

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ
ИНТЕГРАЦИЯ
В АРХЕОЛОГИИ



УДК 902/903
ББК 63.4
М43

Утверждено к печати
Ученым советом Института археологии РАН

Ответственные редакторы
член-корреспондент РАН *Е. Н. Черных*
Т. Н. Мишина

Рецензенты
доктор исторических наук *Г. Е. Афанасьев*
доктор исторических наук *В. И. Гуляев*

М43 **Междисциплинарная интеграция в археологии** (по материалам лекций для аспирантов и молодых сотрудников) / отв. ред. Е.Н. Черных, Т.Н. Мишина. – М.: ИА РАН, 2016. – 384 с.: ил., цв. вклейка
ISBN 978-5-94375-195-0

Начало XXI века ознаменовалось тем, что одним из наиболее значимых показателей эффективности и принципиальной новизны в научных изысканиях стала считаться их междисциплинарность. В первую очередь это коснулось археологии и палеоантропологии, занимающих в сфере гуманитарных наук место совершенно особое. Их фундаментом – в отличие, например, от классической истории – является мир материальный и по сути безграничный. Здесь и окружающая людей природа, здесь и мир, человеческими руками сотворенный. Заставить этот неживой мир «заговорить» и поведать о древних ступенях развития человечества можно только с помощью исследовательских методов естественных и технических наук. Именно этому и посвящена предлагаемая читателям книга.

УДК 902/903
ББК 63.4

ISBN 978-5-94375-195-0

© Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт археологии
Российской академии наук, 2016
© Авторы разделов, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

От редакторов-составителей.....	4
---------------------------------	---

I. ВВЕДЕНИЕ

<i>Черных Е.Н.</i> Археология и история: хронологическо-методологический диссонанс наук	8
---	---

II. АРХЕОХРОНОЛОГИЯ

<i>Черных Е.Н.</i> Радиоуглеродная хронология в свете системного анализа крупных серий датировок (итоги ожидаемые и итоги парадоксальные)	30
<i>Карпунин А.А.</i> Дендрохронология в археологии: методические аспекты	52

III. ПАЛЕОЭКОЛОГИЯ И МОДЕЛИ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ

<i>Алешинская А.С., Спиридонова Е.А., Кочанова М.Д.</i> Возможности применения палинологического анализа при археологических исследованиях	70
<i>Антипина Е.Е.</i> Современная археозоология: задачи и методы исследования	96
<i>Лебедева Е.Ю.</i> Археоботаника: методы исследований и интерпретация результатов	118
<i>Антипушина Ж.А., Горлова Е.Н.</i> Анализ остатков беспозвоночных из раковинных куч	147
<i>Борисов А.В.</i> Археологическое почвоведения	164

IV. ПАЛЕОАНТРОПОЛОГИЯ И СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ

<i>Добровольская М.В.</i> Биоархеологические подходы в изучении материалов кремации.....	182
<i>Добровольская М.В.</i> Теоретические основы и методика изотопных исследований в палеодиетологических реконструкциях	191

<i>Медникова М.Б.</i> Радиологические методы в биоархеологии	203
<i>Шишлина Н.И.</i> Археологический источник и изотопная геохимия.....	219

V. АРХЕОМЕТАЛЛУРГИЯ

<i>Черных Е.Н., Луньков В.Ю.</i> Рентгено-флуоресцентный метод анализа химического состава древних изделий из цветных металлов	244
<i>Завьялов В.И.</i> Археометаллография	252

VI. ПОЛЕВЫЕ ИСЛЕДОВАНИЯ

<i>Коробов Д.С.</i> Применение ГИС и данных дистанционного зондирования в археологии	280
<i>Коробов Д.С.</i> Современные подходы в полевой археологии	312
<i>Журбин И.В.</i> Основы применения геофизических методов в современной археологии	343

VII. ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ

<i>Черных Е.Н.</i> Археология и естественные науки: пятьдесят лет спустя.....	368
Список сокращений	379

I. ВВЕДЕНИЕ

АРХЕОЛОГИЯ И ИСТОРИЯ: ХРОНОЛОГО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ДИССОНАНС НАУК

Е.Н. Черных

Официально принятая Международной Комиссией (International Commission on Stratigraphy) *хронологическая шкала* отводит в общем развитии Земли – протяженностью примерно в 4,5 млрд лет – предельно малый финальный отрезок в 2,588 – или же, округляя, 2,6 млн лет, называемый *четвертичным периодом*. Этот отрезок времени нередко именуют *антропогеном*, поскольку именно в его хронологических рамках зародился и сформировался биологический вид *Номо*. Сам период делится на два неравнозначных субпериода: длительный, более чем 2,5 «миллионелетний» *плейстоцен* – он же *ледниковый*, а также чрезвычайно короткий по хронологической протяженности *голоцен* или же *последниковый*, в котором мы обитаем и поныне. На голоцен отводят всего 11700 – а при округлении 12 тыс. лет из общей хронологической протяженности четвертичного периода (рис. 1).

С позиции археологической науки плейстоцен связан с различными этапами развития человеческих общностей эпохи палеолита или древнекаменного века, а постпалеолитические культуры целиком укладываются в период последниковый. Все эти лапидарные напоминания размещены в начале статьи, чтобы сразу же обратить внимание на разительную неравнозначность и резкий контраст двух близкородственных наук или же дисциплин – истории и археологии, – ведь именно с ними связана основная функция изучения человека в общеисторическом процессе его развития от появления древнейших популяций вплоть до современности.

С целью избежать путаницы в номенклатуре наименований при дальнейшем изложении мы будем различать в тексте так называемую *всемирную историю* развития человека и его культур и выражать ее сокращенно и через заглавные буквы как **ВМИ**, а также две ее основные дисциплины – *археологию* и собственно *историю*.

Письменные источники и хронологический лимит исторической науки

Для исторической дисциплины письменные источники служат основным и едва ли не единственным полигоном исследования. Материалы полигона жестко лимитируют как хронологические, так и пространственные рамки этой науки. Так, при согласии большинства специалистов древнейшие в Старом Свете и, стало быть, на всей Земле письменные документы, обнаруженные преимущественно в Египте, а несколько позднее также и в Месопотамии, датируют около 3000 г. до н.э., т.е. примерно 5 тыс. лет назад. Вместе с тем в пространст-

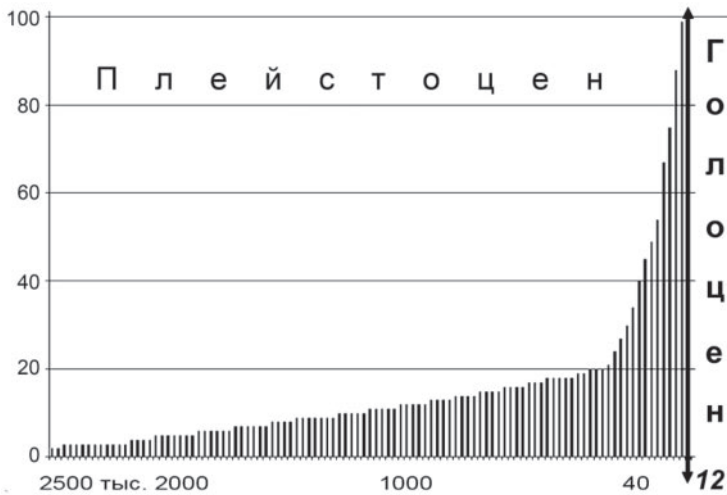


Рис. 1. Приближенная схема хронологического-пространственного соотношения периодов плейстоцена и голоцена (доля последнего обозначена черной линией со стрелками на концах)

венном отношении эти регионы чрезвычайно ограничены: доля их суммарного покрытия от обитаемых только в Старом Свете – т.е. в Евразии и Африке, не достигает и 1%! Да и сведения, которые удастся извлечь из клинописных или же иных источников, предельно скупы. Сменялись эпохи, и шаг за шагом ширились те ареалы, о которых можно было получить сведения из источников письменных. Однако лишь после условно-знакового и во многом символического 1500 года – стартового значения для *Эпохи Нового Времени*, т.е. уже с *Эпохи Великих географических открытий*, а вернее *Эпохи Европейской колонизации нашей Планеты* – письменные источники, правда, с весьма неоднозначной мерой информационной детализации охватили или хотя бы коснулись человеческих сообществ на всей суше Земли (рис. 2).

Даже эта кратко обрисованная грань сопоставлений дает нам возможность судить об одном из самых примечательных отличий между собственно историей и археологией. Для исторической дисциплины лимит отсутствия письменных источников фактически неодолим, и без них она методически беспомощна. Археология подобных лимитов не признает и не имеет – ведь главный объект ее анализа материальное производство человеческих коллективов и окружающая их природа. Люди оставляют материальные следы своего бытия и тесного взаимодействия с природой, начиная с древнейших периодов существования видов *Homo habilis* или *Homo ergaster* повсюду и вплоть до нынешнего дня. Из этого следует, что, с позиции *пространственно-хронологического охвата* историческая дисциплина в состоянии составить представление о характере человеческих сообществ нашей планеты лишь для позднейшего из этапов их развития. При этом даже в 12-тысячелетнем голоцене ее потенциальный охват

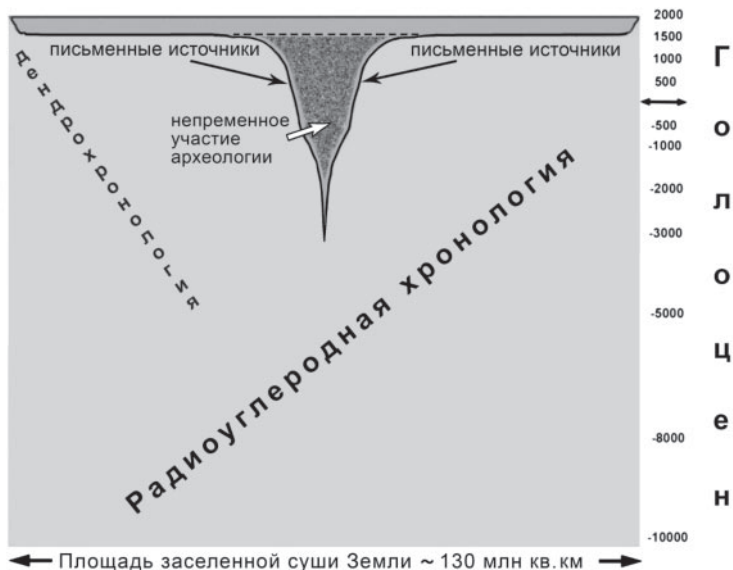


Рис. 2. Приблизительно выраженное хронологическое-пространственное соотношение между письменными и дописьменными культурами

не в состоянии превысить **7-8% культур**, населявших в тот краткий период всю обитаемую сушу Земли. Если же переместить эти показатели из голоцена в общую в 2,6 млн лет картину антропогена, то доля прямых возможностей исторической науки уменьшается до весьма мало правдоподобных величин – **не более 0,2%!**

Следовательно, историческая дисциплина обеспечивает лишь финальное «покрытие» **ВМИ** человечества, да и к тому же подобного рода «покрытие» в реальности будет выглядеть тончайшей «пленкой». Все остальные уже дописьменные общества будут более чем на 99% принадлежать исключительно сфере методологических возможностей археологии.

О важнейших принципах периодизации в ВМИ

Тему диссонанса между обеими дисциплинами мы продолжим, коснувшись кардинальных отличий в методологии науки тесно связанных с ней проблем периодизации исторического процесса. Вот, например, как представлялась еще совсем недавно в нашей стране важная цель, а по сути парадигма **ВМИ** на базе марксистско-ленинских догм: «В основе единого и закономерного исторического процесса лежит последовательная смена общественно-экономических формаций: первобытно-общинной, рабовладельческой, феодальной, капиталистической составляющих главные этапы поступательного движения человечества <...> к высшей, коммунистической формации, первой фазой которой является социализм. Из признания **единства и закономерности всемирно-исторического процесса** вытекают и принципы его научной периодизации» (ВИ, 1955.

Т. I. С. IX)¹. Эти пять базовых формаций – их зачастую не без юмора именовали «пятичленкой» – и определяли конструкцию общей картины развития человечества.

При этом: «События истории человечества, происходившие в глубине веков, восстанавливаются усилиями поколений учёных-историков. Значительное место здесь принадлежит археологии, изучающей материальные памятники древности» (ВИ, 1955. Т. I. С. 3). В последней фразе достаточно явно обозначена прикладная роль археологии при **ВМИ**, хотя и признается, что в этих процессах ей удалось занять «значительное место». В «пятичленке» на ее долю приходилась дешифровка начальной первобытно-общинной фазы, в то время как все остальные периоды принадлежали уже собственно истории.

И вот первый парадокс: при сопоставлении с конструкциями прежней «пятичленной» **ВМИ** получается, что в первобытно-общинном строе люди пребывали не менее 99,8% своей глобальной истории; и что уже все прочие с трудом различаемые показатели отрезков времени бытия вида *Ното* приходится на иные четыре социально-экономические формации.

Однако из этой пропорции сразу же напрашивается вопрос: чем же можно объяснить столь странное соотношение между почти неподвижными – в течение не менее 2,5 млн лет! – в социальном отношении сообществами первобытно-общинного типа и столь стремительным, по сути бурным социально-экономическим развитием за относительно недолгие сотни лет? Может быть, суть в сомнительной подоплеке базового вывода о «единстве и закономерности всемирно-исторического процесса», откуда и «вытекают и принципы его научной периодизации»?

Обратимся теперь к методологии археологической и принципам периодизации дописьменных эпох.

Базовые принципы периодизации в археологии

Дешифровка характера человека и социальных образований дописьменной эры уже задолго до формирования археологии как науки строилась в первую очередь на представлениях о господствовавших в давно исчезнувшем мире технологиях, а также на некоторых базовых концепциях наук естественного цикла, прежде всего геологии, биологии и некоторых других. Так, древнегреческий поэт и мыслитель

¹ Мы остановились на одной из разновидностей в трактовке Всемирной ИСТОРИИ, – и российскому читателю она может оказаться намного ближе хотя бы потому, что беспредельно господствовала в нашей науке не менее семи десятилетий. Полнее всего она была представлена в десятитомном коллективном труде «Всемирная история», издававшемся в течение 1955 по 1965 гг. Иные трактовки и реконструкции **ВМИ**, предлагавшиеся рядом крупных ученых других стран, отличались, конечно же, от марксистско-ленинской. Однако фактически всегда при подобного рода глобальных генеральных реконструкциях на первый план выходили прежде всего проблемы развития и смены социальных структур. Вопросы экономики и особенно технологии в исторических повествованиях также присутствовали, но чаще всего служили там не слишком навязчивым фоном.



Рис. 3. Вероятное скульптурное изображение Гесиода



Рис. 4. Вероятное изображение Тита Лукреция Кара

Гесиод (рис. 3), живший примерно в 700 г. до н.э., в своем наиболее известном произведении «Работы и дни» различал в истории человечества пять последовательных веков. Изначальным был *век золота*; за ним следовал *век серебряный*, казавшийся уже не столь привлекательным; третьим оказался совсем нелегкий *век меди* с его людьми, что «были могучи и страшны»; и, наконец, после четвертого, правда, никак не сопряженного с технологической канвой, – века «*славных героев божественный род*» человечество ожидал тяжкий мрак пятого – *железного века*. В его кошмар был погружен и сам Гесиод, хотя и мечтал при этом «*раньше его умереть – или позже родиться*». Примечательно, что практически все опорные технологические характеристики эпох у автора были густо окрашены оценками нравственного характера (Гесиод, 1927).

Но вот живший в Древнем Риме много позже – в I в. до н.э. – поэт и философ Тит Лукреций Кар (рис. 4) в произведении «О природе вещей» (*De rerum natura*) представлял древнейшую историю человечества сквозь призму трех узловых эпох исключительно технологического характера – *камня, меди и железа*. И его периодизация была уже совершенно свободна от этических оценок намеченных им эпох (Лукреций Тит Кар, 1904).

После Лукреция минули долгие 19 столетий, и лишь в 1825 г. датский антиквар и организатор музея в Копенгагене Христиан Томсен (рис. 5) рискнул расположить в своей музейной экспозиции известные в Европе и доступные ему археологические материалы в согласии со схемой Лукреция порядке, но только век меди он предпочел именовать *бронзовым* (см. *Hermansen, 1932–1944*). С тех пор историко-технологическая

триада веков Томсена – *камень, бронза, железо* – постепенно, но вскоре прочно закрепилась в археологической науке, при том, что понимание и сущность намеченных эпох нередко претерпевали весьма заметные трансформации или же трактовались неоднозначно.

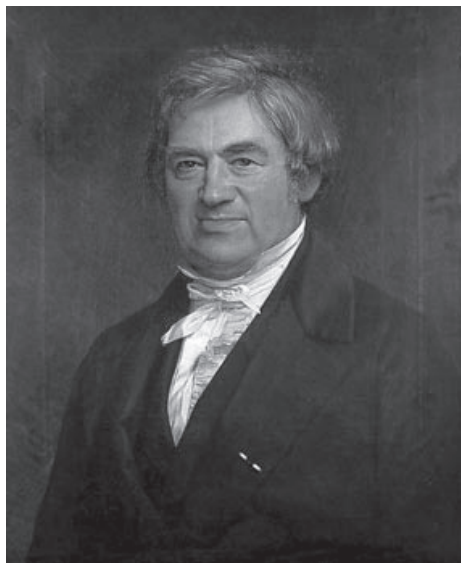


Рис. 5. Христиан Юргенсен Томсен (Christian Jürgensen Thomsen, 1788–1865)

Технологический акцент в дешифровке характера и динамики развития человечества продолжал доминировать, и уже в конце того же XIX столетия великий французский химик Марселен Бертло (рис. 6) предложил начинать эпоху металлов не с бронзы, но с *медного века*. Свое мнение он обосновывал химическим составом древнего и изученного им цветного металла переднеазиатских изделий, среди которых нередко встречались и чисто медные, т.е. без приплава к меди олова. М. Бертло полагал, что получать медь такого состава много проще, нежели искусственные сплавы этих металлов. И поскольку технология бронз казалась заметно более сложной, нежели «чисто медная», здесь, по мнению ученого, и коренился показавшийся ему очевидным – и даже бесспорным – аргумент всякого развития от простого к сложному (*Berthelot, 1889. Sect. VIII*).

От простого к сложному – важнейший принцип развития

В динамике взглядов на дописьменную историю человечества, нацеленных на выявление поступательного хода от *простого к сложному*, нетрудно уловить любопытную преемственность. Так, от античной науки к европейским мыслителям времени *постренессанса* должен был свершиться впечатляющий «прыжок», через долгий, едва ли не двухтысячелетний, «хиагус» с безоговорочным господством в нем канонов христианского понимания мира и его весьма краткой истории. Именно в этом столетии в ученом мире Европы набирала силу теория эволюции –



Рис. 6. Марселен Бертло (Marcelline Berthelot, 1827–1907)

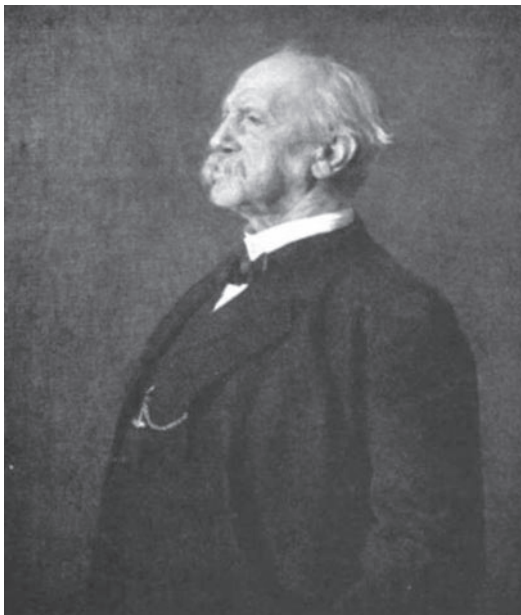


Рис. 7. Оскар Монтелиус (Oscar Montelius, 1843–1921)

«от простого к сложному» – наиболее ярким представителем которой стал, безусловно, Чарльз Дарвин (1809–1882). Прямое и понятное воздействие его теории оказала прежде всего на палеоантропологию, на понимание основных этапов в развитии видов *Homo*. Однако импульсы этих взглядов весьма существенно отразились также на археологии, на методах относительной возрастной оценки рядовых археологических материалов.

Пожалуй, с фигурой шведского археолога Оскара Монтелиуса (рис. 7) можно связывать заметные трансформации взглядов европейских ученых на археологические древности и установление порядка их относительного возраста (*Montelius*, 1900). Ученый выстраивал морфолого-типологические ряды изделий, начиная с каменных,

простейших по форме; за каменными следовали относительно простые по виду металлические артефакты, ряды которых венчались наиболее усложненными по облику бронзовыми орудиями. Таким образом предлагался основной принцип определения относительного или релятивного возраста намеченных исследователем типов изделий. В археологии метод Монтелиуса имел большой и очевидный успех; да и поныне не столь уж редко некоторые исследователи предпочитают на базе морфолого-типологических различий артефактов обосновывать их релятивный возраст².

Стратиграфия отложений и релятивная хронология

Однако несравненно более существенными для обогащения археологического арсенала исследовательских методов явились заимствования некоторых кардинальных аксиом из арсенала геологической науки. Укажем прежде всего на относительную хронологическую позицию некоего комплекса артефактов в согласии с его стратиграфическим положением в том или ином памятнике: «чем выше, тем позднее и чем ниже, тем древнее». Кажется, впервые наблюдения за стратиграфией стали основой для построения релятивной хронологико-геологической шкалы «отцом» итальянской геологии Джованни Ардуино (рис. 8). Во время своих наблюдений в окрестностях города Виченца (область Венето, Юж-

² Из отечественных работ последних лет можно указать, к примеру, на статью о динамике развития кавказских бронз во II тыс. до н.э. (*Рысин*, 2014).



Рис. 8. Джованни Ардуино (Giovanni Arduino, 1715–1795)

ные Альпы) он пришел к заключению, что в последовательном залегании пластов геологических отложений можно различить четыре последовательные эпохи в сложении этого участка Альп: первичный, вторичный, третичный и вулканический или же четвертичный (рис. 9)³.

Для общеисторической картины планеты наиболее существенным оказалось определение стратиграфически позднейшего периода в истории Альп – четвертого, отчего и вся финальная эпоха развития нашей планеты получила титул «четвертичной». Во всяком случае только после подобного рода

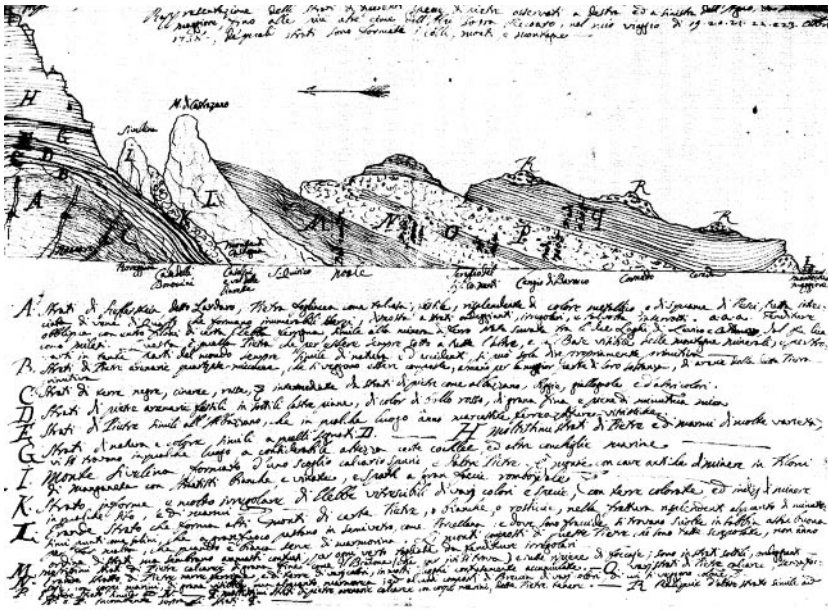


Рис. 9. Рукописное письмо Дж. Ардуино профессору А. Валиснери со схемой различия четырех периодов в сложении Альпийской горной системы

³ Wikipedia [Электронный ресурс]: «Все это было изложено геологом в письме от 30 марта 1759 г. профессору Антонио Валиснери. См. Arduino, Giovanni, 1760. Sopra varie sue Osservazioni fatte in diverse parti del Territorio di Vicenza, ed altrove, appartenenti alla Teoria Terrestre, ed alla Mineralogia. Nuova Raccolta di Opuscoli Scientifici e Filologici (Venezia), 6. (lettera al Prof. Antonio Vallisnieri, 30 marzo 1759)». Однако род основных занятий и роль профессора Валиснери в открытии Дж. Ардуино остаются для нас неясными. Заметим, что Альпы с точки зрения стратиграфии основных геологических слоев представляют не самый впечатляющий и весьма трудный для дешифровки образец в сравнении, например, с Гранд-Каньоном (см. цветную вклейку, рис. 1).



Рис. 10. Профиль раскопанной части телля Караново, Болгария (раскопки 1950-х годов) с обозначением различных хронологических горизонтов культурных напластований

принципиальных инноваций в методологии геологической науки стало возможным, хотя далеко не сразу, получить в руки археологии весьма надежный метод определения относительного возраста комплексов на базе их стратиграфического соотношения в культурных отложениях конкретного памятника. Вслед за геологией метод стратиграфического распределения слоев по их относительному возрасту (*чем ниже, тем древнее*) получил в археологической методологии признание как одного из наиболее важных приемов при обработке и трактовке культурных напластований (рис. 10). Добавим при этом, что в любом случае этот метод определения относительного возраста древностей оказался для исследователей существенно более надежным в сравнении с тем, когда основой релятивной хронологии признавали принцип развития «от простого к сложному».

Системы датировок в археологии

Более логичное и связанное изложение понимания методологических различий и взаимодействий между исторической и археологической науками заставляет нас «забежать» немного вперед и остановиться на краткой характеристике двух основных, базовых систем датировок в дописьменной истории человечества: а) относительной, или же релятивной и б) абсолютной, или же календарной.

Относительная система в своем выражении может быть достаточно простой: к примеру, *культура А древнее культуры В* или же *каменный век раньшее века бронзы*. В этом варианте отсутствует указание на число лет, отличающих сопоставляемые культуры. Другой вариант релятивной хронологии предусматривает обозначение различий с указанием числа лет, пусть даже приблизительно: *сосуд А старше сосуда В (примерно) на триста лет*. Этой системы мы и касались по преимуществу в предшествующих разделах статьи.

Абсолютная система предусматривает обязательный временной ориентир с указанием на определенную хронологическую шкалу и положение того или иного события на такой шкале. Здесь также возможны два варианта. В первом из них может следовать указание на некую и не употребляемую ныне хронологическую шкалу ушедших в прошлое отсчетов времени типа календарей

римского или же древних майя. Второй вариант абсолютной системы обычно именуется уже «календарным». Он ориентирован на современный и принятый подавляющим большинством современных сообществ, т.е. на григорианский календарь, когда указывается конкретная датировка/датировки того или иного события или артефакта. Этой системы мы коснемся в основном в последних разделах статьи, но перед этим обратим внимание на соотношение между обеими системами в археологической науке.

«Провал» между релятивными и абсолютными датировками

Методы относительной хронологии, пожалуй, могли лишь обострить впечатление об отсутствии в археологии реальных возможностей формирования уже не относительных, но календарных хронологических шкал. Вот, к примеру, скорбные мысли по этому поводу видного датского антиквара Расмуса Ньерупа (*Rasmus Nyerup*, 1759–1829), трудившегося в этой стране фактически одновременно с Христианом Томсеном: «Все, что пришло к нам из прошлого, окутано непроницаемым туманом, и его точное время установить невозможно. Мы знаем, что оно раньше эры христианства, но на сколько лет или веков, а может быть, даже более тысячелетия – об этом мы в состоянии лишь гадать» (*Nyerup*, 1800). И в этом случае археология уже целиком зависела от хронологических построений, принятых в исторической науке: ведь те разработанные и принятые в ней шкалы могли бы явиться своеобразной «печкой», отталкиваясь от которой, становилось вероятным пусть хотя бы отчасти прояснить истинное положение во времени некоторых базовых археологических комплексов.

Каждая культура или же блок родственных культур начинает отсчет лет с события, почитаемого для нее наиважнейшим. Сторонние наблюдатели очень часто указывают на мифологический характер такого события, однако подвергать сомнению высшую реальность самого факта для конкретной культуры всегда считается в ней кощунством. Так, христианский мир ведет отсчет от предполагаемого времени Рождества Христова, т.е. 2015 лет назад (со времени написания настоящей статьи). Для исламских сообществ главнейшим событием было бегство пророка Мухаммеда из Мекки в Медину, после чего и началось победное шествие ислама по миру: 15 июня 622 г., отсюда сегодня – 1436 год хиджры. Для правоверных иудеев – это сотворение Господом нашего мира, которое, по их поверьям имело место 6 октября 3761 г. до н.э., или же 5776 лет назад. Однако согласно православной христианской версии это событие произошло раньше – 7523 года назад, или в 5508 г. до н.э. От этой воображаемой точки отсчитывалось время в Российском государстве до 1700 г., с которого Петр Великий распорядился привести российский календарь в соответствие с западноевропейским, причем с юлианским, но не с господствовавшим там григорианским. Древние римляне кардинальным мировым событием почитали, естественно, основание своего Вечного города, и от него (в большинстве случаев это 753 г. до н.э.) они в своих хрониках и отмеряли все годы. Уже намного позднее французы попытались в конце XVIII в. возвести новый календарь ко дню провозглашения Республики – 22 сентября 1792 г. Сами годы революционеры-якобинцы обозначали,

как I, II...VIII..., да и названия месяцев звучали, как «прериаль», «термидор»... «брюмер»... Однако после 31 декабря 1805 г. Франция вернулась к современному григорианскому календарю, установителем которого в 1582 г.⁴ был римский Папа Григорий XIII.

Чтобы сопоставить между собой множество хронологических шкал, потребовалось немало времени и усилий многих специалистов: ведь попытки синхронизации различных систем предпринимались еще в I тыс. до н.э. Все эти причудливо переплетающиеся между собой шкалы пестрят невозполнимыми пробелами. «Расплетают» их с громадными усилиями, да и после этого они могут быть нередко насыщены трудно контролируруемыми ошибками. Вообще же работа по сопоставлению и стыковке различных хронологических письменных систем напоминает сложение гигантского полотна любимой многими игры *puzzle*.

Знаковой фигурой в распутывании этого сложнейшего «пазла», вне всякого сомнения, был Жозеф Жюст Скалигер (рис. 11). Этот французский исследователь, гугеннот/кальвинист оставил след своих разнообразных и чрезвычайно плодотворных изысканий не только во Франции, но также в Швейцарии и Нидерландах. Он разработал выдержавшую испытание временем сопряженность календаря древнеримского и введенного в 45 г. до н.э. Гаем Юлием Цезарем с названным в честь этого великого римского консула юлианским европейским календарем, а также с календарем григорианским (*De emendation temporum...*, 1583). Ведь Скалигер распутывал эту сложнейшую сеть именно в то время, когда папа Григорий XIII своей буллой «*Inter Gravissimas*» ввел в 1582 г. во всех католических странах новый отсчет времени. Календарь получил имя римского папы, хотя все инновации в проведенных разработках и принадлежали астроному Христофору Клаввиусу.



Рис. 11. Жозеф Жюст Скалигер (Joseph Juste Scaliger, 1540–1609)

«Свет с Востока» – *Ex Oriente Lux*

После исследований Скалигера прошло достаточно много времени, но историческая хронология и в позапрошлом веке по-прежнему не могла преодо-

⁴ Если же на краткий момент отвлечься от прошлых «исканий» в замерах времени, то примечательно, что даже в нашем – уже XXI – веке «великий Туркменбаши», бывший секретарь ЦК КП Туркмении Сапармурат Ниязов, кое в чем переименовал туркменский календарь. Он повелел именовать январь месяцем «*туркменбаши*», т.е. в собственную честь, а апрель назвать «*гурбансолтан-эдже*» во славу и почитание собственной матери.

леть свой вечный барьер полного отсутствия в мире письменных источников, которые помогли бы перекинуть надежный мостик к безбрежному океану археологических древностей. В XIX и в первой четверти XX столетия в европейской археологической науке сформировалось своеобразное направление, получившее наименование «*Ex Oriente Lux*», или же «Свет с Востока». Суть это броской и афористично звучащей гипотезы заключалась в том, что фактически все важнейшие технологические, интеллектуальные и духовные достижения человечества были творческим плодом культур и цивилизаций, локализованных в области стран «Плодородного полумесяца», т.е. по существу в Месопотамии либо в Египте, или же в более широком понимании – на Ближнем Востоке. Человечество, обитавшее за пределами «блаженных стран», было обязано этим избранникам буквально всем. Способности европейских и северных азиатских «варваров» оценивались лишь по признакам сравнения: сколь удачливы были они в усвоении и воплощении тех идей и достижений, что зарождались и исходили из «блаженных» краев.

Истоки этой теории буквально тонут в неведомых нам столетиях и отнюдь не в девятнадцатом веке, а попытки обнаружить ее реальные истоки почти ни к чему не приводили. «Отчасти эта гипотеза основана на антропологической мифологии, корни которой восходят к библейской истории о Вавилонской башне. В том мире донаучных спекуляций было принято считать, что все народы произошли из Азии, которая рассматривалась в качестве их общей прародины, и предполагалось, что все переселения народов следовали за солнцем с востока на запад <...>. Мы теперь знаем, что отношения между Европой и Азией не были столь односторонними, как полагали наши предшественники, и что культурные достижения и народы перемещались в обоих направлениях. Но теория об азиатской колыбели индоевропейцев основана не только исключительно на предубеждении», – писал в 1926 г. Вер Гордон Чайлд (*Vere Gordon Childe*, 1892–1957) в книге, где он обсуждал проблему арийцев (*Чайлд*, 2009) в связи со степными скотоводами Восточной Европы (рис. 12). Кстати, этот один из самых знаменитых и почитавшихся классиком британских археологов был сторонником этой гипотезы, правда, в не столь безоговорочной форме, подобно некоторым из его западных коллег. Вот, скажем, Графтон Эллиот Смит (*Grafton Elliot Smith*, 1871–1937) считал Древний Египет фактическим источником всех ранних достижений человечества (*Smith*, 1911). Да и сам Г. Чайлд в книге об истоках европейской ци-



Рис. 12 Гордон Чайлд (*Vere Gordon Childe*, 1892–1957)



Рис. 13. Василий Алексеевич Городцов (1860–1945)

визации именовал, например, Анатолию «царской дорогой» (Чайлд, 1952. С. 65–81), исполнявшей лишь роль проводника благотворных идей, что струились из чудесного источника в северо-западном направлении, и «света» истин, озарявшего Балканы, Центральную и Западную Европу.

Эта гипотеза имела своих сторонников не только в среде западноевропейских археологов и историков. Так, знаменитый и по сути классик российской археологии В.А. Городцов (рис. 13) свою приверженность этой теории выражал предельно жестко: «В Передней Азии, в Месопотамии гнезвился основной генератор идей и технологий. Отсюда различными и дальними дорогами – через Кавказ, Анатолию и Средиземноморье – доходили до диких европейских и азиатских народов все инновации. В Восточную же Европу все новшества проникали через Кавказ и Балканы <...>.

По крайней мере, этим легче всего объяснить, что при отсутствии на огромных пространствах северной и средней России каких-либо значительных центров, металлические вещи бронзового времени отличаются довольно значительным развитием <...>. Ведь в лесной зоне России человек был не в состоянии заняться созданием собственной культуры, хотя в руки его и успели поступить семена высших культур в виде металлургии и скотоводства <...>. Столь же неспособными к развитию самостоятельной культуры оказались и русские степи <...>. С самого начала образования и вплоть до последнего исторического времени степь являлась свидетельницей буйного разгула, попрания прав и всякого бесчиния» (Городцов, 1910. С. 216, 218, 249–251).

Для крайне болезненной темы календарной хронологии в отношении археологических древностей эта гипотеза имела в глазах ее почитателей особое значение. Если что-то задумывалось и производилось изначально на Востоке, то должно быть само собой разумеющимся, что все импорты или подражания за территориальными пределами этого «благословенного» региона следовало датировать более поздним временем. В конкретном выражении, скажем, все медные и бронзовые изделия с обширных пространств Балкан, Кавказа или Восточной Европы могли получать дату лишь позднее 3000 г. до н.э., но никак не ранее.

Революция в системах датировок: дендрохронология и радиоуглерод

Две знаковые фигуры – Эндрю Элликот Дуглас и, особенно, Уиллард Франк Либби – сыграли важнейшую роль в этих поистине революционных сдвигах для письменной истории человечества.

Э. Дуглас – американский астроном, во время своих исследований еще в конце позапрошлого столетия в Lowell Observatory подметил определенную зависимость толщин последовательных годовичных колец деревьев от циклов солнечной



Рис. 14. Эндрю Элликот Дуглас (Andrew Ellicott Douglass, 1867–1962) на фоне демонстрационного дендросреза ствола гигантской секвойи. Возраст этой породы деревьев может достигать 3000 лет

активности (рис. 14). Подобного рода неожиданный рывок профессионала астронома в сторону биологии не мог не удивлять и не привлекать внимания. Судя по всему, именно по этой причине сотрудники Музея естественной истории Америки в 1909 г. обратились к Э. Дугласу с предложением изучить древесные остатки, связанные по преимуществу с разными ацтекскими руинами и по возможности определить их относительный и абсолютный возраст (Nash, 1999).

Однако прошло целое десятилетие, и только в 1919 г. удалось получить первый результат, когда Дуглас сообщил сотрудникам музея о датировках ряда изученных им образцов из памятников бывшей империи ацтеков. Установленные им даты носили тогда относительный характер, но по так называемому второму варианту, описанному нами выше, когда ученый смог установить лишь разницу в годах между образцами. Однако связать их датировки с современной календарной шкалой тогда не удавалось. Сравнения проходили, видимо, с руинами Теночтитлана и с годом гибели Монтесумы – в сущности последнего правителя этой «империи». Это трагическое время для индейских социумов Центральной Америки определяется близким к 1519–1521 гг., т.е. к моменту реального завоевания ацтеков Э. Кортесом. И при этом точные даты гибели государства ацтеков и их монументальных архитектурных святынь давали определенную надежду на связь изученных Дугласом дендробразцов из центральноамериканских памятников с современной календарной шкалой (Douglass, 1929). Такими представляются ныне первые шаги нового и крайне важного для археологии направления – дендрохронологии.

У. Либби (1908–1980) – американский физико-химик, проводивший свои важнейшие исследования в университете Чикаго. С его фигурой обычно и вполне справедливо связывают начало процессов радиоуглеродного датирования в археологии. Кажется, однако, что наряду с Либби обязательно следует сказать несколько слов также об американском химико-физике Мартине Камене (1913–2002), которому ранее У. Либби удалось открыть важнейшие для грядущих научных и прикладных изысканий свойства радиоактивного изотопа углерода ^{14}C .

М. Камен – фигура также любопытная, причем с весьма необычной судьбой. Он был сыном поселившихся в Канаде российских иммигрантов. Однако основное образование и свои научные степени он получил уже в университете Чикаго. После Чикаго молодой ученый старался попасть в университет Беркли (Сан-Франциско), где в течение полугода работал без оплаты, стремясь быть принятым в штат столь желанной ему радиационной лаборатории университета. Уже в 1940 г. ему – 27-летнему исследователю – удалось выявить период полураспада этого изотопа, близкий к 5700 годам. В 1943 г. талантливого ученого включили в знаменитый ядерный Манхэттенский проект, где все и завершилось весьма драматично: уже через два года его отстраняют от участия в этом проекте и увольняют к тому же из университета в Беркли по обвинению в передаче секретных сведений тайным агентам СССР. Позднее эти обвинения с него были сняты, но к исследованиям свойств изотопа ^{14}C ученый, кажется, никогда не вернулся, о чем можно только пожалеть.

Гораздо более благополучным и удачным был путь в науке Уилларда Либби – американского физико-химика, проводившего свои важнейшие исследования в университете Чикаго (рис. 15). С его фигурой обычно и вполне справедливо связывают начало процессов радиоуглеродного датирования в археологии. До 1945 г.



Рис. 15. Уиллард Франк Либби (Willard Frank Libby, 1908–1980)

он, как и М. Камен, трудился в Беркли; участвовал также в Манхэттенском проекте, совмещая тогда работу в Колумбийском университете. В том же 1945 г. он был зачислен на должность профессора по химии в университет Чикаго, в котором трудился вплоть до 1959 г., где и отметил свой путь в науке знаменитыми открытиями по радиоуглеродному датированию на базе изотопа ^{14}C .

В 1947 г. он провел опыты датировки образцов с установленным по историческим (письменным) источникам возрастом. В 1949 г. в журнале *Science* появилась статья У. Либби и его коллеги Дж. Арнольда об этих первых опытах с характерным названием «Определение возраста по содержанию радиоуглерода: проверка по образцам с известными датами» (*Arnold, Libby, 1949*). Среди проанализированных образцов, связанных с датировками древнеегипетских материалов времени от

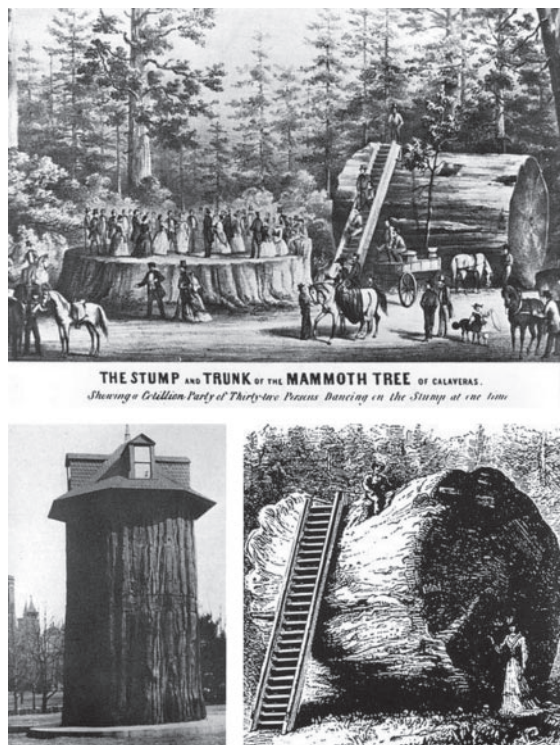


Рис. 16. Деревья гигантской секвойи (*Sequoia gigantea*) стали в США в XIX в. объектом специфических выставок. Каждый из стволов получал только ему присущее имя; в частности, на верхней части рисунка изображены ствол и пень секвойи «Мамонт»

фараонов Джосера и Сесостриса до Птолемея, имелись также образцы последовательных колец от стволов многовековых деревьев, в частности, от поваленной в 1874 г. *Sequoia gigantea* (см. цветную вклейку, рис. II; рис. 16). Последнее представляло очень важным в этой процедуре датировок, поскольку совмещало в ней точные дендродатировки с определением возраста по ^{14}C (Arnold, Libby, 1949; Libby, 1952)⁵. В среде химиков и физиков успех изысканий У. Либби и его коллег был полным, и в 1960 г. ему была присуждена Нобелевская премия.

Вместе с тем дендрохронологические шкалы явились основанием для корректировки периода полураспада изотопа ^{14}C , и это стало практически обязательным при калибровке датировок каждого проанализированного образца. Так, изначально принятый период полураспада в 5568 ± 30 лет (по Либби) после согласия в шкале калибровок был изменен до 5730 ± 40 лет.

Кардинальные перемены в археологической парадигме

Вторая половина прошлого и начало нынешнего столетий – это время бурного, буквально взрывного насыщения арсенала археологии методами естественных наук. Однако если хотя бы кратко продолжить тему о системах датирования, следует указать на стремительную трансформацию и формирование собственной, археологической – уже фактически независимой от исторической хронологии календарной шкалы на базе анализа археологических материалов. Отразилось это, прежде всего, на радиоуглеродной хронологии, когда на пробных, единичных опытах датировок стремительно вырастали крупные серии абсолютно датированных и системно обработанных археологических образцов. Происходило это за счет организации

⁵ В южных штатах США встречаются породы деревьев поразительного долголетия. Одни из самых ярких примеров этого – бристольская ель и гигантская секвойя (см. цветную вклейку, рис. II; рис. 16).

во многих странах широкой сети изотопных химико-физических лабораторий (List of Laboratories, 2013). Коснулось это также и дендрохронологии, хотя этот метод на фоне радиоуглеродного обеспечивал формирование прежде всего локальных, хотя и достаточно широких в пространственном и временном отношениях шкал.

Оба эти метода применимы в основном к древностям эпохи голоцена, хотя определения возраста по ^{14}C могут ныне касаться также и позднепалеолитических материалов вплоть до 50-тысячелетней древности. Для более ранних материалов эпохи плейстоцена применяются теперь калий-аргоновый, уран-гелиевый методы, которые позволяют оценивать возраст связанных с ними ранних палеолитических материалов. Зачастую с этим на помощь хронологическим определениям эпохи плейстоцена приходят данные палеомагнетизма, ориентированные на изменения во времени магнитного поля Земли, а также палеоклиматологии, во многом опирающуюся на теорию М. Миланковича, объясняющую характер и ритм инсоляционных циклов ледниковой поры (Вагнер, 2006. С. 75–97, 388–418, 427–438).

В 30–50-е годы наибольшую активность была связана с исследованиями по историко-металлургической проблематике. И это имело свое давнее основание: ведь именно на металле и металлургической технологии прежде всего и во многом базировалась археологическая периодизация эпохи голоцена в постпалеолитическое время. В тематике доминировали эффективные методы количественного спектрального анализа установления химического состава древнего металла (в основном меди и бронзы), а также металлографии для реконструкции способов металлообработки. В последнее время на смену спектральному анализу пришел рентгено-флуоресцентный метод, позволяющий гораздо бережнее относиться к форме и облику древних и особенно уникальных металлических артефактов.

Первые широкие опыты по применению спектрального анализа к археологическим древностям уже в начале 30-х годов провели германские ученые. Почти всегда основной целью подобного рода химико-металлургических изысканий объявлялась возможность установления связи изученного металла с исходными рудными источниками. К этому и стремились тогда исследователи, имея в виду медные и полиметаллические месторождения Германии, впрочем без особого успеха. Позднее сходные по методам и целям исследований были продолжены также германскими учеными уже после Второй Мировой войны, и в 1960 г. в Берлине вышла в свет уже книга так называемой Штутгартской группы исследователей – З. Юнгханса, Э. Зангмайстера и М. Шредера (Junghans et al., 1960). В СССР в 50-е годы первоначально в Ленинградском отделении Института истории материальной культуры, а с 1960 г. уже в Московском отделении ИИМК наметилась активная работа по спектральному анализу древнейшего металла с территории СССР. Первой крупной работой в этом направлении явилась книга «Древнейшая металлургия Восточной Европы» (Черных, 1966), в которой было опубликовано до двух тысяч системно обработанных количественных спектральных анализов с пространств Восточной Европы и Кавказа. В рамках московской группы исследований особое внимание уделялось обоснованию специфической методики и приемов статистической обработки полученных аналитических данных с обязательной опорой на морфологические характеристики металла различных археологических культур и общностей.

Особое внимание с начала 70-х годов в разных странах было обращено на изыскания в области древнего горного дела, связанного по преимуществу с добычей медных или полиметаллических руд. Весьма примечательные успехи ожидали ученых при открытии и обследовании датированных V–II тыс. до н.э. рудников на Балканах или Южном Урале (Черных, 2007; 2013. С. 135–139, 229–235). Были открыты также и золотые рудники на Южном Кавказе (Stöllner, Gambashidze, 2011). Сопоставления аналитических результатов древней меди с химическими характеристиками медных руд позволило прояснять пути распространения металла порой на многие тысячи километров, скажем, от богатых горнорудных регионов выплавки меди вплоть до распространения ее у населения безрудных ареалов, подобных Восточной Европе или Западной Сибири (Черных, 2013. С. 131, 196; Черных, Орловская, 2015. С. 12–15).

Об истинных революционных сдвигах в повседневной практике археологических изысканий можно было говорить не только после формирования крупных химико-металлургических или же радиоуглеродных серий анализов, но – и это приобретало особую важность – тесно взаимосвязанных с конкретикой археологических реалий, т.е. с археологическими культурами, общностями и их блоками. Подобный вариант исследовательских процессов можно определять как *эффект культурного ландшафта*, поскольку практически никогда археологическая культура или же родственные блоки культур не существовали и не развивались вне определенной *геоэкологической зоны*, подобной, к примеру, пространствам Степного Пояса Евразии. Этот вариант сопряженности можно было расширить до понятия так называемого *культурно-технологического ландшафта*. Тогда многочисленные серии радиоуглеродных датировок или же химико-металлургические группы сопрягались уже с более сложными и крупными системами типа *металлургических провинций* (Черных, 2013), охватывавших по несколько миллионов кв. км и функционировавших до тысячи и более лет.

В тесном контакте с исследованиями абсолютной хронологии, а также культурного ландшафта и геоэкологических зон в практике археологических групп развивались биологические направления – палинологии (анализ ископаемой пыльцы растений), археоботаники и археозоологии, успехи которых отразились на множестве публикаций, а также материалов различных конференций и симпозиумов (Мегаструктура, 2012; Естественнонаучные методы, 2015). Выработывались методические приемы реконструкции экономики так называемого *производящего типа* (земледелие плюс скотоводство) или *комплексной производящей экономики*, когда к земледелию и скотоводству подключалось сопряженное с металлом производство. Именно с этими этапами был связан принципиально выраженный социально-экономический прогресс в сообществах голоцена последних 12 тыс лет.

С началом XXI столетия для археологии особое значение приобрели изыскания в области палеоантропологии вкупе с генетикой древних популяций на базе материалов древних некрополей и отдельных находок костных остатков человека даже ранних фаз плейстоцена. Результаты этих принципиально новых исследований явились, к примеру, базой для ряда чрезвычайно значимых выводов о путях миграций древних популяций – даже со времени раннего палеолита, около 1,5–2 млн лет назад, из африканской колыбели человечества и заселения всех гигантских ареалов Евразийского континента (Деревянко, 2015).

Краткое заключение о хронологическом-методологическом диссонансе археологии и истории

Так в почти тезисном изложении предстает методологическое развитие археологии; причем особое внимание мы должны сконцентрировать на взрывном характере этих перемен в последние пять-шесть десятилетий. Добавим к тому же, что эти процессы сопровождались фактически обязательными разработками специальных компьютерных программ, без которых эффект этих исследований был бы по существу нереальным. Бесспорным следствием этих процессов следует считать еще большее методологическое отчуждение родственных дисциплин – археологической и исторической. Причем шаг за шагом этот феноменальный диссонанс приобретал все более значимый характер. Ведь древнейшие стадии письменной (или же «исторической») эпохи в те самые последние пять-шесть десятилетий фактически не обогащаются сколько-нибудь заметными открытиями новых документов, способными хоть как-то ощутимо изменить наши устоявшиеся представления, например, о социальных организациях Планеты, датированных в хронологических рамках хотя бы периода «*до новой эры*». Практически все они описаны, прокомментированы, неоднократно истолкованы в неисчислимом множестве публикаций. С другой стороны, все накопления невообразимой массы письменной документации нынешнего времени для исторической дисциплины связаны уже с позднейшими этапами человеческой истории, отчего она приобретает все более определенный облик и характер *политологии*.

Весьма любопытно также, что параллельно усилению диссонанса археология стремительно и с повышенной энергией вторгается в традиционно считавшейся сферу исторической дисциплины. Она активно сближается с последней, извлекая из вновь полученных материалов ответы на те вопросы, что оказываются не под силу истории. Ныне без археологических методов и аналитической практики почти нереально понимать и корректно расшифровывать характер едва ли не всего раннего и в особенности восточноевропейского Средневековья. Возможны ли будут, к примеру, те построения и суждения о гигантском Скифском мире лишь на базе повествований геродотовой «Мельпомены»? Ведь те повествования великого древнегреческого историка и до сих пор воспринимаются многими едва ли не до наших дней в качестве исчерпывающих, без всего проделанного в последние годы сложного комплекса археологических исследований на неохватных просторах от Дуная до Ордоса и почти до границ Маньчжурии. Не покажутся ли избыточно минимальными и предельно сжатыми наши знания о культурах III тыс. до н.э. Эпохи Раннего Металла на Ближнем Востоке и в Анатолии лишь на основании прежних, скупых и многократно перетолкованных в литературе письменных источников?... Разумеется, перечислять многочисленные факты подобных археологических «вторжений» в подвластные исторической науке области возможно и далее, но особого смысла в этом нет – они напрашиваются как бы сами собой и без особого приглашения.

И наконец, все более и более курьезным может звучать продолжение устоявшегося в предшествующие десятилетия мнения о прикладном характере археоло-

логии в изучении общеисторического развития человечества. Остановим внимание лишь на одном, но, пожалуй, чрезвычайно ярком свидетельстве «придатка» – на той доле, которую Генеральная редакция уже упоминавшейся десятитомной «Всемирной истории» отводила археологическим культурам и периодам. Суммарное число страниц в этом громадном труде приближается к **десяти тысячам**. Из них лишь 72 (!) страницы оказались посвящены палеолиту и около 150 – всем дописьменным культурам (все эти разделы сосредоточены в I томе). Указанные цифры приобретают особое звучание в сопоставлении с другими, помещенными также в начале статьи расчетами пропорций между всей в 2,6 млн. лет **ВМИ** человечества и перекрывавшей неисчислимые массы дописьменных культур «тончайшей пленкой» культур письменных, подвластных уже собственно исторической дисциплине... Одно лишь ясно: феномен *хронологико-методологического диссонанса* между этими науками претерпел в последние годы перемены чрезвычайные, что делает продолжение дискуссий по этой острой проблеме весьма необходимым.

ЛИТЕРАТУРА

- Археология и естественные науки, 1965. / Под ред. Б.А. Колчина. М.: Наука. 373 с.
- Гесиод*, 1927. Работы и дни / Пер. В. Вересаева. М.: Недра. 88 с.
- Городцов В.А.*, 1910. Бытовая археология. Курс лекций, читанных в Московском археологическом институте. М.: Московский археологический институт. 475 с.
- Деревянко А.П.*, 2015. Три глобальных миграции человеческих миграции в Евразии. Ч 1. Новосибирск: ИАЭТ СО РАН. 612 с.
- Естественнонаучные методы исследований и парадигма современной археологии, 2015. Мат-лы Всерос. научн. конф. Москва, ИА РАН, 8–11 декабря 2015 г., редакторы и составители М.В. Добровольская и Е.Н Черных. М.: Языки славянской культуры, 2015. 159 с.
- Лукреций Тит Кар*, 1904. О природе вещей / Пер. И. Рачинского. М.: Скорпион. 231 с.
- Мегаструктура Евразийского мира: основные этапы формирования, 2012. Мат-лы Всерос. научн. конф. Москва, ИА РАН, 4–6 декабря 2012 г. / Ред. и сост. Е.Н. Черных М.: Таус. 136 с.
- Чайлд Г.*, 1952. У истоков европейской цивилизации / Пер. М.Б. Свиридовой-Граковой и Н.В. Ширяевой; под ред. Т.С. Пассек; предисл. А.Л. Монгайта. М.: Изд-во иностранной литературы. 468 с.
- Чайлд Г.*, 2009. Арийцы. Основатели европейской цивилизации / Пер. И.А. Емец. М.: Центр-полиграф. 270 с.
- Черных Е.Н.*, 2007. Каргалы. Том V. Каргалы: феномен и парадоксы развития. М.: Языки славянской культуры, 2007. 200 с.
- Черных Е.Н.*, 2013. Культуры кочевников в мегаструктуре Евразийского мира. Том 1. М.: Языки славянской культуры, 2013. 368 с.
- Черных Е.Н., Орловская Л.Б.*, 2015. Радиоуглеродная хронология культур Западной Евразии в Эпоху раннего металла // Естественнонаучные методы исследований и парадигма современной археологии. Мат-лы Всерос. научн. конф. Москва, ИА РАН, 8–11 декабря 2015 г. М.: Языки славянской культуры, 2015. С. 8–18.
- Arnold J.R., Libby W.F.*, 1949. Age determinations by radiocarbon content: checks with samples of known age // Science. December 23. Vol. 110. P. 227–228.
- Berthelot M.*, 1889. Introduction à l'étude de la chimie des anciens et du moyen age. Section VIII. Paris. [Electronic resource]. Mode of excess: http://herve.delboy.perso.sfr.fr/chimie_anciens.html