и текстурными элементами. В последние годы активно применяются методы математической статистики, графические обобщения в виде гистограмм, диаграмм, циклограмм. Танатология — изучает причины гибели как отдельных особей, так и массового вымирания организмов. Выводы используются для расшифровки условий жизни древних организмов, выявления лимитирующих факторов, а также для изучения возможных биотических факторов среды. Палеопатология — исследует палеопатологические явления: травмы, следы нападения хищников, нарушения цикличности роста и др. Хорология — учение о местообитаниях организмов и их классификации. ~\ Тератология —паука, об уродствах; выясняются дричины этих явлений, представляются сведения о среде обитания.

**Лекция 3. Археология ландшафта.** Взгляд на археологический материал о поселениях становится в перспективе более глобальным. Археологи пришли к размышлениям об «археологии ландшафта» как противоположности распределению поселений. Слово **ландшафт** не имеет простого определения, но все согласны с тем, что ландшафты могут создаваться людьми. Ландшафт подобен куску мрамора в руках скульптора. В археологическом контексте ландшафты вокруг города майя Копан или Авербюри, южная Англия, периода каменного века изменились с тех пор, как там впервые поселились люди. Оба ландшафта кардинально изменились в прошлом веке, совершенно не так, как менялись в предыдущие века и тысячелетия. Наша задача — реконструировать ландшафт в таком виде, каким его видели те, кто жил в нем. Это то, что Симас Колфилд называет «ландшафтом памяти». Археолог Стефани Уитлиси (Stephanie Whittlesey) заметила: «Ландшафты являются пространственным и материальным проявлением отношений между людьми и окружающей их средой».Археологи изучают ландшафты разными способами: с помощью экологически обоснованных систем, технологически обремененных методов с ГИС и спутниковыми данными и, с другой стороны, почти литературными методами — посредством описания таких явлений, как сады XVIII века или французские рынки . Новое поколение исследований поселений обращается к ландшафтной географии как средству изучения реальных древних ландшафтов, где символическое отношение к окружающей среде, а также к экологии играет важную роль. Термин «знаки» ландшафта описывает то, что археологи изучают в следующем контексте: материальные следы, оставленные на поверхности земли определенными группами. Многие археологи, занимающиеся исследованием ландшафтов, мыслят об организации ландшафта с позиции трех измерений:

 1. Физические характеристики и свойства.
2. Исторические трансформации во времени.
3. Физические и символические отношения людей с окружающей их средой.

Анализ ландшафта является формой исторической экологии, где меняющиеся в течение длительного времени ландшафты выступают в качестве культурного материала. Ландшафты являются символами культурной стабильности, которая сохраняет во времени стойкие значения. Как таковые, они являются настолько же культурным материалом, как отдельные памятник и артефакт, иногда они рассматриваются как метод, которым люди организовывают свое отношение с социальным миром, потенциально жизнеспособным источником информации об идеологии и культурных неосязаемых элементах (cultural intangibles). Большая часть такого исследования пополняется информацией из этнографических и исторических материалов. Группа археологов, проводившая крупномасштабное исследование долины Лауер Верде в Аризоне, получила задание изучить структуру использования земель, изменявшуюся в течение длительного времени. Для того чтобы выполнить ее, они зафиксировали современные и исторические ландшафты как европейцев, так и коренных американцев и затем уже работали оттуда в сторону далекого прошлого с теоретической структурой, основанной на теории ландшафта.Такое исследование до сих пор остается новинкой в археологии, но оно делает успехи по мере того, как археологи все более понимают отношения между коренными людьми и их землей. Роберт Макферсон выразительно описал подобное отношение у навахо: «Земля — это не только системы поразительно устойчивых топографических особенностей, которые удивляют людей или подталкивают к ее обработке, она является живым, дышащим организмом в этой неживой вселенной. Земля с ее водами, растениями и животными является духовным творением, которое привели в движение боги в своей мудрости. Эти составляющие находятся здесь для того, чтобы помогать, учить и защищать нас посредством систем верований, которые объясняют отношение человека к человеку, к природе и к сверхъестественному. Игнорировать эти учения означает игнорировать цель жизни, значение существования ». Когда археологи изучают древние поселения и давно исчезнувшие ландшафты вокруг них, им нужно помнить эти слова.

Археология поселений, изучение изменчивых структур поселений человека является частью анализа адаптивных действий человека по отношению к окружающей естественной и культурной средам.

Структуры расселения — это схема и распределение поселений на местности. Они определяются многим факторами, среди них окружающая среда, социокультурные практики, технологии, а также некие практические соображения, рост численности населения и социальная организация. Брюс Триггер определяет три уровня структуры расселения: строение и зоны деятельности; компоновка строений в рамках отдельной общины; распределение общин на местности. Системы, включенные в эти уровни, зависят от факторов, которые отличаются по качеству и степени воздействия от других уровней.Отдельные здания можно изучать с точки зрения формы и материала или функциональности. Социальные и политические институты также влияют на конструкцию отдельных домов.Община — это группа с максимальным количеством людей, обычно живущих поблизости. На схему общины в значительной степени влияют политические и социальные факторы. Археологи ищут кластеры атрибутов расселения, которые могут указывать на объединение в группы социальных единиц.Анализ зоны реального использования ресурсов употребляется для учета ресурсов около доисторических памятников. Это изучение взаимоотношений между технологией и доступными естественными ресурсами.Довольно затруднительно оценить численность населения отдельных общин, даже исходя из современных археологических сведений, так как на археологический материал воздействует слишком много переменных.Численность населения доисторических памятников оценивали субъективным гаданием, по математическим формулам и сложным расчетам способности земли прокормить определенное количество людей.Ландшафт является культурной конструкцией, и археология ландшафта — это попытка взглянуть с помощью научных данных на те неосязаемые факторы, которые определяют взаимоотношения между людьми и постоянно меняющимися ландшафтами.

**Лекция 4.**  **Формироование и развитие археологии поселений.** Поселения, являясь частью системы местообитания человека, по праву считаются наиболее информативными источниками по истории повседневной жизни, экономики и культуры древних обществ. Формы поселений разнообразны, они варьируют в зависимости от экологических условий, экономических основ, культурных традиций и уровня развития человеческих групп. Несмотря на существование общих принципов исследования древних поселений, конкретные ситуации, будь то географическая зона или культурная принадлежность, всегда диктуют необходимость выработки наиболее адекватных подходов и методов изучения. Актуальность этого обстоятельства возрастает по мере расширения диапазона понятия «поселение», которое охватывает не только памятники с выраженными остатками жилищ или/и других стационарных построек, но и различные места временного пребывания человека, в том числе сезонного, отмеченные иногда лишь небольшим количеством фрагментов керамики или костей. Исходя из убеждения в полезности чужого опыта, в настоящей статье я попытаюсь кратко осветить процесс становления концепции поселенческой археологии (settlement archaeology) за рубежом, преимущественно в англоязычных странах. Этот процесс шел параллельно с развитием теоретических парадигм археологии. Сам термин «settlement archaeology» вошел в постоянное употребление в европейской и американской литературе в 1950–1970-е гг., хотя появился он гораздо раньше. Тогда же, в условиях влияния идей функционализма и системного анализа, в западной археологии сформировались основные компоненты концепции поселенческой археологии. В литературе появились такие понятия, как «поселенческая система» (settlement system) и «паттерн расселения/поселения» или «модель расселения/поселения» (settlement pattern).1 Они, конечно, не сразу вошли в исследовательский обиход.Было много сомнений в их необходимости для решения конкретных исследовательских задач. Отвечая на сомнения коллег, Брюс Триггер писал: «…скептики, считающие, что “settlement archaeology” всего лишь новый термин для обозначения того, что археологи делали всегда, не правы. Археология поселений не сводится только к методике и технике исследования, она основана на определенных теоретических положениях». По мнению Джереми Саблофф и Винди Ашморе, поселенческая археология, в частности изучение паттерна поселений (расселения), стала после II Мировой войны самой инновационной отраслью археологии с точки зрения методологии и теоретического вклада. Интерес к поселенческим памятникам в Европе отчетливо проявился в период индустриальной революции, когда при застройке новых территорий рабочие сталкивались с остатками древних мест обитания. Но особенно много новых памятников было открыто в XIX в., что, в свою очередь, стимулировало развитие методики раскопок и создание в некоторых странах специальных учреждений по их изучению и учету. Хотя, точности ради, нужно отметить, что европейские археологи тогда все же предпочитали погребальные памятники и интересовались в основном типологией артефактов из богатых могил, а развитие поселенческого направления осуществлялось за счет отдельных исключительных открытий, таких, в частности, как кельтские оппидумы. Во Франции, например, во время Второй Империи исследование поселений получило своеобразный стимул со стороны Наполеона III, интересовавшегося идентификацией описанных Цезарем галльских городов.Говоря о происхождении понятия «археология поселений», исследователи отмечают несколько национальных традиций, которые внесли значительный вклад в формирование рассматриваемого направления. В первую очередь упоминаются американская, британская и немецкая. Американская традиция восходит к одной из последних работ Льюиса Моргана (1881), в которой он поставил вопрос о том, возможно ли по остаткам жилой архитектуры североамериканских индейцев судить об их социальной организации. Но этот вопрос в течение нескольких десятилетий оставался даже без попыток ответа. В Англии, как, впрочем, и в других странах Европы, в конце XIX — начале XX в. доминировала культурно-историческая парадигма, определявшая заметный интерес к этнокультурным аспектам археологических памятников. Типы поселений, раскапывавшихся и выявленных в ходе обследования территорий, традиционно связывались с какими-либо этническими группами и их распространением. В особенности это касалось кельтской идентификации археологических материалов . Подобная ситуация наблюдалась и в Германии, где сходные по облику культурные остатки группировались в «культурные группы», «культурные провинции», «культуры». Археологи стали все больше интегрировать древние поселения в культуры, которые в конечном счете получили статус археологических. Как известно, первое определение археологической культуры (Kulturgruppe) было дано Густавом Коссинной. Под ней подразумевались «четко определенные археологические области, связанные с определенными народами или группами племен на протяжении долгого времени». Первая половина XX в. отмечена целым рядом событий, заметно повлиявших на развитие мировой археологии в целом и археологии поселений в частности. В США появились исследования, в которых уделялось большое внимание экологическому фактору и его влиянию на развитие культуры, прежде всего через экономику жизнеобеспечения. В конце 1930-х гг. Юлиан Стюард опубликовал несколько работ о социальной организации аборигенов югозапада США, где впервые широко использовал понятие «модель расселения», проследив распределение поселений на локальном и региональном уровнях. В дальнейшем, будучи неудовлетворенным существовавшими тогда объяснениями изменений в культуре, он ввел и обосновал понятие культурной экологии как методологии изучения адаптации человека к природной среде. Ю. Стюард пришел к материалистическому пониманию того, что корневая часть культуры (culture core — subsystems system) непосредственно зависит от экологических условий, которые, по его мнению, и являются мощным фактором культурных изменений. Он считал, что археологи не должны концентрироваться только на стилистических вариантах и артефактах, им нужно изучать изменения в экономике жизнеобеспечения, в демографической ситуации и моделях расселения. Подход Ю. Стюарда способствовал оформлению археологии поселений как отдельного направления со своей спецификой. Однако многие историографы отдают все же первенство в этом Гордону Уилли, который, кстати, по настоятельному совету Ю. Стюарда организовал один из первых больших проектов междисциплинарного характера «Доисторический паттерн поселения в долине р. Виру (Перу)». Он намеренно сфокусировал усилия на систематическом поиске и картографировании поселенческих памятников обширного и сложного в ландшафтном отношении региона. «Паттерн поселения» он определил «как способ, каким человек устраивает себя в ландшафте, в котором живет. Это относится к жилищам, к тому, как он их перестраивает, к другим зданиям, относящимся к общественной жизни. Эти поселения отражают условия природной среды, уровень технологии, которой пользуются строители, а также различные институты социального взаимодействия и контроля, поддерживаемые культурой. Поскольку “паттерны поселения” определяются в значительной степени культурными потребностями, они предлагают стратегическую точку отсчета для функциональной интерпретации археологических культур».15 Проект Уилли был для того времени абсолютно инновационным по целям и методологии. Новизна его подхода станет более понятной, если вспомнить, что американская археология начала 1950-х гг. была преимущественно занята классификаторско-артефактными штудиями, а обследования территории имели, как правило, цель нахождения памятника, заслуживающего раскопок. Уилли исходил из того, что поселения, как и другие археологические источники, это неполные, фрагментарные обломки того, что было когда-то живым и целым. Тем не менее, в них лучше, чем в других материалах, доступных археологу, отражается социальная и экономическая деятельность древних обществ.Уилли впервые использовал аэрофотосъемку для точной локализации поселений, а также реализовал большую программу сбора различного рода образцов для того, чтобы определить размеры и границы памятников.Американские археологи с энтузиазмом восприняли результаты его исследований и выдвинутые им идеи. Новый подход, делающий упор на исследование среды, моделей расселения и экономических аспектов доисторических обществ, определил стратегии развития археологии поселений на многие годы вперед. В то же время в европейской археологии также наметилось изменение отношения к поселениям, хотя, возможно, не такое радикальное, как за океаном. В Британии эти изменения связываются с географической школой и работами Грэхема Кларка, а также умеренным диффузионизмом и материализмом Гордона Чайлда.Последний, имея совсем небольшой полевой опыт, повлиял не только на британскую, но и на мировую археологию. Он повернул внимание коллег от отдельных артефактов к обществам, которые можно реконструировать через археологические источники.В конце 1940-х гг. Грэхем Кларк провел широкие раскопки на торфяниковом поселении мезолитического возраста Стар Карр (Star Carr) на востоке Англии. В исследованиях, кроме археологов, участвовали биологи, проведшие серию анализов (споро-пыльцевой, археозоологический). До этого британский мезолит был представлен лишь небольшим количеством каменных орудий, костей животных и ям-убежищ. Г. Кларк видел одной из своих задач восстановление экологических условий и ресурсов, которые могли использовать для своего жизнеобеспечения охотники-собиратели, оставившие памятник.Несмотря на то что по следующие раскопки поселения Стар Карр в значительной мере изменили представление о нем, проект Г. Кларка открыл новые пер спективы в изучении древних поселений. Впоследствии он стал одним из основателей экономического направления в археологии. В дальнейшем в британской и американской антропологии сформировалась тенденция рассматривать культуры как структурированные образования, изменяющиеся под влиянием внутренних и внешних (экологических) факторов. В это же время появились работы, подчеркивающие важность контекста, который становился ключевым средством для реконструкции образа жизни обитателей того или иного поселения. Здесь нужно отдельно остановиться на германской традиции. Часто в литературе понятие «археология поселений» связывается с именем Густава Коссинны, который при всей реакционности своей идеологии и фанатическом национализме является основателем концепции «археологической культуры» и последователем культурно-исторического подхода и ретроспективного метода.25 Г. Коссинна ввел понятие «Siedlungsarchaeologie», в которое он вкладывал смысл «археология обитания», будучи всю свою жизнь озабоченным определением территории расселения германцев и изучением их миграций. Он, как и другие европейские археологи того времени, верил, что хронологическая последовательность культур отражает этническую непрерывность и что картографирование типов артефактов, характерных для каких-либо племенных групп, является средством определения их территории обитания, а к поселениям как таковым он не имел никакого отношения. Как известно, 1960-е гг. были ознаменованы появлением нового теоретического направления в западной археологии — Новой, или «процессуальной», Археологии. Это было вызвано неудовлетворенностью ученых возможностями культурно-исторической парадигмы в решении задач изучения и реконструкции древних обществ и их структуры. Новая Архео логия исходила из необходимости изучения длительных процессов смены социальных и культурных традиций как в отдель ных популяциях, т. е. на локальном уровне, так и в больших объединениях, т. е. в региональном масштабе. А эти изменения она интерпретировала как результат адаптации обществ к различным экологическим условиям. Одним из основателей и яростных апологетов нового направления был Льюис Бинфорд, изложивший его главные положения в двух статьях «Археология как антропология» и «Археологическая систематика и изучение процесса развития культуры».26 Бинфорд и его последователи хотели видеть в археологии математическую, эволюционистскую и экологическую науку, которая была бы способна анализировать сложные культурные системы и в которой гипотезы относительно всех форм культурной изменчивости были бы проверяемы.Что касается поселений, то новые тенденции в их исследовании появились уже в. предыдущий период. Необходимость в сотрудничестве археологии с естественнонаучными дисциплинами также уже была осознана. Системный подход, принятый Новой Археологией как один из ее краеугольных камней, как нельзя лучше подходил для изучения поселений, содержащих информацию по многим аспектам жизнедеятельности и образа жизни древних коллективов и их отношений с окружающей средой (природной и культурной). В 1968 г. под редакцией Чжана Гуанчжи (Chang, Kwang-chih) вышла книга «Археология поселений», в которой были представлены ее основные положения и методология.Поселения рассматривались на различных примерах как основные объекты функционального, эволюционного и междисциплинарного (scientifi c) анализа. Сам Чжан Гуанчжи считал, что в центре внимания исследователя должна быть община, которая в археологии лучше всего представлена поселением.Он писал: «Поселение — не логическая абстракция, и оно не может быть охарактеризовано перечислением типов артефактов… Поселение это археологическая ячейка повседневного значения».Льюис Бинфорд, участвовавший в раскопках многих поселенческих памятников, и другой американский археолог, Кент Фланнери, изучавший памятники центральной и южной Мексики, исследовали внутренние изменения в поселенческих системах. В коллективной монографии «Ранняя мезоамериканская деревня», изданной под редакцией К. Фланнери и содержащей несколько написанных им глав, представлены основные уровни анализа, принятого в западной археологии поселений: 1) анализ на уровне семейного жилища (household), 2) анализ на уровне общины (community), 3) анализ на уровне деревни/поселка, включая освоенную кэчмент-зону, 4) анализ на региональном уровне.Эти уровни различались по содержанию и степени проявления различных (внешних и внутренних) факторов. Такой подход был обоснован в одной из работ Брюса Триггера, который утверждал, что паттерн поселения должен анализироваться на трех основных уровнях — отдельного жилища отдельного поселения и распространения поселений внутри определенного региона или зоны.32 Желательным результатом такой работы должно было быть получение археологической карты изучаемой территории и составление каталога поселений с характеристикой их параметров, архитектурных остатков и с хронологической позицией. Анализ всей полученной информации преследовал цель распределения памятников по категориям в соответствии с выбранными критериями, к числу которых принадлежали, например, ранг поселения (региональный или локальный центр), организация поселения (убежище, дисперсный или нуклеарный поселок).33 Иерархия поселений (например, укрепленных и открытых или больших и малых) стала рассматриваться как основной признак, позволяющий интерпретировать соответствующее археологическое образование в теории социальной сложности (в частности, иерархия поселений считается одним из главных признаков вождества). По моим наблюдениям, в американской археологии довольно популярны и даже обязательны сплошные обследования территории, сопровождающиеся системным сбором подъемного материала и различного рода образцов, а также системными тестовыми раскопками (шурфовкой). Это, несомненно, результат влияния традиции, выработанной в рамках концепции расселения (settlement pattern). Джефри Парсонс, подготовивший обзор состояния поселенческой археологии на середину 1970-х гг., отмечал, что в США к тому времени было еще немного проектов, посвященных углубленному исследованию отдельных памятников, в первую очередь из-за трудоемкости и высокой стоимости этих работ.Однако уже в 1980-х гг. внимание к исследованию памятника и отдельного жилища заметно повысилось, и в археологии поселения по явилось еще одно ответвление — «археология домохозяйства» (household archaeology), — целью которого было тщательное изучение как жилища, так и распределения находок в его пределах для определения зон деятельности (приготовления пищи, изготовления орудий труда, производства какой-либо продукции). Яркими сторонниками процессуализма в Европе были Колин Ренфрю и Давид Кларк. Последний сформировал свои теоретические убеждения независимо от американской школы, под воздействием Новой Географии, которая зародилась в Кембриджском университете. Основы своей концепции, построенной на понимании культуры как динамической системы, Д. Кларк изложил в объемном труде «Аналитическая археология», переполненном сложными схемами, математическими формулами, новыми терминами и т. п. Примером последовательного и достаточно успешного применения системного подхода является работа Колина Ренфрю, в которой он представил синтетическую модель зарождения Эгейской дворцовой цивилизации. Исследуя региональную систему расселения, он пришел к убедительному выводу о том, что в изучаемый период имел место рост численности населения, вызвавший, в свою очередь, увеличение объема земледельческой и металлургической продукции, а также развитие системы обменных связей.Очень популярной в 1970-е гг. была тематика, связанная с поисками границ в культурной и социальной эволюции. В этом русле исследовались проблемы происхождения оседлости, урбанизации, развития социальной сложнос ти. Ключевую роль в данной области играла поселенческая археология. Достаточно вспомнить труд почти в 1 000 страниц «Человек, поселение и урбанизм», вышедший в 1972 г. и содержащий материалы, представлявшие различные регионы мира.Включающая 86 статей по самым разным аспектам поселенческой проблематики, эта книга стала своеобразным справочником в данной области. Стоит заметить, что успеху поселенческой археологии в 1960–1970-х гг. и ее популярности в США и Европе способствовал экономический рост, следствием которого было увеличение объемов строительных работ и, соответственно, археологических раскопок и числа людей, занятых в них. Вместе с тем государственная поддержка больших археологических проектов также увеличилась. Несмотря на то что в последующее время процессуальный подход неоднократно и справедливо подвергался критике, именно в его рамках было сформировано современное представление о том, каким должно быть исследование поселенческих памятников. В первую очередь это касается междисциплинарного подхода, который стал неотъемлемой частью любого археологического проекта. Он породил много новых ответвлений археологии, связанных с решением различных проблем. В 1970-е гг. появился новый метод пространственного анализа археологических памятников и их соотношения с окружающей средой. Он был заимствован из экономической географии и получил название Site Catchment Analysis. В то время археологов интересовал вопрос, как люди эксплуатировали окружающую среду, а именно территорию за пределами поселений. Допускалось, что поселения возникали в ландшафте не хаотично, а в максимально удобных местах. В исследования привлекались географические и этнографические данные, относящиеся к различным экологическим зонам, для того чтобы оценить расстояния, которые люди могли преодолевать с целью освоения ресурсов. В результате была разработана модель, очерчивающая круг определенного радиуса (в зависимости от хозяйственной ориентации древнего населения), в центре которого находилось поселение или группа поселений. (Но в реальности такая модель зависела от локальной топографии. Так, для охотников-собирателей была определена условная территория радиусом 10 км (2 часа ходьбы), для земледельцев — радиусом 5 км (1 час ходьбы). Описываемый метод обеспечивает основу для интеграции «ин-сайтных» и «оф-сайтных» данных посредством таких понятий, как эксплуатируемая территория, внутри которой осуществлялись основные повседневные действия обитателей поселения, и кечментзона (зона жизнеобеспечения), в пределах которой реализовывались все экономические действия годового цикла. Кроме того, этот метод помогает оценить возможности (carring capaсity) ландшафта. В целом, переход к междисциплинарной и проблемно ориентированной археологии поселений произошел практически одновременно во многих европейских странах. В ней выделяют два главных направления. Оба они экологически ориентированы, и оба опираются на междисциплинарный анализ. Но они различаются исследуемыми проблемами и возникающими в их рамках вопросами. Первое направление исследует проблемы, связанные с распределением поселений в ландшафте и с факторами, которые определяют их локализацию. Оно изучает модель расселения. При этом важен хронологический аспект, а уровень исследования — макроструктурный. В рамках этого направления были впервые обследованы огромные территории, в частности в зонах ранних цивилизаций в Мезоамерике и на Ближнем Востоке (Месопотамия). Данный подход инспирировал также появление так называемой «нон-сайтной (non-site)», или «оф-сайтной (off-site)», археологии, занимающейся исследованием следов кратковременного пребывания человека в том или ином месте и следов его действий, представленных рас сеянными или компактными скоплениями артефактов или экофактов. Такие источники стали доступными в результате сплошных обследований, которые показали большую вариативность остатков человеческой деятельности, в том числе поселенческих моделей в соответствующих ландшафтных системах. Второе направление рассматривает поселения как отдельные социальные системы. В этом случае анализ концентрируется на видах человеческой деятельности и на их взаимодействии с окружающей средой на уровне определенной социальной единицы. Исследования подобного рода проводятся на микроструктурном уровне,49 основываясь на тех же концептуальных принципах в изучении зон обитания, структур и сообществ. Развитие первого направления привело к тому, что в 1980-х гг. сложилось его ответвление — ландшафтная археология (landscape archaeology), хотя ее отдельные проявления отмечались и в более раннее время. Например, еще в 1920-е гг. британский археолог Фокс, проводя археологическое обследование территории в окрестностях Кембриджа, пытался найти связь между отдельными категориями памятников и определенными свойствами ландшафта. Но особенно популярным это направление стало позднее и остается таким и в настоящее время. Главным его содержанием является исследование взаимодействия между людьми и пространством, которое они занимали. На проблематику ландшафтной археологии повлияли идеи постпроцессуализма, распространившиеся в последнее десятилетие прошлого века. Археологи начали отходить от дихотомического взгляда на ландшафт как на пассивный объект действия человека или прямой детерминант культурного развития, признавая активную роль, которую ландшафт должен был играть в прошлых социальных отношениях и когнитивных системах. Стало больше внимания уделяться поиску и анализу сакральных или просто социально значимых мест. Многие археологи, в частности те, кто работает в регионах, которые были плотно и последовательно заселены на протяжении тысячелетий, таких, например, как Европа, ставят задачи «чтения ландшафта». Для этого могут применяться различные методы, в том числе пешее обследование, аэрофотосъемка, использование архивных документов и карт. Есть тесная связь между этой формой археологии и традиционной исторической географией. Кроме того, ландшафтная археология исследует антропогенное воздействие на ландшафт. Решающую роль при этом играют палеоклиматология, археоботаника и археозоология. В рамках второго направления развивалась уже упоминаемая выше «археология домохозяйства» (household archaeology), которая акцентирует свое внимание на отдельных поселениях и индивидуальных структурах (жилищах, постройках). При этом основным методом исследования является систематический контекстный и пространственный анализ распределения всевозможных следов прошлой деятельности, будь то экофакты, артефакты, их части, особенности слоя и контекста или архитектурные остатки. По мнению ряда зарубежных специалистов, археология домохозяйства возникла как своего рода реакция на слишком большое увлечение макросистемными исследованиями, в которых «не было видно человека». Цели и содержание этой субдисциплины варьируют так же, как теоретические составляющие самой археологии. Вообще, ее окончательное оформление как отдельного направления произошло уже на исходе 1980-х гг. на фоне растущего влияния постпроцессуализма, усомнившегося в могуществе дедуктивного метода и макроструктурной теории и провозгласившего взамен методологический индивидуализм (multivocal, interpretative archaeology), внимание к человеку (agency theory) и субъективность археологической интерпретации. Предполагалось, что домохозяйство — это уровень, на котором социальная группа непосредственно взаимодействует с экономическим и экологическим процессами, и что его изучение дает археологу шанс исследовать социальную адаптацию (в функциональном смысле) с помощью эмпирических археологических данных. Такой подход давал специалистам возможность перейти от масштабных теорий культурной изменчивости и глобальной эволюции к «практической археологии черепков и каменных орудий». Но поскольку археологи раскапывают остатки жилищ и артефакты, а не социальные группы, потребовалось обращение к антропологическим (этнографиче ским) знаниям, относящимся к таким категориям, как родство, демографический состав, вариативность семейных групп, совместный труд и т. п. Однако, в отличие от предшествующего времени, когда археология фактически использовала прямые этнографические аналогии для описания ситуаций прошлого, предполагалось, что этнография должна служить не как указатель, а как знак, как средство исследования возможностей рекон струкции разнообразия и изменчивости по вседневной жизни. Е. Хаммел и П. Ласлетт ввели понятие корезидентной группы, которая состоит из людей, использующих одно и то же пространство для еды, сна, отдыха, воспитания детей и т. п., т. е. из представителей одного поселка. Конкретные исследования, относящиеся к различным регионам и выполненные в рамках археологии домохозяйства, предлагают целый спектр наблюдений, касающихся процессов археологизации, образования и трансформации культурного слоя, формирования контекста, методов и техники исследования микроструктур. нИзначально основные темы археологии домохозяйства традиционно были связаны с изучением структуры домохозяйства, жизнеобеспечения, экологической культуры и домашних производств. В настоящее время к ним добавляются темы, связанные с повседневной жизнью, идентичностью, гендерными аспектами. При этом домохозяйство рассматривается не только и, пожалуй, не столько как материальная структура, но и как корезидентная социальная группа, разделяющая с другими подобными группами, кроме общей территории поселения, еще и общие взгляды, ценности, интересы и цели. Переходя к заключительной части статьи, хочу заметить, что мне, видимо, не удалось отразить всего многообразия поселенческой археологии, какое можно найти в огромном море зарубежной археологической литературы. Эта тематика практически неисчерпаема. За рамками статьи осталось много интересных моментов. Однако совершенно очевидно, что к настоящему времени поселенческая археология значительно расширила свою предметную область, методологическую базу и методический аппарат, оформившись в отдельную отрасль современной археологической науки, обладаю щую своей ярко выраженной спецификой. Она определяется как сложная дисциплина, изучающая общественные отношения на основе археологических данных древних систем местообитания. Расширение сферы применения концепции «паттерна поселения» и ландшафтного подхода в последние десятилетия способствовало уменьшению влияния нормативных теорий культурных изменений и большему разнообразию в археологии. Археологические обследования обеспечили достижения в изучении древних социальных систем как на региональном, так и на зональном уровнях. Тем не менее продолжаются дебаты по экологическим ограничениям реализации данного подхода, ведется обсуждение относительных достоинств и недостатков различных методов, проблем хронологического контроля, процедур оценки демографических параметров и приемов интерпретации поселенческих данных. Одной из методических проблем является выбор между стратегиями полного или выборочного обследования территории. При выборочном обследовании, которое чаще всего используется, возникает другая проблема — как экстраполировать полученные данные на весь регион или период.Известно, что наибольших успехов археология поселений достигла в безлесных экологических регионах, где доступность методов удаленного обследования гораздо выше, чем на пространствах с большой растительностью и/или с застройкой. Поселенческая археология проводит исследование постоянных и временных мест обитания и их связи (взаимодействия) с ландшафтом и окружающей средой. Кроме этого, она предусматривает изучение поселения как такового (in-site analysis) и пространства за его пределами (off-site analysis). С появлением GPS (глобальной системы позицио нирования), быстрого и точного способа записи данных в этой области, и ГИС (географических информационных систем) в качестве средств для систематизации и управления этой информацией, стало возможным экспериментировать с границами распространения, плотностью и концентрацией артефактов для реконструкции видов расселения и землепользования в различные периоды в прошлом.Современные исследования в поселенческой археологии по определению междисциплинарны : они требуют специальных знаний в естественных и социальных науках, архитектуре, городском планировании, а также специальных методик, необходимых для поиска, регистрации, анализа данных, управления базами археологических данных и консервации памятников.

###  Лекция 5. Методы исследований в палеоэкологии.

Среди методов палеоэкологии выделяются следующие: морфофункциональный, актуалистический, тафономический, количественные, экспериментальный и биогеохимические. Эффективность исследований связана с комплексным использованием методов, однако значимость каждого из них определяется конкретными условиями работы и зависит от ряда причин - степени близости вымершей группы к ныне живущей, древности отложений, сохранности окаменелостей и т. д.

**Морфофункциональный метод**. Это один из наиболее ранних методов палеоэкологии, позволяющий на основании изучения формы окаменелости или следа жизнедеятельности судить об образе жизни и отчасти условиях обитания организма-хозяина. Анализ базируется на представлении об адаптивном значении большинства структур или раковины. Например, сильно выпуклая левая створка *Fatina* рассматривается как приспособление к лежанию на ней взрослой особи, а очень толстая раковина - результат обитания в теплых мелких водах палеогенового моря [235, 391]. При этом нужно помнить, что, с одной стороны, не всякая адаптация реализуется в морфологии, а с другой - морфологическая лабильность ограничена эволюционными возможностями той или иной группы организмов. Так, мелкораковинные двустворчатые моллюски обычно менее специализированы и редко имеют какие-либо особые приспособления. Многие структуры не могли развиваться из-за несовместимости с первичными структурами. В связи с жесткими морфологическими ограничениями многие признаки повторялись, что обусловило конвергенцию [2316].

Классическим примером, до сих пор не утратившим своего значения, является эволюционный анализ В. О. Ковалевского формы скелета третичных лошадиных в связи с изменением функции органов передвижения и захвата пищи, вызванным сменой условий их обитания [494]. Исследования беспозвоночных (тетракораллов, брахиопод и морских лилий) в этом направлении были проведены Н. Н. Яковлевым [1239].

Результаты грамотно выполненного морфофункционального анализа считаются в палеоэкологии самыми надежными для суждения об образе жизни организмов. Однако получаемые выводы могут быть неравнозначны. Наиболее обоснованными следует считать суждения об образе жизни вымерших организмов, потомки которых сохранились до настоящего времени. Так обстоит дело с крупной ветвью детритоядных двустворчатых моллюсков - ктенодонтов (палеотаксодонтов). Сходство морфологических структур синуса мантийной линии, рострообразно удлиненный задний край, а также наличие внутренних и наружных лигаментных образований позволяют не только предположить похожий образ жизни этих моллюсков в течение всего фанерозоя, но и высказать достаточно убедительное мнение об условиях их обитания исходя из одинаковых приспособлений для добывания пищи [678, 911]. Уникальные находки пиритизированных ядер кишечника нукулан (ктенодонты) из нижнеюрских отложений Англии, показавшие сходство в анатомическом строении, а следовательно, способе питания ископаемых и современных нукулан, еще раз подчеркивают высокую эффективность морфофункционального анализа [1458].

Критерием достоверности реконструкции образа жизни полностью вымерших групп могут быть тафономические наблюдения, нахождения их скелетных остатков в прижизненных захоронениях. Например, находки раковин нескольких экземпляров раннепермской *Meeckella*, соединенных в один пучок (макушками) и несших следы совместного роста, убедили Н. Н. Яковлева [1236, 1238, 1239], что эти брахиоподы прирастали при жизни к твердому морскому дну.

Менее надежны, но все-таки заслуживают внимания сходные реконструкции, выполненные другими исследователями. Так, В. И. Бодылевский [95] и В. Швайцер [2251] независимо друг от друга пришли к единому мнению об образе жизни раннеюрского двустворчатого моллюска *Plicatula (Harpax) spinosa*, лежавшего на взрослой стадии на правой створке, покрытой тонкими иглами. Б. В. Наливкин [725] и Д. Никол [2008] на основе функциональной морфологии раковины *Conocardium* сделали вывод об эпибентосном образе жизни этого рода (рис. 89).

*
Рис. 89. Предполагаемое положение раковины Conocardium на грунте: По Б. В. Наливкину. Реконструкция дана на основании морфофункционального анализа*

Хорошо известно, что сходный образ жизни нередко приводит к конвергенциям. Конвергенции обнаружены среди ряда групп ископаемых. Особенно часты они у беспозвоночных, что, возможно, связано с морфологическими ограничениями: использование в качестве адаптивных сравнительно небольшого числа морфологических структур приводило к повторениям признаков. Таковы хрестоматийные ряды кубковых у жесткоприрастающих - губок, археоциат, ругоз, усоногих раков, двустворчатых моллюсков, брахиопод [342]; примером могут служить сосуды свободнолежащих морских двустворок (грифеид, пектинид) и брахиопод (продуктид).

При выяснении функции той или иной структуры не следует забывать о мультифункциональном значении некоторых из них. Необходимо обратить внимание на корреляцию признаков. Например, наличие глубокого синуса у двустворок коррелятивно связано с удлинением задней части раковины.

Одна из ярких особенностей экзоскелета беспозвоночных (моллюсков, брахиопод и др.) - линии роста на раковинах, свидетельствующие о неравномерности (периодичности) роста животного. Периодичность роста бывает связана с приливно-отливными, лунными, месячными или сезонными циклами. Расшифровка этих событий по характеру знаков роста также входит в круг вопросов, решаемых функциональной морфологией. В этой же связи нередко изучается микро- и ультраструктура раковин.

Наиболее сложным случаем морфофункционального анализа является восстановление функции животного по форме оставленного им следа. Известно, что в одном случае разные животные оставляют весьма сходные следы, а в другом случае одно и то же животное - разные следы в зависимости от поведения. Критерием, повышающим достоверность заключения о природе следа, могут быть находки в тех же слоях остатков животных-хозяев, а также аналогов-построек, сделанных ныне существующими животными. Именно таким способом была доказана связь нор в палеогеновых отложениях Средней Азии с жизнедеятельностью десятиногих раков (*Calianassa*) на прибрежной песчаной литорали Ферганского залива палеогенового моря [235]. По отпечаткам конечностей трилобитов (*Phacops, Homalonotus?, Illaenus?, Redlichia*) были сделаны заключения об их форме и функциях [2265].

**Актуалистический метод**. В основу этого метода положен широко распространенный в геологии принцип униформизма, основанный на единстве и постоянстве законов природы. Применительно к палеоэкологии актуалистический подход состоит в использовании сведений об образе жизни и условиях обитания ныне живущих организмов разного таксономического ранга и биоценозов для суждения об образе жизни и условиях обитания родственных организмов и палеоценозов, существовавших в геологическом прошлом. При таком подходе лишь в редких случаях полностью отождествляются характеристики современных и вымерших организмов. Существующие ограничения сводятся к следующему: 1) чем древнее организм, тем менее определенно суждение об его экологии по аналогии с родственным рецентным организмом из-за экологической лабильности биоты; 2) в течение геологического времени постоянно изменялась и биотическая, и абиотическая составляющие среды; 3) в ряде случаев не хватает информации по экологии современных организмов, в особенности морских беспозвоночных.

Для иллюстрации первого ограничения рассмотрим возможности использования актуалистического метода в пределах биологических единиц разного таксономического ранга. Согласно представлениям современной биологии, каждый вид экологически специфичен [1156]. Таким образом, можно предполагать сходную экологию вида в течение времени его существования. Известно, что темпы эволюции различны не только у крупных групп организмов, но и в пределах таксонов сравнительно невысокого ранга, например семейств. Поэтому продолжительность существования видов у разных групп организмов и внутри одной группы неодинакова. Вероятно, большинство ныне живущих видов появилось в плейстоцене, некоторые уходят корнями в плиоцен. Для всех этих видов предполагается устойчивая экологическая толерантность во времени [1259].

Род - более консервативная единица эволюции. По сравнению с видами роды, как правило, более долговечны. Достаточно сказать, что в современных морях живет немало родов беспозвоночных, известных с палеогена и даже с раннего мезозоя. Экологический диапазон рода слишком широк, чтобы успешно интерпретировать эту особенность в отдаленное геологическое прошлое. Однако большинство родов в течение времени своего существования устойчиво сохраняют присущий им образ жизни - поведение и способ питания. Нередко тип пищи и способ питания характеризуют и более высокие таксоны беспозвоночных. Так, все замковые брахиоподы относятся к сессильным фильтраторам высокого уровня и т. п. Способ же питания часто непосредственно связан с определенными абиотическими характеристиками среды. Например, собиратели-детритофаги, питающиеся с уровня осадок - вода, могут существовать только в спокойных (глубоких? низкотемпературных? с аномальным газовым режимом?) водах, обеспечивающих достаточную концентрацию пищи на этом уровне.

Для подкрепления второго ограничения обратимся к истории биосферы. Специалисты почти единодушны в том, что первичная атмосфера Земли (период преджизни) была бескислородной. После достижения точки Пастера (1% кислорода от современного насыщения) и реализации органического фотосинтеза (около 1,5 млрд лет назад) количество свободного кислорода в атмосфере неуклонно возрастало и резко увеличилось с момента выхода растений на сушу, что стало возможным, когда насыщение палеоатмосферы кислородом достигло 10% современной величины.

Вероятно, лишь в середине палеозоя было достигнуто современное насыщение кислородом, однако с тех пор и до настоящего времени постоянно происходили слабые колебания его содержания в атмосфере. В соответствии с изменением содержания кислорода менялось и содержание диоксида углерода - оба эти компонента атмосферы весьма существенно влияли на ход развития биосферы Земли\*. Изменялась в таксономическом и в структурном плане и сама биота. Разнообразие типов адаптации в органическом мире должно было возрастать по мере дифференциации обстановок обитания и усложнения взаимоотношений между организмами (конкуренция, хищничество, комменсализм, мутуализм, паразитизм и др.). Следовательно, применение метода актуализма в палеоэкологии при исследовании дораннепалеозойской биоты должно быть сильно ограничено.

\* (*Превращения биотической и абиотической составляющих среды тесно взаимосвязаны. Крупные эволюционные новации в биоте нередко коренным образом изменяли физико-химические характеристики среды. Так, практически весь свободный кислород в атмосфере имеет биогенное происхождение. Содержание кислорода, освобождаемого при неорганической фотодиссоциации воды, не могло подняться выше так называемого уровня Юри, т. е. менее 0,001% его содержания в современной атмосфере [895].*)

Третье ограничение, касающееся недостатка знаний об экологии современных, в частности морских беспозвоночных, будет со временем снято. Пока же данных по экологии рецентных видов и сообществ недостаточно для более эффективного использования в палеоэкологии метода актуализма. В гидробиологии в настоящее время интенсивно накапливаются сведения о расселении видов в зависимости от физико-химических факторов среды: температурных, эдафических, батиметрических, солевых, газовых, величины рН и других; много внимания уделяется анализу разнообразия и структуры сообществ. Однако еще мало работ по тафономии беспозвоночных, в которых рассматривается посмертная судьба разных групп бентоса и планктона, географические ареалы ископаемых остатков на разных стадиях захоронения популяций, механизм их транспортировки, результаты воздействия организмов на различные типы субстратов и др. Наконец, водные биоты изучены хуже, чем наземные, относительно этологии беспозвоночных и биотических взаимоотношений (комменсализм, мутуализм, паразитизм и др.).

Не все эти вопросы одинаково волнуют экологов и палеоэкологов. Некоторые особенности экологии и тафономии сообществ интересны только палеоэкологам. Неслучайно именно палеонтологи первыми начали изучать современные прибрежные морские сообщества для познания палеоэкосистем. Данное направление получило название актуопалеонтологии [2157]. Начатые Р. Рихтером более полувека назад актуопалеонтологические и актуогеологические исследования приливно-отливных зон (ваттов) Северного моря дали богатый материал для расшифровки системы "организм - среда" в геологическом прошлом [2140, 2212]. Число публикаций, посвященных биоценологии и тафономии гидробионтов, неуклонно растет, причем авторами многих из них являются палеонтологи. Это свидетельствует не только о возрастающем интересе палеонтологов к современным водным экосистемам, но и об их потребности в расширении сведений по экологии и тафономии данных сообществ для анализа палеоэкосистем.

Важная сторона актуопалеонтологических исследований - наблюдения над следами жизнедеятельности организмов, которым гидробиологи почти не уделяют внимания [1606]. Однако ни результаты современных экологических процессов, ни условия, в которых они протекают, не могут быть непосредственно использованы для истолкования палеоэкосистем. Применение метода актуализма в палеоэкологии основано на признании единых законов и правил, управляющих развитием биот в течение всего времени их существования. Действие экологических правил определяется фундаментальными законами биологической эволюции: изменчивостью, наследственностью и естественным отбором. Так, любой вид, как продукт эволюции, всегда занимал строго определенное место в биосфере (действие экологического закона лимитирующих факторов). Всякая экосистема в геологическом прошлом, как и теперь, характеризовалась структурностью, энергетикой, биотическим круговоротом, давлением отбора и гомеостазом. Одним из постоянно действующих биотических факторов отбора следует признать конкурентное взаимоисключение из сообществ экологически сродственных видов (правило Гаузе). Общие с современными законы управляли организацией живых существ на популяционном уровне на всех этапах существования биоты Земли.

**Тафономический метод**. Сбор тафономической информации для целей палеоэкологии нельзя отнести в строгом смысле к чисто палеоэкологическим методам. Особенности тафономии лишь отчасти обусловлены биологической природой объектов. В значительной степени они связаны с физико-химическими сторонами процессов седиментации, диагенеза и последующих вторичных преобразований. Специфика тафономических наблюдений состоит в том, что они полностью проводятся в полевых условиях. Хотя изучение захоронений фоссилий в геологических разрезах является, по существу, пропалеоэкологическим, оно чрезвычайно важно, так как позволяет получить более половины общего объема данных, привлекаемых для последующего палеоэкологического анализа.

Тафономические наблюдения являются многоцелевыми. Во-первых, они нередко дают возможность судить об этологии животных. Находки захороненных в прижизненном положении экземпляров отдельных видов описаны почти для всех типов беспозвоночных: простейших [424, 1254, 1308, 2112 и др.]; археоциат [371]; кишечнополостных [223, 1860]; мшанок [33, 392 и др.]; брахиопод [223, 418, 602, 1239, 2422]; членистоногих [614, 2158]; иглокожих [223, 226, 1860]; двустворчатых моллюсков [392 и мн. др.]. Во-вторых, тафономические данные позволяют довольно точно оценить одну из сторон процесса древнего осадконакопления на конкретном участке палеобассейна - установить его динамический режим. Преобладание автохтонно захороненных остатков организмов свидетельствует о стабильности процесса осадконакопления, а наличие прижизненных захоронений и о высоких темпах накопления осадков. Аллохтонные захоронения, как правило, связаны с изменчивым режимом. Ракушниковые скопления - гнездовидные, линзовидные, пластообразные, типа "ракушниковая мостовая" и типа "роза" - могут указывать на отрицательный баланс седиментации.

И все же первейшей задачей тафономических наблюдений в палеоэкологии является установление типа ценоза, позволяющего судить о прижизненных ассоциациях видов в палеосообществах. Палеоэколог правомочен использовать концепцию современного биотического сообщества по отношению к комплексу видов, встреченному в элементарном ориктоценозе (слое или части слоя), только доказав, что этот комплекс представляет собой прижизненную видовую ассоциацию. Такое Доказательство основано главным образом на тафономических наблюдениях, сопровождающихся предварительными седиментологическим и палеоэкологическим полевыми анализами. Тип ценоза оценивается для популяции каждого вида, обнаруженного в элементарном ориктоценозе. Тафономические исследования предусматривают определение типа захоронения, ориентировки окаменелостей, степени сохранности и сортировки, а также посттафономических преобразований [226, 394, 971, 2003]. Дополнительные данные о наличии или отсутствии послесмертной транспортировки могут быть получены в результате анализа размерно-частотных кривых, подобных показанной на рис. 90 [1360, 1460, 1474, 1570, 2283, 2372, 2396 и др.].

*
Рис. 90. Размерно-частотные кривые распределения экземпляров в ископаемых популяциях. По В. А. Захарову. а - теоретические (1 - молодые экземпляры, 2 - взрослые, из Boucot); б-в - природные захоронения бухий в берриасе на севере Сибири, р. Боярка. N - количество особей; В - расстояние между плоскостью смыкания створок; D - расстояние между наиболее удаленными точками переднего и заднего края*

При тафономических наблюдениях нельзя упускать из виду возможность полного растворения скелетов на всех стадиях захоронения: от момента погружения в осадок (например, растворение [70] раковинок планктонных фораминифер на поверхности осадка ниже "критических" глубин - 3500-4000 м в высоких широтах и 4500-5000 м в низких) до выхода в обнажениях на современную дневную поверхность, где они могут подвергаться выщелачиванию агрессивными грунтовыми водами и т. п. Здесь следует подчеркнуть, что наблюдаемые в ориктоценозе биотические ассоциации всегда будут лишь частью сложной системы древнего биоценоза.

**Количественные методы**. Привлечение количественных методов в палеоэкологии необходимо для оценки таких важных биотических характеристик сообществ, как разнообразие и популяционная плотность составляющих видов. Уже отмечалось, что использование концепции современного биотического сообщества в палеоэкологии тормозится в значительной степени из-за отсутствия общепринятых методов количественного учета окаменелостей. Существующие же приемы часто субъективны и весьма трудоемки.

Широко распространенные в палеоэкологии приемы количественного учета основаны на словесной оценке встречаемости окаменелостей (фон, обилие, часто, редко, единично и др.). Они не могут применяться для анализа и сравнения сообществ, их можно лишь с ограничениями использовать для характеристики динамики ископаемых популяций.

Количественная оценка осуществляется прямым подсчетом окаменелостей на определенной площадке поверхности напластования или в фиксированном объеме породы. Число опробований конкретного ориктоценоза устанавливается опытным путем. Минимальный предел считается достигнутым, если дальнейшее увеличение числа проб (площади квадрата, объема пробы) не дает эффективной прибавки информации (рис. 91). Полученные средние показатели обычно распространяются на весь элементарный ориктоценоз.

*
Рис. 91. Определение минимально допустимого объема пробы по графику. По Ю. С. Салину. На оси абсцисс показан объем пробы в 1 дм3; на оси ординат - содержание окаменелостей в экземплярах в 1 дм3; пробы или (справа) в 1 см3; биообъема на 1 дм3; пробы. При объемах пробы от 1 до 3 дм3; содержание окаменелостей резко меняется; с увеличением объема пробы колебания уменьшаются и при значении 3-4 дм3; нет существенных отклонений содержаний окаменелостей по разным пробам; а - проба № 1, б - проба № 2; 1 - содержание см3/дм3, 2 - содержание, экз/дм3; 3 - линии, ограничивающие поле колебаний содержания см3/дм3; сокращающегося с увеличением объема пробы; 4 - то же, в отношении содержания экз/дм3; пробы; 5, 6 - среднее содержание по этим же показателям*

Для опробования макроокаменелостей площадным способом рекомендуется *метод квадратов*. Площадь квадрата устанавливается экспериментально исходя из условия работы и характера распределения окаменелостей. При исследовании морской мезозойской и кайнозойской шельфовой бентосной фауны наиболее эффективен квадрат со стороной 1 м [1259]. Наиболее существенным ограничением надежности данного метода являются следующие допущения: 1) встреченные на плоскости напластования виды жили совместно, 2) одновременно жили только те виды, которые встречены. Известно, что некоторые эндобионты в прошлом, как и ныне (например, аномалодесматы, двустворчатые моллюски, лингулиды, многие иглокожие и др.) могли зарываться глубоко в грунт и захороняться в прижизненном положении ниже уровня одновременно обитавшего эпибиоса. С другой стороны, многие эпиобионты, в особенности на биогенных, например рифовых постройках, после смерти падают на дно и их погребение осуществляется на единой поверхности напластования совместно с организмами другой природы. Рассматриваемый метод совершенно непригоден при изучении ракушниковых скоплений.

*Метод прямоугольника* рекомендуется использовать при изучении вертикальных стенок в пределах однородного слоя. Для этого же случая предлагается и метод "протяженной линии". Суть последнего в следующем: параллельно поверхности напластования проводится линия, затем подсчитывается каждый, пересекаемый ею объект. Недостаток этого метода в том, что виды с крупной раковиной будут чаще пересекаться линией, чем виды с мелкой. Описанный метод малоэффективен при изучении ориктоценозов со слабой насыщенностью окаменелостями [1259].

*Объемные методы* опробования оправдывают себя при работе с микрофоссилиями. Количественная оценка встречаемости вида на 100 г породы позволяет, например, судить о структуре комплекса в ориктоценозе и проводить сравнения с другими ориктоценозами. Однако при отсутствии сведений об условиях формирования комплекса использование приемов обработки материалов с позиции биотического сообщества невозможно.

Объемные методы количественной оценки содержания макро-окаменелостей допустимы потому, что перед опробованием ориктоценоза на основании тафономических и других полевых наблюдений можно определить тип (автохтонный или аллохтонный) ископаемого танатоценоза. Однако этот метод весьма трудоемок. Существует несколько модификаций объемного метода. Одна из них предложена Ю. С. Салиным [905]. Мощность опробуемого интервала 5-15 см. Экспериментально установленный минимально допустимый объем пробы 3-4 дм3, но может достигать 6-10 и даже 30 дм3 (см. рис. 91). Такие объемы соответствуют объемам дночерпальных проб гидробиологов. Объем породы в полевых условиях устанавливается исходя из объема воды, вытесненной пробой из фиксированного объема воды в сосуде. Окаменелости извлекаются в лаборатории, где определяется и их объем. В каждой пробе подсчитывается количество экземпляров каждого вида и рода, общее число экземпляров, процент целых и разрозненных створок. Выясняют также таксономический состав каждой пробы. Количественные соотношения различных группировок беспозвоночных определяются не по числу экземпляров какой-либо жизненной формы, а по ее биообъему, который в случае полной сохранности экземпляра может быть установлен с помощью изложенного способа или по специальной, разработанной Ю. С. Салиным методике [905]. Затем в каждой пробе вычисляют: 1) общее содержание окаменелостей в 1 см3 биообъема на 1 дм3 породы или в процентах; 2) соотношения (по объему) группировок (трофических, эдафических, термальных, гидродинамических и др.); 3) индексы преобладания группировок и объемных форм; 4) количественную структуру сообщества.

Описываемый метод лишен недостатков, присущих глазомерным оценкам. Он ставит на объективную основу палеоэкологические характеристики и позволяет проводить сравнительный анализ сообществ в пространстве и времени. Однако точность данного метода прямо пропорциональна объему полевых и лабораторных работ, что делает его чрезвычайно трудоемким и неоперативным. Имеются также отдельные технические ограничения, в частности, использование объемного метода невозможно при изучении рыхлых и мерзлых пород.

В последнее время получила распространение полуколичественная оценка. Суть ее - в приближенной числовой характеристике частоты встречаемости таксона в ориктоценозе или образце (пробе), выраженной в баллах. Предложены два варианта оценки. Для микрофауны разработана шестибалльная шкала: 0 - отсутствие представителей таксона в образце; 1 - единичные экземпляры; 2 - от 10 до 30; 3 - от 30 до 50; 4 - от 50 до 100; 5 - больше 100. Выбор интервалов, соответствующих баллам, как и число баллов, может быть различным [870]. Другой вариант рекомендован для макрофауны [783]. Здесь предлагается семибалльная шкала, основанная на частоте встречаемости какого-либо вида в определенном интервале разреза (едином ориктоценозе). При этом использованы следующие категории: изобилие (сотни экземпляров - 100 баллов) очень много (многие десятки - 30); много (первые десятки - 9); очень часто (11-15 экземпляров - 5); часто (6-10 экземпляров - 3); редко (3-5 экземпляров - 2); очень редко (1-2 экземпляра - 1). Баллы - 100, 30, 9, 5, 3, 2, 1 - показывают условную долю каждой категории в ориктоценозе, поэтому они могут быть названы показателями частоты встречаемости.

Полуколичественная оценка рассчитана на 1,5-2 ч непрерывных наблюдений. Практика повторных наблюдений на разрезах показала, что расхождения в оценке лежат в пределах соседних категорий и касаются лишь редко встречающихся таксонов. Резко дифференцированная шкала баллов, предложенная во втором варианте, позволяет без дополнительной обработки данных с помощью простых графиков и циркограмм описать и оценить такие важные характеристики сообществ, как доминирование (с учетом видового разнообразия), выровненность и трофическая структура (рис. 92).

*
Рис. 92. Структура климаксного мелководного устричного сообщества. Рекомендация по ориктоценозу слоя XXXI опорного разреза неокома, нижний валанжин. Север Сибири, р. Боярка По В. А. Захарову. А - таксономическая структура. По оси абсцисс - показатель частоты встречаемости, о. р - очень редко, р - редко; ч - часто; о. ч - очень часто; м - много; о. м - очень много; и - изобилие. По оси ординат - рода беспозвоночных. 1 - Ostrea, 2 - Arctica, 3 - Musculus, 4 - Modiolus, 5 - Boreionectes, 6 - Chlamys, 7 - Artichnus, 8 - Cuculea, 9 - Astarte, 10 - илоеды-черви, 11 - Aguilerella, 12 - Pinna, 13 - Buchia, 14 - Oxytoma, 15 - Pteuromya, 16 - Quenstedtia, 17 - Pseudolimea и Limea. Б - трофическая структура (циклограмма): Да - детритофаги низкого уровня (под грунтом); Фа - фильтраторы низкого уровня; Фб - фильтраторы высокого уровня; цифры показывают процентное содержание трофических групп. Заштрихованная площадь - доля Buchia среди фильтраторов высокого уровня*

Полуколичественная оценка окаменелостей в ориктоценозе достаточно оперативна и нетрудоемка. Использование этого приема не исключает выборочного количественного контроля, позволяющего повысить достоверность оценки посредством введения поправочного коэффициента для конкретных условий.

При использовании количественных методов в палеоэкологии можно воспользоваться некоторыми формулами, предложенными экологами для характеристики видовой структуры сообществ [767].

**Экспериментальный метод**. В морской экологии проводятся эксперименты по выяснению влияния на состав и структуру сообществ таких важных факторов среды, как соленость и температура, путем изменения их параметров в аквариумах, заселенных подопытным сообществом [1343]. Другие эксперименты направлены на выявление особенностей формирования сообществ в связи с оккупацией "новых" биотопов, например искусственно созданных прудов или очищенных на мелководье площадок [1701, 1904]. Закономерную смену сообществ во времени (сукцессии) иногда удается наблюдать в открытых морских экосистемах. Например, описаны сукцессии бентосных сообществ на прибрежно-морском мелководье у берегов Англии после суровой зимы 1962-1963 гг. [1259]. Результаты таких экспериментов используются при культивировании морских экосистем. Они представляют интерес и при интерпретации палеоэкосистем, прямые эксперименты с которыми исключены.

При этом следует помнить, что экспериментальные ситуации, хотя и реальные, но все же детерминированные: в открытых морских экосистемах связи сложнее и последствия обычно непредсказуемы. Многочисленные попытки моделирования морских экосистем пока не дали существенных результатов. То же касается и палеоэкосистем.

Более обнадеживают эксперименты с окаменелостями как физическими телами с целью выяснения особенностей посмертной транспортировки и ориентировки скелетов во время захоронения, а также интерпретации функциональной морфологии. Для этих экспериментов используют хорошо сохранившиеся раковины и другие скелеты современных беспозвоночных, а также имитирующие их форму пластиковые и другие модели. Эксперименты по транспортировке и ориентировке проводятся в гидродинамических лотках с меняющимся режимом потока или в природных водоемах, обычно в их прибрежной полосе. Объектом экспериментов служат чаще всего раковины моллюсков [1292, 1320, 1371, 1432, 1615], реже фораминифер [1844], остракод [1843] и другие. Функциональное значение некоторых особенностей строения раковин вымерших организмов выясняется с помощью пластиковых или плексигласовых моделей.

Так, на пластиковых моделях раковин цефалопод цератитового и дактилиоцератитового типов была установлена прямая зависимость плавучести от степени эволютности раковины [1996]. Опыты с разнообразными плексигласовыми моделями показали, что форма раковины, характер ее вентральной стороны и размеры умбиликуса существенно влияли на коэффициент торможения (и, следовательно, плавучесть) раковин цефалопод [1421, см. 1.3]. Эксперимент с механическим зарывающимся роботом, имеющим форму раковины двустворчатого моллюска, был поставлен для проверки высокого адаптивного значения прозогирной формы раковины и ротационного механизма зарывания этих организмов [2317].

Нередко экспериментальные исследования комбинируются с наблюдениями непосредственно на разрезах. Совместный анализ этих данных позволяет получить наиболее достоверные результаты [1891].

**Биогеохимические методы**. В современной биогеохимии имеются методы, которые позволяют дать количественную оценку таким важным абиотическим факторам палеобассейнов, как температура и соленость.

*Палеотермометрия*. Для определения палеотемператур используются следующие отношения: 18О/16О; Ca/Mg, Sr/Ca и арагонит/кальцит.

Наиболее надежные результаты получены по изотопам кислорода. Этот метод основан на установленной зависимости равновесного распределения тяжелого изотопа кислорода (18О) между кислородом воды и карбоната, образующегося в этой воде [1045]. Отношение 18О/16О определяется в СО2, извлеченном из СаСО3 раковин беспозвоночных. Объектами исследований являются, как правило, раковины моллюсков (например, в юрской и меловой системах), ростры белемнитов. Значение палеотемпературы устанавливается обычно с точностью до 1°С, иногда до 0,5°С [115]. Теоретически изотопный метод позволяет определить температуры образования карбонатов с возрастом до 700 млн. лет. Однако из-за сильных изменений древних пород в результате диагенеза достоверность полученных значений палеотемператур для палеозоя невелика. Кроме того, использование изотопного метода предполагает одинаковое (или близкое) содержание изотопов кислорода в водах современного и древнего океанов, что маловероятно. Впрочем, имеющиеся данные изотопной палеотермометрии для мезозоя и кайнозоя, как правило, не противоречат представлениям о температурах морских вод и климатах, полученным с помощью палеобиологических и геологических методов.

Отношения Ca/Mg и Sr/Ca для целей палеотермометрии теоретически малообоснованны и менее надежны, чем метод изотопов кислорода, так как распределение магния и стронция в раковинах беспозвоночных зависит от минеральной формы карбоната (кальцит или арагонит), филогенетического уровня организмов и их физиологии, солености бассейна и других факторов среды [1045]. Тем не менее Ca/Mg-отношения используются в палеотермометрии юрского и более молодых периодов. Большое преимущество этого метода по сравнению с изотопно-кислородным - оперативность и дешевизна, однако погрешности данного метода выше и в несколько раз превосходят ошибки изотопного. Минимальные погрешности в определении палеотемператур Ca/Mg методом составляют 1-2°С [79, 80].

Пока не удалось выявить основной фактор, влияющий на распределение стронция в органогенных карбонатах [1045]. Известно, что этот элемент концентрируется предпочтительнее в арагонитовых, а не в кальцитовых раковинах [115]. У исследователей нет единого мнения в вопросе о том, температура или соленость оказывает доминирующее воздействие на соотношение стронция и кальция в скелетах морских беспозвоночных. Эти расхождения в ряде случаев объясняют таксономическим и физиологическим контролем [1045]. Для некоторых моллюсков, в частности мидий, установлена положительная связь между отношением арагонита и кальцита в составе раковин с температурой воды, в которой они живут. Однако это отношение меняется в процессе роста раковин. На него влияют также некоторые особенности биогенного синтеза СаСО3: определенный набор составляющих органической матрицы стимулирует образование то арагонита, то кальцита [1045]. Таким образом, в настоящее время не может быть указан какой-либо конкретный фактор, влияющий на химический и минеральный состав карбонатных скелетов беспозвоночных. Но экспериментально выявлены некоторые группы организмов, например отдельные моллюски, раковины которых могут быть использованы для суждения о палеотемпературах и палеосолености (см. далее) среды обитания.

*Палеогалометрия*. Биогеохимические методики определения солености основаны на устойчивых корреляциях между содержанием химических элементов в воде и в карбонатных скелетах беспозвоночных. Один из таких методов разработан на раковинах устриц. При исследовании раковины устрицы Crassostrea virginica (атлантическое побережье Северной Америки) в водах с известной соленостью (13-30,5‰) было установлено, что содержание Mg + Sr и Mn обратно пропорционально солености, а содержание Na с возрастанием солености, в общем, увеличивается [2188].

Палеосоленость может определяться двумя способами: по графику линейной регрессии (рис. 93) и по формулам статистики [399]. Обобщенная линия регрессии описывается двумя формулами: 1) S = 43,0921 Na/Mg+Sr+Mn - 10,1536 (интервал отношений 0,5-0,9); 2) S = 28,8273+1,6681 Na/Mg+Sr+Mn (для отношений >0,9), где S - соленость, ‰. Соленость по первой формуле определяется в пределах 13-30‰ с довольно большим стандартным отклонением (до 6,75%), по второй - в пределах 30-36‰ с точностью до 1,013%. Для оперативного определения палеосолености достаточно эмпирического графика, так как расхождение между соленостью, вычисленной по формуле и определенной по графику, не превышает 0,5%. Этот метод был апробирован на нижнемеловых устрицах с севера Средней Сибири [399] и плейстоцен - плиоценовых арктиках Исландии [387]. Установлена удовлетворительная корреляция с качественными моделями, основанными на литолого-палеоэкологических данных. Применение данного метода в палеоэкологии предполагает следующие допущения: 1) мезозойские устрицы и плиоценовые арктики ассимилировали присутствующие в воде катионы Na, Mg, Sr и Mn в тех же пропорциях, что и современные, 2) с момента захоронения изучаемой раковины до обнажения ориктоценоза отношение этих элементов оставалось постоянным.

*
Рис. 93. Определение палеосолености по графику. Линия отражает зависимость содержания Na, Mg, Sr и Mn в раковинах устриц от солености воды. 1 - Crassostrea virginica, 2 - С. gigas*

Другим методом определения палеосолености являются исследования карбонат-протеиновых отношений. Предполагается, что это отношение растет в кислых опресненных водах, поскольку усиливаются конхеолиновый слой и органическая матрица скелета, защищающие минеральную его составляющую от растворения при низкой рН, и падает в щелочных условиях повышенной солености, когда организм интенсивнее наращивает минеральную составляющую скелета. Выполненные к настоящему времени работы показали, что сказанное справедливо в отношении некоторых донных моллюсков. Так, кривая карбонат-протеиновых отношений по раковинам раннемеловых устриц на севере Средней Сибири демонстрирует четкую прямую корреляцию с кривыми палеобстановок и солености [400, рис. 1]. Однако эта кривая по рострам белемнитов дает обратную корреляцию с палеообстановками и палеосоленостью. Вероятно, защитный механизм белемнитов качественно отличался от такового у устриц. Следовательно, карбонат-протеиновое отношение находится под физиологическим контролем. Его использование для реставрации палеосреды бассейнов возможно лишь после экспериментальной проверки на той группе, которая подвергается испытанию.

Как показала практика, данные палеобиогеохимии и палеобиохимии не могут быть использованы в палеоэкологических исследованиях в чистом виде. Физико-химические методы должны привлекаться для реставрации отдельных факторов палеосреды только в комплексе с другими литолого-палеоэкологическими исследованиями. Положительная корреляция палеоэкологических и физико-химических данных значительно повышает достоверность количественных методов.

**Лекция 6. Геоморфологические методы исследований в археологии**. Геоморфология – наука о рельефе твердой поверхности Земли и иных твердых планетных тел. Знание геоморфологии позволяет археологу представить связь культурно-исторических событий с их положением в природном пространстве, поскольку любые археологические работы приурочены к какой-либо поверхности. Информация о строении и изменении в пространстве и времени этой поверхности необходима для более полного понимания жизни территории в целом. В рамках раздела осуществляется знакомство с геоморфологическими методами исследования, их применением в археологических изысканиях. Предполагается также получение студентами практических умений и навыков изучения рельефа – его морфологии, генезиса и возраста. Рассматриваются генетические типы рельефа, подробно характеризуются склоновый, флювиальный, ледниковый и водно-ледниковый, озерный, прибрежно-морской и эоловый типы рельефа. Цель раздела – формирование умений и навыков использования геоморфологических методов в археологических исследованиях. Задачи – формирование умений и навыков изучения морфологии, возраста и генезиса рельефа и применения их в археологических исследованиях; знакомство с генетическими типами рельефа; знакомство с возможностями применения аэрофото- и космоснимков при изучении рельефа для решения археологических задач. Геоморфология – наука о рельефе твердой поверхности Земли и его развитии в пространстве и во времени. Рельеф – совокупность неровностей земной поверхности, разных по очертаниям, размерам, происхождению, возрасту и истории развития. Слагается из положительных форм, образующих возвышенности, и отрицательных, представляющих собой впадины. Формы рельефа – отдельные трехмерные тела, занимающие определенные объемы земной коры. Они ограничены двухмерными (поверхностными) элементами, или гранями рельефа (склонами, горизонтальными и субгоризонтальными поверхностями). Формы могут быть выпуклыми, или положительными (горы, холмы), и вогнутыми, или отрицательными (котловины, речные долины и т.д.). Положительные и отрицательные формы, закономерно сопрягаясь между собой, образуют типы рельефа. Формы рельефа классифицируются по размеру, морфологии, генезису и возрасту. Элементы рельефа – это поверхности, линии и точки, сочетания которых создают трехмерные формы (формы рельефа). Морфолитогенез – сложный процесс одновременного образования экзогенных форм рельефа и рыхлых отложений. Факторы, непосредственно влияющие на формирование неровностей земной поверхности – ее рельеф, условно могут быть объединены в группу рельефообразующих. . **Основные рельефообразующие процессы и факторы рельефообразования.** Характеристика генетических взаимосвязей. Процессы, влияющие на формирование твердой оболочки Земли по своему положению относительно ее поверхности подразделяются на эндогенные и экзогенные. Эндогенные процессы протекают в условиях высоких температур и давлений. Гравитационное поле Земли и силы вращения могут влиять на форму планеты, вызывать вертикальные и горизонтальные перемещения фрагментов литосферы разной плотности, процессы диапиризма и т.д. Для рельефообразования наибольшее значение имеют механические движения литосферы, магматизм и метаморфизм. Один из важнейших результатов - формирование первичных неровностей твердой поверхности Земли - тектонически обусловленных поднятий и впадин. Экзогенные процессы делятся на 3 группы: выветривание, денудация (снос) и аккумуляция (накопление). Денудация и аккумуляция по эффекту воздействия на рельеф являются нивелирующими. Воздействие силы тяжести и силы вращения оказывают влияние на ряд экзогенных факторов. Климат Земли определяет генетические типы экзогенных процессов и, отчасти, интенсивность их воздействия на земную поверхность. Латеральные изменения климата определяются положением Земли относительно Солнца и образуют планетарную климатическую зональность. Изменения климата с высотой образуют ороклиматическую зональность, которая обусловлена ростом тектонических поднятий и изменением температуры атмосферы с высотой. Большое рельефообразующее значение имеют изменения климата во времени. Экзогенные факторы. Под экзогенными факторами понимаются процессы рельефообразования, обусловленные выветриванием, денудацией и аккумуляцией. Они генетически и причинно связаны с эндогенными факторами, приповерхностным гравитационным полем Земли, ее климатом, а также влиянием Солнца и Луны. 4 Формы рельефа, в образовании которых главная роль принадлежит экзогенным процессам, называются морфоскульптурами. Выветривание – сочетание процессов разрушения горных пород, слагающих земную поверхность под воздействием внешних оболочек и Солнца. Они подготавливают материал для дальнейших денудации и аккумуляция . Источники энергии для процессов выветривания –энергия Солнца и физикохимическое воздействие атмосферы и гидросферы. Климат определяет избирательное развитие основных генетических типов выветривания и влияет на скорость их течения. Денудация по общему характеру воздействия – процесс снижения земной поверхности. Подразделяется на общую, или плоскостную, и линейную, развивающуюся избирательно. Аккумуляция – процесс повышения земной поверхности. Может быть региональной и локальной. Генетические типы денудации и аккумуляции зависят от физико-географической обстановки; возникновение процессов, их скорость и продолжительность полностью соответствуют источникам энергии. Денудация и аккумуляция протекают только при наличии неровностей земной поверхности и прекращаются при их уничтожении. В геоморфологическом аспекте эндогенные факторы порождают неровности земной поверхности, экзогенные факторы – нивелируют их. От соотношения эндогенных и экзогенных факторов зависит степень выравнивания. На поверхности суши, в эпиконтинентальных морях, озерах, реках выделяются две основные обстановки развития экзогенных процессов: субаэральная (наземная) и субаквальная (подводная). В пределах суши различаются платформенная и орогенная обстановки, характеризующиеся различным развитием экзогенных процессов и коррелятивных им отложений. В платформенных областях на обширных площадях с однообразными орографическими и климатическими условиями каждый из генетических типов экзогенных процессов получил самостоятельное и наиболее полное развитие. Для орогенных областей со сложным контрастным рельефом в условиях ороклиматической зональности характерен парагенез генетических типов и их изменчивость в пространстве. Эндогенные факторы. Под эндогенными рельефообразующими факторами понимаются процесы, обусловленные внутренним развитием литосферы и создающие неровности земной поверхности в условиях приповерхностного гравитационного поля Земли и под воздействием ее движений в пространстве. Структурные формы, выраженные в рельефе - полигенные образования, т.к. всегда в различной степени искажены экзогеннми процессами. Источники энергии эндогенных процессов подразделяются на : Внешние (космические); Внутренние (земные): 1) потенциальная энергия массы Земли и создаваемого ею гравитационного поля; 2) энергия движения Земли; 3) энергия, выделяемая Землей в процессе развития планетарной материи. По своему воздействию на земную поверхность эндогенные факторы могут быть подразделены на статические и динамические. Динамические, или активные, эндогенные факторы - общие и частные движения земной коры. Динамика определяется направлением, скоростью и неравномерностью движений в пространстве и времени. 5 К основным статическим, или пассивным, эндогенным факторам относятся: литолого-стратиграфические условия и глубина денудационного среза. Деформация пород – структурная форма (СФ) является как статическим, так и динамическим факторам. Если денудации подвергается неразвивающаяся (мертвая) СФ, то она играет роль пассивного фактора - в рельефе препарируются ее отдельные части. Если СФ живая и выражена в рельефе в результате активного развития складки (блока), то ее рельефообразующее значение - активное, отражающее новейшие движения земной коры. Выражение в рельефе неразвивающейся СФ определяется различными сочетаниями трех параметров: 1) типом тектонических деформаций; 2) устойчивостью пород, ее слагающих, и последовательностью их чередования; 3) глубиной денудационного среза в современную эпоху. Морфологическое выражение развивающейся СФ зависит от: А – статических факторов – глубина денудационного среза, структурные и литолого-стратиграфические условия; Б – комплекса динамических параметров - тип развивающейся деформации и характеристика ее механических перемещений. Наиболее распространены мозаичные СФ - поднятия и впадины, включающие отмершие деформации. Структурные формы при различном характере общих тектонических движений Мертвые тектонические деформации только в условиях общего поднятия могут кратковременно создавать неровности земной поверхности. Они зависят от устойчивости пород процессам денудации, структурных особенностей и глубины денудационного среза. Развивающиеся СФ получают выражение в рельефе только при преобладании скорости вертикальных тектонических движений над нивелирующими экзогенными процессами. Большое значение имеет общий характер движений, особенно при несовпадении знаков общих и частных вертикальных перемещений. Статические рельефообразующие факторы. Глубина денудационного среза, сформировавшегося к современной эпохе в значительной степени определяет структурные и литолого-стратиграфические условия. Выделяются денудационные срезы 4-х типов: I – в неуплотненных недислоцированных молодых отложениях (формируются слабохолмистые поверхности водоразделов, ограниченные склонами речных долин); II – в уплотненных недислоцированных осадочных породах с отдельными бронирующими пластами (рельеф плато и куэст); III – в уплотненных дислоцированных осадочных породах (возвышенности, тождественные бронированным сводам и крыльям); IV – в магматических и метаморфических породах фундамента (разнообразные формы скалистых возвышенностей и ущелистых долин). Структурные и литолого-стратиграфические условия. Особенности строения структуры определяют разнообразие рельефа при неизменяющихся динамических факторах. Устойчивость пород и мощность толщ. Устойчивые осадочные породы, отпрепарированные процессами селективной денудации, образуют бронирующие поверхности. Они создают формы, тождественные тектоническим деформациям или их отдельным элементам. Горные сооружения с широким выходом на поверхность пород с примерно равной и значительной устойчивостью образуют крутые монотонные склоны. 6 При чередовании пластов пород разной устойчивости значительной и равноценной мощности препарируются бронирующие поверхности. При преобладании толщ неустойчивых пород формируется аструктурный нейтральный рельеф округлых холмов, гряд и межгрядовых долин. Угол падения. В областях распространения осадочных пород определяет образование денудационных форм, возникающих при избирательном препарированни различно наклоненных бронирующих пластов: плато – угол наклона бронирующего слоя - 0 - 2о ; куэсты – угол наклона - до 10 – 12о ; гряды (моноклинальные гребни) – угол наклона более 12о ; вогнутые плато и своды образуются, если в ядре складки выходят устойчивые породы. Угловое несогласие в условиях воздымания и селективной денудации часто представляет границу между типами рельефа различного морфологического. Морфология мертвых складок. Морфология замка и его соотношение с крыльями. Основными формами рельефа, образущимися в процессе денудации мертвых складок, являются их бронированные элементы: своды – возвышенности или их части – слабо вогнутые или выпуклые плато, и крылья – системы бронированных гряд, разделенных межгрядовыми понижениями. Наклон осевой поверхности. В зависимости от ее наклона складчатые деформации могут образовывать в рельефе симметричные и асимметричные формы. Морфология мертвых разрывов. На участках мертвых разрывов образуются слабые зоны, часто разрабатываемые реками. Возвышенности маркируют разрыв не в соответствии со знаком древних движений, а в зависимости от устойчивости пород, слагающих крылья раврыва**. Геоморфология горных и равнинных стран.** Классификация мегаформ – крупных неровностей земной поверхности – принимается в соответствии с: 1) тектоническим режимом в позднем кайнозое; 2) строением земной коры и литосферы; 3) характером новейшего развития структурных форм в рельефе Земли. Соответственно могут быть выделены мегаформы I, II и III порядков: I – гигантские впадины океанов и континентальные поднятия; II – обширные регионы с различным тектоническим режимом, (на суше - платформенные равнины и области горообразования); III – основные поднятия и впадины, входящие в строение областей горообразования и платформенных равнин. Континентальные поднятия К континентальным поднятиям относятся суша, шельфы, их склоны и частично подножия. В их пределах выделяются два тектонических режима: платформенный и орогенный, которым соответствуют мегаструктуры II порядка – платформы и орогены. На платформах развивается рельеф разновысотных равнин различного генезиса, в областях горообразования – горные страны. Платформенные равнины. Платформенные равнины развиваются на разновозрастных платформах и являются основной мегаформой рельефа континентов Характерная особенность платформенных равнин – резкое преобладание равнинных пространств над участками с расчлененным рельефом. Амплитуды высот на равнине достигают нескольких сотен метров. 7 Платформенные равнины в целом и отдельные крупные формы рельефа в их пределах характеризуются преобладанием изометричных очертаний. При этом их границы часто отличаются прямолинейностью. Речные бассейны отличаются большой площадью и сильной разветвленностью. В облике морфоскульптуры проявляется горизонтальная физико-географическая зональность. Равнины могут развиваться на щитах и плитах с маломощным или мощным чехлом осадочных пород. Они подразделяются на аккумулятивные – с покровом четвертичных отложений, и денудационные – лишенные его. Выделяются также денудационноаккумулятивные равнины с цоколем дочетвертичных пород. Внешнее строение платформенных равнин характеризуется выровненностью - следствием стабильности однонаправленных движений и их малых скоростей, проявляющихся на больших территориях. Аккумулятивные равнины приурочены к впадинам платформ, развивающимся в области абсолютного и относительного прогибания и аккумуляции. По расположению выделяются внутриконтинентальные - преимущественно субаэральные, и окраинноконтинентальные – шельфовые (субаквальные). Шельфовые равнины в основном аккумулятивные. Занимают наиболее низкое положение среди разновысотных равнин континентов. Представляют область устойчивых или преобладающих слабых отрицательных движений. Низменные аккумулятивные равнины (субаэральные) подразделяются по генезису четвертичного покрова и характеру основных неровностей поверхности. Выделяются моногенные и полиненные равнины. По устройству поверхности различают равнины горизонтальные и наклонные, разнообразно расчлененные и осложненные эрозионно-аккумулятивными формами. В рельефе аккумулятивных равнин своеобразную роль играют мощности новейших отложений. Денудационные равнины в основном являются внутриконтинентальными. Развиваются на крупных поднятиях платформ, представлены высокими плато и плоскогорьями. Вдоль побережья морей и океанов в условиях регрессии, сменившей трансгрессию, возникают окраинно-континентальные поднятые абразионные равнины. Для рельефа денудационных равнин большое значение имеет геологическое строение. Различная устойчивость пород способствует образованию малых форм рельефа благодаря процессам избирательной денудации. Активно развивающиеся тектонические деформации могут создавать неровности, осложняющие рельеф равнин. При незначительной скорости их роста на участках поднятий формируется динамическая конденудационная поверхность с понижающимся уровнем денудационного среза, во впадинах происходит непрерывное накопление осадков и формирование участков конаккумулятивного выравнивания. Поверхности выравнивания Равнинные поверхности, возникшие в результате выравнивания первоначально расчлененного рельефа называют поверхностями выравнивания. Поверхности выравнивания развиваются при малых скоростях тектонических движений в условиях их компенсации нивелирующими экзогенными процессами или в обстановке относительного покоя. В зависимости от направленности движений формируются аккумулятивные или денудационные выровненные поверхности. Поверхности выравнивания характерны как для платформенных, так и для складчатых областей. Исследованиям процессов выравнивания было посвящено множество работ. I. По представлениям В.Дэвиса, все эпохи горообразования заканчивались снижением активности тектонических движений до их полного прекращения. Это выражается в последовательном направленном изменении облика рельефа. Дэвис выделял циклы, на 8 протяжении которых происходят изменения рельефа в зависимости от эндогенного режима. Каждый цикл делится на стадии. В эрозионном цикле выделяется пять стадий: 1. Детство – начало расчленения общего поднятия горного сооружения, при котором реки используют, главным образом, первичные (тектонические) впадины, водоразделы остаются нерасчлененными. 2. Юность – быстрое развитие эрозии и значительное расчленение рельефа. 3. Зрелость – начало нисходящего развития рельефа - снижение водоразделов, выполаживание склонов и расширение долин. 4. Старость –нисходящее развитие рельефа, расчленение линейных хребтов и превращение их в холмы, подразделяющие широкие плоские долины, где меандрируя, текут реки. 5. Дряхлость – полное выравнивание рельефа. Предельную равнину, выработанную на складчатом основании области горообразования В.Дэвис назвал пенепленом. Встречаются незавершенные циклы с нарушениями описанной последовательности. Процесс выравнивания может прерваться на любой стадии (в результате активизации тектонических движений). Выравнивание Дэвис рассматривал как результат последовательного снижения орогенного рельефа «сверху». II. По А.Д.Наумову (1981), пенеплену соответствует рубеж, отделяющий мобильный режим геосинклинального и эпигеосинклинального орогенного развития от относительно стабильного платформенного. Развитие орогена и последующий этап покоя должны были обеспечить глубокий денудационный срез и предельное выравнивание, завершившееся формированием несмещенных химических кор выветривания полного профиля. С геологических позиций правильнее выделять пенеплены как поверхности раздела, соответствующие переходу от геосинклинального к платформенному режиму, и поверхности выравнивания, возникающие в принципиально иных геологических условиях. III. В.Пенк дал анализ процесса отступания склонов и формирования “предгорной лестницы” (педиментов), рассматривая этот процесс синхронно с развитием поднятий. Неравномерность воздымания в сочетании с расширением области положительных движений обусловила ступенчатость склонов. Это явление могло происходить при различных соотношениях скоростей воздымания и денудации. При педипленизации происходит выравнивание “сбоку” в результате параллельного отступания склонов и расширения основания – педиментов. Педимент - предгорная скалистая равнина, иногда с маломощным покровом в основном флювиальных отложений. Размеры педиментов – до десятков км2 . Образуются в различных климатических зонах за счет склоновой денудации и удаления материала процессами плоскостного и ручейкового смыва. Необходимое условие для педипленизации - наличие ранее созданных превышений между сопряженными областями сноса и накопления. Прерывистость тектонических движений в сочетании с изменениями климата может привести к возникновению нескольких уровней педиментов. Педимент объединяется с отступающим склоном, который регрессивно смещаясь, “съедает” вышерасположенный педимент. В условиях нисходящего развития региона достаточно продолжительный процесс отступания склонов может привести к общему выравниванию – педипленизации. Педиплен – обширная слабонаклонная равнина, образовавшаяся в результате длительного отступания склонов, расширения и слияния педиментов. Выравнивание происходит в основном за счет боковой планации. Образовавшаяся поверхность является полигенной, преимущественно денудационной. Для формирования педипленов благоприятны условия семиаридного и умеренно гумидного климата, преимущественно холодного и резко континентального. Главное и обязательное условие – длительное 9 отсутствие движений, создающих наклонные поверхности, и постоянное положение базиса денудации, что определяет нисходящее развитие рельефа и выравнивание в любых климатических условиях. При восходящем развитии рельефа и формировании новых уровней педиментов общего выравнивания не происходит. Область воздымания расширяется. Итак, выделяется несколько генетических типов поверхностей выравнивания: 1. Пенеплены – региональные поверхности раздела, отражающие переход территории от эпигеосинклинального орогенного режима к платформенному. Время формирования соответствует длительному этапу тектонического покоя, когда происходит полное выравнивание и образование кор химического выветривания полного профиля. 2. Поверхности статического выравнивания (или поверхности конечного выравнивания) – педиплены и др. региональные поверхности, образующиеся в условиях длительного тектонического покоя, конечного выравнивания и полного уничтожения неровностей, обусловленных мертвыми СФ, литолого-стратиграфическими и др. факторами. Могут формироваться неоднократно в условиях платформенного режима. Механизм разрушения неровностей для I и II типов поверхностей может представлять сочетание различных видов планации при изменении ведущей роли нивелирующих процессов во времени. 3. Поверхности динамического выравнивания – локальные выровненные поверхности, образующиеся при нисходящем развитии рельефа в условиях малых скоростей роста СФ, полностью уничтожаемых экзогенными процессами. В зависимости от направления общих движений формируются денудационные, аккумулятивные или сложные поверхности динамического выравнивания. Области горообразования. Орогенный процесс в кайнозое развивается в пределах отмирающих геосинклиналей и разновозрастных платформ. Территории, им охваченные, выделяются как области горообразования, или орогенные области. Орогенный режим отличается от платформенного высокой мобильностью и разнонаправленностью движений, от геосинклинального – развитием общего поднятия и его расширением за счет сопредельных впадин. Наиболее крупные мегаформы областей горообразования – орогенные пояса. По расположению выделяются окринно-континентальные или внутриконтинентальные пояса. В плане пояса имеют линейно вытянутые очертания, в вертикальных сечениях представляют значительное общее поднятие (по сравнению с сопредельными областями платформенных равнин). Внутреннее строение характеризуется увеличением мощности земной коры, вулканизмом, высокой сейсмичностью и значительной скоростью разнонаправленных тектонических движений, быстро сменяющихся вкрест простирания СФ. Орогенные пояса состоят из горных стран – систем равноценных и сопряженных поднятий (горных сооружений) и предгорных и межгорных впадин. Горные страны различаются по геологическому развитию и особенностям орогенеза. В соответствии с геологической предысторией выделяются различные типы горных стран: Эпигеосинклинальные горные страны (Альпы, Кавказ, Анды и др.) формируются в конце процесса замыкания геосинклинали или непосредственно после него. Эпигеосинклинальный орогенез характеризуется отмиранием общего прогибания, завершением складчатости с дальнейшим развитием сопряженных систем поднятий и впадин на фоне становления общего поднятия. Активный рост положительных СФ приводит к их преобладанию над отрицательными. В результате происходит сокращение общих и частных прогибов и отмирание впадин как областей прогибания и аккумуляции. Высокая интенсивность вертикальных движений приводит к морфологическогму становлению общего поднятия в виде эпигеосинклинального горного сооружения. В центральной части сопряженных компенсированных и перекомпенсированных межгорных и предгорных впадин образуются аккумулятивные равнины, обрамленные предгорьями. 10 В современном рельефе эпигеосинклинальные горные сооружения представлены в основном высокими линейно вытянутыми системами хребтов, часто с альпийским обликом рельефа, в различной степени осложненного вулканическими постройками. Эпигеосинклинальные горные сооружения имеют блоково-складчатое строение с закономерно изменяющейся складчатостью – линейной в центре поднятия и сундучной - по периферии. В присводовых участках таких горных сооружений денудация часто вскрывает гранитные батолиты. Если на фоне общего поднятия развиваются складчатые деформации, то в рельефе отдельные хребты и их системы представлены антиклиналями, а разделяющие их понижения – синклиналями, осложненными разрывами. В условиях общего развивающегося поднятия происходит препарирование отдельных элементов мертвых складчатых деформаций. Т.о., в облике эпигеосинклинальных горных сооружений большое значение имеют деформации изгибов с различными радиусами кривизны. Эпиплатформенные горные страны развиваются на разновозрастных платформах в условиях слабого горообразования (Тянь-Шань, Кордильеры). Здесь преобладают породы фундамента. Для хребтов и горных впадин характерна сводово-глыбовая структура (развитие пологих изгибов с крупно- и мелкоблоковым внутренним строением). Поэтому особое значение приобретают разрывы разных рангов. Отдельные хребты или их системы, как правило, соответствуют развивающимся горстообразным СФ, а разделяющие их впадины – грабенам и приразломовым долинам (Вост. Саян, Енисейский кряж). При значительном развитии пород чехла, хребты-поднятия могут представлять полого изогнутые осложненные разрывами складки фундамента, а также складки облекания, маскирующие глыбовую природу поднятия (Юго-Западный Тянь-Шань). В области слабого эпиплатформенного орогенеза встречаются глыбовые горы с горизонтальным залеганием пород. Облик эпиплатформенных горных стран определяется преимущественно системами развивающихся разрывов, многие из которых - древние, возрожденные в процессе орогенеза. Поэтому простирание поднятий и впадин и общий структурный план наследуются от геосинклинального этапа развития. Рифтогенные горные страны - основной тип океанских гор. В пределах континентов они представлены в основном пологими сводообразными поднятиями. В начале развития они осложняются многочисленными секущими и согласными разрывами, среди которых широко распространены сбросы, ограничивающие грабенообразные впадины, приуроченные к присводовым участкам и сводам общих поднятий (ВосточноАфриканское горное сооружение, Байкальское нагорье). Т.о., горная страна определенного генетического типа – это территория с общей доорогенной историей и тектоническим режимом, в пределах которой новейший процесс горообразования происходил примерно в одно время. Новейшие СФ и рельеф горной страны имеют общие черты строения, определяющие ее индивидуальный облик. Главные мегаформы рельефа внутриконтинентальных горных стран. В условиях полного развития внутриконтинентальные горные страны включают комплекс мегаформ, некоторые из которых могут отсутствовать в редуцированных типах. В строении горного пояса при его полном развитии вкрест простирания (от платформенных равнин к внутренним регионам) выделяются мегаформы III порядка: 1 - участки платформы, сопредельные с горным сооружением, перекрытые четвертичными молассовидными отложениями в результате возрастающего перекоса поверхности подгорных равнин; 2 - предгорные орогенные впадины; 3 - внешние горные сооружения – часто наклонены к предгорной впадине и имеют с ней общий склон; 4 - межгорная впадина подразделяет внешнее и внутреннее горные сооружения. Горное сооружение – основная мегаформа горной страны – крупное общее поднятие со сводово-глыбовым строением. В рельефе оно образовано хребтами и их системами, 11 часто подразделенными горными впадинами. Выделяются простые и сложные горные сооружения. Простые горные сооружения – общие поднятия, не осложненные крупными горными впадинами, выполненными молассами. Сложные горные сооружения состоят из основных систем хребтов-поднятий, разделенных равноценными горными впадинами, выполненными молассами. Предгорные впадины развиваются в зоне предгорного приразломового прогиба и характеризуются асимметрией. Их внутренняя часть, примыкающая к передовому горному сооружению - более глубокая и крутосклонная, а внешняя – пологая, она соответствует сопредельному участку платформы, втянутому в орогенный процесс. В рельефе – это низменные равнины, повышающиеся в направлении к горному сооружению. Зона предгорий - регионы, примыкающие к горному сооружению и втянутые в общее поднятие. Ее образуют дробно расчлененные высокие наклонные денудационные равнины. Предгорья формируются в результате неравномерного поднятия и перекоса и миграции предгорной впадины. Межгорные впадины разделяют горные сооружения. На протяжении почти всего процесса горообразования являются отрицательной СФ, равноценной горному сооружению. Подобно предгорным, испытали значительное сокращение и членение системами частных поднятий. В отличие от предгорных впадин, межгорные сокращались более равномерно и предгорья окаймляют их со всех сторон. В остаточных частных впадинах происходит осадконакопление, часто в условиях перекомпенсации. В областях горообразования может быть несколько внутренних горных сооружений и межгорных впадин, однако чаще они включают одно или два горных сооружения. В редуцированных формах предгорные и межгорные впадины по масштабам могут не соответствовать горным сооружениям. **Экзогенный рельеф континентов**. Склоновые процессы, формы рельефа и отложения. Склоны объединяют днища низменностей с поверхностями возвышенностей любого генезиса. По склонам осуществляется совместное действие процессов склоновой денудации и транзита обломочного материала от водоразделов до днищ долин или другого промежуточного базиса денудации. Главным действующим фактором является сила тяжести, поэтому на склонах преобладают гравитационные процессы: обвалы, оползни, осыпи, перемещение делювиальных и солифлюкционных покровов и др. Генетические типы склонов. По генетическому признаку склоны подразделяются на эндогенные и экзоненные. Эндогенные склоны - наклонные поверхности, непосредственно связанные с морфологическим становлением СФ различных порядков. Основные параметры (крутизна, высота, простирание и др.) зависят от типа деформаций и их новейшего развития. Эндогенные склоны моделируются экзогенными процессами. Эндогенные сложные склоны характеризуются весьма значительной протяженностью и большой высотой (в горных странах высота – до первых км, протяженность – до первых сотен км; на платформах высота может превосходить 1-2 км). Экзогенные склоны - наклонные поверхности, формирующиеся в результате непосредственного воздействия экзогенных процессов. Они не соответствуют элементам тектонических деформаций, но отдельные параметры (крутизна и др.) косвенно зависят от внутреннего строения и характера общих новейших движений. Строение полигенных склонов определяется сочетанием эндогенных и экзогенных поверхностей. Крутизна и ее изменение зависят от соотношения эндогенных (Т) и нивелирующих экзогенных (Д) процессов: 12 Т>Д – крутизна со временем возрастает; Т=Д – динамическое равновесие, сохранение общей крутизны; Т

**Лекция 7. Почвоведение в археологии**. Цель раздела – ознакомить слушателей курса с теоретическими положениями почвоведения как основы почвенно-археологических исследований, рассмотреть основные методы изучения почвенного тела как блока памяти геосистем. Задачи – сформировать теоретические представления и базовые практические навыки литостратиграфического и морфологического описания почвенных тел, рыхлых отложений и культурного слоя как природноантропогенного образования (педолитоседимента), представить схемы и правила пробоотбора в полевых условиях. Характеризуется также микроморфологический метод как один из наиболее информативных для почвенно-археологических изысканий. Студенты получат представления об объектах, основных принципах и схемах микроморфологических исследований, технологии отбора и фиксации ненарушенных монолитов рыхлых отложений (в том числе культурных слоев), изготовлении тонких шлифов для микроморфологических исследований рыхлых материалов в тонких срезах под поляризационным микроскопом. Отдельно рассматриваются возможности микроморфологического изучения керамики и строительных материалов, а также перспективы метода при поиске предполагаемых источников сырья. К настоящему времени в практике археологических изысканий задействован весьма широкий спектр методов почвоведения, поэтому рассмотрение в рамках статьи каждого отдельного метода, его возможностей, истории применения и наиболее ярких результатов едва ли целесообразно. Ниже будут кратко охарактеризованы лишь наиболее известные и перспективные методы почвоведения, получившие заслуженное признание среди археологов; в целом представляется более целесообразным рассмотреть общую картину интеграции почвоведения и археологии в рамках нового междисциплинарного научного направления, известного как археологическое почвоведение. В качестве предпосылок возникновения археологического почвоведения можно назвать глубокое проникновение естественно-научных методов и подходов в решение этно-археологических проблем. Следует отметить, что почвоведение – отнюдь не единственная естественно-научная дисциплина, нашедшая применение в практике изучения археологических памятников. Нельзя не упомянуть и геоархеологию, и инженерную геологию, и петроархеологию, и зооархеологию, археофитоиндикацию и ряд других научных направлений, позволяющих реконструировать природное окружение древних обществ, их хозяйственный уклад, расселение, особенности архитектуры, производств, ритуально-мифологической сферы жизни. Но из всех перечисленных дисциплин лишь почвоведение проникло максимально глубоко в комплекс археологических изысканий, став неотъемлемой частью изучения археологических объектов как памятников природы. Это связано со спецификой основной массы археологических памятников, которые со временем все больше приобретают свойства природного тела, функционируя в режиме соответствующих почвенных горизонтов. Именно этим объясняется общая для археологов и почвоведов среда изучения – почва, подстилающие и перекрывающие ее отложения. Результатом такого рода интеграции в изучении археологических памятников стало новое научное направление, которое было предложено называть «археологическим почвоведением» (Демкин, 1993, 1997; Дергачева, 1997). На сегодняшний день концепция данного направления представляется следующим образом. Археологическое почвоведение – это междисциплинарное научное направление, объектами изучения которого являются ритуальные, селитебные, фортификационные, сельскохозяйственные, индустриальные, мелиоративные, и другие памятники древней и средневековой истории, а также погребенные почвы и отложения за пределами археологических памятников. При этом с помощью методов почвоведения и смежных естественно-научных дисциплин исследуются погребенные почвы, культурные слои и закрытые комплексы, вновь сформирован- 165 ные поверхностные почвы, а также разного рода естественные и искусственные органические и минеральные объекты, связанные с жизнедеятельностью древнего и средневекового населения. Предмет исследований – развитие почв и ландшафтов и динамика палеоэкологических условий; взаимосвязи в системе «общество – природная среда»; отдельные элементы бытовой, производственной и ритуальной жизни древнего населения. Результаты почвенно-археологических исследований вносят вклад в расширение научной базы как почвоведения, так и смежных естественно-научных дисциплин, выступая при этом в качестве источника для археологических реконструкций (Борисов, 2014). Схематично предмет, объекты и методы археологического почвоведения можно представить в следующем виде (рис. 1). История становления археологического почвоведения уходит корнями в начало XX в., в период становления почвоведения как самостоятельной науки. Но еще до этого, в 1840-х годах немецкий колонист И. Корнис раскопал два кургана в Мелитопольском уезде и отметил, что мощность чернозема под курганом на 10–30 см меньше, чем у почв в открытой степи. Позже Ф.И. Рупрехт в книге «Геоботанические исследование о черноземе» (1866) на основании изучения гумусового слоя на стене Староладожской крепости впервые сделал вывод о прямой пропорциональности мощности почвенного слоя и времени почвообразования. По подсчетам Рупрехта, для формирования перегнойного слоя требуется 2400–4000 лет. В.В. Докучаев (1883) по этому поводу заметил, что прирост мощности гумусового гоРис. 1. Объекты, методы и круг решаемых вопросов археологического почвоведения А.В. Борисов. Археологическое почвоведение 166 МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ В АРХЕОЛОГИИ... ризонта не продолжается бесконечно и прекращается, достигнув определенной величины, характерной для почвы (цит. по: Иванов, 2014). В начале XX в. В.А Городцов активно использовал методический потенциал почвоведения в изучении степных курганов. Им впервые были рассчитаны скорости роста почвенного слоя за последние 5000 лет, на основании чего были предприняты попытки датирования курганов. В дальнейшем исследователи неоднократно прибегали к изучению погребенных почв археологических памятников, но эти исследования были преимущественно ориентированы на разработку концепций эволюции почв и вековой динамики почвенных свойств и в значительно меньшей степени вносили вклад в развитие археологии. И только в 70–80-х годах в археологическом почвоведении начался процесс глубокого и взаимного проникновения почвоведения в проблемы археологии. И сразу же эти работы показали высокую перспективность почвенно-археологического подхода в изучении археологических памятников (Иванов, 1978; Иванов и др., 1978; Демкин и др., 1988; Демкин, 1993, 1997; Дергачева, 1997). Такому успеху во многом способствовал тот факт, что каждый археолог в своей практической деятельности неизбежно сталкивается с рядом почвенно-грунтовых объектов, информационный потенциал которых по объективным причинам для него недоступен. В результате огромный массив информации, которую можно было извлечь при исследования погребенных почв, культурных слоев, ландшафтов, окружающих памятник, разного рода органических и минеральных атрибутов всех областей жизни древнего человека, оставался неиспользованным. Ситуация изменилась с возникновением археологического почвоведения, методическая база которого располагает морфологическими, химико-аналитическими, микробиологическими, минералогическими методами, а также арсеналом возможностей геоморфологии, геохимии, геологии, географии, геоботаники и других отраслей знания. Следует подчеркнуть, что в последние годы именно с привлечением новых методов связан наибольший рост публикаций в области археологического почвоведения, и число используемых методов растет с каждым годом. При этом продолжают совершенствоваться и адаптироваться классические физико-химические аналитические методы, с помощью которых были заложены основы археологического почвоведения. Очевидна тенденция разделения методов на высокотехнологические, наукоемкие, демонстрирующие возможности методической базы естественных наук и имеющие на данный момент единичное или весьма ограниченное применение, и широко используемые рутинные методы, составляющие основу экспериментальной базы археологического почвоведения. При этом особенно следует отметить быстрый переход только что предложенных принципиально новых методов и технологий в рутинные, что является показателем внутреннего роста археологического почвоведения как научного направления. Примером тому могут служить методы почвенной микробиологии, геохимии, микробиоморфного анализа и др. Специфика методической базы и объектов изучения определяет и круг решаемых вопросов, который для археологического почвоведения необычно широк и продолжает расти. В этом заключается уникальность археологического почво­ 167 ведения как научного направления: результаты исследований имеют мультидисциплинарную направленность и в равной мере способствуют прогрессу не только в области почвоведения, палеоэкологии и палеогеографии, но и оказываются широко востребованными специалистами в области археологии, этнологии и других гуманитарных дисциплин. При этом базовой научной дисциплиной, вовлеченной в исследования со всем своим методическим потенциалом и соответственно получающей максимальный объем нового знания, является почвоведение. Значительные успехи достигнуты в изучении генетико-эволюционных проблем, решаемых на основе исследования погребенных почв разновозрастных археологических памятников. Следует отметить, что явления изменчивости почв во времени были обнаружены еще на заре генетического почвоведения (Докучаев, 1949). Однако, несмотря на длительное изучение эволюции почв, существенные результаты по данной проблеме были получены только в последние десятилетия. При этом выделяется комплекс вопросов пространственно-временной изменчивости почвенных свойств и процессов и эволюции почв вцелом. В качестве методического подхода используются методы современного почвоведения, включающие морфолого-генетический анализ почвенного профиля с одновременным привлечением инструментальных возможностей изучения химических, физических, микробиологических, микроморфологических, минералогических свойств почвы. В итоге достаточно глубоко изучены общие тренды и этапы эволюции почв разных природных регионов в разные исторические периоды, определены направленность, скорость, причины и продолжительность трансформации гумусового, карбонатного, солевого профилей, динамика процессов осолонцевания, гумусообразования, текстурной дифференциации профиля и др. Дневные почвы, сформированные на поверхности археологических памятников, позволили получить принципиально новую информацию о скорости развития почв с известным временем начала почвообразовательного процесса. Получены основные представления по вопросам географии палеопочв в исторические эпохи, установлены закономерности смещения границ природных зон и подзон. Разрабатываются картосхемы почвенного покрова в голоцене, характеризующиеся разной природной обстановкой. Столь глубокий ретроспективный анализ развития почв и природной среды в условиях многократных изменений климата в прошлом служит базовой моделью прогноза состояния почв и других компонентов экосистем в условиях возможных сценариев изменения климата в будущем. Рассмотрим исследования, ориентированные на решение вопросов археологи и этнологии, которым в рамках археологического почвоведения уделяется столь же пристальное внимание, как и вопросам почвоведения. Для археологов наиболее актуальными оказались первые результаты почвенно-археологических исследований, направленных на реконструкцию природной среды в древности и средневековье. Связующим звеном между данными почвоведения и археологической проблематикой стали вопросы палеоэкологии. Это, прежде всего, реконструкция атмосферной увлажненности в ту или иную историческую эпоху, гидрографической сети, глубины залегания и химизма грунтовых вод, растительного покрова, наличия или отсутствия водной и ветровой эрозии и др. А.В. Борисов. Археологическое почвоведение 168 МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ В АРХЕОЛОГИИ... Основными объектами археологического почвоведения, на сновании изучения которых делаются все палеоэкологические реконструкции, являются погребенные почвы археологических памятников, прежде всего курганов. В качестве носителей информации о природных условиях прошлых эпох при этом выступает организация почвенного профиля, набор и мощность генетических горизонтов, содержание гумуса, солей, карбонатов, гипса и глубины их аккумуляций, наличие новообразований и включений и др. Весьма представительна география палеоэкологических исследований: это и Центральное Черноземье (Ахтырцев Б.П., Ахтырцев А.Б., 1993; Чендев, 2001; Александровский, Александровская, 2005); Причерноморье (Лисецкий и др., 2013); Предкавказье (Александровский, 1997, 2002; Хохлова и др., 2006); Нижнее Поволжье (Демкин, 1997; Борисов и др., 2006; Якимов и др., 2007); Предуралье (Иванов, 1992; Демкин и др., 1995; Рысков, Демкин, 1997, Хохлова, 2007); степное Зауралье (Плеханова, Демкин, 2008), Западная Сибирь (Дергачева, 1997; Валдайских, 2007; Махонина, Валдайских, 2008; Якимов и др., 2012). Результаты палеоэкологических исследований погребенных почв археологических памятников позволили внести существенный вклад в накопление информации о динамике климата в голоцене. Исследования в этом направлении дают представление не только об экологическом фоне историко-социальных явлений и процессов – расселении, миграциях, исчезновении древних и средневековых социумов, но ипозволяют выходить на уровень палеоэкономических реконструкций, раскрывая природные предпосылки того или иного типа хозяйствования, его адаптаций и изменений в условиях меняющейся окружающей среды. При традиционном почвенном исследовании эти аспекты логически завершают весь комплекс реконструируемых параметров, объединяя вопросы изучения почвенных процессов, почвенных тел и почвенного покрова и выходя на геоботанический и ландшафтный уровни. Но здесь-то и раскрывается уникальность археологического почвоведения именно как междисциплинарного научного направления – взять информацию этого финального этапа почвенных изысканий и довести ее до уровня источника, отправной точки для изысканий археологических. В итоге возникли детальные сопоставления, в которых, с одной стороны, рассматривается развитие почв и климатический ситуации, а с другой – формирование древних социумов, их развитие и угасание (Ахтырцев, Пряхин, 1988, Иванов, Васильев, 1995; Гоняный и др., 2007; Демкин и др., 2010; Борисов и др., 2011). В последние годы в палеоэкологических реконструкциях кроме традиционных методов классического почвоведения, основанных на изучении морфолого-генетических характеристик почвенного профиля и его физико-химических свойств, все шире применяются методы разных направлений почвенной науки. Так, в частности, магнитные свойства погребенных степных почв, а также геохимические коэффициенты, получаемые по соотношению таких микроэлементов, как Rb/Sr, Al2 O3 /(CaO+MgO+K2 O+Na2 O, весьма успешно используются для реконструкции среднегодовой нормы осадков, позволяя получить количественные климатические реконструкции для разных археологических эпох (Maher et al., 2003; Калинин и др., 2009; Алексеев, Алексеева, 2012, Алексеев и др., 2014). Методы органической химии важны для реконструкции молекулярных следов наземной растительности (Ковалева, Ковалев, 2009). 169 Активно развиваются и совершенствуются детальные палеоэкологические реконструкции на основе изучения наиболее мобильных и сенсорных почвенных характеристик – микробоценозов почв, позволяющие выявлять кратковременные тренды изменения природных условий (Демкина и др., 2010; Хомутова и др., 2011). Весьма репрезентативные данные по реконструкции ритмичности почвообразования получаются с использованием геохимии стабильных изотопов (Ковалева и др., 2014), анализа пулов азота в погребенных и современных почвах (Кузнецова и др., 2014). Однако археологическая тематика отнюдь не ограничивается палеоэкологией, хотя эта проблема традиционно занимает одно из ведущих мест в почвенно-археологических исследованиях. Кроме палеопочвенных реконструкций климатических условий прошлого в рамках археологического почвоведения успешно решаются вопросы, связанные с изучением не только погребенных почв, но и широкого ряда других археологических контекстов: культурных слоев, материковых объектов, насыпей, ровиков, могильных ям, отдельных элементов бытовой, производственной сферы и погребального обряда. И здесь также в полной мере раскрывается весь информационный потенциал методической базы археологического почвоведения. Особую роль среди инструментальных методов археологического почвоведения занимает анализ содержания фосфатов, наиболее важного индикатора антропогенного влияния на почву. Остановимся подробнее на этом «патриархе» инструментальных методов. Первое применение фосфатного метода на памятниках археологии было осуществлено О. Аррениусом в Швеции в 1931 г. и В. Лорхом в Германии в 1940 г., когда было показано увеличение содержания фосфора в почвах на местах древних поселений на северо-западе Европы (Arrhenius, 1931; Lorch, 1940). Присутствие человека приводит к увеличению содержания многих элементов в почве, но ни один элемент не является более чувствительным, устойчивым и надежным индикатором антропогенной активности, чем фосфор. Можно выделить две причины увеличения содержания фосфора в почве: первая связана с поступлением отходов жизнедеятельности человека и животных, остатков пищи, растительного материала, экскрементов и т.д. (биологических фосфор); вторая – с поступлением минерального фосфора с золой и костями. К настоящему моменту накоплен огромный массив литературных данных по этому вопросу, обобщенный в ряде работ (Eidt, 1977; Holliday, Gartner, 2007). Традиционно фосфатный метод используется археологами для решения вопросов установления границ археологических памятников, выявления их инфраструктурных признаков и реконструкции интенсивности использования территории (Веллесте, 1952; Микляев, Герасимова, 1968; Eidt, 1977; Демкин, Дьяченко, 1994; Barda, 1994; Детюк, Тараненко, 1997; Гак и др., 2014). Благодаря относительно невысокой стоимости определения содержания фосфатов этот анализ можно проводить на большой выборке образцов, что позволяет осуществлять так называемые площадные определения, когда анализируется образцы из каждого квадратного метра площади культурного слоя или из каждого сантиметра профиля. Следующий по популярности и широте применения в археологической практике – микроэлементный анализ почв и культурных слоев. Его методы активно приА.В. Борисов. Археологическое почвоведение 170 МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ В АРХЕОЛОГИИ... меняются при изучении культурного слоя древних городов (Кайданова, 1987; Сычева, 1994, 2006; Долгих, 2010, 2011; Кураков, Ладонин, 2014), погребенных почв курганов (Идрисов, 2014, Калинин и др., 2009, Пампура и др., 2013). Получаемые результаты дают возможность реконструировать производст венную деятельность на памятнике, связанную с использованием разных видов минерального сырья. И если изучение минеральных или минерализованных археологических материалов с помощью методов почвоведения ведется довольно давно, то исследования, направленные на реконструкцию органических субстратов, только начинаются. Это связано с активным внедрением методов почвенной микробиологии в практику археологических изысканий. Так, результаты изучения почвенных грибов в древних почвах, преобразованных деятельностью человека, и культурных слоях поселений позволили реконструировать особенности хозяйственной деятельности на разных участках памятника (Марфенина и др., 2001, 2008; Иванова и др., 2006; Marfenina et al., 2008). С помощью анализа плотности кератинолитических грибов, ответственных за разложение кератина, входящего в состав шерсти и кожи, а также активности фермента уреазы, осуществляющей гидролиз мочевины, удается выявлять места содержания скота и реконструировать внесение удобрений на древние земледельческие угодья. В плане реконструкции внесения навоза на древние поля перспективным представляется изучение численности термофильных бактерий, которые в естественных условиях в почве практически отсутствуют и развиваются только при компостировании навоза, когда температура достигает 60–700 С (Борисов и др., 2013; Чернышева и др., 2014). Из арсенала методов почвенной геофизики в археологическом почвоведении наиболее популярна магнитная восприимчивость. Этот показатель используется в палеоэкологических реконструкциях, так как величина магнитной восприимчивости почв аридной и семиаридной зоны возрастает по мере оптимизации условий для почвенных бактерий железоредукторов, что наблюдается при увеличении влагообеспеченности (Kukla et al., 1988; Maher et al., 2002; Алексеев и др., 2003; Заварзина и др., 2003). С помощью магнитной восприимчивости удается диагностировать как сам факт воздействия огня на почву, так и поступление в нее материалов пирогенной природы (Fassbinder, Stanjek, 1993; Oldfield, Crowther, 2007). Комплексные исследования с привлечением методов археологического почвоведения позволяют решать вопросы, связанные с реконструкцией специфики хозяйственной деятельности на территории памятника и за его пределами (Бронникова и др., 2014). Здесь следует выделить весьма перспективное направление, связанное с изучением древнего и средневекового земледелия (Александровский, Кренке, 1995; Скрипникова, 2004; Алешинская и др., 2008; Лисецкий, 2008; Коробов, Борисов, 2012; Борисов, Коробов, 2013; Гольева, Свирида, 2014), в котором используются методы почвоведения, микробиоморфного анализа, почвенной микробиологии, геоинформационных систем и др. Разработаны новые перспективные методы реконструкции внесения удобрений в почвы древних полей (Чернышева и др., 2014; Чернышева, Коробов, Борисов, 2014; Chernysheva et al., 2015). Изучение ландшафтно-экологических аспектов локализации и существования археологических памятников с помощью методов археологического почвоведения позволяет выявлять потенциальные места расположения древних по- 171 селений и сохранности культурного слоя (Борисов и др., 2014). Привлечение методов геохимии стабильных изотопов позволяет решать вопросы миграции древнего населения на основании изменений изотопного состава костей при изменении ресурсной базы (Шишлина, 2014). С помощью методов археологического почвоведения решаются вопросы изучения технологии создания и архитектуры археологических памятников (Кривошеев и др., 2014). Нельзя не упомянуть и о вопросах относительной хронологии и топографии памятников, позволяющих установить на уровне почвенных свойств и процессов некие хронологические и стратиграфические реперы, которые не могут быть выделены никакими другими методами (Хохлова, 2006). Отдельно следует остановиться на вопросах использования методов почвенной микроморфологии в археологических исследования. Изучение тонких срезов почвы дает возможность установить особенности формирования почвенной массы и представить основные закономерности формирования ландшафта (van der Meer, Warren, 1997), выявить на микроуровне следы антропогенного перемешивания почвенной массы и на этой основе реконструировать наличие земледельческой активности (Davidson, 2002), а также характера обработки почвы (Lewis, 2012). Предпринимаются весьма эффективные попытки изучения первых периодов оккупации территории человеком и интерпретации природы органических прослоек на неолитических памятниках (Kooistra M., Kooistra L., 2003). Археологическое почвоведение вносит немаловажный вклад в более глубокое и понимание погребального обряда, так как позволяет на уровне геохимических, микробиологических, биохимических, биоморфных, петрографических и других свойств разных составляющих ритуальной церемонии расширять наши представления о духовной сфере жизни древнего населения; раскрывать особенности сооружения, функционирования, разрушения и археологизации памятника. В этом направлении ведутся работы по изучения химического состава охр (Александровская и др., 2000; Усачева, 2012), меловых посыпок и других природно-антропогенных элементов погребального отряда (Демкин, 1997; Demkin et al., 2014). Отдельной темой, неизменно вызывающей интерес исследователей на протяжении десятилетий, является реконструкция ритуальной пищи в сосудах из захоронений. Исследования в этом направлении начались с использования методов классического почвоведения (Демкин и др., 1988; Демкин, 1999); в дальнейшем стали привлекать микроэлементный (Александровский, Александровская, 1999; Гайдученко, 2000), биоморфный (Гольева, 1999), спорово-пыльцевой анализы (Шишлина, Пахомов, 2002), микробиологические методы (Демкин и др., 2014). Особенно важно, что эти, казалось бы, сугубо гуманитарные вопросы в немалой степени способствуют расширению естественно-научной базы исследований и в первую очередь – почвоведения. Так, в частности, датированный и локализованный в пространстве факт антропогенного воздействия на почвы дает уникальную возможность оценить глубину трансформации исходных почвенных свойств, скорость и степень восстановления первоначального состояния почв после снятия антропогенного стресса. Чрезвычайно информативны наблюдения за палеоантропогенной трансформацией ландшафтов, динамикой эрозионной активности, вызванной разными формами хозяйственной деятельности в древности и средневековье. А.В. Борисов. Археологическое почвоведение 172 МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ В АРХЕОЛОГИИ... \* \* \* В заключение следует сказать несколько слов о перспективах археологического почвоведения. На сегодняшний день становится очевидным, что дальнейший прогресс в палеоэкологических реконструкциях на основе почвенных данных напрямую зависит от точности датировки памятников. Почвоведение готово к более детальным реконструкциям, так как зачастую внутри какоголибо одного хроноинтервала свойства погребенных почв заметно варьируют, что, безусловно, связано с динамикой палеоэкологических условий. Но если с археологических позиций нет оснований для более дробной датировки памятников, эта вариабельность свойств не может быть корректно интерпретирована. Поэтому в последние годы отмечается некоторое снижение количества работ, посвященных палеопочвенным реконструкциям природной среды. В то же время в связи с открытием новых культур и культурных общностей, изменением хронологической позиции уже известных, общим переходом на калиброванные радиоуглеродные данные наметилась тенденция отставания палеопочвенных исследований от новых археологических реалий. В этой связи в археологическом почвоведении назрела необходимость глубокого пересмотра и систематизации накопленной палеоэкологической базы данных. Что касается сугубо почвенных исследований, то наибольшие перспективы открываются в области изучения структуры палеопочвенного покрова, особенностей эрозионно-аккумулятивных процессов в разные исторические эпохи. Относительно исследования курганных насыпей следует признать, что наиболее интересные результаты ожидаются от их палеопочвенного изучения, установления особенностей создания кургана, курганной архитектуры, организации ритуального пространства, погребальном убранстве и т.д. Эти вопросы к настоящему времени проработаны в минимальной степени. Чрезвычайно широкие возможности открываются в области изучения культурного слоя. Долгое время этот аспект был на втором плане в археологическом почвоведении, уступая первенство вопросам изучения погребенных почв и реконструкции климата. Но по мере накопления палеоэкологической информации и приближении ее к пределу точности в связи с отмеченными выше особенностями датировки памятников, все больше исследователей занимаются изучением культурного слоя. На первых порах основные результаты этих работ были ориентированы на решение археологических вопросов, связанных с реконструкцией особенностей хозяйственной деятельности на памятнике. В дальнейшем оказалось, что информационный потенциал этого направления отнюдь не ограничивается археологическими реконструкциями и имеет весьма широкие перспективы в плане получения новых сведений фундаментального характера. И последнее, пожалуй, наиболее перспективное направление археологического почвоведения связано с развитием ландшафтной археологии. Не вызывает сомнений востребованность методической базы археологического почвоведения при изучении древнего земледелия, животноводства, иных форм взаимодействия человека и окружающей среды. Чрезвычайно актуальным представляется использование методов археологического почвоведения 173 в вопросах изучения зоны обитания на поселении (site) и хозяйственной периферии памятника (offsite), а также в развитии микротопографии памятников и выделении зон разного характера использования внутри отдельных построек. ПРИЛОЖЕНИЕ Методика отбора образцов Следует подчеркнуть, что палеопочвенные исследования археологических памятников могут выполняться лишь специалистом почвоведом, имеющим опыт работы на такого рода объектах. Попытки археологов каким-то образом самостоятельно решать эти вопросы, отбирать образцы почв и т.д., как правило, не приводят к успеху, так как теряется огромный пласт информации, связанный в первую очередь с морфологическими характеристиками почв. Безусловно, оптимальный вариант – предварительная договоренность между археологом и почвоведом о совместном изучении памятника. Только в этом случае удается получить абсолютно корректные и надежные результаты. Однако бывают ситуации, когда нет возможности пригласить почвоведа, при этом исследуемый памятник уникален для той или иной исторической эпохи или природной зоны и его исследование с помощью методов почвоведения могло бы пролить свет на многие неизвестные ранее аспекты. В этом случае можно порекомендовать следующий алгоритм действий. Подготовка профиля к фотофиксации. Погребенную почву или культурный слой в наиболее информативном месте следует тщательно зачистить, не оставляя следов от лопаты. От уровня верхней границы погребенной почвы или современной поверхности закрепить масштабную сантиметровую ленту. С одной стороны от ленты поверхность оставляется ровно зачищенной, с другой – почвенный профиль необходимо препарировать. Это делается следующим образом. В почву втыкается нож на глубину 1-2 см, после чего, отводя рукоятку в сторону, из почвы выламывается кусочек размером в несколько сантиметров. В следующий раз нож втыкается рядом с образовавшейся на стенке ямкой на расстоянии в несколько сантиметров, и операция повторяется. В итоге формируется неровная поверхность, отражающая структуру почвы в естественном, не заглаженном состоянии. Таким образом, двигаясь по направлению сверху вниз по стенке разреза необходимо создать вертикальную полосу шириной около 30 см почвы естественного сложения. Фотофиксация. Фотографировать профиль необходимо при рассеянном солнечном свете. Снимки ярко освещенного или искусственно затененного профиля недопустимы. Следует следить за тем, чтобы при фотофиксации были видны и заглаженная поверхность, и поверхность в естественном состоянии, а также сантиметровая лента (см. цв. вклейку, рис. XIV). Сами снимки должны быть разного масштаба: панорамные, профильные, а также послойные достаточно высокого разрешения. После этого составляется описание профиля. По возможности фиксируются следующие показатели: цвет, плотность, влажность, наличие и глубина появления включений. Отбор образцов. После фотосъемки и описания можно перейти к профильному отбору образцов. В случае с монотонным профилем без явной стратиграфии на ровной стенке размечаются ножом горизонтальные линии через 5 см от современной поверхности до материка. Если в профиле видны слои и прослойки, то стенка расчерчивается по границам слоев. При этом если мощность слоя больше 5 см, то внутри его также выделяются слои. Делается еще фото с расчерченной стенкой. Пред отбором образцов следует протереть руки и инструмент спиртом или водкой. После этого образцы отбирают из центральной части каждого выделенного слоя из 10–20 точек, выбирая наиболее характерные для данного слоя участки. Вес образца должен составлять около 200 г. Следует особенно внимательно выбирать участки для отбора образцов, избегая нор землероев и посторонних включений естественной или антропогенной природы. Образцы отбираются в полиэтиленовые пакеты, в которые вкладываются маленькие ZIP‑пакеты с биркой, на которой указано: название памятника, дата, номер раскопа или сектора, глубина отбора образца. В этот же день в камеральных условиях образцы грунта необходимо высушить до воздушно-сухого состояния. Для этого образцы высыпаются на крафтовую бумагу слоем не более 1-2 см в затененном хорошо проветриваемом месте. При этом пакет с биркой находится в грунте. После высыхания образцы хранят в прохладном месте до отправки в лабораторию. В случае с культурным слоем поселений образцы отбираются из каждого слоя или прослойки на участке с наиболее хорошо выраженной стратиграфией напластований. При этом по той же схеме проводятся фотофиксация, описание, отбор образцов и подготовка их к транспортировке; на бирке указываются номера раскопа и квадрата, глубина отбора образца. Образцы сопровождаются схемой отбора, на которой приводится фото профиля с кратким описанием слоев и указанием глубин залегания каждого слоя, из которого отбирался образец для почвенных анализов (см. цв. вклейку, рис. XV). Свойства почв археологического памятника необходимо сравнивать с современными фоновыми почвами за его пределами. Для этого выбирается участок, соответствующий месту расположения памятника по геоморфологическим, литологическим и почвенным условиям. Безусловно, предпочтительно выбирать целинный участок. Но если таковые располагаются далеко либо в иных ландшафтных условиях, то можно в качестве фона выбирать пахотный участок. На выбранном месте закладывается почвенный разрез глубиной до слоя почвообразующей породы. После этого проводятся фотофиксация, описание и отбор образцов. С образцами, отобранными по такой методике, можно работать и решать многие задачи, связанные с реконструкцией как палеоэкологических условий, так и особенностей антропогенной деятельности на памятнике. Менее строгие требования к площадному отбору образцов культурного слоя, и здесь вполне можно обойтись без почвоведа. Сразу оговоримся, что площадной отбор образцов культурного слоя имеет смысл проводить лишь на поселениях эпохи бронзы и аграрных селищах раннего железного века и средневековья, т.е. на объектах, где культурный слой морфологически не обособляется от почвен- 175 ной массы. Что касается памятников городского типа, то в силу чрезвычайно высокой интенсивности и разнообразия антропогенного воздействия на почву площадные анализы едва ли будут корректными. При площадном исследовании культурного слоя отбор образцов проводится по следующей схеме. На том уровне раскопа культурного слоя, который соответствует периоду расцвета поселения, после горизонтальной зачистки вся площадь раскопа расчерчивается на квадратные метры и каждому квадратному метру присваивается номер в определенной последовательности. Составляется схема нумерации квадратов. Отбор образцов проводится из пяти точек в каждом квадратном метре – в центре и по углам квадрата (см. цв. вклейку, рис. XVI). При этом следует во всех случаях отбирать морфологически близкий грунтовый материл, избегать участков, где явно заметны хозяйственные и столбовые ямы, остатки сооружений, камни, глина и прочие неоднородности. Отбирается заведомо большой объем грунта, 200–300 г, который перемешивается и усредняется. После этого из усредненного образца отсыпается около 50 г для анализов. Образцы лучше отбирать в крафтовые конверты, на которых подписывается номер квадрата. Сразу после отбора необходимо обеспечить условия для максимально быстрого высушивания конвертов. Образцы должны быть высушены в течение нескольких часов, так как в противном случае конверты могут разваливаться. Грунт после высыхания пересыпают в полиэтиленовые ZIP-пакеты, куда помещают бирку с номером квадрата, как было описано выше. Отбор грунта можно проводить сразу в полиэтиленовые пакеты, но в этом случае затрудняется процесс высушивания, особенно при большом количестве образцов. Отбор образцов грунта из ритуальных сосудов в погребениях осуществляется следующим образом. В качестве контроля отбирается грунт на уровне венчика горшка. Этот грунт попал в горшок на самом последнем этапе его заполнения, поэтому ритуальная пища, которая исходно присутствовала в горшке, не могла изменить его химические и микробиологические свойства. Вес образца должен составлять 50–70 г. После отбора контрольного образца отбирается грунт из нижнего сантиметрового слоя заполнения сосуда. На этом этапе требуется особая аккуратность, так как необходимо удалить все содержимое горшка, оставив лишь сантиметровый слой грунта на дне сосуда. Эту операцию удобно проводить специально заточенной ложкой, срезая тонкими слоями грунт внутри горшка и сразу же удаляя его. После того, как на дне в горшке останется не более 1 см, можно отбирать образец на анализы. Процедура сушки и хранения образцов аналогична описанной выше. Сам сосуд после отбора образцов необходимо сфотографировать. ЛИТ

**Лекция 8. Археопалинология**. Применение спорово-пыльцевого (палинологического) анализа в археологии имеет свою специфику, что привело к выделению отдельной дисциплины – археопалинологии. Во многом отличие последней от классической палинологии обусловлено большим разнообразием археологических объектов, изучаемых спорово-пыльцевым методом, и формированием спорово-пыльцевых спектров из различных источников. Кроме реконструкции палеообстановки и влияния человека на окружающую среду в широкий круг задач археологической палинологии входит также реконструкция особенностей хозяйственной деятельности и погребальных обрядов, определение диеты человека и домашних животных, сезонности стоянок и источников сырья для производства. Цель раздела – сформировать представление об особенностях и возможностях палинологического анализа на археологических объектах различных типов. Сложно восстановить целостную картину прошлого человечества без палеоэкологических реконструкций, они все чаще являются обязательной составляющей полноценных археологических исследований. Спорово-пыльцевой (палинологический) анализ — один из немногих результативных методов восстановления палеорастительности и оценки палеоклиматических условий во время обитания древнего человека. Значимость результатов палинологических исследований, проводимых в последнее десятилетие на археологических памятниках юга Тюменской области, прекрасно иллюстрируют изменения во взглядах археологов на роль природных стимулов в процессах культурогенеза и в формировании социально-экономического уклада древних обществ [Матвеева и др., 2003; Волков, 2007; Зах и др., 2008]. Как показывает практика, для объективной оценки влияния природных изменений на ход исторических процессов очень важно оперировать данными по конкретному району. Экстраполяция результатов палеоэкологических реконструкций, полученных в других регионах (в том числе приуроченных к сходным природно-зональным условиям), в большинстве случаев позволяет провести сопоставление с крупными (500–1000 лет) климатическими этапами голоцена. Кратковременные (100–300 лет) изменения ландшафтно-климатических условий, обусловленные географическим положением, как правило, проявляются локально и не прослеживаются синхронно с той же интенсивностью в соседних регионах. Так, сопоставление результатов реконструкции природных условий Притоболья и Приишимья показало [Зах и др., 2008], что улучшение увлажненности и похолодание проявляются в растительности Приишимья значительно позже, а интервалы теплого и засушливого климата — раньше, чем в Притоболье. Поэтому прямое использование выводов, полученных по многочисленным палинологическим разрезам Притоболья, мало пригодно для установления соответствия между локальной археолого-исторической периодизацией Приишимья и изменением фоновых природных условий в этом районе. С этой целью предпринято направленное исследование спорово-пыльцевого состава голоценовых отложений Приишимья. В задачи исследования входит обоснование принципов интерпретации палиноспектров (посредством анализа состава поверхностных проб), выявление специфики изменения палеоландшафтов и восстановление особенностей среды обитания древнего населения на конкретных памятниках Мергенского археологического микрорайона и его окружения. Подобные задачи уже были поставлены в 1994 г. комплексной археолого-палеогеографической экспедицией [Матвеев и др., 1994, 1997], благодаря которой получены первые сведения о природном окружении людей в каменном веке Приишимья. Данная статья посвящена обзору и анализу ранее опубликованных и новых спорово-пыльцевых данных. Археопалинологические исследования в Приишимье 175 Местоположение района. Основным полигоном для исследования стали окрестности оз. Мергень в Ишимском р-не Тюменской обл., на берегу которого обнаружены археологические памятники разного времени. Озеро входит в цепь неглубоких, но довольно значительных по размерам озерных котловин, расположенных на второй левобережной террасе Ишима. Котловины образовались на месте древнего речного русла, сильно переработанного последующими процессами [Волков, 1962]. В соответствии с современным геоботаническим районированием [Атлас Тюменской области, 1971; Бакулин, Козин, 1999] данная территория относится к северной лесостепи. Лесов немного, в основном это небольшие березово-осиновые злаковоразнотравные леса и березовые колки. Большие площади березовых лесов севернее и восточнее г. Ишима сведены и используются как сельскохозяйственные земли. Много озер, низинных болот и разнообразных лугов, в том числе сильно остепненных на высоких дренированных участках и засоленных в низинах. Примесь сосны в лесах незначительна (часто это искусственные посадки), также очень редко встречаются ель и кедр. Сейчас озеро зарастает с берега сплавиной, окружено полосой тростниковых зарослей и засоленных лугов. Борта котловины покрыты разнотравно-злаковыми лугами и пашнями, более высокие уровни террасы и гривы заняты парковым березово-осиновым лесом, местами с подсаженной елью и сосной. Современные климатические условия характеризуются по данным метеостанции г. Ишима: средняя месячная температура января — 19,3 °С, июля — +18,0 °С, года — -0,1 °С; количество осадков 351 мм/год; безморозный период 108 дней [Справочник по климату СССР, 1965–1968]. По сравнению с Притобольем они более континентальны, коэффициент увлажнения ниже 1, что, безусловно, и является лимитирующим фактором распространения лесов в районе. Методическая основа исследования Состав спорово-пыльцевых спектров не прямо пропорционален составу растительного покрова. Кроме того, под влиянием целого ряда факторов в одинаковых зональных условиях формируются разные спорово-пыльцевые спектры. Некоторые местные и даже локальные факторы (геоморфологическое положение, состав фитоценоза, процент проективного покрытия участка, гранулометрический состав почвы, степень увлажненности поверхности и пр.) могут оказывать решающее влияние на состав спектров конкретной точки. Поэтому ключом к обоснованной интерпретации палинодиаграмм является исследование спорово-пыльцевого состава поверхностных проб из дерна. В них суммированы пыльца и споры, накопившиеся в этом месте за несколько лет. Сопоставление состава поверхностной пробы и проб из нижних почвенных горизонтов позволяет выявить разницу между современным и древним обликом растительности, оценить климатические условия, в которых он сформировался. При этом важно отбирать поверхностные пробы непосредственно около разреза (археологического памятника), в сходных геоморфологических и ландшафтных условиях. Так как в Приишимье исследуется несколько разрезов на археологических памятниках разной локализации, в качестве методической основы изучен состав поверхностных проб различных мест. Оценена адекватность состава палиноспекторов и современной растительности, определено индикаторное значение пыльцы разных растений, сформулированы принципы расшифровки ископаемых спорово-пыльцевых спектров. Фактическим материалом исследования стала серия поверхностных проб, состоящая из 4 проб, собранных С.И. Лариным [Ларин и др., 1996], и 24 проб, собранных авторами в течение нескольких лет в долине р. Ишим и на Ишимской равнине (рис. 1). Точки отбора располагались на различных уровнях рельефа (в поймах, на террасах и водораздельных поверхностях) в наиболее типичных растительных сообществах района. Вся выборка была разделена на три группы — в зависимости от степени дренированности и геоморфологического уровня и подгруппы — в зависимости от состава фитоценоза пробных участков (табл. 1). Наибольшая часть выборки приходится на луговые и лесные участки низких террас и пойм, именно здесь сконцентрирована основная часть описанных ниже археологических памятников. В целом по соотношению групп древесной пыльцы, травяно-кустарничковой пыльцы и спор большая часть поверхностных спектров относится к лесному типу. Это не удивительно, так как спектры переходной полосы от леса к степи почти всегда обладают ярко выраженными лесными признаками и могут быть ошибочно интерпретированы как лесные. Завышенное содержание пыльцы древесных пород (Pinus sуlvestris L., Betula sect. Albae Rgl.) не соответствует реальной Н.Е. Рябогина, С.Н. Иванов 176 доле лесов в районе. Их обилие частично связано с ветровым заносом древесной пыльцы из подтаежной и таежной зоны и частично является следствием низкой пыльцевой продуктивности лугово-степных сообществ. Отдельно необходимо отметить, что, несмотря на преобладание в Приишимье лесов березового или березово-осинового состава, в поверхностных спектрах доля пыльцы Pinus sylvestris L. (сосны) иногда превышает долю пыльцы Betula sp. (березы). Рис. 1. Точки отбора поверхностных проб в Приишимье: 1 — подтаежные березовые и осиновые вейниковые леса в сочетании с лесными суходольными лугами, березовые и осиново-березовые осоковые леса в сочетании с осоковыми и тростниковыми болотами; 2 — лесостепные осиново-березовые и березово-осиновые остепненные злаково-разнотравные леса, местами в сочетании с разнотравно-злаковыми лугами; 3 — подтаежные осоково-гипновые болота с березой и сосной, тростниково-осоковые в сочетании с сосново-кустарничково-сфагновыми «рямами»; 4 — лесостепные тростниковые и вейниково-осоковые болота в сочетании с засоленными и галофитнозлаковыми лугами; 5 — лесостепная растительность долин рек болотно-лугово-лесная с разнотравно-злаковыми лугами, ивово-тополевыми и ивово-березовыми травяными лесами; 6 — степные разнотравно-злаковые с галомезофитным разнотравьем остепненные луга с полынно-бескильницевыми группировками; 7 — степные волоснецовые разнотравно-типчаковые и бескильницевые галофитные луга с бескильницево-полынными и солянковыми группировками; 8 — сельскохозяйственные земли [Растительность…, 1976] Таким образом, определить принадлежность спектров к переходному лесостепному типу только на основании анализа общего состава представляется непосильной задачей. Распознать их зональный тип можно по ряду признаков: незначительной доле спор, редкой встречаемости пыльцы бореальных видов, присутствию комплекса пыльцы трав — эдификаторов лугово-степных сообществ. Состав пыльцы и спор во всех исследованных пробах значительно варьирует, тем не менее общие черты спектров внутри групп и подгрупп позволили выявить некоторые закономер- Археопалинологические исследования в Приишимье 177 ности их накопления, степень отражения в составе современного растительного покрова, участие в локальных растительных группировках. Спектры хорошо дренированных участков высоких уровней рельефа. Все споровопыльцевые пробы характеризуются обилием древесной пыльцы (63–93 %), пыльца трав составила 5–15 % в спектрах лесных участков и 30 % на открытых участках. Среди спор (0,9–18 %) преобладают споры зеленых мхов и папоротников, которые входят в состав напочвенного покрова леса. В подгруппе образцов, отобранных в лесах (№ 26–28), пыльца сосны преобладает только в сосновых борах (77 %). Спектры березово-осиновых лесов характеризуются доминированием пыльцы березы (48–61 %), доля пыльцы сосны не превышает здесь 17 %, в некоторых пробах встречается пыльца ели (до 1 %) и ивы. Состав пыльцы трав довольно разнообразный, но доминируют злаки и мезофитное разнотравье. Большинство спектров, сформировавшихся под покровом леса, локальны: хорошо отражают состав леса, но об их приуроченности к лесостепной зоне можно догадаться только по присутствию пыльцы полыней и маревых, не отмеченных в фитоценозах пробных участков. Таблица 1 Содержание пыльцы и спор в поверхностных пробах из Приишимья В подгруппу остепненных лугов отнесена только одна проба (№ 25), характеризующая состав пыльцевого дождя на высокой правобережной террасе Ишима (около городища Ласточкино Гнездо 1). Доля пыльцы сосны составила в ней 26 %, а березы 32 % — вся древесная пыльца поставляется расположенными в глубине террасы лесами. Доля пыльцы трав составила менее 30 %, однако вся терраса и обширная левобережная пойма заняты остепненными и разнотравно-злаковыми лугами. Несмотря на обилие злаков в сообществах пробных участков, для спектра характерно крайне незначительное участие их пыльцы (4 %), менее разнообразный по сравнению с лесами состав пыльцы трав, с обилием представителей розоцветных (клубника, лапчатки) и лютиковых, при участии сорных видов и гидрофитов. Таким образом, в спектре со- Н.Е. Рябогина, С.Н. Иванов 178 держится не только локальная пыльца остепненного луга, но и пыльца представителей других фитоценозов, окружающих его. Спектры слабодренированных террас низких уровней и пойм. Показатели общего состава сильно варьируют: доля древесной пыльцы колеблется от 11 до 97 %, а пыльцы трав — от 1,2 до 74 % — и зависят от расстояния между точкой отбора пробы и лесом. Процентное участие спор находится в прямой зависимости от увлажненности участка (от 1 до 36 %), их состав тесно связан с составом споровых растений на участке отбора, т.е. несет информацию локального уровня. Даже рядом расположенные точки (около оз. Мергень № 13–21) имеют большие различия в соотношении основных компонентов, что еще раз подтверждает неправомерность выведения осредненных значений. По сути, в спектрах проб отражены разные типы биоценозов, характерные для лесостепи Приишимья: мелколиственные леса и разнотравные, остепненные или переувлажненные луга. Несмотря на то, что спорово-пыльцевой состав в каждой точке индивидуален, с течением времени он может резко меняться при смене фитоценоза в данном месте (например, под влиянием фактора увлажнения). Именно эти послойные изменения состава спектров в разрезе и служат индикаторами климатических изменений. В подгруппе участков с березово-осиновыми лесами (№ 17–24) всецело господствует древесная пыльца (73–97 %), причем даже незначительные по площади посадки сосны и единичные рямы (№ 17–18) вблизи от пробного участка и не включенные в его геоботаническое описание все же отмечаются в спектре. Участие пыльцы ели, ольхи и ивы везде единично. В составе пыльцы трав представлены все доминанты и содоминанты фитоценозов пробных участков, но доля их участия искажена, пыльца растений, составляющих менее 5 % проективного покрытия, в проанализированных материалах встречена единично или не отмечена. Однако характерно присутствие пыльцы злаков, полыни, маревых и представителей лугово-степного разнотравья в количестве, значительно превышающем их участие в составе пробных ценозов. Доля пыльцы осок и зеленых мхов закономерно возрастает при приближении к водоемам или переувлажненным участкам. В подгруппе луговых участков (№ 10–16) отчетливо выделяются спектры проб разнотравных лугов на опушке леса (№ 12, 14–15), заливных лугов (№ 10,13) и пастбищных лугов (№ 11, 16). Безусловно, на лугах около леса оседает очень много пыльцы деревьев (60–73 %), состав пыльцы трав здесь очень обеднен и не отражает их разнообразие на выбранном участке. Таким образом, из-за близкого расположения леса по составу эти луговые спектры идентичны лесным. Очень выразителен состав спектров переувлажненных лугов, он характеризуется сочетанием большого количества спор (зеленых мхов, хвоща и папоротника) и пыльцы осок, рдеста, сусака зонтичного, ежеголовника, астровых, цикориевых и подорожника. Появление в ископаемых спектрах аналогичного сочетания пыльцы и спор, вероятно, можно рассматривать как индикатор подтопления участка. Кроме того, эти спектры отличаются высокой концентрацией и хорошей сохранностью пыльцы и спор, что связано с физико-химическими свойствами переувлажненных почв [Тюремнов, Коренева,1953]. Аномально высокое содержание пыльцы трав (62–74 %) отмечено только на лугах, стравливаемых скоту. Следовательно, индикаторами выпаса можно считать спектры с обилием пыльцы злаков (мятлика), бобовых (клевера) и подорожника среднего при участии мари, полыни, астровых, цикориевых, крестоцветных и щавеля. Такие спектры не могут быть использованы для восстановления особенностей естественной растительности, но являются индикаторами уровня антропогенной нагрузки и типа хозяйственного использования конкретного участка в прошлом. Спектры заболоченных участков. В поверхностной пробе осоково-тростникового займища (№ 5) основными доминантами выступают пыльца тростника, осок и споры зеленых мхов. Так как болото расположено в слабо залесенном районе, древесной пыльцы немного (21 %), ее состав адекватен реальному соотношению сосновых и березовых лесов на окружающей территории. Среди пыльцы трав кроме представителей болотных фитоценозов отмечено незначительное участие лесных и лугово-степных представителей. В спектрах низинных болот с березово-ивовым древостоем (№ 4, 6–9) преобладает древесная пыльца (40–72 %), в основном представленная березой, однако при приближении к сосновым рямам (№ 6, 8) заметно увеличивается доля пыльцы сосны (17–36 %), единично отмечена кустарниковая березка. Состав спор разнообразен, но в основном он отражает фитоценотические особенности участка, эта закономерность прослеживается и в составе пыльцы трав. Археопалинологические исследования в Приишимье 179 Однако в спектрах болот, окруженных открытыми пространствами, много полыней, в залесенных районах увеличивается участие мезофитного разнотравья. Поверхностные спектры верховых болот (№ 1–3) состоят в основном из пыльцы деревьев (45–72 %) и спор (4–50 %), но в спектре торфяника, окруженного остепненными лугами (№ 1), увеличивается доля пыльцы трав (до 23 %). Рямы заросли сосной, поэтому ее пыльцы много в спектрах (25–47 %). Но на тех участках торфяника, где сосна сильно угнетена, в спектре много пыльцы березы (№ 3). В небольшом количестве встречена пыльца кустарниковой березки (отмеченной в составе болотного сообщества), ели, пихты и сосны сибирской. В составе спор господствуют сфагновые мхи (32–25 %), в краевых частях болот увеличивается участие папоротников. Здесь обычна пыльцы вересковых и во всех спектрах постоянно присутствует пыльца неболотных трав. Особенно показателен спектр № 1, в котором изобилует пыльца полыни, злаков, маревых, астровых и крестоцветных, приносимая с окрестных остепненных лугов. В целом, несмотря на то, что спектры этой подгруппы очень автоморфны, в них присутствуют пыльца, указывающая на зональный тип растительности в окрестностях торфяника. Таким образом, показано, как пыльца древесных растений, обладающих большой пыльцевой продуктивностью и дальностью разноса (сосна, береза), доминирует в составе большинства лесостепных спектров. Даже в спектрах луговых участков, количество древесной пыльцы превышает реальную долю лесных сообществ в ландшафте более чем в 2 раза. Наиболее завышена доля пыльцы сосны уже при небольшой примеси этой породы в древостое. Показано, что основой формирования палинологического состава поверхностного слоя почвы в Приишимье являются пыльца и споры растений, преобладающих в фитоценозе точки отбора. Такая локальная компонента спектров может быть очень информативна и позволяет по смене биоценозов во времени проследить качественные изменения соотношения тепла и влаги при постоянстве других факторов (солнечной радиации, геоморфологии, гранулометрического состава почвы). Следовательно, установить разницу между прошедшими и современными природными условиями можно по отличиям состава локальной пыльцы в поверхностном и ископаемом спектре. При анализе вертикального распределения пыльцы и спор в разрезе необходимо обращать внимание: • на резкое колебание доли древесной пыльцы, как признак изменения коэффициента увлажнения территории, лимитирующего развитие лесов; • значительное (более 40 %) увеличение доли пыльцы сосны, как признак ее примеси в составе лесов и отклик на похолодание (исключение — развитие рядом верхового торфяника); • увеличение доли пыльцы растений, формирующих остепненные или засоленные луга, как проявление дефицита увлажнения; • заметное увеличение доли спор зеленых мхов, пыльцы осок и гидрофитов, как индикатор локального подтопления на фоне улучшения условий увлажнения; • аномально высокую долю пыльцы трав при повышенном участии пыльцы сорных растений, как признак нарушения естественного растительного покрова за счет хозяйственной деятельности человека. Все выявленные закономерности формирования спорово-пыльцевого состава поверхностных проб использованы для интерпретации спорово-пыльцевых диаграмм отложений археологических памятников Приишимья. Обзор палеопалинологических материалов Приишимья Наиболее древним из известных памятников Приишимья считается стоянка Катенька, обнаруженная на поверхности высокой пологой озерной террасы северо-восточного берега оз. Мергень. Стоянка, вероятно, располагалась непосредственно у воды (культурный слой залегает на озерном аллювии), в настоящее время она удалена от современного берега озера более чем на 100 м и находится на опушке березового леса у борта надпойменной террасы. Отсутствие керамики и пластинчатый комплекс, найденный на глубине 0,32–0,4 м, позволили предположить мезолитический возраст памятника [Матвеев и др., 1994]. Следовательно, отложения супесчаного горизонта, лежащие на озерном аллювии, накопились в бореальном периоде около 8 тыс. лет назад. Из культурного слоя выделено два спорово-пыльцевых комплекса (рис. 2), которые сформировались под покровом леса с плауново-разнотравным напочвенным покровом. То есть во Н.Е. Рябогина, С.Н. Иванов 180 время обитания здесь древнего населения березовые леса с примесью ольхи и ивы произрастали непосредственно вдоль берега. В целом леса занимали бóльшие площади, чем сейчас, что, вероятно, связано с лучшими условиями увлажнения в это время. Отсутствие пыльцы хвойных пород может рассматриваться как свидетельство более теплых климатических условий. Состав пыльцы трав позволяет предположить, что в ландшафтах присутствовали и луговостепные сообщества, в том числе остепненные. Таким образом, ландшафтные условия того времени, несмотря на широкое распространение лесов, характеризовались разнообразными местообитаниями и, вероятно, были сходны с современной северной лесостепью. По сравнению с современными, климатические условия того времени были теплее. Мезолитическое население за время обитания незначительно преобразовало окружающую растительность: сорняков нет, отмечена только пыльца иван-чая, расселяющегося после пожаров и на заброшенных местах. Рис. 2. Спорово-пыльцевая диаграмма разреза на стоянке Катенька Почвенные отложения неолитического времени изучены на поселении Мергень 6, которое расположено на мысовидном выступе низкой террасы оз. Мергень, у впадения р. Мергеньки. При раскопках в ямах котлована неолитических жилищ проступали грунтовые воды, что позволяет предположить более низкий их уровень в момент обитания здесь древнего населения. Наслоения памятника включают культурный слой эпохи неолита (кошкинский комплекс керамики) и перекрывающие его более поздние слои эпохи раннего металла и переходного времени от бронзы к железу [Матвеев и др., 1997], по углю из верхнего культурного слоя эпохи раннего металла получена дата 3940±210 л.н. (ИГАН 1839). При первом исследовании отложений памятника в 1994 г. пробы были отобраны в неолитическом жилище № 1. Практически все спектры (кроме выделенных из дерна) характеризуются доминированием пыльцы трав (полыни и астровые) — это позволило предположить, что они сформировались на открытом участке, который на протяжении последних 7000 лет был занят Археопалинологические исследования в Приишимье 181 луговой растительностью. Результаты спорово-пыльцевого анализа представлены на диаграмме (рис. 3). Наиболее интересными являются отложения с I–III палинокомплексами. Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма разрезов на поселении Мергень 6 (1994, 2005 гг.). Остальные условные обозначения к рис. 3−5 см. на рис. 2 Палинокомплекс I, выделенный из отложений культурного слоя неолита, характеризуется абсолютным доминированием пыльцы трав (99–81 %), представленных прежде всего полынью, реже встречаются другие астровые, присутствуют злаки, гвоздичные, маревые. В группе древесной пыльцы (1,5–13 %) преобладают ива и береза, единично участие кедра. Отмечены споры зеленых мхов и папоротников. Палинокомплекс сформировался в окружении остепненных полынно-разнотравных и злаково-полынно-разнотравных лугов, что, вероятно, связано с более ксеротермичными условиями, чем современные. Это согласуется и с данными о более низком уровне воды в неолите. Леса располагались на удалении от памятника, были представлены березовыми колками, на берегах озер изредка встречались ивовые заросли. Общий фон растительности был близок типичной или южной лесостепи. Хотя возможно, что состав палиноспектров сформирован под влиянием деятельности человека и свидетельствует о существенном преобразовании растительного покрова вокруг поселения. Изменения в спектрах приблизительно с глубины 1,0 м и выше вызваны незначительным повышением уровня увлажнения и ослаблением антропогенного давления. Спорово-пыльцевые комплексы II–III выделены из кровли неолитического слоя и перекрывающих его отложений. В палинокомплексе II все спектры сходны между собой и характеризуются высокой долей пыльцы трав (77−85 %), представленных в основном полынью и астровыми, постоянно отмечается пыльца злаков и маревых, единично — бобовых и гвоздичных. Кривые содержания древесной пыльцы (8−13 %) и спор папоротников (6 %) постепенно поднимаются, что может рассматриваться как признак развития березовых лесов. Однако в ландшафтах Приишимья луга преобладали, в том числе с ксерофитными полынно-маревыми ассоциа- Н.Е. Рябогина, С.Н. Иванов 182 циями. Пыльцы хвойных пород слишком мало, чтобы предполагать их участие в древостое. Климатические условия постепенно смягчаются — вероятно, за счет похолодания, хотя было по-прежнему теплее и суше, чем сейчас. При повторном палинологическом исследовании отложений на поселении Мергень 6 в 2005 г. разрез заложен в межжилищном пространстве. Он включил отложения погребенной почвы (палинокомплекс I–III), сформировавшейся до появления поселка, культурного слоя неолита (палинокомплекс IV), перекрывшего его выброса из ямы (палинокомплекс V) и естественно накопившихся осадков более позднего времени (палинокомплекс VI–VII). Материалы палинокомплексов I–III показывают, что до прихода неолитического населения этот участок был занят березовым лесом, возможно с небольшой примесью сосны. Вероятно, отложения погребенной почвы формировались в бореальном периоде голоцена при более влажном климате, их можно сопоставить с культурным слоем стоянки Катенька. Совершенно противоположная ситуация выявлена по составу спектров из палинокомплекса IV, в котором отражены условия обитания населения кошкинской культуры. Так как пыльца и споры откладывались не в жилище, а за его пределами, спектры культурного слоя разрезов 1994 и 2005 гг. отличаются разнообразием слагающих их компонентов, однако по основным показателям очень близки. Они характеризуются доминированием (65–80 %) пыльцы трав, представленных в основном полынью и астровыми. Доля пыльцы деревьев составляет около 25–35 %, причем березы и сосны приблизительно равное количество. Группа споровых немногочисленна и состоит из зеленых и сфагновых мхов и папоротников. Таким образом, во время обитания неолитического населения в начале — середине атлантического периода голоцена климатические условия были более теплыми и сухими по сравнению с предшествующими и современными. Неолитический поселок Мергень 6 располагался на открытом месте, вдалеке от леса. На протяжении длительного времени в составе лугов были распространены полынные ассоциации, а развитие лесов сдерживалось недостатком увлажнения. Во время продолжительного обитания (мощность неолитического культурного слоя около 40 см) человек сильно изменил локальную растительность, об этом свидетельствует обилие пыльцы трав почти монодоминантного состава. Общий вид растительности в окрестностях оз. Мергень приближался к типично или южно-лесостепному. Природные условия Приишимья в эпоху раннего металла отражены в спорово-пыльцевых данных поселения Мергень 3. Оно расположено на высокой террасе оз. Мергень, на опушке березового, в подлеске с осиной, леса и содержит неолитические материалы с кошкинскобоборыкинским типом керамики и энеолитические с керамикой шапкульской и екатерининской культур [Матвеев и др., 1997]. К сожалению, образцы из неолитического культурного слоя пыльцы и спор не содержали. Из энеолитического культурного слоя выделено достаточное количество палинологического материала, позволившего реконструировать ландшафтно-климатические условия этого времени. Формирование спектров данного интервала, вероятно, относится к концу атлантического — началу суббореального периода. На диаграмме вертикального распределения пыльцы и спор (рис. 4) видно, что во всех спектрах доминирует пыльца древесных пород, что можно объяснить формированием отложений под пологом леса. В разрезе Мергень 6 спектры этого временного интервала отличаются преобладанием пыльцы трав. Это еще раз доказывает, что растительность не была однородной, а характеризовалась сочетанием как лесных, так и лугово-степных сообществ. Из серой супеси (культурного слоя раннего металла) выделены спорово-пыльцевые комплексы I–II. Все спектры, объединенные в палинокомплекс I, характеризуются доминированием пыльцы березы (78−96 %), с редким участием ольхи, и обедненным видовым составом пыльцы трав (в разных соотношениях обнаружена только пыльца астровых, маревых и иван-чая). В споровой части спектров (2–3 %) отмечено постоянное участие плаунов, реже — сфагновые мхи, гроздовник и папоротники. Во время обитания поселения в окрестностях произрастали березово-плауновые леса; о составе естественных лугово-степных сообществ судить сложно, так как на травянистый покров, вероятно, сильно повлияла хозяйственная деятельность человека. Только по отсутствию пыльцы полыни можно предположить, что значительного дефицита увлажнения не было. Археопалинологические исследования в Приишимье 183 Рис. 4. Спорово-пыльцевая диаграмма разреза Мергень 3 Отложения палинокомплекса II перекрывает культурный слой энеолита, в спектрах постепенно сокращается участие пыльцы березы и ольхи. В группе травянистой пыльцы преобладает пыльца астровых (основная масса полынь), разнотравье представлено исключительно пыльцой иван-чая, единично встречены маревые и сусак зонтичный. Из спор заметны папоротники. Вероятно, в это время в Приишимье распространяются остепненные луга с полынью, состав лесов не изменился. Климатические условия смещаются в сторону более теплых и недостаточно влажных. Таким образом, по материалам разреза Мергень 3 интервал от финала атлантического до начала суббореального периода в Приишимье можно рассматривать как умерено влажный. Для этого времени не характерны остепненные луговые сообщества, благоприятные условия сложились для развития березовых лесов с примесью ольхи. Постоянное участие мари и иван-чая в культурном слое связано с нарушениями почвенного покрова, гарями, хотя признаков вырубок (резкого сокращения доли древесной пыльцы в культурных отложениях) не отмечено — возможно, поселение было не долговременным. Последующие изменения растительности в окрестностях оз. Мергень связаны с появлением полынных ассоциаций на открытых участках — показатель ксеротермических фаз суббореала — на фоне прогрессивно редеющих березовых лесов. Позднее в палинологических материалах проявляются признаки повышения увлажнения и мезофитизации лугово-степных сообществ. Однако присутствие исключительно лиственных лесов позволяет предположить более теплые по сравнению с современными условия. Увеличение примеси хвойных в составе лесов, а затем и обилие пыльцы сосны в спектрах, выделенных из дерна, может рассматриваться как признак похолодания, произошедшего в субатлантическом периоде, отразившегося в продвижении подтаежных лесов к югу. Следующий хронологический интервал, представленный в палинологических материалах Приишимья,— ранний железный век. Отложения этого времени исследованы на городище Ласточкино Гнездо 1. Оно расположено на выступе коренной террасы р. Ишим, между д. Клепиково и д. Симаново в Ишимском р-не Тюменской обл. Изученные в трех разрезах почвенные отложения сформировались на высоких уровнях Ишимской равнины, приурочены к культурным слоям городища и включают почву, погребенную под остатками фортификационных конструкций. Радиоуглеродное датирование углистых остатков внешнего и внутреннего валов позволило говорить об их разновременности [Зах, Рябогина, 2002]. Внутренний ров и вал были построены в X−IX вв. до н.э. (финал суббореального времени), а внешние укрепления сооружены более Н.Е. Рябогина, С.Н. Иванов 184 чем на тысячелетие позже, во II–III вв. н.э. (субатлантическое время). Под прокалами почвы, на месте деревянных бастионов и стен внешних укреплений, сохранились участки погребенной почвы, ее образцы отобраны для анализа. В строении почвенного разреза отмечены только хорошо гумусированные суглинистые слои, в нижней части разреза с карбонатной присыпкой. В целом сформировавшаяся на террасе почва может быть отнесена к черноземам или черноземовидным почвам, т.е. во время ее развития участок постоянно был покрыт лугово-степной растительностью, возможно сходной с современной. Природные условия, наиболее приближенные ко времени существования городища, отражены в спорово-пыльцевых комплексах IV–V (рис. 5). Рис. 5. Спорово-пыльцевая диаграмма разрезов 1−3 на городище Ласточкино Гнездо 1 Палинокомплекс IV выделен из верхней части погребенной почвы, исследованной под валом наиболее раннего укрепления. Выше описана почва с остатками обгорелых бревен, датированных 2890±40 л.н. (СОАН 4300) и 2810±40 л.н. (СОАН 4302) [Там же]. В составе спектров подъем кривой содержания пыльцы древесных пород до 38–50 %, состав практически не изменился, за исключением единично встреченной пыльцы ели. В группе пыльцы трав (43–62 %) наиболее обильна полынь, в одном из образцов выделяется пик злаков (14 %), в том числе с присутствием культурных 10 %. Однако сорняков из сегетальной группы в спектрах не обнаружено, часто отмечается пыльца маревых, единично встречена пыльца подорожника и крапивы. В целом перестройка состава спектров может рассматриваться как признак смягчения климатических условий, связанных с похолоданием или увлажнением. Общий характер растительности около городища, вероятно, изменился незначительно, по-прежнему доминировали луговостепные сообщества, сильно остепненные и измененные человеком, но есть признаки постепенного расширения березовых лесов. Совершенно иные природные условия реконструируются по палинокомплексу V, который характеризует временной интервал приблизительно в тысячу лет, между первым и вторым этапами заселения городища. В спектрах пыльца древесных пород (до 70 %) представлена в основном березой, доля сосны незначительна. Группа трав сложена пыльцой полыни, представителей астровых, редко злаками и маревыми. Из споровых преобладают сфагновые мхи, появ- Археопалинологические исследования в Приишимье 185 ляются плауны. В ландшафте при обилии мелколиственных лесов сосновых древостоев не было. Луговые сообщества на высокой террасе по-прежнему остепненные, в то же время распространение лесов, вероятно, происходило на фоне явного увеличения увлажнения и некоторого похолодания по сравнению с предыдущим этапом обитания. Таким образом, в финале суббореального периода площади лесов начинают незначительно расширяться и полностью облик растительности северной лесостепи установится только в интервале 2800–1700 л.н., когда доля лесов достигнет приблизительно современного уровня. Во второй период существования городища палеоэкологические условия претерпевали значительные изменения: после длительного периода господства степных и лугово-степных сообществ произошло постепенное увеличение доли березовых лесов, чему способствовало улучшение условий увлажнения и похолодание. Видимо, в заключительной фазе существования укрепления ландшафтно-климатические условия были близки к современным, хотя в составе лесов почти и не было сосны. Появление сосново-березовых лесов на террасе Ишима произошло позднее и не отражено в материалах разрезов Ласточкино Гнездо 1. Заключение Лесостепные районы Приишимья очень интересны и показательны для проведения палеоэкологических реконструкций. В континентальной области на границе лесной и степной зон растительность очень чувствительна к изменениям климата, по ее изменениям особенно отчетливо прослеживается динамика условий увлажнения. Однако, как показал анализ споровопыльцевого состава поверхностных проб, интерпретация лесостепных спектров — непростая задача, требующая учета специфики накопления палинологического материала в разных геоморфологических и фитоценотических условиях. Тем не менее дальнейшие исследования спорово-пыльцевого состава голоценовых отложений Приишимья перспективны как для понимания процесса смещения природных зон, так и для выявления природных факторов, влиявших на древнее население региона. Имеющиеся в настоящее время материалы позволяют оценить природные условия обитания человека в финале мезолита, раннем неолите, энеолите и раннем железном веке. Северолесостепные условия финала бореала (мезолит) и второй половины субатлантика (ранний железный век) сходны с современной ландшафтной ситуацией в Приишимье по соотношению лесных и луговых ценозов, но в составе лесов сосна отмечалась значительно реже. Совершенно иная ситуация выявлена для атлантического времени, когда, судя по всему, неолитическое население1 существовало на более открытых ландшафтах с разнотравнозлаковыми и остепненными лугами. Березовые леса не исчезали, но существенно сокращали прежний ареал, подчиняясь дефициту увлажнения. Вероятно, небольшое улучшение условий увлажнения происходило в начале суббореального времени (энеолит). К сожалению, количество исследованных разрезов в Приишимье не позволяет пока восстановить всю последовательность ландшафтно-климатических изменений в голоцене. Для реконструкции сквозной климатостратиграфической схемы Приишимья необходимо продолжение палинологических исследований с привлечением материалов опорных фоновых разрезов и закрытием «белых пятен» в хронологическом диапазоне от позднего неолита до раннего железного века. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК Атлас Тюменской области. М.; Тюмень: ГУГК, 1971. Вып. 1. Бакулин В.В., Козин В.В. География Тюменской области: Учеб. пособие. Екатеринбург: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1999. 240 с. Волков И.А. К истории речных долин юга Западно-Сибирской низменности // Четвертичная геология и геоморфология Сибири. Труды Ин-та геологии и геофизики. Новосибирск, 1962. Вып. 27. С. 34–47. Волков Е.Н. Комплекс археологических памятников Ингальская долина. Новосибирск: Наука, 2007. 224 с. Зах В.А., Рябогина Н.Е. Новые данные о городище Ласточкино Гнездо 1 // Ишим и Приишимье в панораме веков. Ишим: Изд-во ИГПИ, 2002. С. 11–16. 1 Речь идет о кошкинской культуре. Н.Е. Рябогина, С.Н. Иванов 186 Ландшафты голоцена и взаимодействие культур в Тоболо-Ишимском междуречье / Зах В.А., Зимина О.Ю., Рябогина Н.Е. и др. Новосибирск: Наука, 2008. 212 с. Ларин С.И., Лапшина Е.А., Матвеев А.В. Об отражении современных климатических особенностей в поверхностных спорово-пыльцевых спектрах лесостепного Приишимья // Проблемы географии и экологии Западной Сибири. Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 1996. С. 11–16. Матвеев А.В., Зах А.В., Ларин С.И., Дрябина Л.А., Матвеева Н.П. Археолого-палеогеографическое изучение комплекса доисторических памятников на оз. Мергень // Археологические микрорайоны Западной Сибири: Тез. докл. Всерос. науч. конф. Омск: Изд-во ОмГУ, 1994. С. 59–63. Матвеев А.В., Зах А.В., Ларин С.И., Дрябина Л.А., Матвеева Н.П. Доисторические культуры и палеогеография Мергенского археологического района // Археологические микрорайоны Западной Сибири. Омск: Изд-во ОмГУ, 1997. С. 76–114. Матвеева Н.П., Рябогина Н.Е. Реконструкция природных условий Зауралья в раннем железном веке (по палинологическим данным) // Антропология, этнография и антропология Евразии. 2003. Вып. 4. C. 30–35. Растительность Западно-Сибирской равнины: Карта М 1:1500000 / Под ред. И.С. Ильиной. М.: ГУГК, 1976. 4 л. Справочник по климату СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1965–1968. Вып. 17, ч. 1–4. Тюремнов С.Н., Коренева М.М. Степень сохранности пыльцы в различных отложениях голоцена // Спорово-пыльцевая конференция 1953 г.: Тез. докл. Л., 1953. С. 51–53.

**Лекция 9. Антракологический анализ**. Антракологический анализ – изучение частиц угля в культурных слоях и естественных хранилищах: почвах, болотах, озерных отложениях. Сегодня он все чаще применяется как напрямую в археологии, так и в сопряженных палеоэкологических исследованиях. Его результаты позволяют узнать, какая древесина использовалась в прошлом при строительстве, в быту и на производстве, определить специфику сельского хозяйства, методы и характер воздействия человека на естественные экосистемы. Основная цель раздела – ознакомление слушателей с методикой определения таксономической принадлежности древесного угля. Задачи – характеристика основных приемов изучения почвенных углей, а также углей в болотных и озерных отложениях, определение специфики его применения в археологических исследованиях и интерпретации. Исследование археологической древесины является актуальным в вопросах взаимодействия человека и окружающей среды в прошлом. В палеолите дерево, как правило, сохраняется в виде фрагментов углей. Анатомический анализ такой древесины позволяет рассматривать ее как самостоятельный источник информации о видах древнего топлива, палеосреды и палеодиеты, а также о стратегиях использования того или иного вида древесины как для хозяйственно-бытовых, так и для ритуальных целей. Какая бы из этих задач ни стояла перед исследователем, первым этапом будет проведение антракологического анализа, т.е. определение породного (видового) состава древесных углей. Палеолитические мастерские являются уникальными объектами в мировой науке, т.к., в первую очередь, они позволяют получить данные о технологии камнеобработки с полными циклами производства каменных изделий и заготовок. Зачастую при их изучении используют геологические, химические или методы абсолютного датирования, хотя применение естественно-научных методов, направленных на реконструкцию растительного покрова окрестностей мастерской и экологической обстановки, позволило бы приблизиться к поиску ответов на глобальные вопросы о направлениях миграций древнего человека и способах адаптации к природным условиям в палеолите. В Восточной Сибири на материалах археологического памятника мастерская им. А.П. Окладникова нами уже на протяжении нескольких лет реализуется применение комплексного подхода, направленного на всестороннее изучение памятника [Филатов, Филатова 2020; Филатов, 2021]. Данная статья является его продолжением, а ее основная цель – внедрение и апробация метода антракологии на восточносибирских материалах. Материалы и методы Нами было проанализировано 2 образца древесного угля из палеолитического памятника – мастерская им. А.П. Окладникова [Константинов, 2013, Астахов, 2018], расположенного в Восточном Забайкалье на восточном отроге хребта Черского, именуемом в исторической литературе Титовской сопкой [Константинов, Синица, 2009, с. 547]. Они были найдены в 1961 г. В.Е. Ларичевым и А.П. Окладниковым и происходят из слоя 4 раскопа № 2 мастерской им. А.П. Окладникова (рис. 1) [Ларичев, 1961]. Мастерская представлена 5 культурными слоями, связанными с покровными отложениями делювиального-эолового генезиса (рис. 2). Культурный слой 4 на основании стратиграфической позиции и характеристики археологического материала датируется начальным верхним палеолитом. Каменная индустрия базируется на эффузивных горных породах, представленных как в объемных конкрециях, так и в форме плиток. Первичное расщепление представлено, в основном, продуктами первичного расщепления с преобладанием производственного комплекса над хозяйственно-бытовым. Первичное расщепление характеризуется объемным параллельным скалыванием (подпризматические, призматические и торцовые нуклеусы) и плоскостным в виде леваллуазских нуклеусов для отщепов. Индустрия демонстрирует тенденцию к производству крупных и средних пластин. Орудия маркеры начального верхнего палеолита представлены пластинами с вентральным утончением дистального окончания, листовидными бифасами (находящимися на разных стадиях изготовления) и продуктами их оформления. Также следует отметить предметы знакового поведения, приуроченные к слою 4, в виде гравированной пластины и фрагментов обожженной глины [Филатов, 2021]. Образцы древесного угля были изучены из заполнения очага 5 раскопа № 2 1961 г. [Ларичев, 1961]. Приуроченность археологического материала и планиграфия слоя 4, изученного на площади 28 м², опредставлена локализацией каменных артефактов, костей и предметов неутилитарного назначения к каменным кладкам, которые, в интерпретации В.Е. Ларичева, воспринимаются как очаги, но, учитывая морфологию конструкций и специфику изучаемого памятника, их можно интерпретировать как «хранилище» материала, об этом свидетельствует также наличие сколов на камнях обкладки (рис. 2, 2) [Ларичев, 1961]. Очаг 5 (кладка) в плане имеет округлую форму, у которой в центральной части фиксируется чаше- 291 видное углубление, заполненное углистыми примазками. В расчистке заполнения встречались углистые прослойки, густонасыщенные конкрециями древесного угля, однако только два оказались пригодны для антракологического анализа. В средней части очажной ямы фиксировался один большой камень и четыре мелких, которые тяготеют к большому камню. Диаметр очага 82–91 см, глубина углубления под конструкцией равна 10– 11 см [Ларичев, 1961] (рис. 2, 2). Размеры образцов № 1 и № 2 6 × 4 мм и 6 × 5 мм, соответственно, сохранность – средняя, цвет – угольно черный. Такие образцы считаются пригодными для проведения антракологического анализа. С помощью скальпеля и бритвенных лезвий были очищены поперечный, тангенциальный и радиальный срезы углей. Затем были изучены их макроскопические признаки в отраженном свете с помощью микроскопа Axio Imager. M2m с камерой AxioCam HRc 5 (Carl Zeiss), и каждый образец был сфотографирован с увеличением ×10–40 в зависимости от индивидуальных характеристик и степени сохранности. Определение видового разнообразия осуществлялось путем сопоставления диагностических структур с ключами атласа «Анатомия древесины растений России» [Benkova, Schweingruber, 2004]. Данный анаРис.1. Расположение мастерской им. А.П. Окладникова. Рис.2. Расположение очага 5. 1 – стратиграфический профиль восточной стенки раскопа 1961 г.; 2 – план раскопа 1961 г. с расположением конструкций (очагов). 292 лиз был произведен при поддержке специалистов на базе Кембриджского университета. Стоит отметить, что антракологические исследования только начинают внедряться в археологию и представлены, на данный момент, единичными работами, поэтому апробация методики на сибирских материалах имеет первостепенное значение [Семеняк и др., 2018]. Результаты В ходе анализа установлено, что образцы № 1 и № 2 оказались представителями вида рододендрона даурского (Rhododendron dauricum L.) семейства Вересковые (Ericaceae) (рис. 3). Об этом свидетельствуют следующие признаки: Поперечный срез. Ядро невыраженное. Граница годичных колец гладкая. Древесина рассеянососудистая (рис. 3). Просветы угловатые, очень мелкие, очень многочисленные, в основном изолированные. Паренхима скудная, апотрахеальная, диффузная. Лучи неясно выраженные. Тангенциальный срез. Лучи в основном однорядные. Клетки однорядных лучей длинные и веретеновидные. Радиальный срез. Перфорации лестничные (рис. 4). Межсосудистая поровость очередная; поры овальные, иногда слившиеся. Часто встречаются переходные формы между очередной поровостью и лестничными перфорациями. Поры между сосудами и клетками лучей мелкие, частые, окаймленные. Лучи в большинстве гомогенно-палисадные, состоят из стоячих и квадратных клеток. В лучах имеются овальные крупные межклетные полости. Волокнистые элементы представлены волокнистыми трахеидами. Слабая спиральная штриховатость стенок сосудов. Дискуссия Данный вид в настоящее время широко распространен на территории Восточного Забайкалья и произрастает в окрестностях археологического памятника. Однако для того, чтобы сделать выводы об экологической обстановке того времени, необходимо найти и проанализировать большее количество образцов. Хотя можно уже предположить, что во времена функционирования палеолитической мастерской им. А.П. Окладникова растительный покров относился к горной тайге типичной для Восточного Забайкалья [Решетова и др., 2013; Решетова, 2018]. Остается неясным вопрос: какая порода древесины была основным видом топлива в то время. Рододендрон даурский – это кустарник, высотой 0,5–1,8 м, состоящий из прутьевидных побегов [Флора…, 1997, с. 17]. Он мог применяться, например, для разведения огня, но не для его поддержания. Не менее интересным фактом является то, что из всего предполагаемого многообразия древесных пород горной тайги после термического воздействия сохранился именно рододендрон даурский. Возможно, он не использовался как вид палеотоплива, а был оставлен древними людьми уже на затухающем огне для окуривания территории от насекомых или в ритуальных целях. В пользу последнего предположения свидетельствуют находки гравированной пластины и фрагментов обожженной глины близ изученных нами образцов угля. Заключение Таким образом, впервые нами была апробирована методика антракологического анализа на восточносибирских материалах. Она позволила Рис .4 Радиальный срез. Лестничные перфорации. Образец № 1. Рис.3. Поперечный срез. Древесина рассеянососудистая. Образец № 2. 293 установить принадлежность двух образцов угля с точностью до вида – рододендрона даурского (Rhododendron dauricum L.) и сделать предположения о том, для чего использовалась данная порода древесины. Для подтверждения наших гипотез необходимо расширить коллекцию образцов углей, а также провести дополнительные исследования с помощью смежных естественно-научных методо

**Лекция 10. Археозоология**. Археозоология – современное направление в археологии, изучающее костные остатки животных из археологических памятников. В ее задачи входит реконструкция обеспечения древних обществ мясными продуктами, способов использования животных в хозяйстве и ритуальных практиках, анализ сырья и технологии изделий из кости. Основная задача раздела – дать представление о возможностях данной субдисциплины в рамках археологии, о методах сбора и первичной трансформации коллекций костных остатков для последующей работы специалистов-археозоологов, способах извлечения остатков из культурных напластований при различной сохранности костей. В разделе освещаются основные проблемы интерпретации результатов исследования коллекций костных остатков из археологических памятников разных типов. Масштабы современных археозоологических исследований Остатки костей животных – один из массовых археологических материалов, поэтому исследователи древних памятников, поселенческих и погребальных, не могут обойтись без сбора и анализа остеологических коллекций. Публикации зоологов и археологов по результатам изучения археологических костей выходят десятками каждый год во многих преимущественно зарубежных изданиях (см. Anthropozoologica, Archaeofauna, Archaeozoologia, Current Anthropology, Circaea (1983–1996 гг.), Environmental Archaeology (с 1997 г.), International Journal of Osteoarchaeology, Journal of Archaeological Science, The Archaeological Journal и др.). Если учесть повышенный интерес к изучению остеологических материалов, который наблюдается в археологии как минимум последние 30 лет, то легко подсчитать, что научная литература включает уже тысячи подобных статей. Разумеется, что прочесть этот гигантский объем и понять специфику задач и методов изучения археологических костей, нереально. Наиболее действенным выходом из сложившейся ситуации представляется обращение к обзорным публикациям ведущих специалистов в этой области, которая сегодня имеет два названия: «зооархеология» и «археозоология». Несмотря на внешнее сходство, содержание этих направлений не вполне идентично. Первое название чаще используется при выполнении зоологами на остеологических материалах из археологических памятников собственных исследовательских программ. Они традиционно связаны с изучением древней фауны и реконструкцией природного окружения человеческих сообществ. Второе – отражает стремление археологов в сотрудничестве с зоологами ответить на вопросы, касающиеся хозяйственного устройства жизни населения. Когда указанные научные интересы зоологов и археологов объединяются в одном исследовании, то для него могут быть приняты оба названия как синонимы. Зарубежные специалисты периодически выпускают коллективные монографии, включающие наиболее яркие результаты разных направлений изучения костей животных. В них можно найти не только описание новых методов, но и теоретические обоснования задач и формата таких исследований, а также обширную библиографию. Последнее позволяет в данной статье ограничить список рекомендуемой литературы, необходимой для знакомства с мировой археозоологией, ссылками на такие тематические издания, выпущенные за последние 15 лет. Наиболее интенсивно разработки специальных методик и совершенствование существовавших методов проводились и публиковались американски- 97 ми и европейскими археозоологами и зооархеологами в 80–90-х годах прошлого века. Результаты их гигантской работы обсуждались на съездах и конференциях Международного совета по археозоологии, International Council for Archaeozoology (ICAZ). Эта авторитетная научная организация объединяет археозоологов разных стран. Число официально зарегистрированных в ней исследователей достигло в 2014 г. около 550 человек из 51 страны (рис. 1, по: http:// www.alexandriaarchive.org/icaz/). В итоге сегодня в археозоологии имеется богатый арсенал принятых всем археозоологическим сообществом методов фиксации и описания биологической информации. В наиболее полном виде он представлен в специальных монографиях и статьях таких ведущих специалистов, как D. Grayson (1984); A. Gautier (1984, 1987); R. Klein, K. Cruz-Uribe (1984); B. Hesse, P. Wapnish (1985); S. Davis (1987); J. Schelvis (1992); S. Hillson (1992, 2005); J. Fisher (1995); Terry O’Connor (2000); E. Reitz, E. Wing (2008); T. Steele (2015) и др. Особо следует подчеркнуть исключительную роль в современных археозоологических исследованиях, которую сыграли комплексные методики определения индивидуального возраста домашних парнокопытных по состоянию зубной системы и степени стертости зубов (Payne, 1984, 1987; Deniz, Payne, 1982; Grant, 1982). А также отметить атлас по стандартизации промеров целых костей и их фрагментов (von den Driesch, 1976). Аналогичных теоретических и методических трудов на русском языке крайне мало. В наиболее развернутой форме свое видение задач и методик изучения Рис. 1. Распределение археозоологов, зарегистрированных в Международном Совете по Археозоологии (ICAZ) на начало 2014 г., по странам Е.Е. Антипина. Современная археозоология археологических костей животных оставил В.И. Цалкин в серии монографий (1956, 1958, 1960, 1962, 1966, 1970). Когда мне впервые удалось познакомиться с его работами, я испытала эмоциональный шок. Казалось, что в этой области уже все сделано, настолько фундаментальным для того времени было описание морфологических характеристик диких и домашних животных, а также особенностей скотоводства и охоты у народов европейской части России по историческим эпохам от бронзового века до средневековья. В отечественной археологии именно исследования В.И. Цалкина дали старт целенаправленному сотрудничеству зоологов и археологов. Между тем задачи зоологического формата по изучению археологических костей животных были сформулированы и разрабатывались советскими учеными еще в первой половине прошлого века. Это прежде всего реконструкция биологических аспектов одомашнивания животных и соответствующих морфологических изменений их скелетов, а также анализ динамики фаунистических комплексов через изучение охотничьей добычи древнего человека. В этом направлении тогда успешно трудились известные зоологи – палеонтологи, морфологи и фаунисты – А.А. Браунер, В.И. Бибикова, С.Н. Боголюбский, Н.К. Верещагин, В.О. Витт, В.И. Громова, К.Л. Паавер, И.Г. Пидопличко, В.О. Топачевский и др. Некоторые из полученных ими результатов до сих пор сохранили свое научное значение, и ссылки на них нередко встречаются в археозоологических публикациях. Археозоология в России XXI века Общее представление о направлениях и уровне исследований современной отечественной археозоологии можно составить по двум научным изданиям, которые вышли за последние 15 лет. Это – сборник, посвященный 100-летию со дня рождения В.И. Цалкина («Новейшие археозоологические исследования в России», 2004) и отдельный номер «Зоологического журнала» (2013. Т. 92, № 9, 2013), который редакция выпустила также в память о В.И. Цалкине. В них представлены не только результаты археозоологических работ, но и применяемые теоретические постулаты и методы. Авторы этих публикаций – сотрудники как биологических, так и археологических учреждений Москвы, Санкт-Петербурга, Казани, Екатеринбурга, Новосибирска, Иркутска и т.д. Изучая археологические кости животных, все они в той или иной степени затрагивают вопросы структуры хозяйства отдельных древних поселений или даже крупных региональных объединений. Но нередко их научные интересы обращаются на такие задачи, для выполнения которых наравне с археологическими костями используются и другие археобиологические материалы. В этом плане отличия по исследуемым направлениям наиболее явно проявляются в работах специалистов трех лабораторий: Лаборатория палеоэкологии Института экологии животных и растений Уральского отделения РАН (Екатеринбург). Основное исследовательское направление этого подразделения – изучение истории формирования региональных фаун на протяжении последних тысячелетий, а также динамики их состава и структуры (см. Смирнов и др., 2014). Параллельно проводится морфологи- 99 ческий и морфометрический анализ современных, ископаемых и археологических скелетных остатков разных видов. Особое внимание уделяется копытным, в частности лошадям (см. Косинцев, Самашев, 2014; Косинцев, Пластеева, 2011 и др.). Лаборатория биоценологии и исторической экологии им. В.Н. Сукачева Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (Москва). Группа исторической экологии ставит и решает амбициозные задачи по реконструкции динамики экосистем и их отдельных структурных компонентов в эталонных регионах Евразии с оценкой влияния на них климатического и антропогенного факторов (см. Динесман и др., 2005; Савинецкий и др., 2006; Горлова, 2013). Активно привлекаются новые методы для исследования археологических костей, в частности изотопный анализ (Горлова и др., 2015). Лаборатория естественнонаучных методов в археологии Института археологии РАН (Москва). Сотрудники лаборатории сконцентрировали усилия на изучении взаимодействия и роли в древней экономике таких отраслей производящего хозяйства, как земледелие и скотоводство (Антипина, Лебедева, 2005, 2007). При этом разрабатываются методологические подходы к палеоэкономическому моделированию (Антипина, Лебедева, 2012, 2015; Лебедева, Антипина, 2009). Впрочем, специалистов, изучающих археологические кости животных, в основном зоологов по образованию, в нашей стране чрезвычайно мало: не более 30 человек. Тогда как остеологические коллекции, которые к ним поступают, насчитывают десятки тысяч костных фрагментов из сотен раскапываемых ежегодно археологических памятников. В европейских странах – наоборот: зооархеологов и археозоологов на порядок больше, а археологических проектов – в несколько раз меньше. Такая картина отчасти объясняет, почему в зарубежных работах больше внимания уделяется теории и интерпретации полученной информации, а результаты наших археозоологов по конкретным памятникам имеют нередко прикладной характер и включаются археологами в свои публикации только как отражение применения естественно-научных методов к собранным материалам. Итак, задачи, которые сегодня могут быть решены на основе исследования археологических костей животных, чрезвычайно разнообразны. Традиционно изучаются динамика фаунистического окружения древнего человека и вклад охотничьего промысла в экономику. Фиксируются морфологические особенности домашних и диких животных. С новых позиций рассчитываются и регистрируются объемы белковой (мясной) диеты жителей разных поселений и ее связь с природными и культурно-этническими факторами. Разрабатываются также методологические аспекты моделирования палеоэкономики – очерчиваются исторические закономерности развития животноводства и появления разных форм эксплуатации домашних копытных. Анализируются соотношения между отдельными отраслями сельского хозяйства и масштабы обменно-торговых связей древних племен. Реконструируются ритуальное использование животных и уровень развития косторезного ремесла в древности. А полученная информация экстраполируется на социальные аспекты жизни самого человека и т.п. Е.Е. Антипина. Современная археозоология . Эффективная реализация таких проектов зависит не только от специалистов зоологов, но и от того, насколько сами археологи будут иметь представление о принципах, методах и структуре археозоологического исследования, а также ориентироваться в проблемах, возникающих при изучении остеологических материалов. Поэтому далее постараемся обсудить наиболее важные и взаимосвязанные между собой вопросы методического и методологического плана: 1) Какие параметры, оценки и характеристики остеологических материалов могут и должны быть зафиксированы для решения указанных выше задач, и какие методики при этом используются; 2) Какова степень достоверности получаемых фактических данных, и насколько однозначными могут быть результаты их анализа и интерпретации. Археозоологическая информация и принципы ее анализа Биологические характеристики и параметры остеологических материалов Одной из первых операций изучения археологических костей является описание биологических характеристик скелетных остатков, которые обнаружены при раскопках. Обычно оно проводится как минимум для шести традиционных параметров, которые обязательно присутствуют в любой публикации результатов археозоологического исследования: 1. Видовая принадлежность костей; 2. Анатомический набор костных остатков по элементам скелета для каждого вида; 3. Индивидуальный возраст конкретных особей на момент смерти; 4. Половая принадлежность скелетных остатков; 5. Промеры целых элементов скелета по видам; 6. Описание костных патологий. Для регистрации этих параметров используются фундаментальные сведения такой зоологической дисциплины, как остеология, которые остаются без изменений и только обогащаются на протяжении последних 100 лет. Учебники по ветеринарии, а также атласы и определители по таксономии, публикуемые с начала прошлого века, содержат детальные изображения и описания скелетов и их отдельных элементов как всех известных видов домашних, так и значительного числа диких животных. Они включают в себя также описания особенностей скелетных элементов для всех этих видов в рамках их изменчивости, связанной с конкретным геномом и возрастом животного, его половой принадлежностью, физической нагрузкой, питанием и т.д. Но все такие учебные пособия создавались для анализа целых скелетных элементов, поэтому зоологи непременно адаптируют их к диагностике археологических костей, которые, как правило, бывают раздробленными и фрагментарными. Для этого одновременно проводятся достаточно трудоемкие исследования на реальных сравнительно-анатомических коллекциях, включающих скелеты современных животных. 101 Использование этой колоссальной методической базы обеспечивает высокую степень достоверности и сравнимости оценок указанных выше биологических параметров остеологических материалов. Однако даже в этих рамках остаются проблемы, которые не имеют пока однозначного решения. Одна из них касается верификации домашней или дикой формы по скелетным остаткам для таких видов, как лошадь, свинья и собака. Морфологические признаки всех костей скелета диких и аборигенных домашних лошадей чрезвычайно близки друг к другу, а их количественные оценки в значительной мере перекрываются. Для археологов важно понимать, что по археологическим разрозненным скелетным остаткам достоверно установить их принадлежность дикой или домашней лошади просто невозможно. С обзором этой проблемы и библиографией можно познакомиться по коллективным монографиям Equids in the Ancient World (1986), Prehistoric Steppe Adaptation and the Horse (2003), а также в работах M. Levine (1999, 2012), П. Косинцева (2010) и др. Лишь в редких исключительных ситуациях удается диагностировать останки домашних лошадей на археологическом памятнике благодаря обнаружению специфических патологий, аналогичных возникающим на скелетах верховых, гужевых и тягловых животных (Levine, 1998; Антипина, 2013). Традиционная методика идентификация лошади, как уже одомашненной, на археологических памятниках Северной Евразии (начиная с рубежа IV–III тыс. до н.э.) выглядит парадоксальной. Она основывается исключительно на фактах доминирования костей домашних парнокопытных в остеологических коллекциях, а также на археологических данных о находках, главным образом в погребальных комплексах, деталей узды и другой конской амуниции. Костные останки домашних аборигенных свиней и собак отличаются от скелетов их диких предков прежде всего размерами. Морфологические различия между домашней и дикой формами этих видов незначительны и малодостоверны. Дикие представители в среднем оказываются крупнее. Поэтому самые крупные костные останки исследователи всегда относят к диким, а наиболее мелкие кости – к домашним формам. Разделение на домашних и диких по костям от средних по размерам животных указанных видов может быть ошибочным. Общепринятая форма публикаций результатов современных археозоологических исследований предполагает, что они будут содержать не только указанные выше данные о скелетных остатках, но и их анализ. Это выражается в проекции полученных фактов на биологические характеристики тех особей, которым принадлежали кости, и на некоторые особенности хозяйственного использования этих животных (табл. 1). Для этого, вводятся количественные параметры: оценивается доля всех костей каждого вида в коллекции (остеологический спектр); подсчитывается число костей от разных частей скелета каждого из установленных видов (анатомические спектры); вычисляется соотношение костей животных, имеющих разный возраст (возрастной спектр) и т.п. Остеологический спектр может рассчитываться как для всех видов, обнаруженных в коллекции, так и для выделенных специалистом отдельных групп, например – соотношение диких и домашних животных. Рассчитанная в процентах пропорция костных остатков исключительно для видов домашних копытных будет уже специальным остеологическим спектром, который используется для оценки структуры потребления мяса этих животных. Аналогичной процедурой можно получить остеологический спектр для диких животных и выявить по нему долю костей, например от пушной (или мясной) дичи. Еще недавно эта форма представления фактических данных дополнялась в работах отечественных исследователей прямой проекцией видового набора диких животных и их остеологического спектра на охотничью деятельность жителей и фаунистическое окружение поселения, а остеологический спектр по домашним копытным переносился непосредственно на состав разводимого в пределах поселения стада. Сегодня выясняется, что такая процедура некорректна, а интерпретация остеологических спектров оказывается достаточно сложной и неоднозначной, более подробно об этом будет сказано ниже. Здесь же остановимся на вопросах, связанных с количественными оценками остеологических коллекций и анализом их достоверности. Количественные показатели биологических параметров и характеристик Перед обсуждением применяемых в археозоологии количественных оценок для статистической оценки биологических параметров костных остатков, будет любопытно рассмотреть парадоксальную ситуацию с трансформации Таблица 1. Общепринятые в современной археозоологии варианты проекции биологических данных о скелетных остатках на информацию о животных Биологические параметры и характеристики костных остатков Биологическая информация о животных 1. Видовая принадлежность костей Видовой состав обнаруженных животных с подсчетом разнообразных остеологических спектров 2. Анатомический набор костных остатков по элементам скелета для каждого вида Особенности разделки туш животных. Вероятность забоя домашних копытных на поселении 3. Индивидуальный возраст конкретных особей на момент смерти по костям Возрастная схема забоя домашних животных. Предпочтение тех или иных возрастных групп в охотничьей добыче 4. Половая принадлежность скелетных остатков Соотношение костей самцов и самок в посмертных остеологических спектрах по видам 5. Промеры целых элементов скелета по видам Реконструкция размеров некоторых особей (высота в холке) и особенностей их конституции 6. Описание костных патологий Заключение о характере причин, вызывавших обнаруженные патологии 103 ей изначального количественного объема остеологической коллекции при ее обработке. Видовая идентификация любого костного фрагмента возможна только после установления его анатомической принадлежности, т.е. определения того элемента скелета, к которому он относится. И только затем проводят его таксономическую идентификацию по сравнительно-анатомической коллекции или по специальным таксономическим атласам и определителям. Однако не все анатомически диагностированные фрагменты удается определить до видового уровня. Получается, что в любой остеологической коллекции количество фрагментов определимых анатомически будет больше, чем число фрагментов с точным видовым статусом. Так что после установления анатомической и видовой принадлежности остатков коллекция оказывается разделенной на три разных по объему выборки: а) фрагменты, определимые до вида; б) фрагменты, анатомически диагностированные, но без видового статуса; в) фрагменты без анатомического и видового определения. После такого разделения остальные биологические параметры и характеристики фиксируются уже только для выборки костных фрагментов, определимых до видового уровня, и это делается отдельно для каждого вида. Понятно, что выборки по видам будут еще меньше в количественном отношении. Более того скелетные элементы, по которым можно установить возраст животного на момент смерти, или определить половую принадлежность, или сделать промеры, часто не совпадают. Например, возраст животных, как правило, фиксируется по зубам, а для определения пола наиболее информативными оказываются тазовые кости. При этом в коллекции может не обнаружиться целых трубчатых костей конкретного вида, и тогда исследователь остается в неведении относительно размеров животных. Таким образом, количественные объемы тех финальных выборок, по которым специалист получает разнообразную и детальную биологическую информацию (возраст, пол, размеры, костные патологии), составляют всего лишь 10–20% от исходного количественного объема всей коллекции. Нередко они оказываются просто катастрофически малыми – не более десятка единиц. Естественно возникает вопрос о достоверности результатов, полученных по таким выборкам. Археозоологи единодушны в оценке огромного влияния случайных факторов на формирование облика малых выборок, состоящих из десятков костей. Считается, что если сами факты (пол возраст, промеры), полученные для конкрентных особей, достоверны, то их проекция на биологические особенности всех животных, кости которых составляют коллекцию, неправомерна. Но такое единодушие не решает важного вопроса о минимальном объеме остеологической выборки, при обработке которого были бы получены все или хотя бы часть биологических данных, достоверно отражающих параметры всей «генеральной совокупности» костных материалов на памятнике. Зарубежные исследователи используют в своих работах так называемое правило Дэвиса (Davis, 1987), из которого следует, что увеличение числа костей из раскопок в 10 раз дает уже принципиально новую информацию. Согласно ему для выборки уже в 500 определимых до вида костей можно говорить об обнаружении достаточно Е.Е. Антипина. Современная археозоология полного видового состава крупных животных и близкого к реальному соотношения тех видов, которые активно использовались в хозяйстве. В работах наших специалистов предлагаются разные границы для минимального объема таких выборок: например, 200–300 (Косинцев и др., 1989) или 400 определимых фрагментов (Антипина, 2004). Подчеркнем, что предлагаемые минимальные количественные объемы относятся лишь к определимым до вида костным остаткам, а не ко всей остеологической коллекции. И такие выборки позволяют с большой степенью достоверности зафиксировать только главную биологическую характеристику остеологической коллекции – это полный видовой состав хозяйственно значимых домашних и диких животных. Все остальные биологические параметры такой выборки могут оказаться малопригодными для интерпретации. Как подчеркивалось выше, видовой состав животных может быть представлен разнообразными спектрами. Для их расчетов, начиная с 50-х годов прошлого века, использовались два количественных показателя: абсолютное число определимых до вида костей; минимальное число особей каждого вида. Несомненно, для реконструкции особенностей хозяйственного использования домашних животных второй показатель был бы более «осязаемым». Однако уже в то время было продемонстрировано, что оба показателя отражают количественное соотношение видов в материале лишь приблизительно (Цалкин, 1956; Паавер, 1958; Gautier, 1984; Grayson, 1984; Hesse, Wapnish, 1985; Davis, 1987). При этом подчеркивалось, что «минимальное число особей» является производной величиной от абсолютного числа определимых костей и потому она «автоматически» включает в себя все недостатки исходного количественного параметра, обусловленные многими факторами, в том числе тафономическими и археологическими. Сегодня исследователи, последовательно анализирующие проблемы «остеологической статистики», приходят к выводу, который был сделан К.Л. Паавером еще в 1958 г., – выбор того или иного количественного показателя зависит от специфики самого остеологического материала (в частности, его категорий) и задач обработки. Для изучения категории кухонных остатков наиболее адекватно использование абсолютного числа костей конкретных видов. Для ритуальных, погребальных или иных комплексов, включающих целые скелеты, их части или так называемые связки целых костей, несомненно, более информативным оказывается число особей, а иногда даже восстановленное по костям число отдельных частей туши (Gautier, 1984; Grayson, 1984; Klein, Cruz-Uribe, 1984; Davis, 1987; Антипина, 2001, 2004). В итоге, учитывая неизбежную трансформацию изначального количественного объема коллекции, становится очевидным, что биологическая информация о животных – их облике и особенностях эксплуатации – будет достоверной только по коллекциям в десятки тысяч костей. Безусловно, получение коллекции таких объемов на конкретном памятнике зависит от тафономических условий и насыщенности слоя костными остатками. Но в любом случае необходимо стремиться к максимально полному сбору остеологического материала. Наиболее эффективным в этом отношении оказывается метод просеивания или промывки всего культурного слоя. Он дает возможность собрать 105 все остатки костей не только от крупных и средних животных, но и от совсем небольших по размерам млекопитающих, птиц, пресмыкающихся, земноводных, рыб. Между тем реальные раскопки зачастую сопровождает только ручная переборка культурного слоя. Насколько она будет успешной, зависит от руководителей раскопок. Представим теперь, что тщательно собранная при раскопках поселенческого памятника и значительная по количеству костных остатков коллекция была обработана специалистами и в результате получена вполне достоверная биологическая информация. Увы, вся эта колоссальная работа археологов и археозоологов может потерять свою ценность, если остеологическая коллекция не имела так называемого археологического паспорта или для нее не были зафиксированы археологические характеристики. «Археологический паспорт» и археологические характеристики остеологических материалов Непременное условие выполнения современного археозоологического исследования – оформление для любой остеологической коллекции археологического паспорта, который включает все данные о самом памятнике (начиная с его названия и местоположения и вплоть до указания площади раскопок и мощности культурных напластований) и археологический контекст непосредственно для объектов и участков сбора материала. В него также входят хронологические рамки для слоев накопления костных остатков. Чем детальнее будет информация паспорта, тем больше возможностей для объяснения и интерпретации биологических и археологических характеристик исследуемого материала – костей животных. Археологические характеристики остеологических материалов регистрируют­ся как минимум по следующим показателям: 1. Общий исходный количественный объем коллекции, а также каждой выборки ее составляющих; 2. Естественная сохранность (или тафономическое состояние) костных фрагментов; 3. Степень их искусственной раздробленности; 4. Варианты следов искусственного воздействия на костных остатках. Все эти показатели никак не связаны с установлением видовой принадлежности костных остатков и при определенном навыке могут быть оценены самими археологами. Они фиксируются по отдельным выборкам, формируемым в процессе сбора материалов, и в конечном итоге без ошибок могут быть суммированы для всей коллекции. Эти характеристики названы археологическими, так как по существу они отражают метаморфозы скелетных остатков уже после смерти животных, первоначально в процессе неких манипуляций с ними на поселении, а затем при их «археологизации» в культурных напластованиях памятника. Они имеют огромное значение для подтверждения достоверности биологической информации и дальнейшей ее корректной интерпретации. Вместе с тем они могут выступать как источник независимых данных о занятиях жителей, а также о самом культурном слое памятника и соответственно об интенсивности жизнедеятельности населения. Методы их регистрации достаточно просты. 1. Общее число костей обычно подсчитывается для фрагментов, размеры которых больше 1 см. Остальные меньшие обломки костей крупных и средних животных, а также целые кости мелких животных (например,грызунов, лягушек, ящериц, птиц и рыб) не входят в подсчеты, а объединяются в ­отдельную фракцию данной выборки. Эта фракция вместе с основной выборкой под единым паспортом направляется к специалисту. Чтобы оценить естественную сохранность костей и степень их искусственной раздробленности, важно научиться различать эти параметры. Искусственная раздробленность костей отражает некие события или манипуляции с костями до их попадания в культурный слой, в результате которых кости были разделены (или они распались) на отдельные части. Как правило, такими факторами являются кухонная разделка туш, приготовление пищи, ритуальные события, косторезное ремесло и т.п. Естественная сохранность характеризует состояние костной ткани в процессе и после археологизации костных остатков. Ее анализ нередко позволяет обнаружить специфику тафономических условий конкретных напластований культурного слоя, что может стать ключом к разграничению разновозрастных отложений. 2. Существующие методики регистрации естественной сохранности достаточно сходны между собой. Все они фиксируют изменения в состоянии костной ткани по соответствующей описательной шкале, отличаясь только по количеству выделяемых градаций, т.е. по длине шкалы. В лаборатории естественнонаучных методов ИА РАН используется пятибалльная шкала: хрупкие и распадающиеся на части обломки костей «получают» один балл, а фрагменты с прочной компактой и целостным поверхностным ее слоем оцениваются пятью баллами (табл. 2). Естественная сохранность костей влияет на весь ход археозоологического исследования. Важно подчеркнуть, что при плохой сохранности остеологического материала (самые низкие баллы 1-2) происходит объективное занижение Таблица 2. Пятибалльная шкала для оценки естественной сохранности археологических костей Описание изменений в составе костной ткани Оценка (баллы) Прочные целые кости или их обломки с целостным поверхностным слоем компакты 5 Достаточно прочные целые кости или их обломки. Поверхностный слой компакты в основном целый. Его нарушения незначительны 4 Относительно прочные целые кости или их обломки. Поверхностный слой компакты частично нарушен 3 Хрупкие, но сохраняющие свою форму обломки костей. Поверхностный слой компакты значительно нарушен 2 Хрупкие и при манипуляциях распадающиеся на части обломки костей. Поверхностный слой компакты разрушен полностью 1 107 доли определимых до вида костей. Хотя иногда и по таким фрагментам удается определить и анатомическую, и даже видовую их принадлежность. Оценка искусственной раздробленности для таких остатков, также как и обнаружение на них следов искусственного воздействия, невозможны (рис. 2). При удовлетворительной и хорошей естественной сохранности костей (с трех баллов и выше) достоверно фиксируются и их искусственная раздробленность, и разнообразные следы (рис. 3). 3. Для описания искусственной раздробленности остатков в работах европейских специалистов наиболее часто можно встретить методики, в основе которых лежит взвешивание костей с последующим вычислением среднего веса одного фрагмента для каждого вида (Morales, 1987, 1988). Но эти методики редко дают сравнимые результаты, так как вес фрагмента зависит не только от его размеров, но и от тафономических условий залегания костей. Несомненно, что фрагмент сухой выветренной трубчатой кости крупного животного будет легче, чем аналогичный обломок из памятника с гумусными влажными напластованиями. Методика, применяемая в лаборатории ИА РАН, состоит в оценке индекса раздробленности (ИР), который рассчитывается как число костных обломков в единице стандартного объема – 1 дм3 (Антипина, 2004). Но для этого не нужно Рис. 2. Обломки костей, естественная сохранность которых оценивается в 1-2 балла Рис. 3. Обломки костей, естественная сохранность которых оценивается в 3–5 баллов а – следы порезов лезвием ножа; б – следы разрубов Е.Е. Антипина. Современная археозоология. помещать кости в 1 дм3 , надо просто наполнить ими коробку с известным объемом, например посылочную. Далее подсчитанное число костей в этой коробке делим на ее объем и получаем ИР. 4. Среди следов искусственного воздействия на костных остатках, самыми легко «читающимися», несомненно, будут результаты изготовления костяных изделий. Далее следуют разрубы и следы от лезвия ножа, которые, как правило, возникают при кухонной разделке туш животных. Не остается без внимания также обожженность костей. Фиксация цвета таких фрагментов дает возможность оценить температуру огня, и связать ее с возможными событиями – обычными или чрезвычайными, происходившими на поселении. Менее известны так называемые кухонные диагональные разломы, которые возникают на длинных трубчатых костях, когда разделяют и рубят на части целую тушу животного (рис. 4). Вместе с тем даже специалистам не все следы искусственного воздействия удается заметить или отличить их от тафономических или иных естественных изменений в структуре костной ткани. Приведу один из ярких примеров с так называемым клиновидным дефектом резцов крупных копытных. Нередко клиновидное углубление на шейке резца имеет естественную природу, но оказывается поразительно похожим на искусственный пропил на зубе для использования его в качестве подвески (рис. 5). Резцы крупного рогатого скота с подобными дефекРис. 4. Диагональные сколы, появление которых обусловлено кухонной разделкой туш Рис. 5. Клиновидный дефект естестенного происхождения на резце крупного рогатого скота а – внутренняя сторона; б – внешняя сторона зуба 109 тами, а также подвески из резцов известны из разных поселений эпохи бронзы, что ставит вопрос о критериях их различения (Антипина, 2011). Совсем недавно проведенное трасологическое изучение микроскопических следов на таких образцах, а также на достоверных археологических и экспериментальных подвесках из зубов показало реальную возможность такой диагностики (Панковский и др., 2015). Возвращаясь к археологическим характеристикам, подчеркну еще раз, что они фиксируются для всех костей в коллекции, как определимых, так и неопределимых. Дальнейший их анализ по видам добавляет уже новые аспекты к археологической информации. Рассмотренные два блока данных – биологических и археологических оценок остеологических материалов (рис. 6) – составляют тот минимум первичной археозоологической информации, которая необходима для любых палеоэкономических построений. Интерпретация археозоологической информации и археологическая аксиоматика Данная статья началась с утверждения, что «остатки костей животных – один из массовых археологических материалов». Ключевое слово в этом утверждении – прилагательное «археологический». Поэтому интерпретация получаемой информации об остеологическом материале должна проводиться в рамках археологической аксиоматики. Аксиома 1: любые костные останки животных, обнаруженные при раскопках археологического памятника, являются результатом (прямым или опосредованным) разнообразной деятельности человека и связанных с ней событий. Обычно с человеческой деятельностью без сомнений связывают обнаруженные при раскопках так называемые кухонные остатки костей, а также костяные изделия, ритуальные комплексы с останками животных и их жертвоприношения. Однако следует учитывать, что накопление в культурных слоях поселений скелетных останков таких мелких комменсалов – «сотрапезников», как грызуны, зерноядные воробьиные птицы и т.п., вызвано тем, что эти животные находили там прежде всего кормовую базу – отходы от человеческой пищи. В свою очередь они становились добычей для небольших хищников, которые «шли» вслед за ними. Неизбежное наличие на человеческих поселениях пищи и укрытий для мелких диких животных дает начало формированию антропоценозов с широким спектром видового фаунистического и флористического разнообразия. Эти животные приходят или рождаются прямо на поселении, живут и погибают там именно благодаря человеку. Видовой набор таких животных – комменсалов и синантропов зависит от санитарного состояния и архитектурных особенностей самого поселения. Таким образом, следствие первой археологической аксиомы – утверждение, что разнообразие, особенности и специфика человеческой деятельности и сопровождающие ее условия приводят к накоплению в культурных слоях памятника отличающихся между собой категорий остеологических материалов. Это очень важное утверждение, так как оно позволяет почти однозначно связать каждую из категорий остеологических материалов с конкретным «событийным явлением» из всего многообразного ассортимента человеческой деятельности. Так, потребление мясной пищи приводит к возникновению категории «пищевых или кухонных» костных остатков. При использовании животных в ритуальной практике появляются «ритуальные комплексы». «Ремесленные» комплексы костей (изделия, заготовки, отходы, сырьевые запасы) накапливаются в процессе косторезной деятельности. Военные действие на поселении, природные катастрофы или эпидемии приводят к формированию «комплексов костей одномоментных событий». И, наконец, гибель комменсалов и синантропов ведет к отложению их костей в культурном слое. Более того это утверждение приводит к одному из главных правил археозоологического исследования: корректная интерпретация полученных при изучении остеологических материалов данных может быть проведена только в рамках каждой из этих категорий. Как же удается выделить эти категории в остеологической коллекции? Для этого используют всю исходную информацию о костях: биологические и археологические характеристики и археологический контекст. Любопытно, что для выделения ряда наиболее многочисленных в коллекциях категорий (например, «кухонных» или «ремесленных») наиболее эффективным будет анализ таких археологических характеристик, как искусственная раздробленность и следы искусственного воздействия на остатках (рис. 7). Парадокс: кости могут принадлежать одновременно к разным категориям или «менять» категорию, в зависимости от задачи исследования. Например, костяные орудия, они же – кости от убитых и/или съеденных животных. Аксиома 2: в процессе функционирования поселения и его последующей археологизации кости животных, оказавшиеся на его территории, разрушаются, и их количество заметно уменьшается. Обозначенная в аксиоме неполнота остеологических материалов из археологических памятников обусловлена как человеческой деятельностью, так и неизменным присутствием на поселениях потребителей органических и минеральных компонентов костной ткани, начиная от собак и грызунов и заканчивая разнообразными микроорганизмами. Они разрушают и полностью уничтожают некоторую часть археологических костей. Количественные объемы сохранившихся костных фрагментов различаются по памятникам. Подсчитано, что потери могут составлять от 20 до 80% от исходного числа скелетных остатков, Рис. 7. Археологические и биологические оценки и параметры, которые используются для выделения конкретных категорий остеологического материала Е.Е. Антипина. Современная археозоология... оказавшихся на поселении (Савинецкий, 1995). К сожалению, такой подсчет возможен только для специфических остеологических коллекций из крупных практически полностью «закрытых» археологических комплексов. Следствие второй аксиомы – относительность всех рассчитываемых при интерпретации оценок и параметров. Приходится признать, что в итоговых палеоэкономических моделях не может быть получено точное количество съеденного мяса в килограммах или тоннах, также как и число добытых охотничьих животных или количество особей разводимых домашних копытных. Палеоэкономические параметры и оценки могут быть представлены лишь в виде аппроксимации (приближения) к реально существовавшим объектам и явлениям. Пошаговая методическая схема такой аппроксимации разработана сегодня для реконструкции структуры мясного потребления (Антипина, 2005) и иерархии домашних копытных в составе стада (Антипина, 2008). Аксиома 3: причины (факторы) появления животных на человеческих поселениях чрезвычайно многообразны. Рис. 8. Схема неоднозначных связей между факторами появления животных на поселениях и событиями, благодаря которым кости животных попадают в культурный слой 113 Необходимо подчеркнуть, что первые две археологические аксиомы описывают специфику непосредственных объектов археозоологического исследования – остеологических материалов. А последняя аксиома касается уже самих животных, которым принадлежали костные остатки. Она фиксирует не только многообразие факторов человеческой деятельности, т.е. причин появления животных на территории поселения, но и отсутствие их однозначной связи с событиями, которые привели к попаданию костных остатков в культурный слой (рис. 8). Цепочки этих связей оказываются чрезвычайно сложными. Так, «кухонные остатки» не всегда состоят из костей от скелетов животных из собственного стада или добытых местными охотниками. Среди них могут оказаться останки животных из стада соседей, полученных путем обмена или торговли или просто украденных, а также от животных, присланных в качестве подарков или захваченных при набегах и т.п. Формирование остальных остеологических категорий подобным же образом может быть обусловлено многими факторами. Исследование археозоологических аспектов палеоэкономики, т.е. специфической человеческой деятельности, ее структуры и связей, напоминает детектив. Оно начинается с последнего звена – оставленных материальных следов потребления ее результатов. Загадки возникают при интерпретации, казалось бы, очевидных фактов. Например, на фалангах и пястных костях современного тяглового крупного рогатого скота (как быков, так и коров) обнаружены специфические патологические изменения в виде костных разрастаний – остеофитов (Bartosiewicz et al., 1997). Регистрация таких патологий на археологических костях позволяет утверждать, что на поселении присутствовали тягловые быки или коровы. Но что тянули эти животные – кибитки, как у скотоводческих племен эпохи бронзы, или плуг, как у земледельцев античной эпохи? В рамках анализа только археозоологических данных этот вопрос не может быть решен однозначно. В итоге непременное следствие третьей аксиомы – неоднозначность интерпретации получаемых археозоологических данных и многообразие реконструируемых на их основе моделей скотоводства и охотничьей отрасли. Выбор какой-либо единственной вероятностной модели использования животных в конкретном хозяйстве возможен только на фоне результатов, полученных по другим археобиологическим и археологическим материалам. Так, археоботаническая информация позволяет оценить земледельческий сектор в хозяйстве, а археологическая информация (планиграфия, архитектура поселения, специфика орудий труда и других технических средств) может указать еще и на иные хозяйственные занятия населения. Вне такого контекста традиционная в отечественных публикациях интерпретация остеологических материалов в качестве прямого отражения скотоводческой или охотничьей деятельности может привести к существенным промахам. \* \* \* Продемонстрированная сложность принципов археозоологического исследования и неоднозначность интерпретации получаемой информации, конечно же, Е.Е. Антипина. Современная археозоология...непривычны по сравнению с теми краткими и простыми итогами определения остеологических коллекций, которые обычно приводятся в виде приложений в археологических работах. Однако за этой сложностью стоит совершенно новый уровень решения научных задач. Современное археозоологическое исследование уже не ограничивается только рамками преподнесения биологических данных о животных, а включает в анализ всю археологическую информацию о памятнике, равно как и результаты изучения его материалов другими естественно-научными дисциплинами.

**Лекция 11. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Спорово-пыльцевой или палинологический анализ – один из старейших палеоботанических методов. Возможность изучать пыльцу растений появилась в 1675 г., когда Антони Левенгук изобрел микроскоп. Первые работы по изучению пыльцы были посвящены ее морфологии и не выходили за рамки чисто ботанических исследований. Первые упоминания о нахождении пыльцы в ископаемом состоянии относятся к 1854 г. и принадлежат немецкому ученому К. Эренбергу. Методика спорово-пыльцевого анализа была разработана в Швеции Г. Лагерхеймом (1902 г.) и его последователем Л. Фон Постом (1928 г.), который значительно ее усовершенствовал и показал, что она может быть использована для решения различных вопросов четвертичной геологии и палеогеографии. Основоположником спорово-пыльцевого анализа в России был академик В.Н. Сукачев. Большой вклад в развитие метода внесли В.С. Доктуровский, К.К. Марков, С.А. Яковлев. M.И. Нейштадтом были построены региональные спорово-пыльцевые диаграммы, отражающие закономерности развития растительности в России в голоцене (Нейштадт, 1957). Новый этап в развитии анализа был связан с появлением метода «обогащения» исходных образцов пыльцой и спорами, который был разработан В.П. Гричуком в 1937 г. и до сих пор применяется в лабораториях как в нашей стране, так и за рубежом. В 1950 г. под редакцией И.М. Покровской вышла книга «Пыльцевой анализ», которая и по сей день является настольной книгой палинологов. За долгие годы существования метода его рамки существенно расширились, и в настоящее время он применяется во многих отраслях науки: геологии, палеогеографии, биологии, медицине, криминалистике, фармакологии, археологии. В последнее время палинологический анализ приобрел особую актуальность в свете решения комплексных проблем палеоэкологии. В археологии палинологический метод стал активно применяться в середине прошлого века. Одним из первых «опытов» применения палинологии для изучения изменения климата и реконструкции направления распространения сельскохозяйственных культур в Северной Америке можно считать работу Пола Сирса (Sears, 1932). Значительный вклад в изучение хозяйственного использования окружающей среды внесли скандинавские, и особенно финские исследователи, при проведении палинологических работ на торфяниках разного типа (Tolonen, 1971; Tolonen et al., 1976). Классическим руководством по использованию спорово-пыльцевого метода в археологии стала книга Г. Димблеби (Dimbleby, 1985). 71 В нашей стране спорово-пыльцевой метод также успешно применяется для стратиграфии археологических памятников, реконструкции окружающей среды прошлого, определения уровня антропогенной нагрузки и отслеживания изменения системы землепользования. Одними из первых проводились палинологические исследования на верхнепалеолитическом памятнике Костенки (Воронежская область). Они были начаты еще в 1955 г. М.П. Гричук, В.П. Гричуком и Р.Ф. Федоровой (Гричук, 1969, 1985, 1989; Федорова, 1965, 1976; Природа и древний человек, 1981). Начиная с этого времени многие палинологи работали в области археопалинологии. Можно вспомнить работы Л.А. Крупениной (1973), С.А. Сафаровой (1973), М.А. Гуман (1978), М.В. Кабайлене (1969). В наше время археопалинология получила широкое распространение, исследование археологических памятников стало проводиться комплексно, с использованием различных естественно-научных методов. Это работы Н.С. Болиховской (Болиховская, 1995; Деревянко, Болиховская, Маркин, 1999; Болиховская, Шуньков, 2005), Г.М. Левковской (1987); Е.М. Малаевой (1995, 1998), Н.Е. Рябогиной (Рябогина и др., 2001; Рябогина, 2004, 2006; Якимов, Рябогина, Иванов и др., 2007), Е.А. Спиридоновой, А.С. Алешинской и М.Д. Кочановой (2008а, б, 2009; Спиридонова, Алешинская, Кочанова и др., 2011). Объектом исследования палинологического (спорово-пыльцевого) анализа являются пыльца и споры растений, а точнее их наружные оболочки, выделенные из соответствующей фракции породы. Высшие растения производят огромное количество пыльцевых зерен, которые представляют собой мужские клетки растений, участвующие в оплодотворении. Попадая на поверхность суши или воды, они становятся компонентом отложений и постепенно переходят в ископаемое состояние. Если эту ископаемую пыльцу отделить от вмещающей их породы, посмотреть под микроскопом и определить, то получим разнообразный по составу спорово-пыльцевой спектр. Спорово-пыльцевой спектр представляет собой набор пыльцы и спор различных видов растений, произрастающих в пределах того региона, где произошло их захоронение. Таким образом, проанализировав спорово-пыльцевой спектр, мы можем сказать, какие растения росли на изучаемой территории в момент формирования данных отложений. Почему возможен такой анализ? Пыльца и споры различных растений имеют характерные морфологические особенности, позволяющие распознавать и определять пыльцевые зерна и споры до семейства, рода, иногда вида. К таким особенностям относятся форма, размер, внешний вид оболочки, наличие пор, щелей, борозд, их размер и форма (см. цв. вклейку, рис. X). Наружные оболочки пыльцы и спор большинства высших растений состоят из трудно разрушаемого пробкоподобного вещества (полленин, пропетин). Они стойки к химическим воздействиям, почти не разрушаются, слабо минерализуются и поэтому исключительно долго сохраняются в ископаемом состоянии. Замечательно и то, что пыльца и споры содержатся практически во всех четвертичных отложениях: в почвах, торфяниках, отложениях мелких и крупных озер, рек, морей, поэтому палинологический анализ может применяться А.С. Алешинская и др. Возможности применения палинологического анализа даже в тех случаях, когда другие палеоботанические методы не могут дать никаких результатов. Обилие пыльцы и спор в исследуемых пробах позволяет статистически обработать данные палинологического анализа и получить не только качественные, но и количественные характеристики. Но наряду с достоинствами, как, впрочем, и любой другой метод, палинологический анализ имеет и ряд сложностей для исследователя: – пыльца различных семейств может быть похожа; – и, наоборот, пыльца внутри одного семейства может сильно отличаться; – не всю пыльцу можно диагностировать до рода, тем более вида; – хотя наружные оболочки пыльцы состоят из трудно разрушаемого вещества, все же они по-разному сохраняются. Пыльца некоторых растений, например тополя, осины, лиственницы, клена, очень быстро разрушается и встречается в образцах крайне редко. Это недостатки, с которыми приходится только смириться. А есть особенности, которые можно учитывать и вносить соответствующие поправки при интерпретации данных анализа. К таким особенностям относится в первую очередь сильная летучесть пыльцы некоторых растений. Основная масса пыльцы и спор при рассеивании попадает на поверхность суши вблизи растений, их производящих, и подвергается фоссилизации (захоронению, переходу в ископаемое состояние). Однако некоторое количество пыльцы переносится ветром на значительные расстояния. Как правило, заносная пыльца и споры не составляют большого процента, так как местная пыльца абсолютно преобладает. Однако на открытых пространствах (в тундре, степи, пустыне) пыльца и споры переносятся на бóльшие расстояния, чем в лесу. Сопоставляя пыльцу и споры поверхностного горизонта почв с современными ареалами растений, можно установить дальность воздушной транспортировки. Так, за пределы своего ареала в большом количестве выносится пыльца сосны; в сравнительно небольшом – пыльца ели, березы, ольхи; в ничтожных количествах – пыльца дуба, липы, вяза, граба. К малолетучим зернам помимо пыльцы широколиственных пород относят пыльцу большинства видов травянистых растений, а также многие споры. Чаще пыльца основных древесных пород характеризует более обширные территории, а пыльца травянистых, кустарничковых растений и споры, распространяющиеся на меньшие расстояния, помимо зональных особенностей в большей степени отражают локальные условия. Зная степень «летучести» пыльцевых и споровых зерен, можно вносить соответствующие поправки при интерпретации результатов. При проведении палинологического анализа необходимо учитывать разную продуктивность растений и сохранность пыльцы и спор. Так, сосна продуцирует очень большое количество пыльцы, а вот широколиственные деревья – наоборот, поэтому максимумы пыльцы древесных пород на диаграммах и этих же растений в составе леса могут не совпадать, что необходимо учитывать при восстановлении облика растительного покрова. Естественно встает вопрос – насколько состав спорово-пыльцевого спектра соответствует характеру растительности, произрастающей в изучаемый период. Для проверки достоверности полученных данных проводились специальные исследования по изучению пыльцы из современных поверхностных проб и их сравнение с ареалами растений. Данные исследования показали, что с учетом всех упомянутых выше поправок спорово-пыльцевые спектры в целом отражают растительность того региона, где были отобраны образцы. Исследование методом палинологического анализа можно разделить на несколько этапов. 1. Отбор образцов. 2. Химическая обработка. 3. Микроскопическое исследование. 4. Статистическая обработка данных (составление ведомостей и диаграмм). 5. Интерпретация результатов анализа. Отбор образцов Этот этап – основа всей последующей работы палинолога. От того, насколько аккуратно и полно отобраны образцы, зависит достоверность и детальность полученных конечных результатов. Отбору образцов предшествует описание разреза. К сожалению, часто археологи очень формально подходят к этому вопросу. На самом деле, это очень важный момент, так как по литологии пород, характеру включений, слоистости и контакта толщ можно судить об условиях захоронения пыльцы и спор, что немаловажно при интерпретации спорово-пыльцевых спектров. Информация, которая должна присутствовать в описании разреза: 1) номер слоя; 2) название отложений, их вещественный состав, цвет, структура, плотность; 3) текстура; 4) неорганические включения; 5) органические включения; 6) культурные находки; 7) характер перехода в подстилающие или перекрывающие слои; 8) мощность и глубина залегания. Хотелось бы обратить внимание на описание текстурных признаков, к которым относятся разные типы слоистости, ориентировка частиц, разные типы трещиноватости и т.д. Они имеют важное значение для определения генезиса отложений, особенностей их аккумуляции и восстановления палеогеографических условий. При описании органических включений важно отмечать условия их залегания (послойно, линзообразно, единично, массово), степень сохранности и соотношение с подстилающими, вмещающими и перекрывающими отложениями, поскольку все эти факторы позволяют решить вопрос о первичном или вторичном залегании изучаемых объектов. Необходимо также отмечать характер перехода в подстилающие или перекрывающие слои (постепенный, резкий). Особо следует обратить внимание на наличие или отсутствие перерывов в осадконакоплении или размывов. Схема разреза существенно дополняет словесные характеристики отложений (рис. 1). На нее обязательно наносятся места отбора образцов. Необязательно давать зарисовку всего раскопа, если с этим связаны технические трудности. Достаточно зарисовать в масштабе непосредственно место отбора образцов. При А.С. Алешинская и др. Возможности применения палинологического анализа отсчете глубин за «0» лучше всего принимать дневную поверхность. Также за «0» можно принять реперную отметку и на образцах указывать глубину от «0». Помимо зарисовки разреза желательно иметь его фотографии: до отбора и с местами отбора образцов, а также общий вид раскопа и окружающий его ландшафт. Для отбора образцов очень удобны полиэтиленовые зип-пакеты. Если они с окошком для подписи, то можно обойтись без этикеток, но это в том случае, когда есть уверенность, что подпись не сотрется. В идеале нужно иметь и этикетку, и надпись на пакете. Основное правило: этикетка не должна соприкасаться с породой, так как если образец сырой, то этикетка может сгнить, поэтому ее нужно положить в отдельный пакетик или образец класть еще в один пакет, а этикетку помещать между пакетами. Если используются простые пакеты, то этикетку можно вложить в узел (рис. 2). На этикетке указывать: – название памятника; – номер раскопа (разреза); – номер образца; – глубина отбора образца. Отбор образцов проводится в следующем порядке. 1. Зачистить внешнюю поверхность разреза лопатой или ножом сбоку, но не сверху вниз, так как при этом смазываются границы слоев. 2. Начинать отбор образцов с подошвы (снизу вверх), чтобы фрагменты вышележащей породы не попали в нижние образцы. 3. Тщательно очищать инструмент перед отбором каждого нового образца. 4. Вес каждого образца примерно 250 г. Рис. 1. Пример оформления разреза при отборе образцов на спорово-пыльцевой анализ 75 5. Частота отбора образцов зависит от многих причин. Обычно образцы отбирают через 5-10 см, стараясь, чтобы обязательно были отобраны образцы вблизи контактов слоев. Не смешивать в одном образце породы из разных слоев! В отдельных случаях интервал отбора проб необходимо уменьшить или даже отбирать образцы непрерывно. Такой отбор проводят при небольшой мощности слоя, а также для слоев, представляющих особый интерес для археолога. Основная ошибка! Отбирается большой по мощности образец. Каждый сантиметр и даже миллиметр разреза соответствует определенному временному интервалу. Чем больше по мощности отобран образец, тем больший временной интервал он захватывает. Следовательно, по этому образцу будет получена очень усредненная информация. Чем тоньше отобран образец, тем лучше. Максимальная мощность отбора – 2 см. Отбирать образец необходимо тонким слоем по простиранию слоя (см. цв. вклейку, рис. XI). 6. Использовать чистый упаковочный материал; если образец сырой, желательно добавить в него несколько капель спирта (для угнетения роста плесневых грибов). 7. Правильно подписать каждый образец. На этикетке указывают: название памятника, номер разреза, номер образца, глубину отбора (глубина замеряется от верхней поверхности современной почвы). Этикетка не должна соприкасаться с породой (см. выше). Все эти же данные по образцу указываются и на упаковке. 8. Избегайте отбирать образцы из очагов, содержащих золу и уголь, так как пыльца там уже сгорела. Лабораторная химическая обработка образцов Цель лабораторной обработки – выделение как можно большего количества пыльцы и спор и отделение их от вмещающей породы. В общих чертах она сводится к следующему (Пыльцевой анализ, 1950). Образцы обрабатываются соляной кислотой (холодным или горячим способом), затем промываются дистиллированной водой до нейтрального состояния, после чего кипятятся в щелочи. Эти процедуры позволяют избавиться от карбонатности, а также разрушить породу и выделить из нее пыльцу. Затем проводится сепарация пыльцы от породы. Для этого обработанная кислотой и щелочью порода центрифугируется в тяжелой жидкости такого удельного веса, который больше удельного веса пыльцы и меньше удельного веса наиболее легкого минерального компонента. Для этих целей чаще всего применяется раствор йодистого кадмия и йодистого калия с удельным весом 2,2. В такой жидкости порода разделяется: органические остатки (пыльца, споры Рис. 2. Пример упаковки образцов на споровопыльцевой анализ А.С. Алешинская и др. Возможности применения палинологического анализа и прочие мелкие органические остатки) всплывают наверх, а все минеральные частицы тонут. Верхнюю фракцию собирают в химический стакан, разбавляют дистиллированной водой, чтобы пыльца в ней могла тонуть, и снова центрифугируют для осаждения пыльцы и других органических остатков. Полученный осадок разбавляется глицерином и используется в дальнейшем для исследования под микроскопом. Микроскопическое исследование образцов Цель этого этапа – определение и подсчет количества пыльцевых зерен и спор. Суспензия, полученная в результате лабораторной обработки, подвергается детальному анализу под микроскопом при 400-кратном увеличении. При необходимости для более детального изучения строения пыльцевых зерен используется 1000-кратное увеличение. В препарате определяются и подсчитываются все зафиксированные пыльцевые зерна и споры. Подсчет ведется по трем группам: древесные и кустарниковые породы; травянистые и кустарничковые растения; споры. Зерна подсчитываются до тех пор, пока количество пыльцы в одной из групп не достигнет 150–200 зерен. Количество препаратов одного образца может быть различно, что зависит от насыщенности полученной взвеси пыльцой и спорами. Статистическая обработка данных Далее осуществляется статистическая обработка полученных данных, составление списка всех выявленных форм и построение диаграмм. Раньше все подсчеты и построения проводились вручную. В настоящее время появился ряд компьютерных программ, позволяющих обрабатывать данные палинологического анализа и строить диаграммы. Наиболее часто применяются два способа обработки данных анализа. Один (чаще используется за рубежом) состоит в том, что процент содержания каждого таксона рассчитывается от общей суммы зафиксированных форм пыльцы и спор. При другом способе, которым пользуемся мы, сначала вычисляются процентные соотношения между группами (древесные породы; травянистые растения; споры), а потом внутри каждой из них. Все данные заносятся в таблицу, затем строится спорово-пыльцевая диаграмма. Существует несколько способов построения спорово-пыльцевых диаграмм, наиболее распространенными из которых являются метод заливки (рис. 3, а) и раздельного изображения процентного соотношения отдельных компонентов (значковый) (рис. 3, б). Мы применяем значковый способ с заливкой отдельных таксонов как более наглядный и удобный при интерпретации данных. В левой части диаграммы в определенном масштабе составляется колонка разреза (см. рис. 3, б). На оси ординат сверху вниз отмечаются глубины отбора проб, а по оси абсцисс слева направо – процентное содержание отдельных компонентов. Сначала откладывают процентные соотношения общего состава (пыльца древесных пород, пыльца травянистых растений и споры), а затем в том же порядке – состав каждой группы. 77 а б Рис. 3. Способы построения спорово-пыльцевых диаграмм а – метод заливки; б – значковый метод. Условные обозначения к диаграммам. Общий состав: – сумма пыльцы древесных пород; – сумма пыльцы травянистых растений; – сумма спор высших споровых растений. Древесные породы: – ель (Picea); – сосна (Pinus); – береза (Betula); – ольха (Alnus); – ива (Salix); – сумма пыльцы широколиственных пород. Травянистые растения: – злаки (Poaceae); – осоковые (Cyperaceae): – маревые (Chenopodiaceae); – полыни (Artemisia); – сумма пыльцы разнотравья. Споры: – зеленые мхи (Bryales); – сфагновые мхи (Sphagnum); – папоротники семейства многоножковые (Polypodiaceae); – плауны (Lycopodiaceae) А.С. Алешинская и др. Возможности применения палинологического анализа. Проанализировав диаграмму, можно выделить, как правило, несколько спорово-пыльцевых комплексов. В спорово-пыльцевой комплекс объединяются спектры образцов, которые имеют одинаковый качественный и количественный состав доминирующих форм. В отдельных случаях для более детальной характеристики спорово-пыльцевых спектров используются гистограммы. Как правило, гистограммы строятся, когда образцы отобраны не по разрезу, а из ям, погребений и т.д. В результате всей изложенной выше работы археолог получает ведомость, диаграмму и заключение, где дано подробное палинологическое описание всех выделенных комплексов и в зависимости от поставленных задач их интерпретация. Кроме этого при необходимости делаются микрофотографии пыльцы, отмеченной в изученных образцах. При исследовании нескольких разрезов на памятнике составляется корреляционная таблица, на которую наносятся и сопоставляются данные по всем разрезам, туда же при наличии добавляются данные по абсолютному возрасту (табл. 1). Корреляционные таблицы могут быть построены и для нескольких памятников, расположенных в одном регионе. Такой подход позволяет не только сопоставить изученные памятники, но и получить более полную картину изменений растительности региона. Интерпретации результатов анализа На первых этапах применения палинологического анализа в археологии он использовался для установления характера растительного покрова вокруг археологического объекта. Проводилась фиксация изменений ландшафтной обстановки за все время формирования культурного слоя. При установлении смен растительного покрова определялась направленность климатических изменений. С момента установления временных рамок различных подразделений плейстоцена и голоцена метод используется в археологии для уточнения возраста культурных слоев. Помимо этого стало возможным проводить сопоставление культурных слоев как внутри одного памятника, так и между различными памятниками, расположенными на значительном расстоянии друг от друга. Для более поздних культур важный момент – определение роли земледелия в хозяйственном укладе человека и установление изменений в использовании территории. Первоначально изучались археологические памятники, приуроченные к органогенным отложениям, и лишь позже исследования начали проводиться на памятниках, расположенных на терригенных образованиях. Однако с тех пор возможности метода существенно расширились, также как и возрастные рамки изучаемых объектов. В настоящее время в лаборатории Института археологии РАН изучаются археологические памятники с палеолита до средневековья. Естественно, что при изучении разновозрастных памятников ставятся разные задачи, а их решение соответственно требует различного подхода. 79 Таблица 1. Корреляция разрезов раннего голоцена на стоянках группы Озерки по данным палинологического анализа (по: Жилин и др., 1998) Периоды Блитта-Сернандера Абсолютный возраст по 14 С Палинологические зоны Озерки 5 Озерки 16 Озерки 17, разрезы 1 2 3 ATL 7310 +120 10 Береза с участием сосны, незначительным участием широколиственных пород VII\* V 7410 +90 9 Сосна с незначительным участием березы, ели, широколиственных пород и ольхи, с преобладанием споровых VI\* 8 Береза с участием сосны и незначительным участием широколиственных пород IV B 8770 +40 8830 +40 7 Береза с участием сосны, незначительным участием ели и широколиственных пород III\* II III\* III 6 Сосна с участием березы, с преобладанием споровых V 5 Береза с участием сосны и высоким содержанием споровых IV 4 Береза с участием сосны и незначительным участием ели III II PB 3 Сосна с участием березы и ели, с преобладанием споровых II II II 2 Ель, сосна с незначительным участием березы и ольхи I 1 Береза с участием сосны и ели, с преоблада- нием споровых растений I I I I Примечания: \* – спорово-пыльцевые комплексы, для которых получены радиоуглеродные датировки; – уровень залегания культурного слоя. А.С. Алешинская и др. Возможности применения палинологического анализа Палинологический анализ позволяет: – восстанавливать палеоландшафты; – определять степень влияния человека на природную среду; – для более поздних культур определять роль земледелия в хозяйственном укладе древнего человека; – устанавливать изменения в хозяйственном использовании территории; – проводить фиксацию культурного слоя; – обосновывать возраст археологических памятников и проводить корреляцию культурных слоев как внутри одного памятника, так и между различными памятниками. Восстановление палеоландшафтов. Восстановление условий внешней среды на территории стоянок древнего человека имеет свои особенности. Это связано с тем, что формирование спорово-пыльцевых спектров на археологических памятниках и в естественных разрезах имеет существенные различия. Спорово-пыльцевые комплексы естественных разрезов отражают в большей степени зональный тип растительности, характерный в целом для крупных регионов (географических зон). При формировании спорово-пыльцевых спектров на стоянках большое влияние оказывает не только зональная, но и локальная (местная) растительность, связанная главным образом с деятельностью человека. Иногда эти локальные черты могут затушевывать зональные особенности спектров. Наиболее значительные отклонения от зонального типа палинологических спектров прослеживаются по спектрам, полученным на долговременных поселениях, где отмечается появление сорной растительности и разные нарушения почвы в результате жизнедеятельности человека. В этом случае для более объективного восстановления палеоландшафтов необходимо постоянное сопоставление палеоботанических материалов, полученных по археологическим памятникам, с результатами исследований по естественным разрезам, отражающими зональный тип растительности. Основа для реконструкции природных условий – палинологический спектр, полученный для каждого образца. Как уже отмечалось выше, спорово-пыльцевой спектр представляет собой набор пыльцы и спор различных видов растений, произрастающих в пределах того региона, где произошло их захоронение. Таким образом, проанализировав спорово-пыльцевой спектр, можно сказать, какие растения росли на изучаемой территории в момент формирования данных отложений. Близкие по качественному и количественному составу спектры объединяются в спорово-пыльцевой комплекс, который характеризует растительный покров определенного временного отрезка, когда формировался этот слой. При анализе спорово-пыльцевого спектра различают межрегиональные, региональные, локальные и узколокальные особенности растительности. Межрегиональные особенности отражают изменения растительности, которые происходят на больших территориях. Примером таких изменений могут служить последовательные смены спектров с господством пыльцы хвойных пород и спектров с преобладанием пыльцы травянистых растений, таких как полыни, маревые или осоки и злаки в эпохи валдайского оледенения (палеолит). 81 Для голоцена в целом характерна вполне определенная последовательность перехода от прохладных условий внешней среды (мезолит) к теплым (неолит) и снова к более прохладным (эпоха бронзы). Выраженность этой закономерности в составе спорово-пыльцевых спектров для каждого региона своя. Региональные особенности определяют основные закономерности в эволюции растительного покрова крупных районов, обусловленные общим ходом развития природной среды на данной территории. Региональными чертами спорово-пыльцевых диаграмм для палеолита следует считать большее или меньшее участие ели, сосны, широколиственных пород или полыней, маревых, злаков и мезофильного разнотравья. При анализе диаграмм голоцена выявилось, что в качестве их региональных особенностей следует рассматривать увеличение роли древесных пород в бореальном и суббореальном периодах и возрастание роли пыльцы травянистых растений в атлантическом и субатлантическом периодах. По-сути, региональные особенности отражают зональную растительность, характерную для определенной природной/географической зоны. Локальные особенности связаны со спецификой развития растительности в зависимости от местных почвенных и геоморфологических условий. Примером локальных сообществ могут быть болота, пойменные луга, пашни. Многие эти черты прослеживаются практически по всем спорово-пыльцевым спектрам. Проявления локальности имеет большее значение в палинологии не только потому, что мы можем более детально расшифровывать палеогеографические условия прошлого, но и проводить более тонкую корреляцию на различных памятниках. Узколокальные особенности спорово-пыльцевых спектров отражают специфику растительности, произраставшей непосредственно в пункте отбора образцов. Значение этих особенностей спектров возрастает при изучении природных условий времени обитания человека, определении продолжительности существования поселений, особенностей хозяйственной деятельности человека, выявлении культурных ландшафтов. В районе поселений к таким особенностям в первую очередь можно отнести присутствие различных сорных растений: крапивы, подорожника, маревых и т.д., а также наличие пыльцы культурных злаков и пашенных сорняков. Довольно часто на одном из уровней культурного горизонта выделяются прослои, где среди пыльцы травянистых растений господствует пыльца иванчая. Часто к этому же прослою приурочены следы сожжения. Эти факты указывают на то, что в какой-то период на изученной территории был пожар. Как правило, это подтверждается наличием сгоревшей органики, а также присутствием почти черной обугленной пыльцы. После сильного пожара зональный тип растительности восстанавливается не сразу. Все эти особенности отчетливо прослеживаются на спорово-пыльцевых диаграммах. Независимо от того, где происходило захоронение пыльцы и спор – в мелких и крупных озерах, торфяниках, почве, спорово-пыльцевые спектры дают представление в первую очередь о составе растительности, характерном для региона в целом, отражая зональный тип растительности (региональные особенности). Однако отдельные черты спектров зависят от специфики условий фоссилизаА.С. Алешинская и др. Возможности применения палинологического анализации пыльцы, что находит отражение в спектрах культурного слоя на стоянках. Наиболее общее представление о характере растительного покрова всей территории дают палинологические спектры отложений крупных озер и верховых торфяников. Локальность местообитания здесь бывает отражена очень слабо. Значение диаграмм этого типа осадков особенно велико, поскольку по ним наиболее четко устанавливаются рубежи в развитии растительности региона, обусловленные изменениями климата. Спорово-пыльцевые диаграммы, полученные по древним стоянкам разного возраста, расположенным по берегам крупных озер и торфяников, прекрасно отражают изменения климата и растительности, фиксируя временные рубежи смен палеоландшафтов. В отличие от последних спектры осадков мелких озер, небольших торфяников и погребенных почв характеризуют в большей степени состав растительности ограниченной территории. На диаграммах этого типа отложений заметно возрастает роль сообществ локальных местообитаний: прибрежно-водных, луговых, пахотных, рудеральных и т.д. Значение этого типа диаграмм также существенно как для изучения климатических трендов более мелкого ранга (повышение-понижение уровня водоема и грунтовых вод, проявление аридизации и т.д.), так и для отражения хозяйственной деятельности человека. Для исследования изменений состава эдификаторов1 основных типов растительного покрова голоцена обширных территорий может быть использована информация, получаемая при обработке данных по ареалам растений. Сущность данного методического приема, разработанного В.П. Гричуком (1961) сводится к следующему. Если в составе какой-либо ископаемой флоры определено некоторое количество видов, то, совместив их ареалы, можно установить район, где все эти виды совместно обитают в настоящее время. Нахождение районованалогов позволяет получить наиболее полную и объективную информацию о характере растительного покрова определенного отрезка голоцена или даже межледниковой эпохи. Анализ современного распространения многих видов растений, сравнение видового состава растительных остатков голоцена с современными видами, а также данные спорово-пыльцевого анализа убедительно показывают, что флора голоцена в значительной степени является основой современной флоры Русской равнины. Реконструкция растительного покрова территории в течение голоцена и плейстоцена может быть проведена только на основе анализа состава всего спорово-пыльцевого спектра, знания поправочных коэффициентов доминантных видов, а также степени сохранности пыльцы и спор отдельных видов растений в различных типах осадков. Для таежной зоны на протяжении большей части голоцена основными лесообразующими породами были ель и сосна. Восстановление характера еловых лесов по данным палинологического анализа не вызывает особых трудностей в связи с тем, что пыльца этой породы малолетуча и уже на расстоянии 200 км от границы ареала в спектрах практически отсутствует. Значительно сложнее дело обстоит с восстановлением палеоландшафтов, когда в спектрах доминирует пыльца сосны. На большей части европейской России основным эдификатором хвойных лесов является сосна обыкновенная (Pinus sylvestris L.), которая имеет очень широкий ареал. Однако по данным палинологического анализа предел распространения сосны определить сложно. Пыльцевое зерно этой породы обладает по сравнению с елью меньшими размерами и огромной летучестью (переносится на тысячи километров). Пыльца этой породы часто присутствует в спектрах даже в пределах безлесных зон. Все это приводит к необходимости более глубокого исследования морфологии и степени сохранности пыльцы. Изучение поверхностных проб из различных ландшафтных зон, а также ископаемых спектров показало, что в неблагоприятных условиях произрастания и на границах ареала часто отмечается недоразвитость пыльцы и различные морфологические отклонения (рис. 4). Детальное изучение морфологических отклонений у пыльцы сосны было проведено при палинологических исследованиях голоцена торфяников лесной зоны (Спиридонова, 1979). Это связано с тем, что по окрайкам низинных болот, а чаще на верховых торфяниках встречаются чахлые формы данной породы с жизненностью иногда ниже, чем на границах ареалов при переходе к тундре или степи (рис. 5). Подобные исследования могут значительно облегчить задачу при фиксации границы лесной зоны в отдельные периоды голоцена или при определении величины торфяной залежи в периоды обитания человека на изучаемой территории. Совершенно особо стоит вопрос о роли пыльцы семейства маревых в формировании спорово-пыльцевых спектров. Она господствует во многих спектРис. 4. Морфологические отклонения у пыльцы кипрея и липы а – нормальная; б, в – редуцированная пыльца кипрея (сем. Onagraceae); г – нормальная; д – редуцированнная пыльца липы (Tilia) А.С. Алешинская и др. Возможности применения палинологического анализарах поверхностных проб почв. Вместе с тем доминирование маревых в растительном покрове характерно для южных степей, а их высокий процент участия в спектрах лесостепи не отражает естественного характера растительности. В результате анализа данных по улавливанию пыльцы из воздуха (Спиридонова, 1991) выяснилось, что массовость пыльцы маревых в спектрах осуществляется за счет сорняков и в первую очередь таких видов, как марь белая (Chenopodium album) и марь амброзиевидная (Chenopodium ambrosioides), которые в некоторых спектрах составляют до 90% от суммы пыльцы травянистых растений. Таким образом, отклонение состава рецентных2 спектров от зонального типа есть не что иное, как проявление антропогенного воздействия на естественную растительность. Максимальное количество маревых отмечается в спектрах поймы, несколько ниже этот процент в пределах II надпойменной террасы и минимальное количество маревых прослеживается на водораздельном плато. Следовательно, спектры пойм и I надпойменной террасы менее всего отражают зональный тип растительности. Здесь сильнее всего сказывается влияние антропогенного фактора, тогда как на водораздельном плато спектры ближе всего к зональному типу. Установление всех особенностей спектров, выявленных в пределах различных геоморфологических уровней, помогает более обоснованно проводить корреляцию отдельных горизонтов по различным археологическим памятникам, а также восстанавливать полную картину изменения палеогеографических условий, учитывая, что при реконструкции ландшафтов прошлого для степи и лесостепи принцип актуализма может быть применен лишь ограниченно. 2 Рецентный – современный или характерный для недавнего прошлого. Рис. 5. Морфологическая изменчивость пыльцы сосны (по: Спиридонова, 1979) 85 Определение степени антропогенного влияния на окружающую среду. Проведение палинологических исследований на археологических объектах разного возраста имеет свои особенности. Главным образом это касается изучения памятников железного века и средневековья. Именно в это время антропогенная деятельность становится фактором, формирующим ландшафт, что находит свое отражение в спорово-пыльцевых спектрах. Изменения природной среды, связанные с хозяйственной деятельностью человека, происходят значительно быстрее, чем естественные. Это, с одной стороны, позволяет фиксировать антропогенные факторы в изменении ландшафтов, с другой – не дает в должной мере проследить влияние климата на эти изменения. Таким образом, в палинологических спектрах средневековья необходимо распознавать не только основные закономерности формирования растительного покрова окружающей территории, но и определять степень антропогенного влияния на среду. Это влияние проявлялось в первую очередь в характере землепользования: вырубке леса, земледелии, выпасе скота, создании искусственных водоемов, осушении заболоченных лугов. В процессе освоения территории человеком флористически богатый естественный растительный покров, часто многоярусный, упрощался, а иногда замещался на единственную монокультуру. В результате нарушений естественного зонального типа растительности в средневековье вместо коренных широколиственно-хвойных или хвойно-широколиственных лесов появлялись вторичные, чаще березовые леса с разнообразным подлеском или даже открытые ландшафты (Владимирское ополье) (Алешинская и др., 2008). Палинологические данные, полученные для различных регионов, свидетельствуют о том, что в средневековье граница зоны леса неоднократно смещалась к северу или к югу. При этом менялась и степень антропогенного преобразования ландшафтов. Исходя из уровня палинологической изученности, в настоящее время в пределах даже одного столетия выделяется не менее пяти фаз развития растительности, что указывает на высокую динамику доминирующих формаций в растительном покрове, но везде эти изменения внешней среды протекали однонаправлено. Определение роли земледелия в хозяйственном укладе. Важным моментом является изучение зарождения земледелия и развития этой отрасли на протяжении раннего железного века и средневековья в различных регионах. При изучении степени освоения и хозяйственного использования территорий наиболее трудна проблема определения видового разнообразия пыльцы культурных злаков. Пыльца злаков очень однообразна по морфологическому строению, что затрудняет ее видовое определение, а размеры пыльцевых зерен довольно сильно варьируют от 16 до 60 µ (рис. 6). Чаще всего многие авторы подразделяли пыльцу злаков на три группы (Куприянова, 1945; Федорова, 1959; Гуман, 1978). Пыльцу злаков подразделяют на группы. В первую группу входит в основном пыльца культурных злаков, средняя величина пыльцевых зерен которых превышает 40 µ. Вторая группа включает главным образом пыльцу культурных злаков, частично сопровождающих их сорных злаков и пыльцу дикорастущих злаков. Средняя величина зерна пыльцы этой группы – 35–40 µ. Третья группа состоит преимущественно из пыльцы дикорастущих злаков, включая только пыльцу пшеницы однозернянки (Triticum monococcum), проса и некоторых виА.С. Алешинская и др. Возможности применения палинологического анализадов ячменя. Средняя величина зерна пыльцы – 32–35 µ. Таким образом, только очень крупную пыльцу можно более или менее уверенно отнести к культурным злакам. Поэтому, чтобы судить о наличии культурных злаков, помимо морфологии пыльцы приходится опираться и на некоторые косвенные признаки. Одним из них является тот факт, что пыльца культурных злаков почти всегда помимо одиночных зерен присутствует в больших скоплениях (рис. 7). Второй признак – наличие пашенных сорняков (см. цв. вклейку, рис. XII). Существенно лучше обстоит дело с диагностикой пыльцы гречихи и льна, но она встречается существенно реже, чем пыльца злаков (см. цв. вклейку, рис. XIII). Самое большое количество пыльцы гречихи было отмечено в образцах из раскопок в Московском кремле и в Переяславль Рязанском кремле (Алешинская и др., 2013). Присутствие пыльцы гречихи интересно не только с хозяйственной точки зрения. Будучи культурой, весьма требовательной к теплу и влаге, она может служить индикатором теплых и влажных условий. При температуре ниже 12-13° С гречиха растет плохо, но в то же время для нее неблагоприятна и высокая температура (выше 30° С), особенно в период цветения, так как ухудшается опыление и отмирают завязи. Оптимальная температура в период цветения – плодообразования 17–25° С, а относительная влажность воздуха должна быть не менее 50%. Оценивая соотношение культурных злаков и сопутствующих посевам сорняков, можно судить о состоянии пахотных угодий, проследить этапы их увеличения, сокращения или запустения в разные периоды существования поселения. Наиболее часто в посевах встречаются гречиха татарская, горец птичий, горец почечуйный, горец вьюнковый, щавелек, щавель кислый, марь белая, василек синий, а также различные представители сеРис. 6. Микрофотографии пыльцы культурных злаков Рис. 7. Микрофотография скопления пыльцы злаков 87 мейства крестоцветных (см. цв. вклейку, рис. XI). Перечисленные виды помимо непосредственного участия в самих посевах или по окрайкам полей часто образовывали своеобразные группировки на парах и залежах. Кроме этого здесь появляется, а иногда и господствует пыльца подмаренника, разных представителей подсемейства цикориевых. В этом случае роль пыльцы культурных злаков будет минимальна. Выявление изменений в хозяйственном использовании территории. Анализ состава культурных злаков, процентного участия в спектрах пашенных сорняков, сорных растений паров, залежей, выпасов, а затем и нарушенных естественных угодий позволяет выявить динамику биогеосистем, связанную с хозяйственной деятельностью человека. В лесной зоне при установлении антропогенных изменений важную роль играет также выявление факта сведения коренных зональных лесов и замещения их вторичными березовыми, осиновыми или ольховыми сообществами. Вырубка лесов неминуемо приводила к заболачиванию окружающей территории и ухудшению пахотного клина. Все эти особенности хозяйственной деятельности человека отчетливо прослеживаются на спорово-пыльцевых диаграммах. Таким образом, мы подходим к установлению циклов развития системы землепользования и определения черт хозяйственного уклада человека на поселениях. Таких циклов на средневековых селищах чаще всего прослеживается несколько, для этого можно обратиться к материалам по поселению Нефедьево Вологодской области и Радонежу под Москвой (Макаров, Спиридонова, 1993; Бызова и др., 1993). В периоды разрухи (XVI – начало XVII в.) или рационального природопользования (начало XIV в.) ископаемые палинологические спектры приближались к зональным типам и, наоборот, при интенсивном, иррациональном хозяйствовании наблюдались резкие отклонения состава спектров от естественных зональных типов, что неминуемо приводило к упадку хозяйственной деятельности или перестройке в системе землепользования (рис. 8). Возможности фиксации культурного слоя по данным палинологического анализа. Принимая во внимание перечисленные выше особенности информаРис. 8. Цикличность землепользования в Радонеже в средневековье А.С. Алешинская и др. Возможности применения палинологического анализации, которая заложена в палинологических спектрах, стала возможна работа не только по определению палеогеографических условий формирования отдельных слоев на различных памятниках, где они хорошо прослеживаются по площади, но и на стоянках, где отсутствуют стерильные прослои и разные культурные горизонты плохо фиксируются в разрезе. Для более углубленного исследования особенностей формирования культурного слоя на памятниках средневековья и более ранних эпох образцы отбираются не только по разрезу, но и по вскрытой горизонтальной поверхности слоя в пределах всего раскопа. Полученные материалы также дают возможность судить об изменении природных условий во время формирования культурного слоя. Такая работа была проведена по стоянке Минино I Вологодской области в раскопе 4, 1999 г., близко к вертикальному разрезу 7. Это было необходимо из-за малой мощности самого слоя и для фиксации одновозрастных уровней на поселении (Спиридонова и др., 2008а). Результаты анализа показали, что некоторые отклонения от средних значений отчетливо проявляются в составе травянистых растений, а среди пыльцы древесных пород они не такие существенные. При сравнении данных по горизонтальным пробам и диаграммы по вертикальному разрезу видно, что на поверхности раскопа в кв. АА-27-Б (образец 2) оказались более древние слои, которые могут быть сопоставлены только с образцом 2 вертикального разреза. На стоянке Каменная Балка палинологический анализ образцов, отобранных по поверхности раскопа, показал, что они связаны с различными этапами формирования культурного слоя. Это подтвердили и данные абсолютного датирования, полученные по образцам, отобранным по слою из этих же мест (Леонова и др., 2007). Анализ полученных спорово-пыльцевых спектров свидетельствует о том, что кажущаяся одномоментность формирования поверхности культурного слоя, вскрытого раскопом, не всегда является таковой. Часто изученные палинологические пробы имеют разный состав. Определение таких различий позволяет выявить климатические ритмы и изменения природной среды для очень коротких отрезков времени. Применение палинологического анализа для обоснования возраста археологических памятников и их корреляции. Дробное деление голоцена началось, как известно, с членения его на климатические периоды, проведенного в 1876 г. А. Блиттом на основании изучения стратиграфии торфяников Норвегии. Впоследствии в 1908 г. Р. Сернандер, исследовав строение торфяников Швеции, получил данные, которые подтвердили в общем положение А. Блитта и дали возможность несколько уточнить схему последнего. Применительно к нашей стране, учитывая ее огромное протяжение и разнообразие физико-географических условий, было разработано несколько шкал (Сукачев, 1914; Доктуровский, 1922; Марков, 1934), но наиболее обоснованное деление голоцена было предложено М.И. Нейштадтом (1957). Более детальное членение отдельных периодов голоцена для Северной Европы было предпринято Н.А. Хотинским (1977). При этом использовался не только традиционный палинологический метод, но и широкий спектр фито- и зооиндикационных, изотопно-кислородных, палеонтологических, археологических и других данных. Вместе с тем величина современного 89 палеогеографического «шага» пока столь велика, что позволяет улавливать лишь значительно бóльшие, чем сверхвековые ландшафтно-климатические изменения в голоцене. Для целей археологии такая величина шага мало приемлема, так как при данном подходе восстановленная природная среда будет охватывать большой промежуток времени, в течение которого могли произойти различные экологические события и смениться несколько материальных культур. Чтобы детально реконструировать окружающую среду, в которой жили люди во время исследуемых эпох, выявить сложную динамику изменения природной обстановки и коррелировать ее основные моменты со сменой материальных культур, необходим был совершенно новый подход к изучению как естественных разрезов, так и археологических памятников. В основе этой методики лежат палинологические исследования, которые проводятся по серии детально отобранных по разрезам образцов. Кроме того, для более точной стратиграфической привязки культурного слоя на одном и том же памятнике изучается, как правило, несколько разрезов. Для каждого разреза строятся диаграммы, на которых выделяются спорово-пыльцевые комплексы, характеризующие спектры одного качественного и количественного состава доминирующих форм. Затем по результатам исследования всех разрезов по одной стоянке составляется сводная корреляционная таблица, где выделяются общие для всех разрезов палинологические зоны, указываются все имеющиеся даты абсолютного возраста и положение культурных слоев (табл. 2). Для большей убедительности выделения синхронных уровней по всему раскопу на памятнике, особенно если трудно расчленить отдельные слои по литологии, в раскопе по всем вскрытым квадратам отбираются дополнительные пробы по поверхности самого раскопа. Таким образом, одновозрастность археологического слоя фиксируется не только вертикальными разрезами, но и по горизонтали. Следующий шаг – построение биостратиграфической схемы. Такая схема была построена для мезолита Волго-Окского междуречья. Для этого периода выделено 15 палинологических зон (рис. 9) (Спиридонова, Алешинская, 1999; Алешинская, 2001). Палинологическая зона дает характеристику зонального типа растительности и является самой дробной стратиграфической единицей, положение которой определяется также и данными абсолютного датирования. Естественно, чтобы получить такие результаты, необходимо изучить не один памятник, а на памятниках не по одному разрезу, причем очень детально отобранных. Такая шкала позволяет не только проследить изменения растительного покрова и климата, но и облегчает корреляцию культурных слоев как внутри одного памятника, так и между различными памятниками. Еще один аспект использования спорово-пыльцевого анализа – восстановление по палинологическим данным различных климатических показателей, таких как среднегодовая и сезонная температуры, количество осадков, влажность и др. Такие работы уже проводились, в частности, В.А. Климановым (Климанов и др., 1995), но были доступны только для специалистов. В настоящее время появился ряд общедоступных компьютерных программ, например программа Paleoanalogs, позволяющая при наличии соответствующей базы палинологических и климатических данных рассчитывать температуру, влажность и другие климатические показатели.

**Лекция 12. Археоботаника.** Археоботаника – многоотраслевое научное направление в археологии, связанное с изучением растений, найденных в археологических памятниках. Растения могут быть представлены как микро-, так и макроостатками, граница между которыми в соответствии с размером определяется в 0,1 мм (или 100 мкм). Микроостатки – это пыльца и споры растений, фитолиты, крахмальные зерна и др. Макроостатки – это плоды и семена древних растений, древесина, стебли, клубни, листья, почки и т.п. В данной статье термин «археоботаника» (синоним – «палеоэтноботаника») используется применительно к изучению растительных макроостатков. Истоки археоботаники возводят обычно к первым определениям древних растений, найденных в XIX в. в египетских гробницах К. Кунтом (C. Kunth) и неолитических свайных поселениях Швейцарии О. Хеером (O. Heer). Не останавливаясь подробно на истории науки1 , отметим лишь основные вехи в ее развитии. Фактически до середины XX столетия исследования носили в большинстве своем случайный характер: в поисках специалиста, готового взяться за определение найденных при раскопках зерен и семян, археологи обращались к ботаникам, палеонтологам, агрономам (многие из которых были очень известными специалистами в своей области). Лишь постепенно вовлеченные в этот процесс заинтересованные ученые полностью переключаются на археологию, и археоботаника профессионализируется, выделяется в самостоятельное археологическое направление. Началом нового этапа можно считать создание в 1968 г. IWGP (International Work Group for Palaeoethnobotany) – международного органа, объединяющего ныне археоботаников многих стран2 . Это событие совпало с переломным для нашей науки явлением: в полевой археологической практике с целью извлечения растительных макроостатков стала применяться флотация культурного слоя. Революционный характер нововведения заключался в том, что полностью исчезла зависимость археоло1 Более детальную информацию об истории развития археоботаники можно почерпнуть в книгах и статьях: Pearsall, 2000; Jacomet, 2012; Fuller, 2002, 2007; Сергушева, 2013. 2 Под эгидой IWGP проводятся регулярные (раз в три года) международные археоботанические конференции, а с 1992 г. издается специальный журнал Vegetation history and archaeobotany, ставший для археоботаников еще одной собственной площадкой для обмена информацией. 119 гов и археоботаников от случайности и редкости визуальных находок плодов и семян при раскопках. Введение в широкую практику флотационной методики и многократно увеличившееся в связи с этим количество материалов для исследования повлекло за собой значительный рост и числа специалистов в этой области. Характерная черта нынешней фазы развития науки – осознание того, что археоботаник непременно должен быть археологом; на это должна быть направлена и система обучения (Fuller, 2007, 2009). Сейчас едва ли не в каждом крупном европейском университете или научном археологическом центре работает группа специалистов-археобиологов, представляющих разные дисциплины биологического цикла. При достаточно сходном с Европой и Америкой старте исследований, динамики в развитии археоботаники ни в СССР, ни в современной России практически не наблюдается. И это не удивительно, поскольку количество одновременно работающих в стране археоботаников никогда не превышало трех–пяти человек в любой хронологический период. В настоящее время, учитывая размах археологических изысканий, их число остается практически неизменным и, к сожалению, предельно малым. Грани между этапами развития науки не всегда можно четко определить, но совершенно очевидно, что развитие археоботаники протекает вместе с развитием археологии. Чем более оснащенной (не только в материальном и техническом планах), более наукоемкой становится археология, вовлекая в свою орбиту специалистов из разных областей науки, тем сложнее и многообразнее становится и археоботаника. Современная археоботаника участвует в решении широкого круга археологических проблем, через призму изучения растений выходя на социально-экономические и этнокультурные вопросы. Роль растений в питании древних популяций и структура диеты; переход от использования растений к их выращиванию, т.е. возникновение земледелия и его распространение по пространствам ойкумены; методы ведения и организации земледельческого хозяйства, а также его роль в структуре сельского хозяйства в целом; организация хранения и распределения (или перераспределения) земледельческой продукции; использование растений в культовой практике, в том числе и в погребальном обряде; торговля растительной продукцией – вот далеко неполный перечень тем, в которых археоботаники вместе с археологами реконструируют прошлое. При этом в качестве инструментов применяются как чисто ботанические методы и приемы, так и этнографические наблюдения, анализ письменных источников, данные радиоуглеродного и изотопного анализов, генетики и др. Более полное представление о тематике современных археоботанических изысканий можно получить, ознакомившись с программой, тезисами докладов и презентациями последней 16-й конференции IWGP, проходившей в 2013 г. в Греции (http:/iwgp-2013. web.auth.gr), а также статьями, регулярно публикуемыми в Vegetation history and archaeobotany и ряде других археологических журналов: Journal of Archaeological Science, World Archaeology, Environmental Archaeology, Journal of Field Archaeology, Archaeological and Anthropological Sciences, Current Anthropology. Флотация резко изменила характер получения археоботанических материалов, и это потребовало выработки специальных методик по сбору и изучению Е.Ю. Лебедева. Археоботаника: методы исследования... образцов, а также новых методологических подходов к интерпретации полученных данных. В этой статье археоботанические исследования представлены в двух плоскостях – практической и методологической. II. Археоботанические макроостатки: характеристика, поиск и анализ II.I. Характеристика археоботанических материалов Зерна, семена, плоды и другие части растений в зависимости от условий их сохранения в культурном слое археологических памятников (или же тафономии) предстают перед нами в разном физическом состоянии. Можно обсуждать две такие группы: 1) остатки растений, сохранившие свой неизменный внешний вид и хотя бы частично структуру и 2) полностью изменившие свое физическое состояние при сохранении ряда морфологических признаков. К первой группе относятся растительные материалы из археологических памятников, культурный слой которых формируется в специфических условиях: 1) Сильная переувлажненность почвы создает анаэробную среду, препятствующую разложению и позволяющую хорошо сохраняться как растениям (waterlogged plants), так и другим археологическим материалам органического происхождения. Самый известный пример в России – культурный слой древнего Новгорода, в Европе – озерные поселения со свайными постройками в альпийской зоне. Присутствуют «мокрые» слои и во многих других европейских и древнерусских средневековых городах, а также в поселениях на торфяниках и вообще там, где близко подходит уровень грунтовых вод. Подобная среда может возникнуть и на ряде специфических объектов (колодцы, уборные и т.п.) в поселениях с обычным сухим слоем. 2) Жаркий климат и чрезмерно сухие, аридные условия позволяют растениям сохраняться в культурном слое поселений в высушенном виде (dessicated plants). Примером могут служить находки на памятниках в Египте и Ливии. В умеренной зоне считается возможным обнаружить такого рода остатки в средневековых зданиях (каверны полов, подмазки глиной, шпатлевка стен и т.п.). Нельзя исключать, что в средневековых поселениях высушенные макроостатки могут быть связаны с использованием сырца в домостроительстве, а также и с навозом, который в сухом слое не сохраняется так отчетливо, как в переувлажненном и четкая его фиксация весьма затруднительна. Высохшие растения встречаются и в других исключительных условиях, где создается анаэробная среда, препятствующая их разложению: в герметично закрытых сосудах или объектах (пирамиды, склепы и т.п.). 3) И, наконец, мерзлота также создает благоприятную среду для сохранения растений в своем первозданном виде. Наиболее известные примеры связаны с находками в скифских курганах на Алтае, а также рядом с тирольской мумией медного века, обнаруженной в Альпах на границе Италии и Швейцарии (Ötzi или же Tyrolean Iceman). Формирование находок второй группы, напротив, происходит не под влиянием экологических факторов, а всецело зависит от различной человеческой деятельности. По этой причине такие материалы могут быть обнаружены на всех типах 121 памятников, но на объектах с обычным сухим слоем встречаются почти исключительно карбонизированные и минерализованные остатки растений: 4) Карбонизированные или обугленные растительные макроостатки – самый распространенный и массовый тип археоботанических находок. Карбонизация семян может возникнуть в результате случайного возгорания, пожаров – как локальных, так и охватывающих широкие площади, намеренного сжигания в качестве мусора или при ритуальных действиях и т.п. Сам процесс характеризуется превращением углеродосодержащих объектов в чистый углерод, не поддающийся разложению. 5) Минерализация семян происходит в результате замещения их органической составляющей на неорганическую при определенных тафономических условиях. Приводились примеры минерализации археологических семян гидроксидом калия, карбонатом или сульфатом кальция (Korber-Grohne, 1991), а в последние годы чаще всего обсуждается фосфатизация семян, т.е. замещение фосфатом кальция (Green, 1979; McCobb et al., 2001). Сохранение семян фосфатизацией зависит от типа почвы, типа органических отходов и соответствующей циркуляции грунтовых вод. Процессы минерализации изучались преимущественно на материалах из «мокрого слоя» и средневековых уборных, поэтому считается, что этот способ сохранения семян присущ преимущественно такого рода местонахождениям. В отношении поселений с сухим слоем подобные исследования не проводились, а между тем минерализованные находки растений встречаются и здесь. Как показывает многолетний опыт, лишь незначительное число семян подвергается минерализации на большинстве поселений с сухим слоем. Такие материалы, как правило, не доминируют в коллекциях. Из культурных растений в практике автора статьи довольно часто встречались только просо и конопля, существенно реже – лен, гречиха и семена плодовых и ягодных культур (яблоня/груша, земляника, инжир); семена сорных и дикорастущих трав обильнее представлены в минерализованном состоянии. И, напротив, на поселениях с переувлажненным слоем или в случаях, когда археоботанику «посчастливилось» работать с материалами из уборных или выгребных ям, соотношение минерализованных и карбонизированных материалов обратно пропорционально: первые доминируют (Green, 1979). Различные тафономические условия формирования культурного слоя определяют, насколько полно могут быть представлены в археоботанической коллекции растительные сообщества, окружавшие человека, выращенные или использовавшиеся им. Естественно ожидать, что в образцах первой группы будет обнаружен более разнообразный видовой ассортимент растений, а также гораздо больше различных диаспор и других органов растений, чем во второй группе. Это объясняется тем, что, во-первых, не все части растений могут пережить «испытание огнем» – некоторые из них просто превратятся в золу (стебли, листья и т.п.). Во-вторых, не у всех растений одинаковые шансы войти в соприкосновение с огнем в результате их обработки и использования в пищу, если только не случился мощный пожар на поселении или же катастрофа, подобная произошедшей в Помпеях в 79 г. н.э. Поэтому в карбонизированном состоянии находят преимущественно зерна/семена культурных и сорных растений, а также Е.Ю. Лебедева. Археоботаника: методы исследованияфрагменты колоса злаков – результат разных стадий очистки урожая, его хранения и приготовления пищи; обугленные семена плодовых растений (диких и культурных) резко уступают им по частоте встречаемости и количественной представительности в культурном слое. В качестве еще одного способа сохранения иногда выделяют такой вид археоботанических источников, как отпечатки растений на керамике или обмазке (Pearsall, 2000). В большинстве случаев растительная масса, в том числе и отходы обмолота злаковых культур, использовалась как примесь при изготовлении керамики, сырцовых кирпичей и глиняного раствора для обмазки стен; известен и специальный прием подсыпки/подстилки зерна, мякины, листьев под днища сосудов при их обжиге. Помимо технической функции растительные компоненты могли оказаться в керамическом тесте и с ритуальной целью. Этот аспект использования растений еще слабо изучен, но может оказаться весьма перспективным при исследовании земледельческих культов. И, напротив, использовать данные по отпечаткам в палеоэкономических реконструкциях следует с очень большой осторожностью, главным образом по причине намеренного привнесения растений в глиняное тесто с разными целями. Отпечатки фиксируют лишь редуцированный видовой состав зерновых культур, которые, возможно, возделывались жителями данного поселения. С появлением в археологическом арсенале специальных методов получения макроостатков древних растений из культурного слоя (флотация и просеивание), изучение отпечатков исключительно в этих целях практически себя исчерпало. II.2. Поиск и сбор археоботанических материалов По способу обнаружения в культурном слое археологических памятников можно выделить два основных класса археоботанических материалов: 1) Визуально обнаруженные растительные макроостатки. Это могут быть и немногочисленные единичные экземпляры плодов и семян, замеченные в процессе разборки слоя; а также разные по объему скопления зерен/семян или отходов их обмолота. Объемы скоплений могут сильно варьировать: от небольшой концентрации семян в сосуде до мощных слоев обугленного зерна в сгоревших хранилищах. 2) Растительные макроостатки, добытые с применением специальных методик: флотации, сухого и мокрого просеивания. Мокрое просеивание (wet-sieving) с определенными модификациями (wash-over) применяется для извлечения растительных остатков из «мокрого» слоя. Подробные инструкции по применению этой техники можно найти на сайте группы археоботаники Базельского университета в Швейцарии (см. Приложение 1), которая многие годы под руководством С. Жакоме (S. Jacomet) занимается исследованием находок из таких памятников и разрабатывает специальные методики и рекомендации по извлечению и сохранению растительных макроостатков3 . Сухое просеивание, как правило, 3 Этой же лабораторией предлагаются рекомендации по использованию сходной методики и для извлечения макроостатков на памятниках с сухим слоем, однако, в сравнении с «классической» флотацией она требует большего времени и специального оборудования. 123 применяют в аридных регионах, часто наряду с флотацией (van der Veen, 1996; Hageman, Goldstein, 2009). Для большинства поселений с обычным сухим слоем наиболее действенным инструментом получения археоботанических макроостатков является флотация. Она проводится как с применением флотационных машин разных модификаций, так и ручным способом. Ниже, в Приложении 2 приводится обновленная версия (Лебедева, 2009) «Рекомендаций по сбору образцов…», что избавляет от необходимости подробного описания технической стороны вопроса. Поэтому остановимся здесь лишь на двух узловых понятиях: стратегия археоботанических сборов и стандартизация пробоотбора. Стратегия сбора археоботанических образцов предполагает согласованный археологом, ведущим раскопки, и археоботаником выбор оптимальных параметров пробоотбора. Это ключевой момент полевой работы и от того, насколько продуманным и тщательным будет сбор образцов и их последующая флотация, зависит результат дальнейшего археоботанического исследования. Наиболее предпочтительный вариант такой стратегии – сбор почвенных образцов изо всех раскапываемых сооружений и объектов, а также культурного слоя вокруг них. Тем самым сохраняется бесследно исчезающая в процессе раскопок информация о древних растениях. Многие археоботаники согласны с тем, что одинаковый объем почвенных образцов, отобранных для флотации, облегчает последующую интерпретацию полученных данных и возможности сравнительного анализа (Jones, 1991; Miller, 2012; Antolin et al., 2015). Однако ни в одной инструкции по флотации нет жестких требований по стандартизации пробоотбора, чаще это высказывается на уровне пожеланий, в редких случаях принимается как стратегия сборов на одном памятнике. Такая ситуация вызвана тем, что до сих пор флотация рассматривается специалистами лишь как способ максимально полного извлечения растительных макроостатков из культурного слоя. Но поскольку в дальнейшем почти все исследователи проводят различного уровня статистическую обработку и анализ данных, то разные по объему пробы могут внести в них существенные ошибки, так как достаточно сложно определить природу таких образцов. Не выглядит спасительным в этой ситуации и вычисление концентрации макроостатков на 1 л грунта, которое чаще всего фиксируется при публикации археоботанических коллекций, но редко «работает» как инструмент для оценки всей совокупности материалов с памятника. Усугубляет ситуацию и необходимость подразделения больших флотационных образцов на субпробы для того, чтобы лабораторный анализ не затянулся на длительный период. В лаборатории естественнонаучных методов ИА РАН стандартизация пробоотбора применяется с 1988 г. Она является инструментом для создания репрезентативной археоботанической коллекции образцов и своеобразным «ключом», открывающим путь для корректного сопоставления на качественном и количественном уровнях данных о находках растений на разных памятниках (Лебедева, 2008). Единый 10-литровый стандарт почвенных образцов для флотации лежит в основе разработанных количественных параметров не только для оценки полученной археоботанической коллекции, но и, что особенно важно, культурного слоя древних поселений (см. ниже). Е.Ю. Лебедева. Археоботаника: методы исследования II.3. Лабораторное исследование: идентификация археоботанических макроостатков Изучение поступивших в лабораторию образцов происходит в несколько этапов. Сначала пробы просеиваются через набор почвенных сит с разным диаметром ячеек: такое фракционное деление заметно облегчает разборку образцов под микроскопом. В процессе разборки из флотационной пробы выбираются остатки растений – целые и фрагментированные зерна, семена, плоды, остатки колоса злаков и другие макроостатки. После этого они сортируются по категориям, и проводится их таксономическое определение. Учитывая, что карбонизация иногда очень сильно деформирует семена, в зависимости от сохранности находок таксономическое определение может оказаться разноуровневым: иногда оно останавливается на уровне семейства/подсемейства (например, для фрагментов культурных злаков), чаще всего проводится до уровня рода и/или вида, а в редких случаях и до подвида растений. При таксономическом анализе археоботаники используют различные морфологические критерии – форма, размеры, структура поверхности и т.п., привлекая для этого имеющиеся в наличии сравнительные коллекции семян, разного рода атласы‑определители, включая электронные ресурсы, региональные описания флоры. Большую роль играют также и публикации с хорошими рисунками и фотографиями археоботанических находок, а также их описанием. Случается, что и при относительно хорошей сохранности материалов не всегда удается с уверенностью определить видовую принадлежность зерновки или семени, тогда перед латинским названием растения в публикации ставится обозначение «cf.» (от лат. сonfer, conferatur – сравни, надо сравнить), указывающее на предположительность данного определения. Все идентифицированные растительные макроостатки подсчитываются и заносятся в базу данных. Но таксономическое определение – только первый этап в постижении того, с какими растениями имели дело люди на изучаемом археологическом памятнике, как они их использовали. III. Анализ и интерпретация археоботанических данных III.I. Анализ археоботанических данных Первое и самое важное для исследователя на следующем этапе – понять и оценить, с каким материалом он имеет дело. Необходимо распутать цепочку событий: как растения попали на поселение – по каким причинам оказались сгоревшими – как проходил процесс их археологизации в культурном слое (первичный это депозит или перемещенный и рассеянный). Другими словами, следует оценить природу каждого исследуемого образца еще до того, как результаты статистической обработки коллекции станут основой последующей интерпретации (Van der Veen, 2007). При анализе полученных археоботанических данных, как и в отношении большинства других массовых археологических материалов, применяются различные методы математической статистики – от элементарных до сложных. Выбор тех или иных из них диктуется в первую очередь самим материалом, его количественными и качественными характеристиками, определяющими потен- 125 циал информативных возможностей, а также поставленными целями и предпочтениями исследователя. Наряду со статистикой широко используется и планиграфический анализ археоботанических материалов. При работе с зерновыми скоплениями, обнаруженными в местах их хранения, расположение разных видов зерна на плане, с учетом стратиграфии и других археологических артефактов (например, развалов сосудов), помогает понять, как осуществлялось хранение, а может быть, и вычислить возможные объемы тех или иных хранившихся здесь растений (Jones et al., 1986; Ruas et al., 2005; Hald, Charles, 2008). Планиграфический анализ находок из флотационных проб при удачном стечении обстоятельств может «рассказать», где осуществлялся прием пищи, где она готовилась, куда выбрасывался мусор (Van der Veen, 2007). Поэтому так важно, чтобы поступающие в лабораторию образцы были надежно документированы и сопровождались чертежами планов или разрезов с мест пробоотбора. Для общей оценки коллекции археоботанических образцов с древних поселений Р. Хаббард и А. Клафэм в 1992 г. предложили классификацию, которая в целом была воспринята археоботаниками, но часто каждый исследователь вносил какието свои небольшие модификации и уточнения (Hubbard, Clapham, 1992; Jacomet, 2007; Wilkinson, Stevens, 2003; Fuller, 2007. Tab. 2; Fuller et al., 2014). Резюмируя разные варианты, эти классы можно представить следующим образом. Класс А. Остатки растений, сгоревшие там же, где были найдены, т.е. фиксируется прямая связь с археологическим контекстом, соответствующим месту хранения зерна (или его обработки). Класс B. Остатки растений, представляющие единственный эпизод сгорания (как и в группе А), но перемещенные из места сгорания; археологический контекст четко определяется, но не имеет прямой связи с формированием растительного сообщества; возможны незначительные примеси инородного материала. Д. Фуллер (Fuller, 2007) характеризует такие пробы как «первичный мусор». Класс С. Материалы смешанного происхождения (разные эпизоды и места сгорания), неоднократно переотложенные, рассеянные по культурному слою и аккумулировавшиеся в нем протяженный период времени. Это так называемый «фоновый шум» поселения (Bakels, 1991), результат постоянной человеческой активности. Археоботанические находки первых двух классов чаще всего можно обнаружить в культурном слое визуально, в русскоязычной литературе они традиционно именуются «зерновыми скоплениями». Такие образцы характеризуют организацию системы хранения зерновых запасов, через дешифровку которой иногда удается выйти на социальные вопросы (Hald, Charles, 2008). В результате их анализа фиксируются также стадии очистки зерна от примеси сорняков и мякины и опосредованно через это предлагается реконструкция уровня агротехники. Параллельно могут решаться и сугубо ботанические вопросы, к примеру, связанные с идентификацией различных таксонов, поскольку такие находки отличаются, как правило, хорошей сохранностью. Классу С соответствуют обычные флотационные пробы, полученные из различных археологических контекстов в пределах поселения. По своей сути – это рассеянный по поселению мусор, неоднородный по своему происхождеЕ.Ю. Лебедева. Археоботаника: методы исследованиянию, что усложняет реконструкцию путей попадания в слой разных элементов археоботанической выборки (рис. 1). В отличие от Р. Хаббарда и А. Клафэма (Hubbard, Clapham, 1992), считавших такие образцы малоинформативными и практически непригодными для статистического анализа, автор статьи (как и многие другие исследователи) полагает, что именно они должны быть основой археоботанической реконструкции некоторых сторон древней земледельческой практики – ведь в них отражается результат повседневной человеческой деятельности, связанной с растениями (Stevens, 2003; Fuller, Weber, 2005; Fuller et al., 2014). Стандартные флотационные образцы из функционально различных археологических объектов, а также не связанных с ними культурных напластований памятника – единственный источник, обеспечивающий случайный характер археоботанической выборки именно из-за смешения в культурном слое материалов различных видов деятельности и разных по времени эпизодов сгорания растений. Поэтому очень важно, чтобы в исследуемой выборке не оказалось образцов класса А и особенно класса В. Последняя группа – промежуточная и наиболее проблемная при интерпретации, так как довольно часто при раскопках такие переотложенные материалы оказываются незамеченными визуально (особенно, если они не были обильными), попадая в общую флотационную выборку. Задача археоботаника – определить инородный характер таких образцов в полученной Рис. 1. Основные категории археоботанических материалов, факторы их попадания в культурные слои поселений и варианты интерпретации 127 коллекции, поскольку включение этих материалов в статистическую обработку заметно меняет картину получаемых финальных результатов4 . И здесь большое значение приобретает стандартизация пробоотбора, так как при статистическом анализе одинаковых по объему образцов процесс вычленения «нетипичных» проб оказывается гораздо более легким. Таким образом, уяснение природы полученных образцов, распределение их на категории (или классы) и независимое исследование именно в этих рамках – один из важнейших элементов в процессе анализа археоботанических данных, который обеспечивает наиболее адекватную их последующую интерпретацию. Совершенно очевидно, что параллельно и независимо должны анализироваться также и материалы разных групп сохранения растений – карбонизированных, переувлажненных, высохших и т.п., поскольку пути их археологизации были различны (Van der Veen, 2007). III.2. Интерпретация археоботанических данных Археоботаническая интерпретация может быть разно- или многоуровневой: от истолкования небольшого скопления зерна или содержимого крупного зернохранилища до реконструкции хозяйственной практики на одном или нескольких поселениях и т.д. «Паутина» взаимозависимых связей между различными категориями археоботанических макроостатков и возможными вариантами их интерпретации, изображенная на рис. 1, показывает всю сложность и, главное, неоднозначность любой реконструкции. Помимо отмечавшегося выше факта, что не у всех растений, использовавшихся людьми, были одинаковые шансы оказаться в огне и благодаря этому сохраниться в культурном слое, следует указать еще на одну специфическую черту археоботанических материалов, особенно – культурных растений. В отличие от археозоологических материалов, которые в основной своей массе представляют собой кухонные остатки костей животных, съеденных на поселении, и уже поэтому напрямую отражают диету его жителей, природа археоботанических материалов заметно сложнее (рис. 1). Во-первых, большинство зерен и семян культурных растений – это продукты, которые по разным причинам не стали пищей людей, сгорев в огне. Следовательно, прямой перенос археоботанических спектров на диету не вполне корректен. Во-вторых, ситуация осложняется еще и тем, что хранившееся на поселениях зерно предназначалось не только для людей, но и для животных в качестве фуража. Достоверно различить в обнаруженных остатках обе функции невозможно, особенно в массовых материалах из флотационных проб. Хорошо очищенное от посторонних примесей зерно из скоплений, найденных в местах хранения, – уже повод говорить о том, что предназначалось оно в пищу людей. Равно как и находки остатков крупы или уже готовых блюд типа каши, лепешек. Крайне редко встречаются материалы, для которых возможна интерпретация в качестве фуража (Derreumaux, 2005). 4 В этом отношении позиция автора статьи заметно отличается от общепринятой (см. ниже). Е.Ю. Лебедева. Археоботаника: методы исследованияИ, наконец, в-третьих, для поселений, расположенных в аридных регионах, к «несъеденным» пищевым и фуражным продуктам добавляются также остатки «бывшего» фуража – зерна и семена, которые прошли через пищеварительный тракт жвачных животных и сохранились после сжигания навоза в качестве топлива (Miller, 1984; Miller, Smart, 1984). В меньшей степени это касается памятников умеренной, лесной зоны, где случайное сгорание навоза также было возможным в результате пожаров на поселении. Учитывая все сказанное выше, археоботанические материалы из флотационных образцов правильнее использовать не в реконструкции структуры диеты населения, а для характеристики аграрного сектора экономики и, в частности, структуры урожая, тем более что карбонизированные остатки растений представляют в основной своей массе сельскохозяйственную продукцию и отходы ее обработки. Разумеется, все это касается поселений, для которых собственная земледельческая практика не вызывает сомнений. Для городских центров, специализированных ремесленных или скотоводческих поселков, сакральных памятников можно обсуждать только потребление земледельческой продукции или использование ее в ритуальных целях. Под потреблением в таком случае подразумевается совокупный спектр продуктов, предназначавшийся для использования людьми и животными. III.3. Методологические подходы к анализу и интерпретации археоботанических данных, разработанные и применяемые в лаборатории естественнонаучных методов ИА РАН В лаборатории в рамках изучения истории производящей экономики для оценки роли земледельческой отрасли и отдельных сторон сельскохозяйственной активности на древних поселениях были выработаны специальные археоботанические критерии и параметры (Лебедева, 2005, 2007, 2008). Они же используются как основные маркеры при комплексных археобиологических исследованиях земледелия и скотоводства (Антипина, Лебедева, 2005, 2007, 2008; Лебедева, Антипина, 2009). Поскольку эти параметры уже многократно опубликованы, остановимся только на их краткой характеристике, специфике в сравнении с традиционно используемыми в археоботанических исследованиях показателями и проиллюстрируем новыми примерами. 1. Результативность флотации. Этот показатель обозначает долю (в %) результативных проб по отношению к общему числу флотационных образцов в серии с одного поселения; может быть также использован применительно к нескольким памятникам одной культуры, общности и т.п. Результативными в данном случае признаются все образцы, содержавшие какие-либо макроостатки культурных растений. 2. Тесно связан с первым и второй показатель, фиксирующий насыщенность культурного слоя макроостатками культурных растений. Индекс насыщенности при стандартизированном пробоотборе (каждая проба равняется 10 л) рассчитывается делением общего числа макроостатков этой категории на количество всех подвергнутых флотации образцов, включая и «пустые». Для оценки характера распространения культурных растений в слоях древних поселений используется так называемая шкала насыщенности, на которой вся исследуемая серия образцов распределяется по семи классам (с 0 по VI), согласно концентрации в каждой пробе макроостатков этой категории (см. примечание к рис. 2, 2). Учет образцов, не содержавших археоботанических находок, принципиально отличает наши расчеты от традиционно используемых в археоботанике приемов статистической обработки данных; о «пустых» образцах в публикациях, как правило, даже не упоминается. Лишь редкие исследователи, предлагая отбирать пробы из максимально различных контекстов на памятнике, говорят о том, что «стерильные» образцы будут служить в качестве контрольных для тех, что богаты растительными остатками (Miller, 1997, 2012). Основное внимание археоботаников привлекают, как правило, именно «богатые», насыщенные пробы (Agcabay et al., 2003), а те, что производят малое число макроостатков, иногда даже не подвергаются дальнейшей флотации после их тестовой проверки (Charles, Bogaard, 2010). При нашем подходе «индекс насыщенности» не соответствует часто применяемому в зарубежной археоботанике показателю «density»5 , поскольку характеризует насыщенность ботаническими находками культурного слоя памятника, а не их обилие в каждом конкретном образце. Таким образом, первые два параметра – по сути археоботанические характеристики культурного слоя археологических памятников, показывающие, сколь равномерно и обильно представлены в нем остатки древних растений. Благодаря этому появляется возможность на количественном уровне оценивать интенсивность сельскохозяйственной практики и судить об относительных объемах зерновой продукции на поселениях. Особую значимость приобретают эти два показателя для характеристики поселений, где земледелие не было частью системы жизнеобеспечения или его роль была незначительной. Уже неоднократно приводились в пример исследования лаборатории на поселениях эпохи бронзы в степной и лесостепной зонах Восточной Европы (Лебедева, 2005, 2007, 2008). Сейчас появилась возможность для сравнительного анализа археоботанических данных с этих памятников с поселениями бронзового века разных регионов Кавказа – как типично земледельческими, так и теми, где роль этой отрасли остается не вполне определенной. На двух полюсах обеих гистограмм (рис. 2) находятся памятники куро-аракской культуры (Великент I и II, Дагестан)6 и срубной общности, демонстрируя принципиальные отличия в результативности флотации и насыщенности слоев культурными растениями, что заставляет обсуждать и различные стратегии жизнеобеспечения. Если для Великентского комплекса высокая роль земледелия в хозяйстве не вызывает сомнений, то для срубной культуры нет оснований обсуждать даже наличие этой отрасли. 5 Для каждого образца проводится пересчет числа макроостатков на 1 л почвы; при этом полный объем флотированной пробы может варьировать от 2-3 до 40 и более литров.6 Сбор образцов проводился российско-американской экспедицией (Gadzhiev et al., 2000), а их исследование – автором данной статьи. Подготовленные к печати результаты ждут своей публикации, а к настоящему времени имеется лишь предварительная информация (Kohl, Magomedov, 2014). 131 Напомним, что к настоящему времени археоботанические исследования проведены уже для 39 срубных поселений, подвергнуто флотации 234 почвенные пробы7 . В 11 образцах из 8 памятников обнаружены единичные зерна (или их фрагменты) культурных злаков. Однако общее число этих макроостатков, достигшее ныне 15 единиц, столь ничтожно, что не может поколебать представлений о срубной археологической общности как культуре подвижных скотоводов, но никак не земледельцев (Антипина, Моралес, 2005; Лебедева, 2005). Более того, все эти зерновые находки требуют подтверждения их датировки радиоуглеродным анализом. Промежуточное положение на диаграммах (рис. 2) двух других поселений – Чидгом и Лесное – позволяет рассматривать иные варианты роли земледелия в их экономике. В отношении Чидгома (поселение эпохи бронзы в горной Осетии) ряд археоботанических признаков указывает на то, что земледелие было составляющей частью хозяйства жителей этого небольшого высокогорного поселка (1700 м над уровнем моря). Довольно высокая результативность флотации (в первую очередь); индекс насыщенности слоя культурными растениями, относящийся к категории средних; равномерное распределение образцов на шкале насыщенности – все это признаки того, что культурные растения присутствовали на поселении постоянно, хотя, скорее всего, и не в очень значительном объеме. Местное земледелие подтверждается также находками отходов обмолота голозерных злаков (Лебедева, 2015а). Что же касается поселения Лесное (Адыгея), то здесь низкий показатель насыщенности слоя макроостатками культурных растений на фоне высокой результативности флотации не позволяет с уверенностью судить о роли земледельческого сектора в экономике. Учитывая также многослойность памятника (верхние, сильно нарушенные пахотой слои соотносятся с ранним железным веком и средневековьем) и вследствие этого возможную перемешанность археоботанических материалов, требуется подтверждение принадлежности последних к эпохе бронзы с помощью радиоуглеродного датирования, а также проведение более широких и системных археоботанических сборов (Лебедева, 2011). Три следующих археоботанических параметра имеют уже непосредственное отношение к характеристике самой коллекции растительных макроостатков. 3. Общий объем и структура коллекции археоботанических макроостатков. Принимаются во внимание как количество образцов в исследованной выборке, так и число обнаруженных в ней макроостатков. Очевидно, что чем больше объем коллекции, тем достовернее статистические выкладки разного ранга и основанная на них реконструкция. Определение структуры или же основных компонентов археоботанической коллекции – первый этап ее статистической обработки после завершения таксономического определения всех макроостатков. Она представляется в следующем виде. 7 Включая пробы из Красной Самарки, где археоботанические сборы и исследования проводились российско-американской экспедицией (Anthony et al., 2005): 274 образца по 2 л в пересчете на 10-литровый стандарт учтены в нашей археоботанической базе данных как 55 образцов. Е.Ю. Лебедева. Археоботаника: методы исследования. 1) Культурные растения: а) определимые зерна и семена; б) их неопределимые даже до родового уровня фрагменты (Cerealia); в) колосовые фрагменты – мякина злаковых культур (сегменты колосового стержня, основания колосков и колосковых чешуй и др.); 2) зерна и семена сорных и дикорастущих трав; 3) остатки семян и плодов дикорастущих съедобных растений и садовоогородных культурных растений; 4) прочие макроостатки. Последняя категория включает все неопределимые карбонизированные объекты, в том числе, возможно, и зерна/семена, деформированные в результате карбонизации настолько, что их соотнесение с какой-либо из перечисленных выше групп проблематично, а также другие части растений (почки, плодо- или цветоножки и др.), достоверная верификация которых затруднительна. Сюда же относятся аморфные кусочки органического происхождения, иногда сильно пористые, которые могут быть остатками сгоревшего хлеба, каши, какой-либо другой пищи. Разные комбинации учитываемых элементов в археоботанической коллекции, их процентное соотношение иногда оказываются очень показательными и значимыми для палеоэкономической реконструкции (подробнее о значении и роли каждого из них см. Лебедева, 2008). Наиболее часто археоботаники фиксируют соотношение между такими важнейшими элементами в исследованной коллекции, как «зерно–мякина–сорные». Эти соотношения вычисляются либо попарно (ratio), либо все три категории представляются в виде диаграммтреугольников, и на основе их анализа реконструируются различные этапы обработки и использования сельскохозяйственной продукции. Примечательна в этом отношении дискуссия, развернувшаяся вокруг интерпретации археоботанических материалов с поселений раннего железного века в Южной Англии. На основе анализа соотношения в коллекциях указанных выше трех групп макроостатков разными авторами предлагались интерпретации поселений в качестве производителей или потребителей зерновой продукции. Мнения исследователей, работавших практически на одних и тех же материалах, расходились кардинально: одни полагали, что преобладание зерна над сорняками и мякиной свидетельствует о принадлежности поселений к сельскохозяйственным производителям, другие оценивали эту ситуацию прямо противоположно. Подводя итог этой дискуссии, М. Ван дер Вин (M. Van der Veen) и Г. Джонс (G. Jones) справедливо утверждали, что обилие зерна на поселении – это вопрос объемов хранившейся здесь продукции, а не статуса поселений в качестве его производителей или потребителей. Они перевели решение проблемы из экономической плоскости в область социальных отношений и предположили, что на городищах, где зерновая составляющая была доминирующей, намеренно скапливались излишки продукции (возможно, с разных поселений) для последующего использования в коллективных пиршествах (van der Veen, Jones, 2006, 2007). 4. Археоботанический спектр (АБС) представляет собой процентное соотношение зерен и семян культурных растений в исследованной коллекции. Основное назначение АБС – выявление структуры урожая на древних земледельческих поселениях. Для неземледельческих поселений – городских цент- 133 ров, специализированных ремесленных поселков и т.п. – спектр характеризует структуру потребления в широком смысле, подразумевая диету людей и фураж для животных. Обсуждаемая здесь концепция спектра культурных растений заметно отличается от той, что была предложена Г.А. Пашкевич, которая ввела в научный оборот термин «палеоэтноботанический спектр» (Кравченко, Пашкевич, 1985; Пашкевич, 1992). Изменилось не только название, но и подход к его формированию. В отличие от Г.А. Пашкевич, включавшей в спектр все находки культурных растений на памятнике – будь то карбонизированные зерна и семена или же их отпечатки на керамике и обмазке, автор статьи полагает, что в АБС могут быть представлены только материалы одной группы – зерна и семена культурных растений, найденные в результате систематической флотации культурного слоя археологического памятника. Такой подход максимально обеспечивает случайный характер выборки, необходимый для палеоэкономической реконструкции, поскольку представленные здесь материалы – результат длительного накопления в слое поселений сгоревших зерен и семян. Ни случайные находки, ни тем более зерновые скопления не могут характеризовать структуру урожая на том или ином поселении, так как являются результатом одноактного сгорания продуктов урожая одного года. Относительно отпечатков на керамике представляется, что при исследовании значительных и объемных серий результаты определений могут быть продемонстрированы в виде АБС, но экономическое значение такого спектра будет невелико. Он будет означать не более чем видовой состав обнаруженных отпечатков, поскольку соотношение культурных растений в нем может оказаться сильно искаженным или редуцированным ввиду намеренного включения тех или иных злаковых культур в керамическое тесто. Большое значение придается также уровню репрезентативности исследованной выборки и полученному на ее основе АБС. Эта проблема, к сожалению, не всегда может быть надежно и однозначно решена на уровне минимально достаточного числа образцов в коллекции или зерен, учтенных в спектре. Критерием, определяющим репрезентативность, стало выявление стабильности или же устойчивости археоботанического спектра (Лебедева, 2004, 2008). 5. Стабильность археоботанического спектра означает, что любые пробы в имеющейся коллекции, а также вновь получаемые с этого же памятника, не меняют иерархического порядка представленных в АБС земледельческих культур и не оказывают статистически значимого влияния на их долевые показатели. Только в этом случае можно предполагать, что соотношение видов культурных растений в исследованной коллекции теоретически соответствует устойчивой структуре зерновых в урожае. Для городских центров, специализированных ремесленных или скотоводческих поселений, являвшихся только потребителями зерновой продукции, стабильность спектра фиксирует структуру потребления земледельческой продукции и только в широком смысле – совокупно пищу людей и животных. Нестабильность АБС может быть вызвана разными причинами: малым объемом выборки, внедрением в нее «чужеродных» элементов другого хроноЕ.Ю. Лебедева. Археоботаника: методы исследования... логического горизонта или остатков зерновых скоплений. Если речь идет об одном-двух образцах, заметно влияющих на финальные показатели спектра, и их детальный анализ позволяет предположить в них остатки разрушенных или переотложенных зерновых скоплений (классы А и B по Р. Хаббарду и А. Клафэму, см. выше), то они должны быть удалены из выборки. Если подобных оснований нет, то, наиболее вероятно, сказывается малочисленность выборки. В случае, когда из-за таких проб заметно меняются только долевые показатели основных земледельческих культур при сохранении их иерархии в спектре, то этот АБС может быть признан условно стабильным; такой же будет и реконструкция структуры урожая. Показатель стабильности крайне важен для многослойных поселений, когда археоботанические спектры устанавливаются для различных этапов его существования. Только имея устойчивые АБС для каждого периода, можно корректно связывать зафиксированные в них изменения с переменами в составе и структуре земледельческой продукции на памятнике. IV. Заключение Предложенный методологический подход к изучению археоботанических коллекций не догматичен. Разумеется, каждый из используемых параметров в отдельности не может служить индикатором в реконструкции земледельческой практики, важно найти объяснение комплексу всех археоботанических характеристик, полученных для археологического памятника. Более того, даже относительно сходные характеристики, полученные по материалам отдельных поселений, могут трактоваться по-разному, а порой и неоднозначно (Лебедева, Антипина, 2009, 2015). Следует подчеркнуть особо, что только археоботанической, либо археозоологической реконструкции недостаточно для целостного понимания системы жизнеобеспечения. Палеоэкономическое моделирование на основе археобиологических источников требует комплексного анализа данных обеих дисциплин. Такая необходимость диктуется тесной зависимостью друг от друга двух сельскохозяйственных отраслей – земледелия и скотоводства. К примеру, обоснование тезиса о срубной общности как культуре подвижных скотоводов во многом базировалось на данных об отсутствии у них земледельческой практики, поскольку для поддержания в зимний период крупного рогатого скота при стабильной оседлости (и, следовательно, стойловом содержании скота) необходима дополнительная кормовая база – зерно, мякина, солома, т.е. продукты земледелия (Антипина, Моралес, 2005). Важнейшим элементом при любой интерпретации является археологический контекст: как в узком смысле – информация о местонахождении конкретного образца, так и в широком – функциональный статус поселения в целом. Например, при создании палеоэкономической модели для Телль Хазны I (Сирия, III тыс. до н.э.) археобиологические данные позволяли обсуждать собственное земледельческо-скотоводческое хозяйство. Однако ряд отличающих этот памятник от других синхронных поселений Джезиры деталей мог быть объяснен только спецификой данного храмово-административного комплекса. По этой причи- 135 не и была предложена модель храмового хозяйства с содержанием небольшого стада крупного рогатого скота и возможным выращиванием зерновых и бобовых растений на храмовых землях. Но одновременно с этим на Телль Хазну поступали и хранились для дальнейшего перераспределения большие объемы зерна (Антипина, Лебедева, 2008). В других случаях археобиологические данные помогали понять и конкретизировать археологический контекст. Так, для скифского поселения Россошки на Среднем Дону сочетание информации по двум блокам археобиологических данных с археологическими реалиями позволило обосновать модель использования городища в качестве временного убежища, но не постоянного поселения (Лебедева, Антипина, 2009). В любом случае палеоэкономическое моделирование представляется крайне необходимым и весьма перспективным направлением, хотя, безусловно, и требует дальнейшего усовершенствования методологических обоснований.

**Лекция 13. Палеоантропология и система питания.** Общие положения Использование антропологического источника при описании погребальных археологических памятников давно стало обычной методической нормой. Однако это относится лишь к погребениям по обряду ингумации. Исследования антропологических материалов в виде останков человека после обряда кремации (трупосожжения) представлены в отечественной археологической литературе гораздо более скромно. Это связано с известной ограниченностью возможностей изучать морфологические особенности скелета, чему в значительной мере посвящены классические антропологические работы. Современные подходы исторической экологии человека, широко использующие данные палеодемографии, палеопатологии, возможности изучения состава костной ткани дают новые основания обратиться к кремированным скелетным материалам с целью получения информации важной в археологических исследованиях (Алексеева, 1975; Holck, 1996; Козловская, 1998). Следует отметить, что изучение кремированного антропологического материала входит в программу палеоантропологических исследований, принятую в мировой археологической практике (Ubelaker, 2008; Добровольская, 2010). Обряд трупосожжения, или в более общем виде – кремация останков умерших, как известно, получает чрезвычайно широкое распространение в эпохи раннего железного века и раннего средневековья в Европе в целом1 . Истоки этой обрядности уходят в глубокое прошлое каменного века. Исключать из анализа этот сложный источник представляется неверным. Кроме того, нельзя забывать, что те или иные формы погребальной кремации практиковались в эпохи мезолита, неолита и бронзы, а динамика их распространения была и остается важной научной проблемой, затрагивающей вопросы формирования новых форм верований. 1 В археологической литературе часто встречается термин «кальцинированные кости», который не соответствует реальному состоянию останков после кремации, так как никакого обогащения кальцием в процессе обжига, прокаливания, обугливания не происходит. Частичные потери органической составляющей и воды, которые происходят при кремации, приводят к равному увеличению доли основных минеральных соединений, входящих в костную ткань. 183 О методике сбора материалов кремации в полевых условиях В ходе изучения погребальных памятников, святилищ и других культовых комплексов, а также слоев поселенческих памятников приходится сталкиваться с костными материалами, прошедшими ту или иную термическую обработку огнем. Диапазон характера этих материалов велик: от обугленных фрагментарных кухонных остатков до скоплений кремаций из погребений. Обожженная кость или объект, включающий костные структуры (тело, изделия с костяными вставками и пр.), – материал, требующий отдельных методов анализа. Такая необходимость вызвана тем, что термически обработанная кость сохраняет информацию как о биологических особенностях скелета, так и о самой процедуре термической обработки. Объединение такой информации позволяет получить собственно биоархеологический источник. Методика полевого сбора материала направлена на получение подробной информации о локализации кости (костей), а также сохранение самих костных материалов. Рассмотрим наиболее часто встречающиеся варианты материалов кремации. Это прежде всего скопление костных останков в погребальных памятниках. На рис. 1 представлены три основных варианта депонирования кремированных останков, определяющие методику сбора материала. Погребения в урнах. Наиболее правильным следует считать получение и сохранение урны с кремацией. Наилучший вариант предполагает разборку кремации, находящейся в урне, силами специалиста биоархеолога. Как показали исследования урновых погребений, в ряде случаев можно выявить определенный порядок заполнения урны. При ее разборке важно фиксировать локализацию той или иной части скопления кремированных костей. Делать это возможно с различной степенью подробности, что, как правило, диктует сам материал. Можно просто формально разделить всю толщу залегания фрагментов на три части (верхняя треть, середина, придонная треть), можРис. 1. Типы скоплений кремированных материалов М.В. Добровольская. Биоархеологические подходы... 184 МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ В АРХЕОЛОГИИ... но провести разметку урны по сантиметрам (например, шаг в 5 см), можно ориентироваться на крупные объекты, которые могут находиться внутри урны (возможно, оружие). Смысл фиксации состоит в том, что в том случае, если был некоторый порядок помещения фрагментов (например, кости конечностей – внизу, кости черепа – наверху), это сразу позволит выявить существующую тенденцию. Очевидно, что в большинстве случаев приходится иметь дело с поврежденными урнами, поврежденными погребениями. В этой ситуации важно полностью упаковать все содержимое урны в полиэтиленовый пакет, который в нескольких местах перфорирован для возможности постепенного высыхания заполнения урны. Если часть скопления кремированных останков находилась вне урны, важно собрать это скопление и запаковать отдельно с соответствующей маркировкой. Это в полной мере относится к скоплениям кремированных костей, которые могут быть обнаружены над урной, под урной, в стороне от урны. Промывать или просеивать материал не рекомендуется, так как это ведет к добавочной фрагментации материалов кремации. Мыть кости также не рекомендуется по этой же причине. Тяжелый глинистый грунт заполнения зачастую разрушает фрагменты кремированных костей. В случае сбора материала в погребениях с глинистым грунтом, лучше его размочить, кости осторожно промыть, высушить и запаковать с указанием того, что была проведена промывка. Погребения с локальным депонированием кремированных останков. Следует собирать все скопление целиком с указанием координат залегания. В том случае, если объем скопления значителен (ориентировочно более 500 см3 ), необходимо указать минимальные – максимальные координаты по всем трем осям. Важно не забыть перфорировать полиэтиленовый упаковочный материал. Рассеянные в поверхностных слоях кремированные материалы представляют собой наиболее сложный вариант для полевого сбора. Основная сложность состоит в необходимости фиксировать пространства или поверхности распространения кремированных фрагментов. Удачной формой фиксации следует считать введение новых квадратов, например со стороной 25 см. Также следует фиксировать глубину залегания фрагментов с шагом в 5 см. В результате можно получить картину трехмерного расположения фрагментов. Обработка полученного материала Методы изучения кремированных останков из археологических памятников базируются на практике судебно-медицинских и криминалистических изысканий, которые имеют обширную историю и требуют специального историографического освещения. Поэтому в данной публикации отметим лишь, что в работе с материалами мы руководствуемся рядом наиболее принятых методов (Van Vark, 1974; Steward, 1979; Holck, 1996; Звягин, 2000). Важно подчеркнуть, что методические особенности обработки кремированных материалов не могут быть стандартизованы в такой же степени, как и, например, морфометрические и морфоскопические исследования скелетных останков. Дело в том, что обряд кремации чрезвычайно вариативен, и от того, каким образом проводилось сжи- 185 гание2 , в значительной мере зависит, какие из методических приемов будут применимы к этому материалу. Тем не менее, ориентируясь на, вероятно, наиболее полные методы описания кремаций криминалистами, приведем позиции стандартного бланка, принятого в судебно-медицинской практике (Fairvrieve, 2008. P. 93). 1. Шифр. 2. Контекст. 3. Элементы скелета. 4. Масса (в граммах). 5. Цвет. 6. Характеристика трещин и разломов. 7. Прижизненные травмы и нарушения. 8. Место хранения. 9. Дата заполнения бланка. Важнейшая информация, которая может быть получена при изучении кремированных останков, – половозрастная характеристика. Определение пола происходит на основании выявления фрагментов с анатомически выраженными особенностями, используемыми в обычной антропологической практике определения пола. Вероятность того, что определения пола и возраста будут достоверны, зависит от степени термической обработки скелета. При длительном и высокотемпературном горении эта вероятность зачастую снижается до 10–15%, как показывает опыт. Чаще прочих сохраняются фрагменты лобной кости в надглазничной области (рис. 2, 1), другие части свода черепа, фаланги кистей рук, фрагменты стенок диафизов крупных трубчатых костей. По ним и проводятся определения пола. Отнести индивид к той или иной возрастной градации несколько легче, так как для выявления крупных возрастных периодов (детство, возмужалый возраст, зрелый возраст, старческий возраст) можно использовать не только общие морфологические особенности, но и состояние черепных швов (рис. 2, 2), суставных поверхностей, наличие не приросших эпифизов, степень возрастных изменений костной ткани, которые проявляются в увеличении площади Гаверсовых каналов (одно из проявлений остеопороза), степень сформированности внутреннего губчатого слоя костной ткани свода черепа. Зачастую сохраняются коронки зубов, которые находились в толще челюсти и не вышли на поверхность. По набору и степени сформированности коронок можно установить возраст этих детей и подростков. На фрагментах кремированных костей и зубов могут быть встречены травмы, маркеры физиологического стресса, следы длительных заболеваний. Их выявление и фиксация проводится в основном согласно общим правилам (Историческая…, 1998). Следует лишь не забывать значительные изменения размерности при термической обработке. 2 Вероятно более корректным следует считать термин «термическая обработка», так как в ряде памятников встречаются, например, обугленные или прокаленные фрагменты костей. М.В. Добровольская. Биоархеологические подходы... 186 МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ В АРХЕОЛОГИИ... Ряд методических приемов, примененных в исследовании, направлены на реконструкцию условий проведения самого погребального обряда. Они основаны на обширном опыте судебно-медицинских исследований (например: Bohnert et al., 1998; Звягин, 2000). Так, реконструкция условий и продолжительности сжигания тела возможна по визуальным характеристикам фрагментов скелета (цвет, размерность, характер трещин и деформаций). Размеры, цвет, стеРис. 2. Фрагменты кремированных останков 1 – два фрагмента правых надглазничных участков лобной кости взрослых мужчины и женщины; 2 – открытый шов предположительно теменной кости; 3 – постдефенитивное возрастное изменение на проксимальном эпифизе фрагмента лучевой кости; 4 – кремированные фрагменты свода черепа со специфическими деформационными трещинами, указывающими на сжигание останков (тела) вскоре после смерти; 5 – фрагмент свода черепа и диафиза бедренной кости с участками темной окраски (обугливание) и отсутствием деформационных трещин. Картина типична для «отложенной кремации» 187 пень деформации фрагментов кремированных останков в ряде случаев могут указывать на позу тела при сжигании, на локализацию областей с более высокой и более низкой температурой горения. Определение температуры проводилось по шкале цветности костной ткани, разработанной экспериментальным путем при сжигании опытных образцов на поверхности грунта (Walker, Miller, 2005). Информация о массе кремированных останков также важна, так как может использоваться для реконструкции погребальной традиции. При стабильно малых или стабильно высоких массах кремированных останков можно судить о том, захоранивались ли они в полном объеме в одном месте или в некрополе оставлена лишь небольшая часть кремированных фрагментов. Если в первом случае очевидно полное депонирование останков в одном месте, то во втором есть основания предполагать, что практиковалось частичное погребение, или разделение кремированных останков на несколько частей с последующим их раздельным депонированием или рассеянием. Кроме того, показатели массы могут помочь выявить локальные особенности погребальной обрядности. Так, на основании статистически достоверных групповых данных удалось доказать, что массы кремированных останков из погребений эпохи Меровингов и времени викингов с территории Дании и Норвегии достоверно различны (Holck, 1996). Форма и наличие деформационных трещин используются для определения состояния костной ткани при сжигании (Steward, 1979). Образование значительных дугообразных трещин и «смятие» костных структур происходит в случае резкой потери влаги, жировой составляющей и других органических составляющих костной ткани, т.е. в скором времени после смерти. Усилению этих проявлений способствует наличие значительного объема мягких тканей, особенно жировых отложений. В случае сжигания скелетированных или мумифицированных останков такие деформации, а также изменение цвета кости на серо-белый и белый, появление ярко синих и фиолетовых пятен не наблюдаются. Для понимания того, как работает методика описания кремированных останков в условиях реального исследования, предлагаем вниманию читателя два таких опыта, относящихся к материалам различных периодов средневековья. Так, общий осмотр материалов из урновых и безурновых захоронений V–VI вв. с территории Самбийского полуострова (Митино) показал, что цветность фрагментов стабильна. Бело-серый цвет фрагментов, а также их размерность (от 0,5 см в диаметре до 5-6 в максимальном диаметре) дают основание предполагать примерно равные температурные и временные условия кремации. Температура, вероятно, не менее 800–900º C (Walker, Miller, 2005). Время сжигания – не менее одного часа. Таким образом, значительные вариации в процессе кремации, которые могли быть связаны с его продолжительностью или количеством горючих материалов, не наблюдаются. В скоплениях почти не присутствовали другие материалы. Лишь в нескольких погребениях были обнаружены мельчайшие кусочки угля (менее 0,5 см в большем диаметре) и (возможно!) мелкие крошки мела. Количество золы в скоплениях также минимально. Из этих замечаний можно заключить, что скопления костей, перемещенные в погребения с площадок сжигания, тщательно очищались, но, вероятнее всего, не промывались. На основании этих М.В. Добровольская. Биоархеологические подходы... особенностей проведения погребального обряда на данном памятнике основное внимание при описании материала уделялось вариациям следующих формальных признаков. 1. Размер фрагментов кремации. 2. Масса скоплений кремированных фрагментов. 3. Наличие термических деформаций. 4. Наличие растрескиваний. 5. Форма краев кремированных фрагментов. Кроме того, для получения собственно биологической информации проводилась идентификация анатомически определимых фрагментов, на их основании определялись пол и возраст погребенных. Для определения пола по кремированным материалам использовался ряд признаков: степень развития рельефа лобной и затылочной костей черепа; форма подбородочного выступа; форма угла нижней челюсти; форма верхнего внешнего края глазницы; массивность теменной кости; размеры эпифизов трубчатых костей. Признаки, по которым может быть вынесено предположительное суждение о половой принадлежности индивида, встречались далеко не в каждом погребении. Гораздо более широк набор признаков, позволяющих определять возраст. При возрастной дефиниции оценивалась общая массивность разных отделов скелета, наличие следов незаконченного срастания эпифизов и диафизов длинных трубчатых костей, состояние суставных поверхностей костей конечностей, нижней и верхней поверхности тел позвонков, швов черепа; наличие закладок зубных коронок, степень закрытия корней зубов, а также износа коронки зуба. В качестве примеров того, в каком виде указанные особенности встречаются в материалах, приведем две фотографии. На рис. 2, 3 представлен проксимальный эпифиз лучевой кости взрослого человека. Хорошо видны краевые разрастания на верхнем эпифизе, которые принято связывать с постдефинитивными возрастными изменениями, развивающимися у человека после 35‑40 лет. На рис. 2, 1 хорошо виден участок полностью открытого шва черепа, что соответствует молодому возрасту индивида. Систематический сбор и изучение антропологических материалов плохой сохранности и с нарушенной морфологией далеко не всегда могут быть организованы при многолетних исследованиях памятника. Это обусловлено рядом обстоятельств, связанных с недостатком специалистов, пространства для коллекционного хранения, сложностями транспортировки и сбора материала. При изучении нами средневекового некрополя Кедровая Роща (СевероЗападный Кавказ) были описаны свидетельства бытования полиморфного погребального обряда с использованием кремации. Датировка погребений лежит в пределах конца XII – первой половины XIII в. (Успенский и др., 2013). Для антропологического анализа исследована серия кремированных останков из 17 погребений – скопления разной массы от совсем небольших (менее 100 г), до 1100 г. Практически во всех присутствуют фрагменты черепа и всех отделов посткраниального скелета, выявлены определимые образцы, необходи- 189 мые для половозрастных дефиниций. Важная особенность – присутствие в одной урне костей, принадлежащих двум разным индивидам, также среди всей массы скоплений удалось выделить кости животных. Размерность костных остатков разная: часть из них не превышают 1-2 см в максимальном продольном размере, но есть и крупные, с максимальным продольным размером более 5-6 см. Цветность фрагментов варьирует от светло-серого до черного и бурого, присутствуют кости с обугленным слоем внутри компакты. Среди исследованных кремированных останков выделяются фрагменты с ярко выраженными деформационными трещинами и «смятием» костной структуры (рис. 2, 4), а также фрагменты без подобных нарушений. На некоторых зафиксировано черное лаковое покрытие. Следует отметить и выявленные патологии. У индивида № 1 из погребения 1 кургана 5 зафиксирована cribra orbitalia (костные дефекты в области внутреннего угла глазницы). У индивида № 2 – поротическое расширение губчатого вещества, следы длительного воспалительного процесса, затронувшие верхние конечности, лопатку, ребра, что свидетельствует о возможном системном заболевании, этиология которого может быть связана как с инфекцией, развившейся на основе травмы, так и самостоятельным инфекционным заболеванием. Проведенное исследование кремированных останков из погребений могильника Кедровая роща позволяет дополнить данные о погребальном обряде племен Северо-Западного Кавказа – носителей обряда трупосожжения. Цветность и форма фрагментов кремации дают основание заключить, что во всех случаях сожжение покойного проходило при высокой температуре (около 800° C), в течение не продолжительного времени (в большинстве случаев не более 30 мин.). Выявлено две категории костных останков: – со следами деформационных трещин, которые возникают в случае резкой потери влаги, жировой составляющей и других органических частей костной ткани, что свидетельствует о сжигании умершего в скором времени после смерти (рис. 2, 4); – так называемые сухие кости, без деформаций, бурого и черного цвета, в этом случае сжигались уже скелетированные останки, лишенные влаги (рис. 2, 5). Таким образом, выявлен факт сжигания скелетных останков, проводимого через некоторое время после кончины человека. Это, безусловно, является отличительной чертой погребального обряда этого некрополя. Сложность реконструкции усугубляется тем, что не все покойные сжигались спустя значительное время после смерти. Во многих случаях характер деформаций и цветность указывают на то, что кремация проводилась вскоре после смерти. В некоторых погребениях совмещены останки сожженных вскоре после кончины и фрагменты отложенной кремации. Итак, приведенные примеры продемонстрировали, что применение стандартных методов обработки материалов кремации способствует получению новой информации, полезной как для реконструкции погребальной обрядности, так и образа жизни населения, оставившего могильник.

**Лекция 14.** **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И МЕТОДИКА ИЗОТОПНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПАЛЕОДИЕТОЛОГИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЯХ** . Теоретические основы метода Традиционно все исследования останков людей, обнаруженные в культурных слоях археологических памятников, археологи относят к сфере палеоантропологии. Между тем такое обобщение требует известных разъяснений. В отечественной практике наиболее хорошо известны и широко применяются классические палеоантропологические методики и методологические подходы, которые связаны с описанием, измерением и соответствующей статистической обработкой данных о морфологии черепа и посткраниального скелета. В основе методологических подходов этой классической школы лежат представления о групповом анализе, внутригрупповой и межгрупповой изменчивости, морфологической вариативности как основной характеристики, позволяющей строить классификационные системы сходств физического облика тех или иных представителей прошлого. Основной «химерой» этого классического подхода становится индивидуальная типологизация, подменяющая понятие изменчивости. К примеру, в группе из трех черепов наблюдаются морфологические признаки, типичные для определенного, выделенного на основании статистического анализа варианта, имеющего под собой историко-территориальные основания (например, кавкасионский тип). Ложный, вернее, не обоснованный вывод: группа может быть отнесена к кавкасионскому типу. Вывод некорректен (не путать с «неверен»). Информация о каждом конкретном человеке, который жил в прошлом, чрезвычайно важна как с общегуманитарных позиций, так и для археологического исследования. Привычными из этой информативной сферы данных об индивидах стали половозрастные определения, которые запрашивают археологи у антропологов. Эти первичные определения пола и возраста. Как правило, они приводятся в полевых отчетах и публикациях. Грамотное применение этих определений в археологическом контексте зачастую может дать важнейшую дополнительную информацию о погребальном обряде, культовых традициях и пр. Формирование подхода в исследовании палеоантропологических материалов, в центре которого находится индивид, останки которого сохранились в том или ином виде и доступны для дальнейших исследований, обозначило новый подход, получивший в отечественной традиции название «биоархеологический». Более адекватным представляется термин «human archaeology». Однако словосочетание «археология людей» или «человеческая археология» в русском языке звучит совершенно неуместно и поэтому не укоренилось. В предлагаемом вниманию читателя издании ряд глав посвящен различным методам и подходам биоархеологии. Настоящая статья включает в себя обсуждение современных аналитических возможностей для получения знаний о питании людей прошлого. Очевидно, что сведения о составе индивидуальных рационов – тема, целиком и полностью соответствующая области биоархеологических исследований (Добровольская, 2005). Отметим, что реконструкция типа питания древнего и средневекового населения – актуальное и наряду с палеогенетическими исследованиями самое динамично развивающееся направление в области применения естественно-научных методов. Эти реконструкции могут проводиться на основании описания особенностей строения и износа зубной системы с учетом маркеров состояния здоровья человека. Другой подход – изучение органической составляющей скелета, которая сформировалась из веществ, полученных человеком с пищей. Исследования изотопного состава костной ткани с целью палеодиетологических реконструкций стали появляться в археологической печати еще в конце 70 – начале 80-х годов прошлого века. Этот тип реконструкций основан на изучении фундаментальных закономерностей распределения изотопов в биосфере. Общеизвестно, что химические элементы присутствуют в виде ряда стабильных и радиоактивных изотопов. Доля присутствия редких изотопов ничтожна, поэтому при обсуждении обычного элементного состава вариации изотопного состава не обсуждаются. Однако закономерности распространения изотопов являются объектом исследования в геохимии и экологии. Фундаментальные изучения изотопного состава наиболее распространенных элементов биосферы (кислорода, углерода, азота) были использованы для применения в археологии уже во второй половине XX в. Напомним, что ведущий метод абсолютного датирования – радиоуглеродный – основан на знании фундаментальных закономерностей появления, аккумуляции и распада радиоактивного изотопа 14С. В палеоклиматологических реконструкциях часто используются данные о соотношении изотопов кислорода. Самый распространенный – 16О (99,759%), затем – 18О (0,204%) и, наконец, 17О (0,037%). В палеоклиматологических реконструкциях используют соотношение концентраций изотопов кислорода 18О/16O. Принцип реконструкции таков: различие между массами изотопов данного элемента определяет разную подвижность и отдельных атомов, и молекул, состоящих из различных изотопов. Более легкие молекулы обладают большей энергией и подвижностью (см. цветную вклейку, рис. XVII). Поэтому при испарении воды с открытой поверхности легкие молекулы улетучиваются в первую очередь, т.е. пар обогащается изотопом 16О по сравнению с жидкой водой. В целом при плавлении и испарении лед оказывается обогащенным тяжелыми изотопами по сравнению с водой, а вода обогащена ими по сравнению с паром. При этом соотношение изотопов в различных состояниях воды зависит от температуры, при которой протекали процессы испарения /конденсации или плавления/замерзания. Именно поэтому изотопный состав атмосферных осадков и может служить индикатором как сезонных, так и длительных коле- 193 баний температуры приповерхностного слоя атмосферы (Stuiver et al., 1995. P. 341; Николаев и др., 2002. С. 16). История применения метода Сведения о стабильном изотопе 13С также востребованы в современной археологии. Несколько слов о фундаментальных закономерностях, открытие которых позволило расширить возможности реконструктивной археологии. Исследования изотопного состава воздуха и органического вещества растений показало, что в процессе фотосинтеза происходит фракционирование изотопного состава углерода. Показано, что С3 -растения ассимилируют С02 на полном солнечном свету со скоростью 1–50 мг/дм2 ч, а С4 -растения – со скоростью 40–80 мг/дм2 ч. Кукуруза, сорго, просо, сахарный тростник являются одними из наиболее продуктивных культур. Так, интенсивность фотосинтеза у кукурузы 85 мг С02 /дм2 ч, сорго – 55 мг С02 /дм2 ч, тогда как у пшеницы всего 31 мг С02 /дм2 ч (Tykot, 2004). Высокая потенциальная продуктивность С4 -растений наиболее полно реализуется при полном солнечном освещении и высокой температуре. Важной физиологической особенностью С4 -растений является их высокая засухо- и термоустойчивость. Вероятно, возникновению С4 -пути фотосинтеза способствовали засушливые условия окружающей среды. В результате исследования растений двух типов фотосинтеза (С3 и С4 ), опубликованных в 1970 г., было установлено наличие существенных различий в соотношении 13C / 12C в органических соединениях этих растений. Уже тогда для оценки этого отношения стал использоваться показатель дельта. δ 13C(PDB ) = (13C/12Cобразца / 13C/12C(PDB) – 1) x 1000‰ В качестве стандарта для 13C/12C используется Pee Dee Belemnite (PDB) – морские отложения Belemnitella Americana из Пиди формации (Южная Каролина, США). Величина дельта для растений С3 фотосинтеза (травянистые и древесные растения умеренного пояса) составляет около -26,5‰. Значения дельта для растений С4 фотосинтеза (многие виды растений сухих степей, полупустынь и пустынь) составили -12,5% (Tykot, 2004). Таким образом, первые гораздо более обогащены легким углеродом, чем вторые. Полученные закономерности были использованы для реконструкции типа питания человека прошлого (DeNiro, Epstein, 1978; DeNiro, Shoeninger, 1983; Ambrose, DeNiro, 1986; DeNiro, 1987; Ambrose, 1993). Уже в 70-е годы прошлого века появляются первые работы, посвященные реконструкциям типа питания людей по данным изотопного анализа коллагена костной ткани. Как правило, эти исследования были обращены к выявлению индивидов со специфической структурой питания. Например, Н. ван дер Мерве и Дж. Вогель и 1977 г. опубликовали исследование, посвященное выявлению ранних этапов перехода на питание маисом (Vogel, van der Merwe, 1977). В этот же период была опубликована реконструкция по образцам костной ткани из скелета человека захоронения Кхои эпохи железного века из Трансвааля (Южная Африка) (Tykot, 2006). Дельта для углерода из коллагена костной ткани индивида оставила -10,4‰. Это позволило исследователям предположить, что основу рациона питания человека составляло сорго. В дальнейшем исследоМ.В. Добровольская. Теоретические основы и методика исследования изотопного состава скелетов индивидов из погребений различной древности стали основой для выявления групп населения, переходящих с традиций питания охотников собирателей на традиции древнейших земледельцев, культивировавших кукурузу (растение С4 ). Важно отметить, что отечественные исследования по геохимии стабильных изотопов углерода, среди которых лидирующее место занимают работы академика Э.М. Галимова (см. 1970, 1981, 2001), выявили фундаментальные экологические закономерности, регулирующие изотопный состав растений, а также ряда геологических образований и средовых локусов (рис. 1). Согласно обобщению многочисленных данных, ведущий фактор, влияющий на изотопных углеродный состав, – содержание углекислого газа в среде фотосинтезирующих растений. «Понижение концентрации СО2 приводит к уменьшению фактора фракционирования – относительному обеднению органического вещества легким изотопом. Поэтому растения пустынь изотопно-тяжелее тропических растений, а планктон теплых акваторий океана, в воде которого растворено меньше СО2, изотопно-тяжелее планктона, обитающего в холодных водах, и т.д.» (Галимов, 1970. С. 18). К сожалению, отсутствие масштабных междисциплинарных исследований в советской археологии в те годы привело к тому, что археологические работы, в которых были представлены палеоэкологические исследования, основанные на сведениях об изотопном составе, появились в отечественных публикациях уже в XXI в. Включение атомов азота в органические соединения тканей растений происходит по двум основным каналам: через поглощение доступных форм Рис. 1. Диапазоны вариаций изотопного состава углерода δ13C некоторых природных веществ (по: Галимов, 1981) 195 с почвенными растворами и через фиксацию атмосферного азота бактериями (такой механизм существует у бобовых растений). Присутствие тяжелого изотопа азота в атмосферном воздухе составляет около 0,36% (Shoeninger, Moore, 1992) от обычного 14N. Таким образом, наиболее значимые объемы азота растения получают из почвы, они вариативны и зависят от почвенных характеристик. Содержание тяжелого азота в воздухе постоянно, поэтому величина сигмы для 15N рассчитывается относительно атмосферного азота по следующей формуле: δ 15N(AIR ) = (14N / 15Nобразца / 14N / 15N(AIR) – 1) x 1000‰ Сведения об аккумуляции 15N также активно используются в палеодиетологических реконструкциях. «Обычный» азот преимущественно используется в большинстве биохимических циклов бактерий, обеспечивающих круговорот азота в биосфере, поэтому «тяжелый» азот частично элиминируется из этого круговорота и аккумулируется благодаря речным сносам в океане. В итоге организмы (растения и животные), относящиеся к океаническим экосистемам, характеризуются более высокими показателями сигмы по 15N. Кроме того, тяжелый азот аккумулируется в тканях животных, занимающих высокие трофические уровни в экосистемах (рис. 2, 3). Относительно величины обогащения δ 15N при переходе с одного уровня на другой единого мнения нет. В ранних работах можно найти упоминания о величине в 3‰ (Schoeninger, DeNiro, 1984; Schoeninger, 1985). Однако в более поздних работах (Bocherens, Drucker, 2003) обосновано, что величина обогащения при переходе с одного уровня на другой будет зависеть от специфики экосистемы и поэтому требует более детального рассмотрения. В любом случае два основных фактора могут приводить к обогащению тканей животных, находящихся на верхних позициях трофических пирамид: принадлежность океанической или морской экосистеме и высокие исходные содержания тяжелого азота в почвах. Наиболее ранние работы, Рис. 2. Биологическое фракционирование углерода в природных системах М.В. Добровольская. Теоретические основы и методикапредставляющие палеодиетологические реконструкции, основанные на данных о δ 15N, опубликованы в начале 80-х годов прошлого века (DeNiro, Epstein, 1978; Schoeninger, DeNiro, 1984). Некоторые направления применения метода Базовые палеодиетологические реконструкции, т.е. выявление главных источников питания, входящих в каждодневный рацион человека, основаны на экологических закономерностях различий в изотопном составе тканей растений и животных при смене трофического уровня. В качестве основного показателя используются средние квадратичные отклонения для δ 13C и δ 15N. Метод чаще используется применительно к задачам изучения доисторических эпох (Bocherens et al., 1991. P. 481; 2005. P. 71; Cook et al., 2001. P. 453; Richards et al., 2005. P. 390). В частности, недавно было проведено изотопное исследование материалов из Окладниковой пещеры Алтая, которая широко известна своими сенсационными материалами среднего палеолита (Деревянко и др., 2013. С. 89). Изотопные исследования скелетных остатков неандертальцев из пещеры Окладникова позволили провести палеодиетологическую реконструкцию (Добровольская, Тиунов, 2013. С. 78). Полученные данные подтверждают охотничью специализацию этой группы. На основании полученных результатов можно заключить, что образ жизни неандертальцев Северо-Западного Алтая и поздних европейских был сходен. И те, и другие специализировались в охоте на крупных травоядных животных (рис. 4). Новые данные позволяют судить и об экологиРис. 3. Стабильные изотопы азота δ15N и углерода δ13C в организмах различных экосистем (по: htpp://chrono.gub.ac.uk) 197 ческой специфике существования обитателей пещеры Окладникова. Та добыча, которая обеспечивала их выживание, представляла преимущественно фауну открытых пространств, отличавшихся большей аридностью, чем ландшафты, освоенные европейскими неандертальцами. К настоящему времени нет фактов, подтверждающих, что основную ее часть составляли наиболее крупные травоядные животные, как это доказано для неандертальских групп Европы. Ряд биологических признаков, типичных для неандертальцев, указывает на исключительную зависимость последних от эффективной охоты, что ставит их в уязвимое положение при конкурировании за территорию с другими представителями Homo. Возможно, этим объясняется преимущественное расселение охотниковнеандертальцев в Европе, не населенной людьми, и, очевидно, гораздо менее успешная история освоения ими обширных пространств Азии, где сохранились свидетельства более ранних миграций людей. Средневековые материалы также являются объектом проведения изотопных исследований. Среди последних важно упомянуть анализ изотопного состава костной ткани людей и животных из коллективных санитарных погребений средневекового Ярославля (Эноговатова и др., 2013. С. 96). На основании этих исследований получен важный результат, демонстрирующий высокую долю белковых продуктов в рационе населения средневекового Ярославля (рис. 5), отсутствие свидетельств недостаточности важнейших питательных веществ. Остеологические материалы, полученные при раскопках захоронений в центре средневекового Ярославля, позволили реконструировать основные характеристики обыденного рациона жителей города. Важно отметить, что анализ коллагена костной ткани дает возможность судить об усредненных параметрах состава пищевого рациона за последние примерно 10 лет жизни индивида. Таким образом, реконструированный рацион был характерен для горожан, живших в один из самых неблагополучных периодов средневековой истории. Результаты проведенных исследований дали во многом неожиданный результат: в составе рациона среднего ярославца преобладали продукты белкового происхождения. Причем рыба как один из наиболее доступных и дешевых ресурсов для жителей речных побережий, судя по данным изотопного анализа, в среднем, не слишком активно использовалась в обыденных трапезах. Исходя из общих соображений, предполагалось увидеть совершенно иную структуру питания – с преобладанием углеводного растительного компонента. Были предприняты попытки более внимательного анализа индивидуальной изменчивости с целью выявления группировок внутри всего массива данных. Следует отметить, что индивидуальная изменчивость показателей по тяжелому изотопу азота больше, чем по изотопу углерода (от 9 до 14,4‰) и превышает Рис. 4. Показатели изотопного состава углерода δ13C и азота δ15N в коллагене костной ткани человека и животных из пещер Окладникова и Чагырская М.В. Добровольская. Теоретические основы и методика. Вероятно, данная тенденция связана с большими различиями индивидуальных рационов именно по белковому компоненту. На основании этого можно сделать вывод о том, что рационы городских жителей хоть и были основаны на местных пищевых ресурсах, но различались количеством и происхождением белковых продуктов. Средняя величина δ15N составляет примерно 11,5‰, что указывает на основу белкового питания – мясо наземных млекопитающих. Редкие индивиды со значениями δ15N, превышающими 12-13‰, имеющие при этом низкие показатели по тяжелому углероду порядка -23…-22‰, вероятно, регулярно употребляли в пищу речную рыбу. Немногочисленную группу представляют люди, для которых характерно сочетание низких показателей по углероду с умеренными и низкими по азоту. Вероятно, это сочетание можно трактовать как снижение доли белкового компонента. Результаты изотопного анализа дали возможность оценить различия в структуре питания мужчин и женщин. Как выяснилось, средний рацион обоих полов сходен, что свидетельствует об отсутствии существенных гендерных различий в традициях питания ярославцев. Отметим, однако, что сочетание наиболее низких показателей как по одному, так и по другому стабильным изотопам встречаются чаще среди женщин. Итак, в настоящее время четкие группировки внутри массива горожан не выявлены, не просматриваются следы социальной стратификации, отраженные в особенностях пищевых рационов. Также было проведено пилотное исследование изотопного состава коллагена костной ткани индивидов из катакомбных и ямных погребений салтовоРис. 5. Показатели изотопного состава углерода δ13C и азота δ15N в коллагене костной ткани жителей средневекового Ярославля (по: Энговатова и др., 2013) 199 маяцкой культуры на территории Доно-Донецкого междуречья (Добровольская, Решетова, 2014). Оно позволило судить об особенностях типа питания этой группы носителей салтово-маяцкой культуры. Полученные на сегодняшний день независимые изотопные данные к реконструкции питания групп населения, оставивших катакомбные и ямные некрополи VIII–X вв. в Доно-Донецком междуречье позволяют судить о четко выраженной традиции питания в среде населения, оставившего катакомбные некрополи лесостепной зоны этой территории. Отличительными чертами этой традиции можно считать значительную долю растительных продуктов при ведущей роле растений С4 (вероятно, просо) и умеренное употребление мясомолочных продуктов. Наиболее значимой особенностью среднего пищевого рациона аланского населения, вероятно, следует считать значительную долю С4 растений. Из широко возделываемых видов в южной части Восточной Европы растений это прежде всего просо обыкновенное (Panicum miliaceum). В среде населения, практиковавшего ямный обряд погребения в степной зоне Доно-Донецкого междуречья, выявить единые традиции питания ни для всего массива в целом, ни для отдельных некрополей не удалось. Выявление важной роли С4 -растений (предположительно, просо), которое стало возможным благодаря изотопному анализу, представляется важным и перспективным. Важно отметить, что отдельный корпус вопросов связан с особой ролью изотопного анализа при верификации результатов радиоуглеродного датирования. В некоторых экосистемах (например, океанических, озерных) круговорот углерода замедлен, что является причиной смещения результатов радиоуглеродного датирования, поученного при изучении органических объектов этих экосистем. Этот феномен получил название «резервуарного эффекта». Кроме собственно резервуарного эффекта есть еще ряд других обстоятельств, которые деформируют результаты радиоуглеродного датирования. Изотопный анализ служит своего рода «проверочным исследованием» для выверки радиоуглеродных данных. Методика пробоподготовки и проведение спектрометрических определений Выделение коллагена следует проводить согласно принятым методикам (см.,например: DeNirot, Epstein, 1981. P. 341; Ambrose, 1990. P. 432; Jørkov et al., 2007. P. 1824). Фрагмент костной ткани помещают в 1M раствор соляной кислоты при +3° С до полной деминерализации. Затем образец промывают дистиллированной водой центрифугированием до получения нейтральных значений pH. Органический остаток переводится в растворимую форму при pH 2,5 и 70° С на протяжении 24 ч. Раствор высушивается в термостате при температуре 40° С до формирования абсолютно сухой хрупкой массы. Затем коллаген, измельченный кончиком скальпеля, из стеклянной пробирки переносится в пластмассовый контейнер. Образцы массой 400–500 мкг помещаются в алюминиевый контейнер (Thermo 8N/159622) и плотно скручиваются с использованием двух пинцетов так, чтобы внутри капсулы не было воздуха. Такой образец готов для проведения спектрометрического определения и передается в лабораторию масс-спектрометрии. М.В. Добровольская. Теоретические основы и методика... 200 МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ В АРХЕОЛОГИИ... Для получения уверенных результатов следует готовить дублирующие капсулы для всех образцов. Воспроизводимость результатов не должна превышать величину 0,1-0,2‰. Соотношение атомных весов должно находиться в границах 2,9–3,6, что соответствуют хорошей степени сохранности коллагена. Образцы с иными соотношениями не принимаются во внимание. Сухие образцы коллагена, хранящиеся в эппендорфах (маленькая пластиковая пробирка) в холодильнике могут быть использованы для последующего приготовления микропроб для масс-спектрометра. Описанная процедура выделения коллагена костной ткани применима к объектам хорошей сохранности. Для получения образцов белков костной ткани из материалов плохой сохранности или сильно загрязненных необходимо применять более сложную процедуру микрофильтрации. В группе физической антропологии ИА РАН эта методика пока не применялась. Как правило, используется масс-спектрометр Thermo-Finnigan Delta V Plus IRMS с элементным анализатором (Termo Flash 1112). Общие замечания по выбору и отбору проб Фрагмент любой части костной ткани скелета массой 2-3 г может быть использован для получения образца коллагена. Наиболее пагубными воздействиями для древнего коллагена оказываются высокая температура (жаркий климат) и длительное пребывание в воде с высокими значениями кислотности. При сохранности относительной массы коллагена менее 1% от общей массы образца вряд ли стоит надеяться на достоверный результат. Важно отметить, что пропитка кости с целью сохранения формы объекта любыми органическими веществами грозит искажениями в исследовании этих образцов. В XIX в. большинство костей (археологических, палеонтологических) пропитывали желатином для лучшей сохранности. В настоящее время исследование этих объектов затруднено, так как представляется сложным отделить компоненты пропитки от частичек костной ткани. Эмаль зубов не является объектом для исследования изотопного состава азота и углерода, следует использовать лишь кость и дентин. Сложности метода и наиболее очевидные ошибки Как любой метод, основанный на сложных природных закономерностях, изотопный анализ используется в археологии как «прикладной инструмент», эффективно работающий в системе «вопрос – ответ». Попробуем в наиболее общей, но грамотной форме сформулировать эти вопросы и ответы. Вопрос № 1. Из чего состояла обычная пища этого определенного индивида из археологического памятника? Вопрос № 2. С каких территорий происходят продукты питания, регулярно употребляемые этим конкретным индивидом? Ответ № 1. На основании данных об изотопном составе тканей местных травоядных и хищных животных наземных и водных экосистем можно предположить, что данный конкретный индивид употреблял в пищу определенное 201 количество белков, полученных от наземных/водных животных травоядных/ хищных. Комментарий к ответу № 1. Доказательный вывод строится на знании местных трофических систем (пищевых связей). В том случае, если нет конкретных данных о значениях дельта у представителей различных трофических уровней, повышается ошибка в интерпретации. Ответ № 2. Если реконструируемые пищевые источники не вписываются в природные местные трофические сети, можно предполагать существование постоянного пищевого «импорта», использование продуктов антропогенного (сельскохозяйственного) происхождения. Комментарий к ответу № 2. Если полученные результаты (значения дельта по углероду и азоту) не могут быть включены в координаты местных трофических сетей, необходимо обращаться к добавочным анализам (например, определение соотношения 86/87Sr), дающим информацию о том, жил ли этот индивид все время формирования исследованного коллагена в местных условиях или был мигрантом последних лет. Если доказано «местное происхождение» коллагена, можно с уверенностью судить об импорте или специфической сельскохозяйственной продукции. Таким образом, знакомство с азами метода позволяет, конечно же, не получить исчерпывающие знания о его возможностях, но сформировать базовые представления, которые помогут решить, следует ли вводить этот инстумент в арсенал конкретных междисциплинарных исследований или нет.

**Лекция 15. Археометаллография.** В изучении проблем, связанных с историей древних производств, можно выделить два основных подхода: изучение химического состава артефакта и исследование его структуры. Разумеется, наибольшего продвижения можно достичь только при сочетании обоих этих подходов. Но на практике это зачастую трудновыполнимо в связи со сложностью, трудоемкостью аналитических методик и необходимостью комплексного обобщения полученных результатов, что требует от специалистов высочайшей квалификации и обширных знаний в различных отраслях науки и техники. Поэтому имеет смысл рассмотреть только второй аспект проблемы – изучение структуры древних артефактов из металла. Полученные в результате аналитического исследования данные позволяют подойти к решению вопросов технологии изготовления металлических предметов, используемого сырья, качества выполнения отдельных операций, навыков и квалификации мастеров и т.п. Один из основных методов в изучении истории кузнечного ремесла древних обществ – метод археометаллографии (археологической металлографии)1 . Этот термин введен в науку в последние годы группой металлографии лаборатории естественнонаучных методов Института археологии РАН. Необходимо подчеркнуть отличие данного термина от термина «археометаллургия» (archeometallurgy), применяемого в зарубежной литературе. Последний непосредственно связан с изучением истории металлургии, в то время как археометаллография имеет дело с историей металлообрабатывающего (кузнечного) производства. Суть метода археометаллографии состоит в проведении металлографического исследования древних кузнечных поковок и использовании полученных данных для реконструкции технико-технологических процессов в кузнечестве той или иной культурно-исторической общности. Основа анализа заключается в изучении образца, выпиленного из рабочей части орудия. Образец шлифуется и полируется до зеркальной поверхности, а затем травится специальными реактивами. Полученный шлиф изучается в отраженном свете на металломикроскопе, измеряется микротвердость структурных составляющих. В результате удается реконструировать технологию изготовления орудия, основной состав и характер материала, рабочие качества артефакта. Необходимо отметить принципиальную разницу между технической и археологической металлографией, которая заключается в том, что в первом случае конечная цель состоит в определении соответствия физико-химических свойств 1 Металлография – наука о строении и свойствах металлов и сплавов. Соответственно археометаллография изучает структуру древних металлических артефактов и способы их изготовления. 253 продукта заданным параметрам его производства. Во втором – задача прямо противоположная: определение исходных параметров изготовления артефакта на основании технических характеристик готового изделия. Метод металлографии относится к разрушающим методам исследования артефактов. В последнее время в археологических и исторических исследованиях все большее распространение получают неразрушающие методы анализа металла (рентгеновский, рентгено-флуоресцентный и т.п.). Однако они не могут предоставить полноценную информацию о характере структурных составляющих, сварных швах, микротвердости, шлаковых включениях. На основании же металлографического изучения археологических предметов становится возможным реконструировать последовательность кузнечных операций, оценить качество их исполнения, дать характеристику сырьевым материалам. Внедрение в археологию методов металлографического исследования позволяет решать не только проблемы, связанные с историей техники, но и чисто исторические задачи. При этом речь должна идти не о единичных анализах, а о широких аналитических исследованиях большой серии предметов в пределах конкретной историко-культурной общности, что предоставляет возможность говорить, в частности, о традициях и инновациях в производстве древних народов. Следует подчеркнуть, что для археологии данные о составе и структуре древних артефактов представляют собой принципиально новый исторический источник, который открывает неизвестную и недоступную без применения специальных методов сторону жизни. Объективно эти данные ценны сами по себе, даже если они не помогают археологам решать на современном этапе культурные и хронологические задачи. Изучение структуры различных предметов, следов их деформации и в итоге реконструкция производственных приемов позволяют в значительной степени расширить историческую картину. Всем археологам известно, что форма артефакта легко копируется, что существовали определенные эпохальные моды на типы и формы орудий, оружия и украшений. Но не всегда учитывается то, что, не входя в определенное сообщество, нельзя было полностью воспроизвести состав вещества и технологию его изготовления (Конькова, 2001. С. 44). Металлография как самостоятельная наука начала развиваться около 300 лет тому назад. Первые опыты в новом научно-исследовательском направлении предпринял Р.А. Реомюр (1683–1757 гг.). Путем травления различными кислотами он стремился распознать разные сорта стали. Определение макроструктур исследователь осуществлял визуально по окраске образца без применения оптических вспомогательных средств. В России первые металлографические исследования железа и его сплавов были проведены П.П. Аносовым (1796–1851 гг.). Работая на Златоустовском металлургическом заводе (1830–1835 гг.), П.П. Аносов применил микроскоп для изучения структуры стали и ее изменений после ковки и термообработки и установил существование связи между строением и свойствами стали. Именно эти годы можно считать началом зарождения металлографии в России. В 60-х годах XIX в. в Европе А. Видманштеттен (1753–1849) и Г.К. Сорби (1826–1908) применили микроскоп для исследования строения железных метеоритов. В.И. Завьялов. Археометаллография Основы научного металловедения, в рамках которого существует металлография, были заложены русским металлургом Д.К. Черновым (1839–1921), который открыл зависимость свойств стали от температуры нагрева и охлаждения, выявил взаимосвязь структуры и свойств металла. Первые попытки применения металлографии к археологическим предметам относятся к началу XX в. Многие из них носили курьезный характер. Но уже в 1911 г. итальянский металловед Ф. Джиолитти опубликовал результаты микроструктурного анализа нескольких бронзовых топоров и тем самым показал возможность приложения металлографии к археологическому цветному металлу. В 1913 г. английский металловед Х. Гарланд обратился к анализу древнеегипетских медных и бронзовых орудий в связи с изучением физических изменений, которые происходят в металлах и сплавах при атмосферных условиях. Он пришел к важному для изучения археологических артефактов выводу, что длительное пребывание изделий в окислительной среде культурного слоя существенно не влияет на их структуру. Это заключение открыло широкие перспективы для использования металлографии при изучении археологических предметов из металла. В 1932 г. в советской археологической литературе появилась первая статья об использовании металлографии в археологии. Металловед П.Я. Сальдау и археолог А.Ф. Гущина опубликовали результаты микроструктурного изучения бронзовой фигурной кавказской булавки II тыс. до н.э. и на его основе описали технологию ее изготовления (Сальдау, Гущина, 1932). Чуть позже Б.Е. ДегенКовалевский привлек металлографический анализ четырех железных предметов для интерпретации их изготовления (Иессен, Деген-Ковалевский, 1935). В начале 30-х годов металлографический анализ при изучении средневекового оружия использовал В.В. Арендт (1936). Необходимость широкого применения специального естественно-научного метода при изучении древнего ремесла была обоснована Б.А. Рыбаковым (1948. С. 237). В развитие этих идей Б.А. Колчин в конце 40 – начале 50-х годов сформулировал основные принципы применения металлографического метода к археологическому материалу. Ученым были очерчены возможности метода и круг вопросов, которые можно решать с его помощью. Именно Б.А. Колчин стал основателем нового направления в исследовании истории кузнечного ремесла – археологической металлографии (археометаллографии) и сформулировал основные принципы археометаллографического анализа (1953). Борис Александрович подчеркивал, что для исторических исследований важен массовый (выделено автором. – В.З.) металлографический анализ большого количества орудий труда, оружия, ремесленного инструмента, утвари и т.д. Такой подход позволяет делать обобщение отдельных технологических характеристик, на основе которых возможно построение уже более широких историко-технических и исторических выводов (Колчин, 1953. С. 11, 12). Существенно то, что с самого начала применения археометаллографии ученый рассматривал этот метод как инструмент именно исторического исследования. Этим во многом объясняется тот факт, что в российской науке историей кузнечного ремесла занимаются не инженеры и металлурги (как имеет место во многих зарубежных странах), а специалисты с археологическим образованием. 255 В 60–90-е годы метод археометаллографии совершенствовался учениками и продолжателями Б.А. Колчина. Заметный вклад в развитие этой дисциплины внесли Г.А. Вознесенская, Н.В. Рындина, Н.Н. Терехова, Л.С. Розанова, Б.А. Шрамко, М.Ф. Гурин и др. Практически одновременно с Б.А. Колчиным систематическое изучение древнего металла с помощью металлографии начинает английский ученый Р. Тилекот, которого в западной литературе принято считать основателем нового метода. В ряду ученых, которые стоят у истоков археометаллографии, – проф. Р. Плейнер. В двух монографиях, посвященных истории черной металлургии (Pleiner, 2000) и кузнечному ремеслу (Pleiner, 2006), он обобщил накопленные на сегодняшний день данные. Список отечественных публикаций по железообрабатывающему ремеслу в настоящее время насчитывает более 600 наименований. Резкое возрастание интереса археологического сообщества к естественно-научным методам и к металлографии в частности наблюдается в СССР с начала 60-х годов. В немалой степени этому способствовало создание по инициативе Б.А. Колчина в Институте археологии лаборатории естественнонаучных методов и лаборатории структурного анализа на кафедре археологии исторического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова2 , приоритетным направлением исследований которой стало изучение изделий из цветного металла (Рындина, 2006. С. 5), а также проведение ряда совещаний и конференций по применению новых методов в археологии. В 70–90-х годах наряду со столичными исследователями активизируется работа специалистов и в других научных центрах (Киев, Минск, Рига, Вильнюс, Владивосток, Кемерово, Екатеринбург, Ульяновск, Псков). Из всей массы статей и монографий большая часть (около 40% всех работ) посвящена славянскому и древнерусскому кузнечеству. Среди них можно выделить такие труды, как «Черная металлургия и металлообработка Древней Руси» Б.А. Колчина (1953), «Кузнечное ремесло Полоцкой земли» М.Ф. Гурина (1987), коллективная монография украинских археологов о металлургии и металлообработке ранних славян и Киевской Руси (Вознесенська и др., 1996), работа, посвященная традициям и инновациям в производственной культуре Северной Руси (Завьялов и др., 2012). Большое внимание в отечественной археометаллографии традиционно уделяется углубленному изучению кузнечного ремесла в отдельных городах и регионах Древней Руси. Прежде всего следует отметить труд Б.А. Колчина «Железообрабатывающее ремесло Новгорода Великого» (1959), ставшего эталонной работой не только для историков древнего ремесла, но и для широкого круга медиевистов. Подтверждение и дополнение выдвинутых в этой работе положений по железообработке Новгорода нашли отражение в исследованиях Л.С. Розановой и автора (Завьялов, Розанова, 1990, 1992, 2004). Заметный вклад в историю древнерусского кузнечного ремесла внесли исследования материалов Киева (Новое в археологии Киева, 1981; Паньков, 2012), Пскова (Вознесенская, 1996; Закурина, 1996, 1997, 1998, 2000), Суздаля (Rozanova, Sedova, 1984; Завья2 С момента образования лаборатории и до настоящего времени ее возглавляет Н.В. Рындина – ученица Б.А. Колчина. В.И. Завьялов. Археометаллография. лов и др., 2012. С. 199–206), Рязани (Толмачева, 1983; Завьялов, 2004; Zavyalov, 2005; Завьялов, Терехова, 2013), Полоцка (Гурин, 1987), Серенска (Хомутова, 1973), Ярополча Залесского (Хомутова, 1978б). Значительная часть опубликованных работ имеет отношение к другой важной проблеме истории кузнечества – зарождению черной металлургии и металлообработки в Восточной Европе. Уже в монографии «Черная металлургия и металлообработка в Древней Руси» (1953) Б.А. Колчин наметил необходимость исследования кузнечных артефактов раннего железного века. В рамках этой проблемы изучались поковки из кавказских, северо-причерноморских и финно-угорских памятников (Вознесенская, 1975; Терехова, 1983, 1986, 1989; Терехова, Эрлих, 2000; Шрамко, 1969; Шрамко и др., 1965, 1977, 1986; Розанова, Терехова, 2000; 2002а, б; 2003а, б; Хомутова, 1978а, 1982). Во многом вопросы зарождения черной металлургии остаются до сих пор дискуссионными. Тем не менее, благодаря исследованиям Н.Н. Тереховой, Г.А. Вознесенской, Л.С. Розановой, Б.А. Шрамко можно констатировать, что Восточная Европа была вторичной по отношению к Малой Азии и Кавказу зоной освоения железа. Хотя единичные железные орудия появляются у восточноевропейских племен во второй четверти II тыс. до н.э. (Шрамко и др., 1965; Терехова и др., 1997. С. 35–39), но подлинное наступление железного века в степной и лесостепной зоне происходит лишь в VIII в. до н.э., когда железные орудия вытесняют бронзовые. Позднее – во второй половине I тыс. до н.э. – железный век приходит в лесную зону Восточной Европы. В раннем железном веке на территории Восточной Европы выделяются три региона, наиболее рано освоившие железную индустрию: Северный Кавказ, Северное Причерноморье и Среднее Поволжье. На основании технико-технологических характеристик железных изделий этого времени можно сделать вывод о существовании двух традиций в освоении черного металла в указанных регионах: восточноевропейской и закавказской. Восточноевропейская традиция берет свое начало в Северном Причерноморье с рубежа I–II тыс. до н.э. (белозерская культура). Она основана на использовании простых операций изготовления изделий целиком из железа. Применение таких приемов улучшения рабочих качеств орудий, как цементация (искусственное получение стали) и термическая обработка не фиксируется вплоть до скифского времени (Шрамко, 1969; Шрамко и др., 1977). Закавказская традиция характеризуется применением высоких (для раннего железного века) технологий: цементации и термообработки. Эта традиция восходит к достижениям развитых ближневосточных цивилизаций (Терехова, Эрлих, 2000. С. 135–137). При изучении проблемы зарождения металлургии железа уместен вопрос о значении использования человеком метеоритного железа. Известно, что применение метеоритного железа фиксируется уже в бронзовом веке. Например, метеоритное происхождение имеет изделие из Эль Герзех, датируемое 3500 г. до н.э. (Yalcin, 1999. Р. 184). Из метеоритного железа были откованы и два предмета XVIII в. до н.э. из могильника Болдырево I: долотовидное орудие и железное лезвие биметаллического орудия типа тесла (Терехова и др., 1997. С. 33). Однако, по справедливому замечанию Н.Н. Тереховой, «опыты по обработке же- 257 лезных метеоритов никак не были увязаны с возможностью получения железа металлургическим путем» (Терехова и др., 1997. С. 39). В процессе археометаллографических исследований развивались и представления о древнем металле и способах его обработки. Так, еще Б.А. Колчин обратил внимание на повышенную по сравнению с современным железом микротвердость феррита ряда древних поковок. Он видел объяснение этому факту в развивающемся с течением времени процессе старения железа (Колчин, 1953. С. 48). Однако уже в конце 50-х годов польский ученый Е. Пясковский обосновал зависимость микротвердости феррита от содержания фосфора в металле (Piaskowski, 1963, 1984). В настоящее время влияние фосфора на микротвердость феррита подтверждена многочисленными металлографическими исследованиями древнего металла. В отечественной литературе на железо с высоким содержанием фосфора обратил внимание М.Ф. Гурин при изучении серии анализов химического состава железных предметов (1982. С. 64). Позднее в работах Л.С. Розановой и М.М. Толмачевой были сформулированы основные черты фосфористого железа, позволяющие определять эту микропримесь металлографическим способом без проведения химического анализа. К таким чертам относятся высокая микротвердость феррита3 и его крупнозернистость, своеобразная структура фосфорной ликвации, особый серебристый блеск железа после полировки, слабая протравливаемость металла металлографическими реактивами (Кулаков, Толмачева, 1987; Носов, Розанова, 1989). Существенные изменения за последние десятилетия произошли в оценке технико-технологического строя древнерусского железообрабатывающего ремесла. В результате первых исследований древнерусской кузнечной продукции Б.А. Колчин пришел к выводу, что на юге и на севере Руси встречаются одни и те же технические приемы и одна и та же закономерность их применения (Колчин, 1953. С. 184). Однако в дальнейшем при накоплении аналитического материала этот вывод подвергся корректировке. В 80-е годы Г.А. Вознесенская и Л.С. Розанова приходят к заключению о различии технологических традиций в кузнечном производстве северных и южных земель Древней Руси (Вознесенская, Коваленко, 1985. С. 107; Кочкуркина, Розанова, 1987. С. 92; Вознесенская, 1990. С. 83; Пушкина, Розанова, 1992. С. 218). Кузнечное ремесло Южной Руси основывалось на производственных традициях предшествующего времени. Основу этих традиций составляют преимущественное использование цельнометаллических конструкций, цементация и термическая обработка. Для кузнечного ремесла Северной Руси характерно преобладание в производстве кузнечных изделий сварных технологий, основанных на сочетании стального лезвия и железной основы. Это наблюдение, сделанное на основании многочисленных металлографических анализов продукции древнерусских кузнецов (прежде всего ножей), оказалось весьма продуктивным. Исследования последних лет подтвердили производственные различия между Севером и Югом Древней Руси и в других отраслях ремесла. 3 Микротвердость фосфорного железа Важной вехой в изучении древнего кузнечества стала коллективная монография «Очерки по истории древней железообработки в Восточной Европе» (Терехова и др., 1997). В ней подводятся итоги многолетних металлографических исследований восточноевропейских материалов. Одним из основных итогов работы стало выявление основных рубежей в истории кузнечного производства. Намечены этапы развития техники обработки черного металла со времени первого знакомства населения с метеоритным железом, освоения сыродутного способа получения железа до развитого средневековья. В монографии дан сравнительный анализ техники железообработки в хронологическом и культурноэтническом аспектах, прослежены закономерности развития кузнечества в разных регионах. Достоверность выводов базируется на экспериментальных данных, позволяющих получить эталонные образцы для каждой стадии металлургического и технологического процессов. Были задействованы также материалы по кузнечеству предскифской и скифской эпох, рассмотрены особенности железообработки в античных центрах, дана характеристика железных изделий из памятников лесной и лесостепной зон, введены в научный оборот данные, характеризующие железообработку племен салтово-маяцкой культуры в бассейне Нижнего Дона и народов Прикамья, рассмотрены вопросы формирования традиций в кузнечном ремесле Древней Руси. Намечены рубежи, маркирующие динамику развития железообработки на территории Восточной Европы. В этом плане одна из центральных – проблема начальных этапов освоения черного металла. Как установлено, появление первых железных изделий на территории Восточной Европы в начале I тыс. до н.э. было обусловлено контактами местных народов с развитыми центрами железообработки в Передней Азии и Закавказье. Во второй половине I тыс. до н.э. – начале I тыс. н.э. происходит распространение черного металла и способов его обработки на всей территории Восточной Европы. Появляется множество локальных центров железообработки, особенности которых определяются характером используемых сырьевых ресурсов и профессиональными навыками мастеров. Новый этап в развитии техники железообработки фиксируется в последней четверти I тыс. н.э. Он связан с возникновением раннегосударственных образований. Технология кузнечного ремесла характеризуется внедрением сложных технологических схем. В городских центрах идет процесс выделения узкоспециализированных мастеров. Как было показано в работе, развитие восточноевропейского кузнечества было составной частью общеевропейского процесса становления ремесла. На отдельных этапах оно испытывало определенное влияние извне. Взаимодействие внешних импульсов и местных традиций обусловило специфические черты железообрабатывающего ремесла Восточной Европы (Терехова и др., 1997. С. 299). Многолетние исследования древнего металла с применением металлографического метода предоставили в распоряжении археологов апробированный инструмент для изучения одного из важнейших ремесел – кузнечного. Развитие отечественной археометаллографии подтвердило правильность намечен­ 259 ного Б.А. Колчиным направления развития новой дисциплины. В настоящее время без привлечения аналитических данных становится невозможным не только изучение истории кузнечного ремесла, но и полноценное исследование археологической культуры и даже отдельного памятника. Благодаря разработанному Б.А. Колчиным методу археологические изделия из металла превратились в полноценный исторический источник. Внедрение нового естественно-научного метода в изучение древних ремесел позволило ответить на вопрос не только о том, что производилось, но и как производилось. Наследие Б.А. Колчина получило развитие в трудах его учеников и последователей. В Институте археологии РАН в составе лаборатории естественнонаучных методов продолжает активно работать группа металлографии. На сегодняшний день накоплен обширный банк археометаллографических данных по разным эпохам и территориям, включающий около 13000 анализов. В настоящее время основные археометаллографические исследования изделий из черного металла в России проводятся в лаборатории Института археологии РАН (В.И. Завьялов, Н.Н. Терехова), изделий из цветного металла – на кафедре археологии исторического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова (Н.В. Рындина, Н.В. Ениосова). Основы археометаллографического анализа Как уже отмечалось, археометаллографическое исследование начинается с изучения микроструктуры изделия. Основные структуры цветного металла Структура медных самородков. При микроскопическом анализе медных самородков на шлифе наблюдаются зерна неправильных очертаний, представляющие собой как бы искаженные границы многогранников или полиэдров. Такую структуру называют «зернистой» или «полиэдрической» (рис. 1). Рис. 1. Структура медных самородков (по: Рындина, 2005) В.И. Завьялов. Археометаллография 260 МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ В АРХЕОЛОГИИ... При холодном деформировании меди наблюдается раздробление и удлинение отдельных ее зерен, создается их ориентация в направлении главной деформации (рис. 2, 1, 2). Структура меди, деформированной вгорячую, имеет рекристаллизованный характер. Принципиально она ничем не отличается от той структуры, которая возникает после отжига4 наклепанного5 металла (рис. 2, 3, 4). Структуры литых бронз отличаются дендритной структурой (рис. 3). 4 Отжиг – вид термической обработки металлов и сплавов, заключающийся в нагреве до определенной температуры, выдержке и последующем, обычно медленном, охлаждении. 5 Наклеп – упрочнение металлов и сплавов вследствие изменения их структуры и фазового состава в процессе пластической деформации без дополнительного нагрева. Рис. 2. Микроструктуры деформированной меди 1, 2 – холодная деформация при разных степенях обжатия; 3, 4 – горячая деформация (по: Рындина, 1971) Рис. 3. Микроструктура мышьяковистой бронзы (по: Рындина, 1971) 261 Основные структуры черного металла Феррит – структура практически «чистого» железа (содержание углерода не превышает 0,05%). В железе, полученным сыродутным способом, между зернами феррита встречаются (иногда в большом количестве) шлаковые включения. В зависимости от степени прокованности шлаки могут иметь неправильную, округлую или вытянутую формы (рис. 4, 1). Феррит с перлитом – структура доэвтектоидной стали (с содержанием углерода до 0,9%). Феррит в таких сталях располагается или в виде отдельных светРис. 4. Микроструктуры железа и стали (1–6) В.И. Завьялов. Археометаллография лых зерен, чередующихся с темными участками перлита, или в виде светлых окаймлений вокруг зерен перлита (рис. 4, 2, 6). Мартенсит – структура закаленной стали. Характеризуется игольчатым строением и высокой твердостью (рис. 4, 4). Такая структура образуется при больших скоростях охлаждения. Троостит – структура термообработанной стали. Отличается очень высокой степенью дисперсности. Образуется при закалке с меньшей скоростью (масло, горячая вода) или при закалке с последующим низким отпуском. Сорбит – структура тонкоштрихованного строения (рис. 4, 5). Такая структура характерна для сталей, подвергнутых закалке с последующим высоким отпуском. Применительно к металлургическим артефактам употребляются следующие понятия: горновая крица, крица, товарная крица, полуфабрикат, заготовка. Губка железа – результат восстановления металлического железа из руды, не спекшийся в монолитную крицу (рис. 5, справа). Горновая крица – это продукт металлургического сыродутного процесса, не подвергавшийся механическому воздействию, представляющий собой твердую достаточно плотную массу железа, поры и полости которой заполнены шлаками (рис. 5, слева). Крица – продукт первичной обработки горновой крицы, в результате чего частично удаляются шлаковые включения и в какой-то степени уплотняется металл. Товарная крица – крица, имеющая стандартные форму, размер и массу (рис. 6). Полуфабрикат – продукт заключительной стадии обработки крицы, в результате которой получается монолитная масса металла, пригодная для ковки заготовки (рис. 7). На этой стадии происходит заварка пустот, исчезают крупные поры и шлаки. Полуфабрикат является необходимой промежуточной стадией, которая позволяет Рис. 5. Губчатое железо (справа) и горновая крица (слева), полученные в ходе экспериментальных плавок Рис. 6. Товарная крица (Новгород, Дмитриевский раскоп) 263 перейти к формовке заготовки намеченного изделия. Нередко полуфабрикатам придавали вид определенных орудий (топоров, кос, наральников). В таком случае они могли служить не только кузнечным сырьем, но и единицей обмена. Заготовка документирует начальную стадию технологического процесса изготовления кузнечного изделия. В качестве ее формального признака можно рассматривать близость заготовки к конкретному, но незавершенному артефакту. Рис. 7. Виды железных полуфабрикатов (1–19) В.И. Завьялов. Археометаллография Археометаллография и история освоения человеком металлов Первым металлом, освоенным человеком, была медь, что нашло отражение в названии одного из периодов в истории человечества – медно-каменный век (энеолит). Роль металла в развитии культурных и социальных процессов трудно переоценить. Достижения эпохи раннего металла не ограничиваются внедрением металлических, более совершенных по сравнению с каменными изделий. Это время становления первых цивилизаций, интенсификации взаимодействия человеческих коллективов, передачи культурных и производственных достижений на огромные расстояния. Возникновение и развитие металлопроизводства происходит в обширном ареале Западной Азии. Почему именно Ближний Восток стал «родиной» металлургии? Этому сопутствовали следующие основные факторы. Во-первых, большую роль в освоении нового материала играли богатые местные рудные ресурсы. Во-вторых, выработке навыков выплавки меди способствовала развитая во многих регионах Ближнего и Среднего Востока теплотехника: уже в неолите население владело технологией изготовления известковой обмазки и обжига керамики в горнах. Оба производства предполагают высокий уровень знаний, позволяющих контролировать термические процессы, что нашло свое применение и в производстве металла. В литературе существует несколько схем развития металлургических знаний. Накопленные к настоящему времени результаты микроструктурных анализов древнейших поковок Ближнего Востока и Юго-Восточной Европы подтверждают «родословное древо» цветной металлургии, предложенное Г.Г. Когленом (см. Рындина, 2005). Он выделяет четыре фазы в эволюции древнейшего металлопроизводства. Фаза «А» характеризуется кузнечной обработкой самородной меди. Ее куют сначала вхолодную, а затем и вгорячую. Фаза «В» начинается с открытия плавления самородной меди и появления первых изделий, отлитых в открытых формах. Фаза «С» связана с открытием выплавки меди из окисленных руд и началом действительной металлургии. Усложняется литейная техника, впервые осваивается литье в разъемные и составные формы. Фаза «D» знаменует переход к бронзам – любым искусственным сплавам на медной основе. Их появление сопровождают первые опыты по плавке сульфидных руд (Рындина, 2005. С. 115). Факт использования на Ближнем Востоке кованой самородной меди подкреплен в последнее время металлографическим изучением металла из памятников докерамического неолита. Микротструктура природных самородков отличается крупным, но неравномерным зерном. Часто наблюдается многократное повторение узких, длинных, расположенных параллельно кристаллов. Совсем иначе обстоит дело с переплавленными самородками: при их расплавлении примеси расплавляются в меди и она получает равномернозернистую структуру, обычную для металла, полученного из руды. В этом случае отличить самородную медь не удается и с помощью химического состава, поскольку медь может быть как очень чистой, так и сильно загрязненной примесями. Это крайне затрудняет четкое выделение фазы «В». Ее существование подкрепляется пока лишь косвенными наблюдениями о живучести самородного сырья в некоторых районах Ближнего Востока вплоть до V – середины III тыс. до н.э. 265 Весьма основательно документирована аналитическими данными фаза «С». На Ближнем Востоке она вписывается в рамки второй половины VI – первой половины IV тыс. до н.э. Древнейшим свидетельством освоения технологии выплавки металла из оксидных руд служит шлак из слоя VI А Чатал Гуюка на юге Анатолии, датированный по радиоуглероду VI тыс. до н.э. Накопленные аналитические данные показывают, что схема Г.Г. Коглена правильно отражает генеральную линию эволюции древнейшего металлопроизводства. Металлографические исследования подкрепляют основной вывод ученого о том, что открытия и изобретения в истории металлургии предопределяют и следуют друг за другом в определенной последовательности вне зависимости от сложности и противоречивости процесса ее регионального развития. Тем не менее, на фоне нынешнего состояния аналитических источников удается не только подтвердить периодизацию металлургии Г.Г. Коглена, но отчасти и дополнить техническую характеристику выделяемых им этапов. Оказалось, к примеру, что вскоре после открытия плавки чистых окисленных руд меди (начало фазы «С») последовало освоение восстановительной плавки смешанных оксидно-сульфидных руд. Прямое доказательство этому обнаружено Н.В. Рындиной при металлографическом изучении медных изделий и шлаков на стенках тиглей позднего этапа культуры Гумельница, датируемых IV тыс. до н.э. Ранее такого рода плавки оценивались как позднее явление, связанное с эпохой бронзы (фаза «D»). В пределы фазы «С» удается вписать и еще одно чрезвычайно важное изобретение, связанное с упрочнением меди холодной ковкой (наклеп). Следы наклепа в виде вытянутых холодной ковкой, разбитых полиэдров были обнаружены на большой серии крупных ударных орудий из энеолитических памятников Восточного Средиземноморья, Балкано-Карпатья и Восточной Европы. Чтобы представить важность этого технического достижения, достаточно обозначить твердость металла: на лезвийной кромке, в зоне наклепа она составляет 110–130, а вдали от него – 77–89 кг/мм2 . Массовые металлографические исследования древнейших медных находок позволили установить, что в непосредственной зависимости от уровня металлургических знаний находится и набор используемых человеком предметов из металла. В металлоносных культурах неолита, носители которых делают первые шаги в освоении меди и не знают способов ее упрочнения ковкой, металл находит применение только в производстве украшений и в меньшей степени орудий колющего и режущего действия: шильев, рыболовных крючков, ножей. Топоры и другие орудия ударного действия (тесла, долота, молотки, мотыги) получают распространение только с открытием эффекта упрочнения меди ковкой и совершенных способов ее литья в разъемные формы. С этим и связан переход к энеолиту. Таким образом, само понятие энеолита, с какими бы экономическими и культурными критериями не сопрягалось оно на конкретных территориях, напрямую связано с технологическими показателями обработки медных орудий, выделяемых с помощью металлографии. Важные результаты дает металлография при исследовании проблемы происхождения металлургических знаний во вновь возникающих центрах металлопроизводства. Обобщение массовых микроструктурных анализов показывает, что начальные стадии развития нового независимого центра металлургии во В.И. Завьялов. Археометаллография многом похожи на начальные этапы развития металлургии в целом: лишь после освоения простейших, универсальных по своему характеру приемов – кузнечная ковка, рубка, плющение и пр. – представители нового центра переходят к литью и сопутствующим ему сложным приемам металлообработки. Иными словами, независимый путь становления нового центра предполагает некоторый период ученичества, первичного знакомства с металлом и методами его простейшей обработки. Отсутствие каких-либо признаков такого ученичества, внезапный «всплеск» сложных технологий металлопроизводства свидетельствует о привнесенном со стороны характере металлургических знаний (Рындина, 2005. С. 121). Поистине революционным событием в истории металлургии стало освоение сыродутного процесса получения железа. Железо – один из наиболее распространенных на Земле элементов. Важная предпосылка перехода от бронзовых к железным орудиям и последующего господства черного металла в производстве заключается в наличии большого числа пригодных для промышленной разработки месторождений железных руд. Еще более существенная причина состоит в том, что железо, как ни один другой металл, способно изменять свои технические характеристики в результате специальной обработки. Первые изделия из железа датируются эпохой ранней бронзы. Зона их распространения совпадает с зоной первых медных изделий. В течение бронзового века происходит первое знакомство человека с новым материалом и его распространение: в поздней бронзе железные артефакты зафиксированы уже не только в на Ближнем Востоке, но и в Европе. Р. Плейнер (Pleiner, 2000. P. 20, 21) выделяет четыре фазы знакомства человека с черным металлом. Первая фаза охватывает более трех тысячелетий (5000–1300 г. до н.э.). В это время железные артефакты спорадически появляются на памятниках Анатолии и Месопотамии. Во второй фазе отмечается регулярное (хотя и в незначительных размерах) производство железа. Черный металл все еще остается престижным и дорогим материалом. Производство железа полностью контролируется государственными органами. Цена железа в несколько раз превосходит цену серебра. Этот период можно назвать «протожелезным веком», и он входит в эпоху поздней бронзы. Третья фаза – собственно ранний железный век в технологическом и социально-экономическом смыслах. Железо используется при изготовлении четырех основных категорий орудий: ножей, топоров, долот и серпов. Наконец, четвертая фаза представлена временем абсолютного преобладания железных предметов во всех сферах деятельности. Массовая продукция производится в металлургических центрах, сосредоточенных в обеспеченных рудой и топливом регионах. Начинается специализация кузнецов. Цена железа становится в сотни раз меньше цены серебра. В отличие от меди железо в чистом виде практически не встречается. Самый распространенный минерал (точнее смесь различных минералов) железа – гетит (лимонит, бурый железняк). Он образуется вследствие выщелачивания железа почвенными и речными водами из горных пород. На лугах и других открытых местах, в насыщенной кислородом воде озер и болот раствор окисляется 267 и осаждается в виде нерастворимого гетита, образуя так называемые озерные, луговые и болотные руды. Однако первыми освоенными человеком железными рудами были более богатые, но менее распространенные гематиты. В свою очередь, как показали многочисленные эксперименты по восстановлению железа, не все гетитовые руды могли использоваться древним металлургом. Хороший результат получался только при наличии богатых руд (с содержанием железа около 40-50%). Главная особенность древней металлургии железа – практически вплоть до Нового времени железо получалось прямым восстановлением, в ходе которого металл не расплавлялся, а восстанавливался в сыродутном горне химическим способом под воздействием высокой температуры в насыщенной углеродом атмосфере. Получение железа в твердом состоянии исключало возможность отливки железных изделий в формах, как это имело место с орудиями из бронзы. Таким образом, основным способом обработки черного металла была кузнечная ковка. Отмечено, что «чистое» железо по своим техническим качествам не имело особых преимуществ перед некоторыми сортами бронзы. Однако характерной особенностью железа является способность соединяться с углеродом, образовывая новый материал – сталь, который обладал более высокой твердостью. В свою очередь сталь может принимать закалку (процесс, при котором металл нагревается до определенной температуры, а затем резко охлаждается в определенной среде: воде, масле и т.п.), которая делала орудие еще более твердым. В зависимости от технологии изготовления различают простые кузнечные изделия (откованные из железной или стальной заготовки) и орудия, изготовленные с помощью технологической сварки. В результате этой операции стальное лезвие наваривали или вваривали в железную основу орудия. В зависимости от способа сварки лезвия и основы выделяют основные технологические схемы: трехслойный пакет (рис. 8, 1), варка, косая наварка (рис. 8, 2), торцовая наварка (рис. 8, 3). Как уже отмечалось, основа аналитического исследования древних предметов из металла – определение на основании микроскопических данных технико-технологической схемы изготовления артефакта. Под технологической схемой подразумевается последовательность кузнечных операций, применявшихся при изготовлении предмета. При этом обращается внимание на подбор сырья, качество исполнения отдельных операций, правильность выбора температурного режима. Микроскопический анализ позволяет характеризовать и сырьевой Рис. 8. Виды технологической сварки 1 – трехслойный пакет; 2 – косая наварка; 3 – торцовая наварка В.И. Завьялов. Археометаллография материал, который был использован при изготовлении предмета. Обработка полученных аналитических данных ведется по единой методике – в пределах конкретной археологической культуры (культурно-исторической общности) материалы распределяются матричным способом по следующему принципу: памятник – категории кузнечных изделий, категории – технологические схемы, технологические схемы – хронология. В итоге этой работы становится возможным говорить об особенностях производства, отражающих местные кузнечные традиции. Обобщение результатов проведенных исследований позволяет перейти к построению историко-технологических концепций с выходом на социальноэкономические проблемы, такие, например, как культурно-исторические связи разных народов в производственной сфере, взаимодействие варварского мира и городских цивилизаций, влияние инокультурных факторов на развитие кузнечного ремесла, кузнечное ремесло в деструктивные периоды. Многолетняя работа группы металлографии лаборатории естественнонаучных методов Института археологии РАН позволила в полной мере продемонстрировать возможности археометаллографического метода в решении исторических проблем. В настоящее время накоплен уникальный банк аналитических данных, состоящий, как уже упомянуто выше, из 13000 анализов, охватывающих период от раннего железного века до Нового времени и территориально от Прибалтики на западе до Забайкалья на востоке и от Шпицбергена на севере до Причерноморья на юге. Конкретное проявление культурно-исторических связей в производственной сфере может быть отслежено на фоне выявленных традиций, суть которых заключается в создании технологического стереотипа. Под технологическим стереотипом понимается определенный набор и соотношение признаков, характеризующих материал, приемы и способы изготовления изделий в конкретной археологической культуре. На фоне традиций становится возможным выявление инокультурных воздействий (инноваций). В производственной сфере можно выделить три вида культурно-исторических контактов: перемещение кузнечных артефактов; перемещение мастеров; распространение технологических идей (рис. 9). В первом случае имеются в виду все возможные варианты передвижения артефактов: импорт (как в результате прямого, так и многоступенчатого обмена), захват (в результате взимания дани, грабежа и т.п.). Не трудно заметить, что этот уровень – низшая форма культурных контактов в производственной сфере, поскольку это простое заимствование предметов, иногда даже без ясного понимания их свойств и технических особенностей. Более высокий уровень представляет перемещение мастеров. В этом случае возможна как корпоративная замкнутость пришлого населения, так и растворение его в массе аборигенных племен с передачей секретов своего мастерства. Наконец, высший вид контактов между древними народами – распространение идей. В этом случае мастера воспринимали новые производственные идеи или в виде подражания форме изделий, или в воспроизводстве новой технологии. О перемещении артефактов можно судить, если в определенной культуре фиксируется чуждая форма предмета, изготовленного в технологии неизвестной 269 в данном обществе. Перемещение мастеров фиксируется тогда, когда местные формы изделий изготовлены в нетрадиционной для рассматриваемого общества технологии. О распространении технологических идей можно говорить, если имеет место подражание либо чуждой форме изделия (при этом технология остается традиционной для данной культуры), либо некой технологической схеме (форма изделия может оставаться местной). Конечно, в реальном историческом процессе все эти факторы не проявляются в чистом виде. Более того, зачастую наблюдается взаимодействие двух, а иногда даже и всех трех видов контактов. Это взаимодействие обуславливает формы и степень близости культурно-исторических связей. Использование метода археометаллографии позволяет проследить реализацию перечисленных факторов на конкретном материале. При этом основное внимание при изучении культурно-исторических контактов в производственной сфере обращается на материал, технику, технологию с учетом типологических характеристик. На протяжении многих лет в центре внимания группы металлографии было изучение кузнечного ремесла финно-угорских народов Поволжья и Предуралья. Являясь одним из древнейших этносов на территории Восточной Европы, эти народы на протяжении тысячелетий сохраняют свои этнические черты, несмотря на проникновения на территорию их проживания других этносов: индоиранцев, угров, тюрок, скандинавов, славян. Широкий хронологический диапазон имеющихся материалов (VIII в. до н.э. – XV в. н.э.) позволил выявить технико-технологический стереотип, характерный для кузнечного производства финно-угров (Завьялов и др., 2009). Археологически установлено, что в среде финно-угров первые железные предметы появляются в конце VIII – VI в. до н.э. на территории Среднего Поволжья. Эти изделия находят прямые аналогии в материалах памятников Северного Кавказа. В результате широкомасштабных археометаллографических исследований удалось показать, что и технологически железные предметы имеют соответствия в кавказских материалах. Однако кавказские кузнечные традиции не вошли в систему местной железообработки. Рис. 9. Культурно-исторические контакты в производственной сфере В.И. Завьялов. Археометаллография Финно-угорский технико-технологический стереотип формируется во второй половине I тыс. до н.э. и характеризуется простыми технологическими схемами (абсолютное преобладание цельножелезных и цельностальных предметов), редким применением термообработки (в виде резкой закалки). Смена технико-технологического стереотипа у финно-угров происходит в IX ­в., что было связано с вовлечением этих народов в трансъевропейскую торговую систему по Великому Балтийско-Волжскому пути: основой изготовления качественной продукции становится технологическая сварка (трехслойная и вварная технологические схемы), вырастает доля термообработанных изделий. Характеризуя кузнечное производство финно-угорских народов можно заключить, что оно было достаточно консервативным. Несмотря на многочисленные миграции, вторжения иноэтничного населения на территорию финно-угров, трансформации местных культур, отчетливо видна устойчивость производственных традиций на протяжении длительного времени. Постоянно находятся в центре внимания исследователей проблемы, связанные с древнерусским кузнечным ремеслом. Как было установлено, в технологии производства кузнечных изделий в северорусских и южнорусских землях в домонгольское время имелись существенные различия. Кузнечное ремесло Южной Руси базировалось на предшествующих местных традициях. Основу его составляло использование цельнометаллических конструкций из железа и стали. Для кузнечного ремесла Северной Руси характерно преобладание в производстве кузнечных изделий сварных технологических конструкций, предполагающих сочетание стального лезвия и железной основы. В IX–XI вв. это трехслойный пакет, в последующее время – различные варианты наварки. При этом технология трехслойного пакета не имела местных корней и была привнесена извне. Распространение технологии трехслойного пакета в Восточной Европе связано с функционированием трансъевропейского Балтийско-Волжского пути и возникновением торгово-ремесленных поселков с разноэтничным населением, главным занятием которого была дальняя торговля, военные походы, ремесло (Завьялов и др., 2012). Накопление новых материалов позволило всесторонне рассмотреть проблему распространения трехслойной технологии на территории Восточной Европы. Результаты многочисленных металлографических анализов свидетельствуют, что с технологической точки зрения трехслойные ножи разделяются на два варианта. К одному относятся орудия, изготовленные по следующей технологической схеме: в центре клинка помещалась полоса высокоуглеродистой стали, выходящая на рабочую часть, а по бокам – полосы железа. Причем использовалось железо особого сорта – с высоким содержанием фосфора. Такая технология изготовления ножей сочетается с определенным типом орудий (группа IV по Р.С. Минасяну). Эти орудия имели прямую спинку, четкие уступы при переходе клинка в длинный черенок (соотношение длины клинка к длине черенка составляло 2:1–1:1). Автор связал происхождение этого типа с Северной Европой, где подобные ножи бытуют уже в меровингское время (Минасян, 1980. С. 73). Следует отметить, что сочетание данного типа ножа с технологической схемой трехслойного пакета обосновал еще Б.А. Колчин (1959. С. 51, 52). Дальнейший 271 анализ восточноевропейских ножей позволил вполне обоснованно связать скандинавское происхождение не только IV группы ножей, но и наиболее характерную для них технологию «классического» трехслойного пакета (Кочкуркина, Розанова, 1987. С. 90; Завьялов, 1989). Такие ножи отнесены к североевропейскому варианту (Завьялов и др., 2012. С. 18), поскольку именно на территории Северной Европы известны наиболее ранние (VII в.) экземпляры таких изделий (Arrhenius, 1970, 1989). В Восточной Европе первые ножи, выполненные в североевропейском варианте, зафиксированы в Старой Ладоге в слоях второй половины VIII – начала IX в. (Розанова, 1994). На территории Восточной Европы распространен и другой вариант трехслойного ножа, который получил название восточноевропейского. Отличительная черта таких ножей – отступление от классических образцов. Эти отступления проявлялись в подборе поделочного материала: не использовалось фосфористое железо, все полосы могли быть стальными или железными, сталь могла располагаться по краям клинка. Местные мастера восприняли новую технологию, но выполняли ее в своем варианте, не соблюдая всех тонкостей технологической схемы. Наиболее четко картина соотношения двух вариантов во времени прослеживается на материалах Новгорода. В ранний период существования города ножи североевропейского варианта доминируют. Но уже в начале XI в. их доля резко сокращается, в то время как возрастает доля орудий, изготовленных по восточноевропейскому варианту. Пик распространения таких ножей приходится на XII в., после чего технология трехслойного пакета вытесняется технологией наварки. Иную картину демонстрируют памятники Ростово-Суздальской земли. Здесь североевропейский производственный вариант в изготовлении ножей достигает максимального значения в XI в. и является основным вплоть до прекращения бытования трехслойных ножей. Восточноевропейский вариант представлен незначительным количеством экземпляров. Проблемы кузнечного ремесла в деструктивный период иллюстрируют материалы из различных древнерусских памятников в золотоордынское время. Известно, что на Руси многие ремесленные производства исчезают во второй половине XIII в. Была поставлена задача – проследить судьбу кузнечного ремесла после татаро-монгольского нашествия (Завьялов и др., 2007). С этой целью проведено археометаллографическое исследование кузнечной продукции из памятников XIII–XV вв., как подвергавшихся нападению татаро-монголов (Москва, Тверь), так и избежавших разрушений (Новгород, Псков). Полученные результаты позволяют утверждать, что в золотоордынский период в древнерусском кузнечном ремесле сохраняются традиции домонгольского времени. Это объясняется тем, что сложившаяся в домонгольский период устойчивая структура древнерусского ремесла позволила сохранить даже в условиях разрушения политических структур и экономических связей устойчивость и преемственность производственных традиций. Дальнейшее развитие русского кузнечного ремесла шло по пути упрощения техники изготовления изделий. Наблюдается переход от сварных конструкций В.И. Завьялов. Археометаллография к выковке цельностальных изделий (из сырцовой стали). Преобладание в позднем средневековье в ведущих ремесленных центрах цельностальных изделий связывается с расширением емкости рынка, который требовал увеличения количества продукции. Эта задача решалась за счет широкого использования более простых технологических схем (прежде всего выковки цельностальных предметов). Применение сырцовой стали позволяло существенно увеличить количество производимой продукции, не снижая рабочих качеств орудия. В настоящее время на основе накопленного банка археометаллографических данных появилась возможность приступить к конструированию моделей технологического развития кузнечного ремесла. Построение и исследование моделей способствует получению наиболее адекватного представления об изучаемом процессе или явлении. Применительно к рассматриваемой теме под моделью технологического развития понимается совокупность трех взаимозависимых составляющих: технико-технологический стереотип, производственные традиции и инокультурные воздействия. В результате можно выявлять особенности и закономерности становления и формирования кузнечного ремесла в конкретной культурно-исторической общности, определять роль традиций и инноваций в этой отрасли производства, раскрывать характер этнокультурных взаимодействий. Аналитические данные по кузнечному производству разных народов Восточной Европы позволяют констатировать, что модель технологического развития отражает производственную культуру определенного общества. В свою очередь формирование конкретной производственной культуры подвержено влиянию множества факторов. Наиболее существенные среди них – степень экономического и общественно-политического развития, уровень развития техники, производственные традиции, межэтнические контакты и т.д. Исходя из анализа аналитических данных по кузнечному ремеслу разных народов Восточной Европы, выделено несколько технологических моделей. Условно их можно определить как «архаичная», «консервативная» и «прогрессивная». Для архаичной модели характерно отсутствие динамики в развитии техники на протяжении длительного периода. Производство не воспринимает инновационные воздействия. Примером такой модели может служить кузнечество финно-угров в V в. до н.э. – VIII в. н.э. (Завьялов и др., 2009. С. 132). В отличие от архаичной консервативная модель открыта для технологических инноваций. Однако эти инновации консервируются в местной производственной среде. Дальнейшее развитие кузнечной техники не происходит. Такая модель характерна для пермских народов Предуралья в X–XVII вв.: воспринятая местными мастерами в IX–X вв. скандинавская традиция (технология трехслойного пакета) законсервировалась на несколько столетий, превратившись в основу пермского кузнечного ремесла (Завьялов, 2005. С. 158). Прогрессивная модель открыта для инноваций, воспринимает и развивает высокие технологии. Она характеризуется динамичным производством, в основе которого лежит трансформация технико-технологического стереотипа. Наиболее яркий пример – кузнечное ремесло Древней Руси. Археометаллографические данные позволяют констатировать неоднократную смену ведущих технологических схем: широко распространенный в IX – первой половине XII в. 273 трехслойный пакет во второй половине XII в. сменяется технологией наварки, которая в свою очередь в конце XV – XVI в. уступает свое значение цельностальным конструкциям. Эти изменения связаны, и здесь нельзя не согласиться с Б.А. Колчиным (1959. С. 54), с динамично развивающейся экономикой Древнерусского государства и расширением рынка сбыта продукции городского ремесла (Завьялов, Терехова, 2014). С изучением истории древней металлургии и металлообработки тесно связаны экспериментальные работы по моделированию различных технологических процессов. Парадокс в изучении истории металлургии заключается в том, что из понимания сути процесса еще не следует овладение практикой процесса. Иными словами, известно, как производилось железо, существует научное обоснование сыродутного процесса, но далеко не всегда этих знаний достаточно, чтобы получить тот же результат, которого достигали древние металлурги в своей повседневной практике. Приступая к экспериментам, исследователь должен прежде всего ответить на вопрос – для чего эти работы проводятся. В методологии науки общепризнанно, что эксперимент относится к методам эмпирического уровня исследования и используется для получения эмпирических данных. В то же время очевидно, что результаты любого эксперимента не могут служить бесспорным доказательством, что именно так работал древний ремесленник, именно так был организован технологический процесс. По словам Б.А. Колчина, «Удача или неудача единичного опыта еще не решает окончательно вопроса о древней технологии. Если один, два, даже три раза у нас что-то не получилось (а не получилось из-за отсутствия элементарного опыта, навыка или незнания маленького древнего секрета), это не значит еще, что в древности было не так. И, наоборот, если что-то сразу удалось (согласно нашей интерпретации археологического факта, довольно часто фантастической и далекой от реальности), то это нужно еще поставить под сомнение и провести неоднократную проверку» (Колчин, Круг, 1965. С. 196, 197). Из этого следует, что результат эксперимента (положительный или отрицательный) не может служить аргументом для подтверждения или опровержения какой-либо гипотезы. Задача эксперимента заключается в другом. Основная цель проводимых работ – приблизиться, насколько это возможно, к миропониманию мастера, на основе личного восприятия попытаться определить степень сложности тех или иных технологических процессов. Обоснованность такого подхода к эксперименту по моделированию древних технологий основана на единстве физико-химических процессов, которые использовал человек при работе с теми или иными материалами. Большое значение имеет и эмоциональная составляющая экспериментальных работ. Состояние человека, оказавшегося участником исторического эксперимента, можно охарактеризовать следующими словами: «можно прочитать сотни исторических книг и считать, что ты понял, как жили твои далекие предки, но настоящее понимание придет лишь тогда, когда, вскопав землю плугом и посадив семена, ты осознаешь, что твоя дальнейшая жизнь зависит от урожая, а от качества только что изготовленной одежды то, замерзнешь ли ты зимой или нет...» (http://www.cbook.ru/peoples/obzor/reckon1.shtml). Проведение экспериментов по физическому моделированию процесса получения железа сыродутным способом в России связано с именем Б.А. Колчина. В.И. Завьялов. Археометаллография. В 1961 и 1962 гг. им совместно с О.Ю. Круг были проведены экспериментальные плавки железа в реплике древнерусской наземной шахтовой печи X–XIII вв., известной по археологическим источникам. В 1962 г. в проведении эксперимента принимал участие чешский исследователь Р. Плейнер. Наиболее важный вывод, сделанный Б.А. Колчиным и О.Ю. Круг по результатам эксперимента, состоит в следующем. В сыродутных горнах, конструктивно работавших без выпуска шлака, в результате процесса получался металлургический конгломерат. Он состоял из шлака, губчатого железа и остатков угля. В этих слитках железо находилось в верхней части, шлак – в нижней. Для получения чистого железа требовалась вторичная операция отделения шлака. Железо могли получать механическим дроблением слитка и отбором железа и последующей его сваркой или же расплавлением слитка конгломерата в специальных сосудах (Колчин, Круг, 1965. С. 215). Интересно, что вывод о двухстадиальности сыродутного металлургического процесса несколько позднее сделал норвежский историк металлургии А. Эспелунд (Espelund, 2005. P. 21). К сожалению, дальнейшего развития проведенные Б.А. Колчиным эксперименты не получили. Работы по моделированию сыродутного процесса возобновились лишь в 2005 г.6 За образец конструкции сыродутного горна была принята модель древнерусской домницы, применявшаяся Б.А. Колчиным во время экспериментов в Новгороде. Построенная в Рязани модель имеет археологические прототипы: близкие по размерам и конструкции домницы были обнаружены при раскопках металлургических мастерских на Куликовом поле (Наумов, 2006. С. 103, 104). Экспериментальный горн сложен из кирпича на глиняном растворе. Как показали эксперименты, такая конструкция довольно устойчива к воздействию высоких температур и после завершения процесса требует минимальных затрат для подготовки к следующей плавке. Для экспериментальных плавок использовалась руда из Истьинского, Толпинского и Локнинского рудопроявлений Рязанской области, расположенных в непосредственной близости от древнерусских памятников. Процесс восстановления железа (от времени засыпки первой порции шихты до разборки фурмы) занимал в среднем около 2,5 ч. В результате экспериментов удалось получить губчатое железо и небольшие фрагменты горновых криц. Один из таких фрагментов удалось проковать и получить относительно монолитный железный полуфабрикат. И прокованный полуфабрикат, и губчатое железо были подвергнуты микроструктурному анализу. Структура губчатого железа, полученного в ходе эксперимента, – феррит и феррит с перлитом. В металле очень много шлаковых включений. Проведенные экспериментальные работы не только наметили пути решения ряда проблем в технологии древней металлургии, но и позволили обозначить круг вопросов, связанных с организацией древнего производства. По образному выражению Б.А. Колчина, в ходе экспериментальных плавок исследователь 6 Во второй половине 90-х годов XX в. экспериментальные работы по реконструкции древних металлургических процессов проводил Ю.А. Семыкин, однако научные результаты этих исследований не были опубликованы. 275 «узнает и видит много нового, о чем раньше мог только предполагать, исходя из теоретических догадок» и «в какой-то степени представить труд металлургов, их огромный практический опыт, накопленный столетиями, необходимый для получения бруска железа из кучи болотной руды» (Колчин, Круг, 1965. С. 214). Таким образом, разработанный Б.А. Колчиным и Р. Тайлекотом метод археометаллографии за последние 60 лет доказал свою значимость в изучении истории древнего ремесла. Он стал составляющей частью комплексных археологических исследований, расширяя возможности исторических реконструкций. В настоящее время новое направление в археологических исследованиях продолжает развиваться в соответствии с задачами, которые диктуют современные археологические открытия.