

ИНСТИТУТ ИСТОРИИ МАТЕРИАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Вып. 1



АРХЕОЛОГИЯ И РАДИОУГЛЕРОД

14 С

Санкт-Петербург

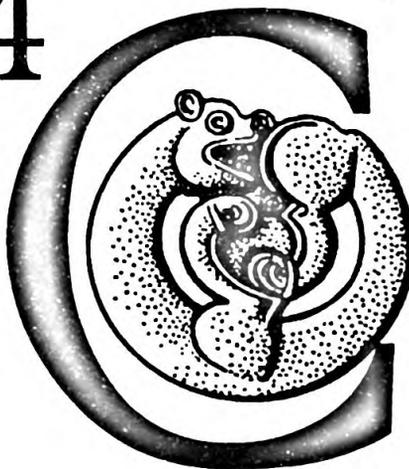
1996

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ МАТЕРИАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ

РАДИОУГЛЕРОД И АРХЕОЛОГИЯ

ежегодник радиоуглеродной лаборатории

14



Вып. 1.

Археологические изыскания. Вып. № 37. ISBN 5-201-01187-X

Редколлегия: Зайцева Г.И., Дергачев В.А., Массон В.М.

Издание подготовлено при содействии Российского Фонда Фундаментальных Исследований и
Немецкого Научно-Исследовательского Общества.

(Проект: "Разработка радиоуглеродной хронологии археологических культур мезолита-
бронзового века для степных зон юга Европейской части России и Сибири". № 96-06-00001G).

Санкт-Петербург
1996

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
THE INSTITUTE OF THE HISTORY OF MATERIAL CULTURE

RADIOCARBON and ARCHAEOLOGY



No 1.

Editors: Zaitseva G.I., Dergachev V.A., Masson V.M.

Printed by the financial support of Russian Foundation of Fundamental Reserach and German Scientific Research Society. Project: "Elaboration of the radiocarbon chronology of archaeological cultures of the Mesolithic- the Bronze Age for the steppe zone of Sourthen European Russia and Siberia" N 96-06-00001G.

Saint-Petersburg
1996

ПРЕДИСЛОВИЕ

Радиоуглеродная лаборатория Института истории материальной культуры существует с 1957 года. Она была первой радиоуглеродной лабораторией, созданной в Советском Союзе по инициативе Академии Наук, и в числе первых десяти радиоуглеродных лабораторий мира. У истоков создания лаборатории стояли такие известные ученые, как Старик И.Е. и Руденко С.И., вклады которых во внедрение такого надежного метода датирования в практику научных исследований в нашей стране трудно переоценить. Сейчас существует более 200 лабораторий практически во всех развитых или развивающихся странах, использующих в своей практике радиоуглеродный метод. Особенность радиоуглеродной лаборатории института истории материальной культуры, которая в настоящее время входит в состав подразделения, занимающегося междисциплинарными исследованиями объектов археологии, состоит в том, что она с момента основания практически целиком была ориентирована на решение проблем хронологии в археологических исследованиях. За почти 40 лет существования лабораторией выполнено более 5000 радиоуглеродных определений для памятников, представляющих все археологические эпохи от палеолита до средневековья. Лаборатория участвовала в 2-х международных контролях, проводимых Университетом Глазго, и практически во всех кооперативных исследованиях внутрисоюзных радиоуглеродных лабораторий.

Несмотря на длительный период существования, настоящий сборник является первым, выпускаемым непосредственно лабора-

торией, где отражены ее исследования за последний год. Такая возможность появилась благодаря финансовой поддержке фундаментальной науки в виде системы Грантов. Помимо финансовой поддержки, система Грантов предоставила широкие возможности для сотрудничества как с учеными-физиками, занимающимися фундаментальными проблемами, связанными с радиоуглеродом, так и с зарубежными радиоуглеродными лабораториями. Это демонстрируется работами, представленными в настоящем издании. Большинство из публикуемых исследований выполнено совместно с учеными Физико-Технического института им. А.Ф.Иоффе РАН, в которых для хронологических исследований на основе радиоуглерода привлечены подходы, применяемые при изучении поведения радиоуглерода в земной атмосфере, а так же методы математической статистики. Эти исследования выполнены при поддержке Грантов Российского Гуманитарного Научного Фонда: Гранты 96-01-00003 и 96-01-00088. Сотрудничество радиоуглеродной лаборатории ИИМК РАН с радиоуглеродной лабораторией Немецкого института археологии в области радиоуглеродной хронологии археологических памятников поддержано Грантом РФФИ-ННИО, Грант 96-06-00001G, что позволяет выполнить исследования по хронологии памятников бронзового - раннего железного века Евразии и на средства которого и издается настоящий сборник.

Зайцева Г.И.
ИИМК РАН

ОТ РЕДАКЦИИ

В. М. Массон¹

Хронология древних культур на перекрестке физики и гуманитарии

Определение хронологии древних культур и построение схем их временного развития являются одними из важнейших задач археологической науки. Таким образом определяются древние культурные и этнические взаимодействия своего рода приоритеты историко-культурного развития. Археологическая хронология строится, в первую очередь, с использованием собственно археологических методов. Важнейшим среди них являются стратиграфия и типология, определяющая направленность культурных изменений, отраженной в стереотипах и восходящих к ним артефактах. Важным методом является такое направление типологии, как сериация. Все это позволяет создавать достаточно надежные системы, в первую очередь, относительной хронологии, основанные на собственно археологических данных и методических приемах (Массон, 1993).

Следующим этапом является выход на датировки абсолютной хронологии. Здесь археологи прибегают к помощи смежных дисциплин, особенно к радиоизотопным методам. В этом отношении для дописьменных эпох открытие радиоуглеродного метода определения возраста древних органических остатков сыграло безусловно революционизирующую роль. Вместе с тем, следует иметь в виду, что этот метод, рожденный в сфере технических наук, является подсобным. Общая направленность культурной изменчивости, экспонента прогресса, определяется в первую очередь на основании археологических изысканий. По ним же строится и вся система относительной хронологии, определенные рубежи которой засекаются в абсолютных датах, в частности, с помощью радиоуглерод-

ного анализа. Между тем, увлеченность одними радиоуглеродными датами, вполне естественная для представителей гуманитарной области знаний, не вполне адекватно отразилась в археологических работах в целом ряде отношений. Так, с излишним оптимизмом придавалось абсолютизирующее значение отдельным "выхваченным" датам, не вписанным в общую систему радиоуглеродных датировок. Попытки синхронизации комплексов и культур на основе одних радиоуглеродных дат, не подкрепленные типологическим анализом, так же являются не всегда удачной процедурой. Весьма популярной стала удрежняющая коррекция датировок, уводящая вглубь тысячелетий культуры и комплексы, имеющие высокие показатели культурного и технологического развития. Болгарская исследовательница Х. Тодорова с энтузиазмом характеризовала выдающиеся достижения в культуре и искусстве древних племен Болгарии, которые становились чуть ли не наиболее развитыми центрами на европейском материке (Тодорова, 1979). Между тем совершенно ясно, что при всех успехах древнебалканских культур, они шли по неурбанистическому пути, тогда как альтернативный вариант прогрессивного развития вел на Ближнем Востоке к формированию древнейших в Старом Свете цивилизаций и государств. Их воздействие на соседние раннеземледельческие общества Балкан отражено в открытии в Румынии небольшого архива святилища с документами, следующим именно шумерской письменной традиции (Вайман, 1994). Безоглядное следование одним только радиоуглеродными датам с удрежняющей коррекцией порой вступало в противоречие с хронологическими схемами, установленными для

¹ Институт истории материальной культуры РАН, Дворцовая наб. д. 18. 191186. С.Петербург.

письменной эпохи по довольно строгой системе астрономических привязок древних календарей. Так, использование калиброванных радиоуглеродных дат уводит начало хараппской цивилизации в первую половину III тыс. до н.э. (Ramachadran, 1984), тогда как находки хараппских печатей в городах древнего Шумера едва ли позволяют выводить эту дату далеко за пределы XXIV века до н.э. Видимо, не следует абсолютизировать ни данные радиоуглеродного анализа, ни разработку археологической систематики, или "привычной" для исследователей абсолютной хронологии. Необходимо взаимодействующее использование всех методов археологического датирования с целью создания надежных схем, сначала относительной, а затем и абсолютной хронологии. Например, для археологии Восточной Европы эры палеометалла, полученные в последние годы радиоуглеродные даты, предлагают значительное удревнение, казалось бы, устоявшейся системы абсолютного возраста эталонных комплексов и культур. В настоящем сборнике это нашло отражение в работах В.Трифонова и

П.Кузнецова. Действительно, решительное удревнение памятников ямного типа в III, и видимо, в IV тыс. до н.э. более рационально включает историко-культурное развитие этого региона в общеевропейскую эволюцию. В равной мере, удревнение возраста хронологической страты воинов-колесничих, впервые выявленной на таких памятниках, как Синташта и Аркаим, не создает значительного разрыва в использовании этого вида колесных экипажей в степях и на Ближнем Востоке. Вместе с тем, нельзя не вспомнить познавательную значимость сопоставления данных радиоуглеродного анализа и дендрохронологии. В равной мере результаты определения возраста древних объектов, полученные с помощью физических методов, должны вписываться в общую систему относительной хронологии и типологических корреляций, устанавливаемых археологической наукой. Лишь в таком случае они станут надежным основанием для создания концепций исторической интерпретации прошлого ушедших народов и культур.

ЛИТЕРАТУРА

А.А.Вайман 1994. О квазишумерских табличках Тэртэрии. // Археологические вести. Вып. 2. С.Пб.

В.М.Массон 1993. Методологические и методические основания археологической хронологии. В: Новые открытия и методические основы археологической хронологии. Тезисы докладов. С.Пб.

Х.Тодорова. 1979. Энеолит Болгарии. София.
K. Ramachadran 1984. Dating of the Indus civilisation. // Frontiers of the Indus civilisation. New Delhi.

SUMMARY

Author considereds the approach to the use of radiocarbon dating in chronological interpretations. In spite of the wide application of radiocarbon dates for the archaeological researches, one can be made mistakes, if the archaeological imagines did not been taken into consideration. In the last time the tendency was appeared to date the archaeological cultures and complexes by the calibration of radiocarbon dates more older age than one can be early assumed. It is

not always conformed with the common system of the relative chronology. The success of chronological investigations can be achieved using both radiocarbon and archaeological dating's method. Only in this case the radiocarbon dates will be the reliable foundation for the creation of the conception of the historical interpretation of the destiny of ancient people and cultures in the past.

Для выявления закономерностей развития природных процессов, их эволюции и, возможно, прогнозирования необходимо иметь непрерывные ряды надежных данных, в которых зафиксированы эти процессы. И фактор времени здесь является вопросом первостепенной важности. С помощью радиоактивных изотопов можно датировать различные процессы, происходившие в прошлом, в самом широком диапазоне возрастов.

Среди долгоживущих радиоизотопов радиоуглерод, пожалуй, занимает особое место, что связано с его необычайно широким спектром использования в многочисленных исследованиях. Благодаря тому, что ^{14}C усваивается растениями, последние, особенно долгоживущие, являются уникальными хранителями сведений о природных событиях прошлых эпох. При этом, что особенно важно, удается получать не интегральную, а детальную дифференциальную информацию (с точностью до одного года) на временных шкалах в несколько тысяч лет. Кроме того, в отличие от ряда других космогенных изотопов, ^{14}C является глобальным геофизическим и астрофизическим параметром.

Поиску объектов, запомнивших и сохранивших в своей памяти события прошлого, и расшифровке закономерностей и причин изменения многообразных наблюдаемых явлений на Земле и в космосе в последние годы уделяется значительное внимание. Для этих целей уже используются отложения озер и морей, изменения ширины годичных слоев деревьев, льда и торфа и другие ряды геофизических, геологических и астрофизических данных.

Путем сравнения активности современного углерода (около 15 распадов в минуту в живой древесине) и активности углерода в мертвом растении или животном, из уравнения распада можно определить время, прошедшее с момента выключения образца из обмена. Датирование основано на сравнении удельных активностей образцов, один из которых известного возраста принят за эталон.

Надежность экспериментальных результатов по измерению активности ^{14}C определяется точностью измерений и правильностью анализа получаемых результатов. Если точность выражается как стандартная ошибка измерения, которую может дать сама конкретная лаборатория, то определение правильного значения измеряемой концентрации ^{14}C или определения радиоуглеродного возраста

образца связано с дополнительными измерениями и детальным учетом большого числа факторов, точной фиксацией уровня лабораторных измерений содержания ^{14}C относительно международного стандарта, межлабораторным перекрестным сравнением, проверкой качества и унификации радиоуглеродных измерений. Такое сравнительное изучение, основанное на добровольном и анонимном участии в организованных межлабораторных проверках, было начато в 1979 г., проведен ряд представительных исследований на всех стадиях осуществления эксперимента от подготовки образца к измерению до получения непосредственных результатов измерений. Сделан объективный анализ, что позволило окончательно решить вопрос в пользу доверия радиоуглеродному методу датировки и исследованию с его помощью эволюции некоторых природных процессов.

Метод долгоживущих космогенных радиоизотопов: ^{14}C (период полураспада равен 5730 лет), Be-10 (период полураспада 1.500.000 лет) и др., в последние годы получает все большее признание как новый источник фундаментальной информации о прошлом многих природных процессов. Благодаря этому методу, появилась возможность уверенно датировать отдаленные события (охватывающие, по крайней мере, несколько периодов полураспада регистрируемого изотопа), а также, что не менее важно, по данным о концентрации космогенных изотопов за сотни, тысячи, миллионы лет в земных образцах, имеющих абсолютную временную шкалу, получать обширную информацию о характеристиках многочисленных природных явлений, свидетелями которых они являлись. Радиоизотопные анализы играют большую, а часто и решающую роль во многих областях наук, связанных с изучением Солнца, Земли, природы космических лучей и т.д. Пожалуй, наиболее широко применяется радиоуглерод в археологии для датирования событий прошлого, где хронологические реконструкции играют одну из главных ролей. Статьи настоящего сборника демонстрируют возможности радиоуглеродного метода датирования, которые в последнее время значительно расширились, благодаря достижениям в области привязки радиоуглеродного возраста к календарной временной шкале.

РАДИОУГЛЕРОДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ПРИРОДНАЯ СРЕДА, КАЛИБРОВОЧНЫЕ КРИВЫЕ, ДЕНДРОХРОНОЛОГИЯ

Дергачев В.А.¹, Зайцева Г.И.², Тимофеев В.И.², Семенцов А.А.², Лебедева Л.М.²

Изменение природных процессов и радиоуглеродная хронология археологических памятников³

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на то, что на территории нашей страны известно свыше тысячи археологических памятников различных эпох от палеолита до средневековья, до сих пор нельзя сказать, что основы их хронологии и периодизации разработаны полностью. При этом, радиоуглеродный метод датирования, основанный на возможности определения возраста исследуемого образца по концентрации радиоуглерода, уменьшающейся по мере углубления в прошлое, является одним из главных инструментов при создании абсолютной временной шкалы в интервале последних десятков тысяч лет.

В основе радиоуглеродного метода лежит принцип его космогенной природы, заключающийся в том, что образование радиоуглерода в атмосфере Земли происходит за счет непрерывной бомбардировки ее космическими лучами, в результате взаимодействия которых с составляющими земной атмосферы

образуются атомы радиоуглерода, попадающие затем во все природные объекты при обменных процессах. Космогенный радиоуглерод (^{14}C) имеет большое значение не только для датирования событий прошлого, но и для исследования закономерностей изменения солнечной активности, магнитного поля Земли и других природных явлений на довольно длительной шкале времени. К настоящему времени с использованием радиоуглерода в качестве инструмента исследований получен ряд новых данных о характеристиках различных природных процессов на временной шкале, охватывающей всю эпоху голоцена при разрешении от года до десятилетий (Дергачев В.А., Векслер В.С. 1991). Благодаря исследованиям изменений концентрации ^{14}C в атмосфере прошлого на точной временной шкале, удалось установить крупномасштабные изменения солнечной активности, в дополнение к известным циклическим колебаниям, полученным из прямых наблюдений проявлений солнечных процессов.

¹ Физико-Технический институт им.А.Ф.Иоффе РАН, Политехническая ул. д.26. 194021. С.Петербург.

² Институт истории материальной культуры РАН, Дворцовая набд. 18. 191186. С.Петербург.

³ Работа выполнена при поддержке Российского Гуманитарного Научного Фонда. Грант № 96-01-00003.

При археологических реконструкциях важным является изучение характеристик солнечной активности, магнитного поля Земли и климата в интервалах, соответствующих отступлению последнего оледенения (Дергачев В. А. 1995). Человек живет в условиях меняющегося климата и чувствителен даже к небольшим изменениям климатических условий. И несомненно, что природные условия сказывались и на древнем человеке. Важную роль в изменении климатических характеристик Земли играет Солнце. Поэтому, знание солнечно-земной физики необходимо как для определения стратегической линии поведения человечества, так и для реконструкции локальных археологических культур.

В настоящем исследовании основное внимание уделяется вопросу уточнения основ хронологии и периодизации культур палеолита-неолита, используя возможности создания надежной временной шкалы для последних ~50 000 лет в свете последних методических подходов, позволяющих проводить глобальные корреляции, используя астрофизические и геофизические критерии. Подобное исследование возможно лишь при определенной систематизации археологических памятников европейской России для выявления возможной корреляции их хронологии с циклическими изменениями природных процессов.

Календарная шкала последних ~50 000 лет

Методы абсолютной хронологии позволяют создать обоснованные стратиграфические шкалы различной продолжительности. Основные выводы по определению возраста отложений для эпох от палеолита до средневековья получены с помощью радиоуглеродного метода. Используя измерения активности ^{14}C в природных материалах, содержащих углерод, "радиоуглеродный" возраст образца может быть трассирован по крайней мере за последние 50 тысяч лет.

Установлено, что если углеродсодержащий образец прекратил обмен углеродом с окружающими резервуарами (атмосфера, биосфера, гидросфера), активность ^{14}C , содержащегося в нем, уменьшается по закону радиоактивного распада. Время, прошедшее с момента прекращения обмена в результате, например, смерти образца - "радиоуглеродный" возраст "t" определяется согласно формуле:

$$t = \frac{T_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln \frac{A}{A_0} = 8267 \cdot \ln \frac{A}{A_0},$$

где A, A_0 - соответственно активность ^{14}C в

образце на момент датировки и начальная активность в момент времени $t_0=0$. Активность A_0 датируемого материала (удельная активность углерода в обменном резервуаре Земли) предполагается постоянной величиной. Однако, поскольку радиоуглерод образуется в земной атмосфере космическими лучами, интенсивность которых меняется во времени, то вследствие вариаций содержания ^{14}C , радиоуглеродный возраст датируемого материала может оказаться не эквивалентным календарному возрасту. При этом, чем больше вариация активности ^{14}C , тем больше отклонение радиоуглеродного возраста образца от календарного. Поэтому необходимо экспериментальным образом установить соотношение между радиоуглеродной и календарной временными шкалами, т.е. построить калибровочную кривую или калибровочные таблицы. Такая калибровочная кривая дает информацию не только об абсолютном возрасте исследуемых образцов, но и позволяет получать информацию о механизмах, которые воздействуют на атмосферный уровень активности ^{14}C , связанных главным образом, с изменением скорости образования ^{14}C и его распределением между различными земными резервуарами, составляющими основу углеродного цикла. Хронологии, основанные на радиоуглероде и других космогенных изотопах, должны быть откалиброваны на альтернативных временных шкалах, которые должны быть независимыми от временной интенсивности космических лучей. Что касается калибровочной кривой, позволяющей превращать радиоуглеродный возраст образца в календарный, то она может быть построена путем датировки радиоуглеродным методом образцов известного календарного возраста.

Идеальным материалом для реконструкции прошлых вариаций концентрации ^{14}C в земной атмосфере являются годовые кольца деревьев. Радиоуглеродный возраст образцов древесины может быть прямо сравнен с календарным, полученным с помощью дендрохронологического метода. Созданная к настоящему времени, благодаря усилиям различных лабораторий, радиоуглеродная калибровочная кривая основана на датировании колец деревьев и покрывает последние 11400 лет (Kromer В., Becker В. 1993). В результате исследований удалось установить, что радиоуглеродный возраст образцов по мере удаления в прошлое оказывается все более омоложенным (рис. 1, 1а). Видно, что практически на всем указанном интервале времени радиоуглеродные даты оказываются более молодыми по сравнению с абсолютным возрастом, максимальное отклонение достигает

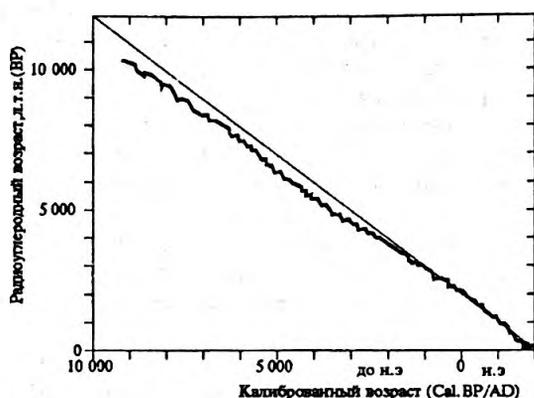


Рис. 1. Радиоуглеродная калибровочная кривая, построенная по радиоуглеродным измерениям дендрохронологических образцов (годы), лежащая в основе компьютерной калибровочной программы.

1000 лет и более. Тем не менее, использование калибровочной кривой позволяет придать точный календарный возраст исследуемому образцу введением соответствующих поправок на всем отрезке времени голоцена для датированных отложений и археологических образцов. Следует отметить, что при интерпретации ранних радиоуглеродных измерений не всегда удастся сделать вывод об их надежности, которая зависит от многих причин. Более того, отдельные даты могут иногда противоречить друг другу, зачастую и в массивах данных имеются несоответствия, связанные, главным образом, с несовершенством радиоизмерительной аппаратуры и методическими ошибками измерений на начальных периодах становления метода. Надежность радиоуглеродных дат зависит от того, синхронны ли датированные образцы исследуемому

событию, от условий отбора, сохранности материала и возможных его загрязнений. Все это настоятельно требует критической оценки основ хронологии и периодизации археологических культур, основанных на радиоуглеродном датировании. В настоящее время, благодаря методическим достижениям, связанным с успехами ускорительной масс-спектрометрии, в радиоуглеродном методе датировки имеются все предпосылки для получения достоверной временной шкалы на интервале последних 50000 лет.

Расширение калибровочной кривой с помощью дендрохронологического метода за пределами 11000 лет от современности встречает ряд трудностей. Хотя и найдены ископаемые деревья, произраставшие в древнее время, однако имеющиеся последовательности колец не являются непрерывными, что не позволяет надежно охватить большой временной интервал. В связи с этим сделаны попытки раздвинуть границы калибровочной кривой за счет других природных архивов, среди которых перспективными являются слоистые озерные отложения, кораллы и др.

Абсолютная временная шкала, построенная путем счета годовичных слоев озерных отложений (варв), может быть сравнена со шкалой, полученной путем определения радиоуглеродного возраста этих отложений. Правда, здесь имеются так же определенные сложности, связанные с ограниченным количеством образца, его происхождением, учетом растворимости CO_2 , отсутствием слоистости в отдельные промежутки времени и др. Фактически до появления ускорительной масс-спектрометрии для измерения концентрации ^{14}C , позволяющей датировать даже фрагменты растений в узких слоях озерных отло-

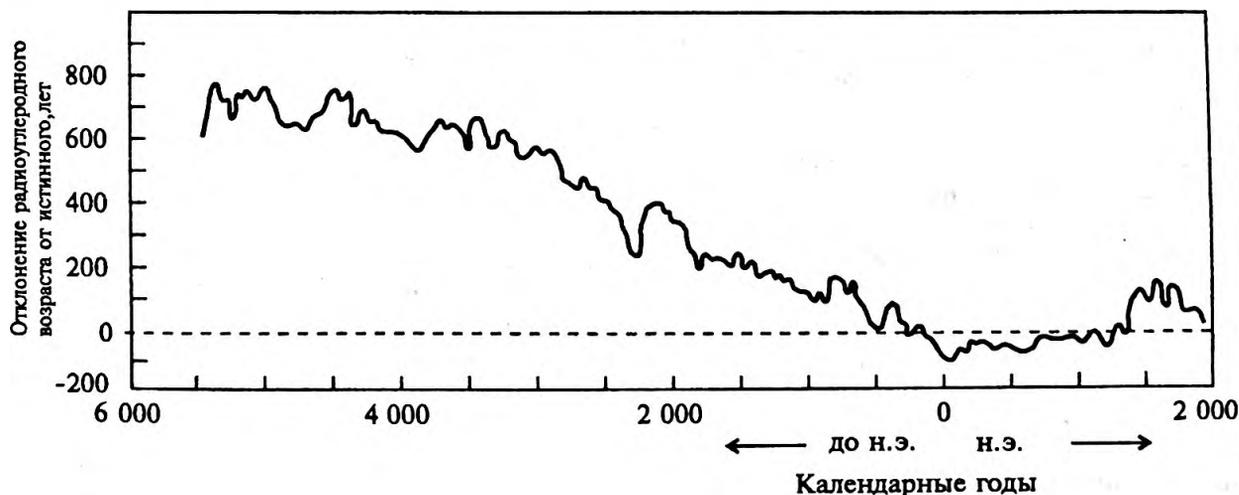


Рис. 1а. Степень отклонения радиоуглеродного возраста от календарного.

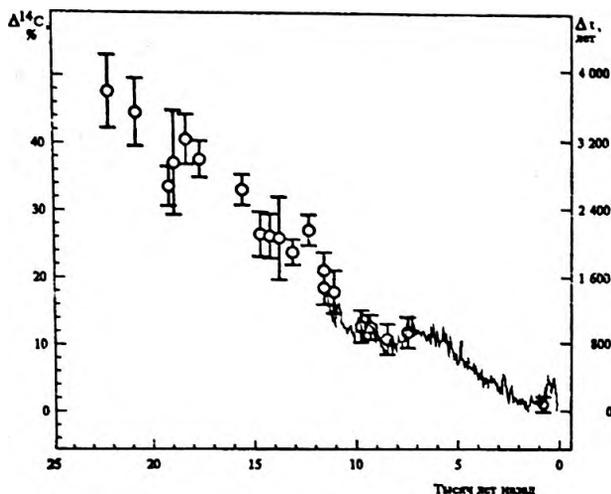


Рис. 2. Изменение концентрации радиоуглерода ($\Delta^{14}\text{C}$) и отклонение радиоуглеродного возраста от календарного (Δt) за последние примерно 20 тыс. лет; данные по древесным кольцам (сплошная кривая) и кораллам (кружки).

жений, эти проблемы не могли быть успешно решены. Поскольку радиоуглеродный возраст фрагментов растений земного происхождения в озерных отложениях с большой вероятностью отражает год отложения исследуемого образца, то имеется возможность построить радиоуглеродную шкалу конкретного профиля отложения. Создание абсолютной временной шкалы для озерных отложений является чрезвычайно важным. При условии сохранения годичной периодичности слоев отложений, можно построить абсолютную временную шкалу для исследуемого профиля посредством счета годичных слоев. А сравнив радиоуглеродную и абсолютную временную шкалы, можно реконструировать изменения концентрации ^{14}C в этом профиле отложений. Неотразимую помощь для установления корреляции и датирования отложений в различных озерах оказывают слои вулканического пепла, которые могут быть использованы как временные маркеры. В целом, только близкое соответствие между наборами калибровочных данных позволяет уверенно их использовать в качестве инструмента для детализации временной шкалы при исследовании природных процессов.

В работе (Hajdas I., Ivy S.D., Beer J. et al. 1993) для привязки временной шкалы озерных отложений к дендрохронологической шкале и установлению, таким образом, абсолютной временной шкалы, было проведено сравнение хронологий, полученных радиоуглеродным методом и счётом ленточных глин в кернах озерных отложений, с калибровочной кривой колец деревьев. По результатам этой работы была получена непрерыв-

ная хронология ленточных глин на интервале от 6 до 10 тысяч лет назад и ревизована хронология ленточных глин на интервале последних более чем 12000 лет. Хорошее согласие с дендрокривой на интервале от 6 до 11 тысяч календарных лет показывает возможность использования слоистых озерных отложений для целей определения возраста и расширения калибровочной кривой. Главный источник ошибок в хронологии ленточных глин - возможные пробелы в записи отложений.

В последние годы достигнут важный прогресс и в датировке малых образцов биологического материала кораллов и полярных отложений льда с высокой точностью с помощью ускорительной масс-спектрометрии для уранового семейства (TIMS) и ^{14}C (AMS). Для последних 20 тысяч лет получены точные ураниево-ториевые даты коралловых образцов (Bard E., Arnold M., Fairbanks R. G., Hamelin B. 1993), взятых на островах Муруро, Галапагоса и Барбадоса, которые были также продатированы радиоуглеродным методом. На рис. 2 представлены результаты изменения концентрации ^{14}C в кораллах для последних более чем 20 тысяч лет назад по данным этой работы, увязанные с высокоточными данными по изменению концентрации ^{14}C в дендрохронологически датированных кольцах деревьев за последние ~11400 лет. Обращают на себя внимание очень большие отклонения ^{14}C от стандарта: содержание ^{14}C увеличивается от ~ 10% в районе ~ 10000 лет назад до более чем 40% в интервале времени ~ 20000 - 25000 лет назад, что приводит к омоложению радиоуглеродных дат, соответственно, на 800 лет и более чем на 3200 лет.

В последние годы выяснены причины не только кратковременных (доли процента), но и средневременных изменений концентрации радиоуглерода (до двух процентов). Последние дают дополнительные отклонения радиоуглеродных дат от калибровочной кривой до 100-200 лет на интервалах в несколько десятков лет. Установлено, что средневременные флуктуации концентрации ^{14}C обусловлены ~ 200-летними циклическими изменениями солнечной активности, в дополнение к известным 11(22)-летним циклическим изменениям, дающим отклонения, не превышающие 20-30 лет. Последние фактически не выходят за пределы методических погрешностей метода.

Естественно возникает вопрос: каковы причины значительных (десятки процентов) изменений концентрации ^{14}C и соответствующих отклонений радиоуглеродного воз-

раста от истинного в тысячи лет в этот период (рис. 2)? Что является главным: долговременная модуляция скорости образования ^{14}C геомагнитным полем, или климатический эффект? Главной причиной долговременных изменений концентрации радиоуглерода на шкале последних 10 тыс. лет, по-видимому, является изменение во времени напряженности магнитного поля (Дергачев В.А.1994), о чем свидетельствуют одинаковый тренд в изменении поля и концентрация радиоуглерода.

До недавнего времени сведения о геомагнитной модуляции скорости образования космогенных изотопов базировались на археомагнитных данных, ограниченных временной шкалой последних 10-12 тыс. лет. В настоящий момент разработаны критерии получения записи изменений геомагнитного поля, используя осадочное намагничивание отложений. Отложения - потенциально пригодны для регистрации долговременных изменений поля, но для этих целей важно иметь непрерывные слои отложений с точным контролем возраста. Такой контроль может быть осуществлен, используя стратиграфию изотопов кислорода, слоев пепла из вулканических отложений и др. Относительные палеоинтенсивности, получаемые из отложений, могут быть состыкованы с археомагнитными данными и откалиброваны по ним. Новые и непрерывные данные изменений дипольного поля свыше 12 тыс. лет назад были получены из озерных и морских отложений (Thouveny N. 1987, Tric E., Valet J.P. 1992), что позволяет более точно оценить влияние магнитного поля Земли на образование космогенных нуклидов на большой шкале времени, что, в конечном счете, даст возможность ввести соответствующую поправку для уточнения возраста исследуемых образцов.

Как указано выше, возможности радиоуглеродного метода ограничиваются шкалой последних нескольких десятков тысяч лет. К сожалению, имеется очень мало детальных сведений о вариациях потока космических лучей и солнечной активности, влияющих на образование космогенных изотопов, на столь больших шкалах. Примечательно, что для этих интервалов времени получен ряд новых согласующихся данных по изменению напряженности геомагнитного поля, в частности, для последних 80 тысяч лет (Mazaud A., Laj C., et al. 1993). Эти данные свидетельствуют, что напряженность поля в интервале 10-50 тысяч лет назад оставалась низкой. Особенно низкими значения геомагнитного дипольного момента оказались в районе 20 и 40 тысяч лет назад. В эти минимумы (20 и 40 тыс. лет назад), когда значения геомагнитно-

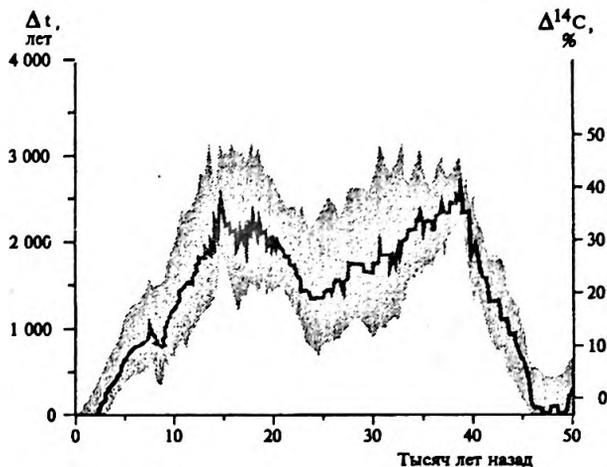


Рис. 3. Изменение концентрации радиоуглерода ($\Delta^{14}\text{C}$) и отклонение радиоуглеродного возраста от календарного (Δt) за последние 50 тыс. лет на основании изменения напряженности магнитного поля. Затененная область - неопределенность данных

го диполя не превышало ~50% от современного значения, наблюдалось возрастание концентрации ^{14}C почти до 40%. Такое возрастание можно считать прямым следствием низкой напряженности дипольного поля в те времена. Используя эмпирическую зависимость между скоростью образования ^{14}C и изменением геомагнитного дипольного момента, можно конвертировать непрерывную запись изменений магнитного поля Земли в изменения скорости образования ^{14}C .

На рис. 3 представлены рассчитанные поправки к радиоуглеродным данным для последних 50 тыс. лет с учетом неопределенностей напряженности магнитного поля. Обращает на себя внимание, что наибольшее омоложение (до 3000 лет) имеют даты для интервалов 15-20 и 35-40 тыс. лет, омоложение дат в интервале 25-30 тыс. лет не превышает 1500-2000 лет, а для 45-50 тыс. лет радиоуглеродный возраст близко соответствует абсолютному. Приведенный пример свидетельствует, что в течение последних 50 тысяч лет геомагнитное поле может быть ответственным за долговременный тренд изменения концентрации космогенных изотопов в земной атмосфере, дающий наиболее заметный вклад в отклонение возраста образцов, полученных с помощью этих изотопов, от истинного возраста. Чтобы более точно оценить поправки, необходимо дальнейшее комбинированное исследование космогенных изотопов в кернах льдов и морских отложениях как в полярных районах, так и в средних широтах, а так же в кольцах деревьев и ленточных глинах озерных отложений, имеющих наиболее надежную временную шкалу.

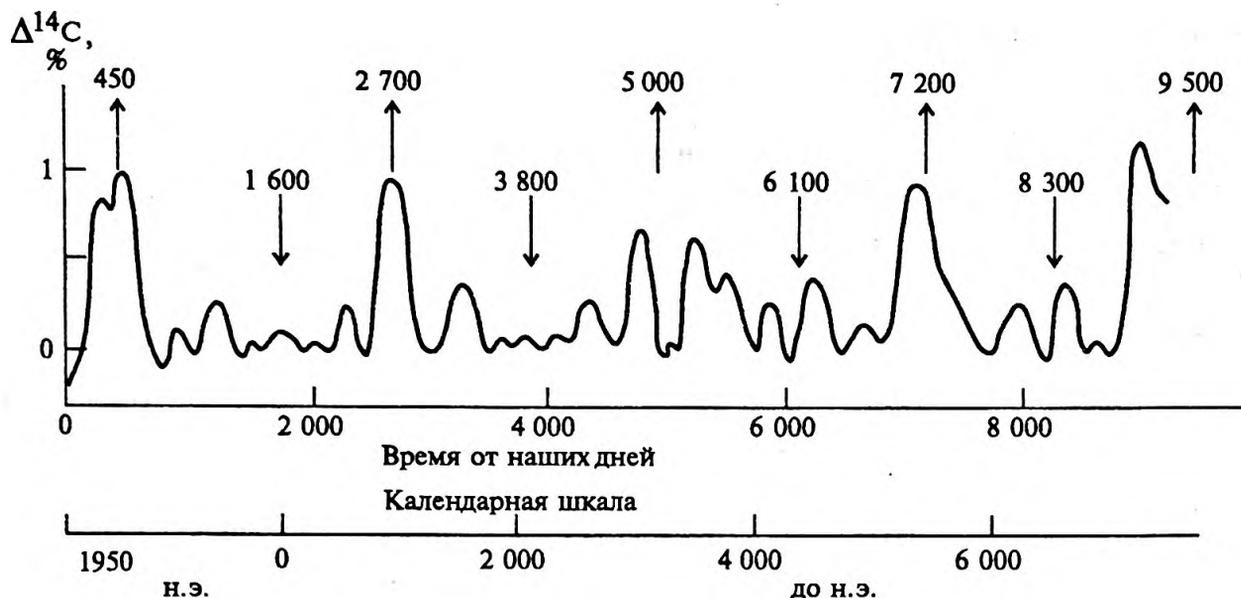


Рис. 4. Крупномасштабные вариации концентрации ^{14}C последних 10 тысяч лет, выделенные с помощью гауссовых фильтров (Стрелками указаны экстремумы с периодами $2200 < T < 2300$ лет).

Изотопные исследования по изменению климата.

Нет никакого сомнения, что изменения климата имеют место как на долговременных, так и на кратковременных временных шкалах. С процессами на Солнце четко установлены изменения во времени концентрации радиоуглерода с масштабами десятки-сотни лет. Все меньше остается сомнений, что выделенный в концентрации радиоуглерода ~200-летний цикл, обусловлен изменениями солнечной активности соответствующей длительности. Установлена связь ~200-летних циклических изменений концентрации ^{14}C с климатическими флуктуациями типа "малого ледникового периода". При этом имеет место следующая закономерность: при высокой активности Солнца уменьшается концентрация ^{14}C , и климат наиболее благоприятен, а даты удревняются; при низкой активности Солнца концентрация ^{14}C увеличивается, климат заметно холоднее, а даты омоложены. Заметим, что ~200-летняя волна выделяется при анализе каталогов наблюдений солнечных пятен (прямые и исторические данные) за последние 2000 лет (например, Ху Zhen-tao, 1990). Волна такой же длительности выделяется и в спектре изменений ширины древесных колец (Sonnet C.P., Suess H.E. 1984), а также в других временных рядах природных данных, обусловленных солнечной активностью. Примечательно, что между спектром изменения содержания ^{14}C , измеренным в кольцах древесины, и спектром вариаций

прироста колец существует корреляция. Таким образом, прослеживается связь изменений на Солнце с изменениями концентрации ^{14}C и температуры окружающей среды, поскольку прирост дерева можно связать с изменениями температуры воздуха и влажности.

Наблюдения, отражающие изменения солнечной активности с климатом на основе документированных данных прошлых лет, регулярно появляются в литературе. Так, в работе Дергачева В.А. и Чистякова В.Ф. (1992) выявлены и проанализированы долгосрочные и сверхдолгосрочные цикличности в различных астрофизических, геофизических, геологических и исторических данных за последние ~100 тыс. лет и обнаружена возможная связь между циклическими процессами, связанными с климатическими характеристиками, и крупномасштабными изменениями солнечной активности. Показано, что продолжительные увеличения температуры земной атмосферы имеют место через 2000-2500 лет; примерно 2000-летний цикл так же повторяется в концентрации ^{14}C . Выделяются так же циклы, связанные с изменениями земной орбиты. Главные аномалии в содержании ^{14}C (рис. 4) в течение голоцена, по-видимому, связаны с солнечной активностью и климатом. Если сопоставить наиболее выразительные пики в концентрации ^{14}C , объединяющие, как правило, несколько высоких колебаний длительностью ~200 лет, то их чередование оказывается с довольно четко определенным периодом 2200-2300 лет, о чем свидетельствует рис. 4. Экстремально высокие отклонения концентрации ^{14}C отно-

сительно долговременного тренда приходятся на вполне определенные временные интервалы, середина которых попадает на ~0.4, 2.7, 5.0, 7.2, 9.5 тыс. лет назад. Интересно, что максимум концентрации ^{14}C , приходящийся на ~400-500 лет назад и соответствующий периоду малой ледниковой эпохи, соответствует эпохе экстремально низкой солнечной активности (Маундеровский минимум - 1645-1715 гг. и минимум Шперера - 1400-1510 гг.). Многочисленные литературные источники за последние несколько десятилетий, основанные на исторических данных для характеристик глобального климата, а также на технике пыльцевого, кислородного анализа и данных о колебаниях уровней озёр и других геологических свидетельствах, показывают, что в голоцене имелось, по крайней мере, четыре кульминационные фазы синхронного изменения климата в обоих полушариях земного шара: 560-135 лет назад - малая ледниковая эпоха, 1300 - 800 лет назад - климатический оптимум в раннем средневековье, 2900 - 2300 лет назад - похолодание "железного века", 6000 - 7000 лет назад - последний климатический оптимум. Эти фазы хорошо прослеживаются на рис. 4.

Нельзя не отметить попыток объяснений таких крупномасштабных циклов в концентрации ^{14}C за счёт колебаний климата такой же длительности. Ротлисбергером (Rothlisberger F. 1986) обобщены данные по наступлению ледников в различных районах земного шара в течение нескольких последних тысячелетий. В отступлениях и наступлениях ледников в течение голоцена авторы работы (Wigley T. M. L., Kelly P.M. 1990) проследили, по крайней мере, 14 холодных периодов, подобных малому ледниковому периоду. Найдена систематически значимая корреляция между отступлениями и наступлениями горных ледников и вариациями концентрации ^{14}C в земной атмосфере. Интересно, что еще в 1973 году Дентон и Карлен (Denton G. N., Karlen W. 1973) сделали предположение, что ближайший к нам период похолодания, связанный с малым ледниковым периодом, достиг высшей точки в 1970 году. Они выделили пять чередующихся интервалов расширения и сжатия ледников, наложенных на общий тренд похолодания. Длительность интервалов расширения ледников оценена в ~ 900 лет, а сжатия - до 1750 лет. Оценены даты холодных максимумов: ~250, 2800, 5300, 8000 и 10500 лет назад. Горные ледники реагируют как на осадки, так и на изменения температуры, и, следовательно, их движения контролируются интегрированными эффектами этих параметров в течение сезонного цикла.

В интервале времени от максимума последнего оледенения до начала голоцена отмечают две резкие кратковременные климатические флуктуации: теплый период - аллерёд, между 12 и 11 тысяч радиоуглеродных лет, что соответствует календарному возрасту между 13,8 и 12,6 тыс. лет (рис. 3 и рис. 4) и холодный период - молодой дриас, между 11 и 10 тыс. радиоуглеродных лет, соответствующий ~12 тыс. лет назад в календарном исчислении.

Чрезвычайно важно оценить влияние климатических эффектов на уровень концентрации ^{14}C , которые несомненно должны быть заметными в эпохи оледенений и межледниковий. При этом характер воздействия климатических эффектов на концентрации ^{14}C в атмосфере и океане в этот период из-за изменения параметров углеродной обменной системы может быть различным, вплоть до противоположного. Достаточно отметить необходимость учета сложных процессов, связанных с растворением углекислого газа в океанической воде, биогеохимическим переносом углерода в глубины и на поверхность океана, щелочностью воды, растворением карбонатов, изотопным фракционированием. Исследованию влияния климатических факторов на уровень концентрации ^{14}C посвящено много работ, но в связи со сложностью проблемы в количественных оценках имеются большие расхождения. В течение ледниковых эпизодов из-за понижения уровня океана и увеличения ледяного покрова процесс обмена ^{14}C между атмосферой и океаном должен уменьшаться, что должно приводить к накоплению космогенного ^{14}C в земной атмосфере. На изменение температуры реагирует и содержание углекислого газа в атмосфере и океанах.

Интересные данные по концентрации углекислого газа в прошлом получены в работе Вайта с сотрудниками (White J.W.C. et al. 1994). Измеряя соотношение $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ в осоке и во мхах стратифицированных торфяников, они реконструировали значения концентраций CO_2 за последние ~13 тыс. лет с высоким разрешением во времени (рис. 5). Из приведенного рисунка видно, что и в прошлом концентрация CO_2 могла меняться так же быстро, как и в наше "антропогенное" время. Обращают на себя внимание 3-4 резких повышения концентрации CO_2 , особенно выделяющиеся в диапазонах 10 и 12,5 тыс. лет назад, и которые можно связать с изменениями климата. Повышение концентрации углекислого газа согласуется с понижением амплитуды концентрации ^{14}C в радиоуглеродных данных и, в соответствии с рис. 4, приходится

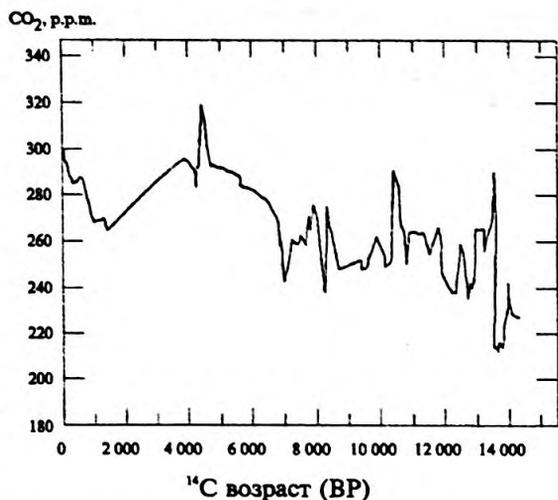


Рис. 5. Концентрация углекислого газа в прошлые 15 тысяч лет, реконструированная по изменениям растительности американских болот.

на периоды потепления климата. Таким образом, выявление экстремумов поведения того или иного процесса - аномалии - в природной системе может служить ключом к реконструкции самого процесса. Еще одним свидетельством такого утверждения служат данные по изучению кернов льда Гренландии, полученные Брокером (Broecker W.S. 1994). Проведенные исследования позволили установить, что в течение последнего ледникового периода климат северного полушария подвергался повторяющимся большим и резким изменениям (рис. 6). Установлены быстрые климатические вариации, связанные с резким похолоданием и образованием массивных айсбергов. Для исследуемого в работе временного интервала имели место неоднократные разгрузки армад айсбергов ледяного щита Лаврентиды в Атлантический океан, каждая из которых являлась спусковым механизмом для климатического отклика глобального масштаба. Наиболее холодные эпизоды (Heinrich events), обозначенные на ри. 6 как "Н", имели место ~37000, 29000, 23000 и 16500 лет назад, здесь так же выявлен и эпизод "молодого дриаса", приходящийся на период ~12000 лет назад. Для этих эпизодов характерны драматическое уменьшение продуктивности фораминифер в верхних слоях океана и понижение содержания изотопа ^{18}O и они отмечаются как переходные периоды от ледниковых к межледниковым условиям и наоборот.

Отражение климатических изменений в радиоуглеродной хронологии археологических памятников.

Рассмотрев последние достижения в изотопных исследованиях по реконструкции природных изменений в прошлом, правомерен вопрос, находят ли отражение подобные изменения в радиоуглеродной хронологии археологических культур? Несомненно, что выявить общие закономерности можно лишь при работе с массивом данных по хронологии, которые получены так же с помощью изотопных методов, каковыми являются радиоуглеродные даты. Со времени начала применения этого метода исследований для установления хронологии археологических культур получено несколько тысяч радиоуглеродных датировок различными лабораториями. Радиоуглеродная лаборатория ИИМК РАН с момента ее основания в конце 50-х годов была ориентирована исключительно на датирование памятников археологии. В архиве лаборатории насчитывается более 5000 датировок для различных культур от палеолита до средневековья. В настоящем исследовании остановимся лишь на данных, полученных для памятников Европейской части России.

Для выявления общих закономерностей радиоуглеродной хронологии памятников и возможных корреляций с данными по природным изменениям необходимо рассмотреть по возможности весь массив радиоуглеродных дат рассматриваемого региона, что может позволить база данных радиоуглеродных дат. Такая база данных создана в системе MS DOS, с использованием версии PARADOX. Структура базы данных подобна имеющимся (Michczynski A, Krzanowski A. 1995) и включает следующие основные поля: шифр лаборатории, радиоуглеродную дату, ошибку измерения (для значения 1σ), калиброванные интервалы календарного возраста, регион Европейской России в соответствии с его географическим положением, археологическую эпоху (палеолит-средневековье), название памятника, его место нахождения (область, район), географические координаты, археологическую культуру, к которой принадлежит памятник, датированный материал, положение материала в памятнике, предполагаемый по данным археологов возраст памятника, автор представленного материала, а так же ссылка на публикацию, если радиоуглеродная дата опубликована. Запрос и выборка данных может быть осуществлена по любому из перечисленных признаков. На основании числовых значений, которыми являются радиоуглеродные даты, можно строить различные

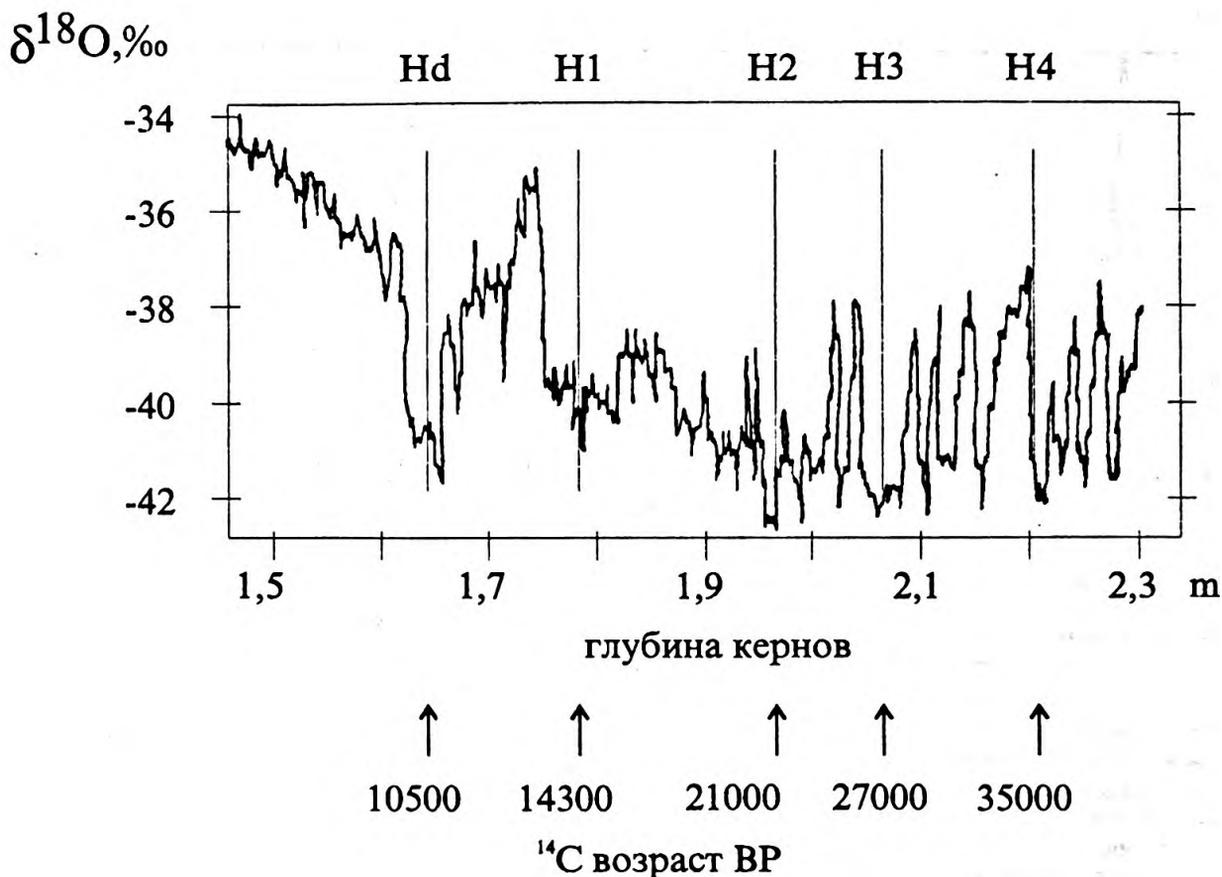


Рис. б. Долговременные климатические изменения по данным о содержании стабильного изотопа ^{18}O в кернах гренландского льда по глубине (м) и возрасту (годы). "Н"- наиболее резкие похолодания.

диаграммы, что является важным элементом при различных сопоставлениях.

Общее количество радиоуглеродных дат для археологических памятников Европейской части России составляет более 1400, около 80% из них выполнено в лаборатории ИИМК РАН.

Следует отметить, что распределение дат по различным культурам от палеолита до средневековья неравномерно, что объясняется во многом как субъективными, так и объективными причинами. Несмотря на неравномерность в датировках памятников различных эпох и регионов, следует отметить, что радиоуглеродные даты имеют практически все ключевые памятники, что позволяет проводить сравнительный анализ на основе банка данных с определенной долей достоверности. В настоящем исследовании мы ограничимся временными пределами от 1000 до 35000 радиоуглеродных лет, в котором находится большинство радиоуглеродных дат (около 1300).

На рис. 7 показано их распределение в координатах: количество радиоуглеродных дат - интервал радиоуглеродного возраста. Как

следует из представленного рисунка, древнее 28000 радиоуглеродных лет имеются лишь единичные даты, наибольшее же количество дат приходится на интервал от 10000 радиоуглеродных лет. Обращает на себя внимание факт, что практически отсутствуют даты в области около 11 000 радиоуглеродных лет. Является ли это случайным, или можно найти объяснение этому явлению? Несомненна закономерность увеличения количества известных археологических памятников от палеолита к средневековью, вместе с этим, несмотря на неравномерности распределения дат, количество датированных памятников так же увеличивается, и наибольшее количество дат приходится на памятники эпох неолита-железного века, что видно хорошо из приведенного рисунка. Уменьшению количества радиоуглеродных дат для интервала вблизи 11000 радиоуглеродных лет, что соответствует календарному времени около 10800-11000 BC (рис. 1), свидетельствует в определенной мере и уменьшение археологических памятников для этого интервала по сравнению с памятниками эпохи палеолита. Исходя из данных изотопных исследований

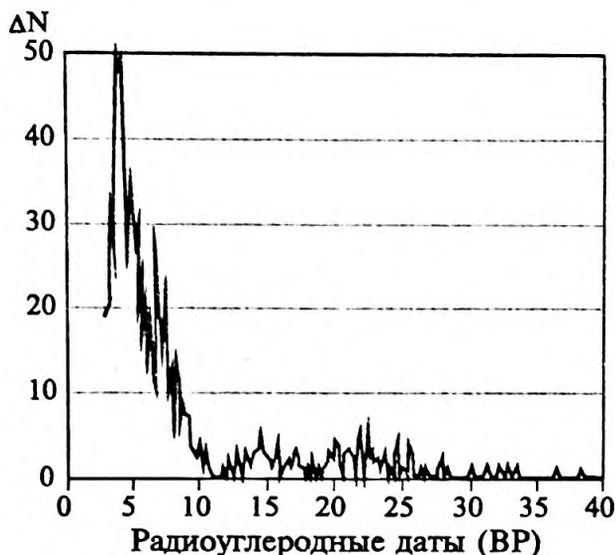


Рис. 7. Распределение имеющихся в базе данных радиоуглеродных дат археологических памятников Европейской России в диапазоне 40000-1000 радиоуглеродных лет (BP).

изменения природных процессов (рис. 6), можно видеть, что на этот интервал приходится похолодание, названное "малым дриасом". По-видимому, это природное явление так же нашло отражение в резком уменьшении археологических культур, приходящихся на этот временной диапазон, что и отразилось в количестве радиоуглеродных дат.

Как следует из рис. 7, нет монотонного увеличения количества радиоуглеродных дат и в интервале 35000 - 11000 радиоуглеродных лет, соответствующих памятникам эпохи верхнего палеолита. Следует отметить, что памятники эпохи палеолита датированы более полно по сравнению с памятниками других эпох. Можно сказать, что большинство известных памятников палеолита Европейской России имеют радиоуглеродные датировки. Всего для палеолитических памятников Европейской России в созданном банке данных имеется 142 даты в интервале от 38000 до 12000 радиоуглеродных лет. Их распределение показано на рис. 8 в координатах $\Delta n - \Delta_1 T$, где n - общее количество дат для палеолита, T - радиоуглеродный возраст, Δ_1 - интервал радиоуглеродного возраста, равный в данном случае 500 годам, что соответствует приблизительно величине ошибки измерения для 1σ . Как четко видно из приведенного рисунка, для памятников верхнего палеолита имеется два максимума радиоуглеродных дат, приходящихся на интервалы около 15000 лет и 25000 лет и минимум датировок в интервале 20000-16000 радиоуглеродных лет. Даже, если учитывать возможное омоложение ра-

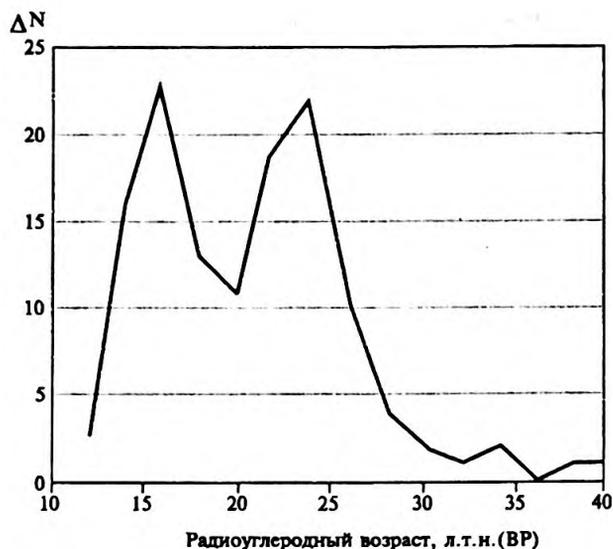


Рис. 8. Распределение радиоуглеродных дат для памятников верхнего палеолита в диапазоне 40000-11000 радиоуглеродных лет (BP).

диоуглеродных дат за счет низких значений геомагнитного дипольного момента для этих временных диапазонов (рис. 3), можно говорить, по крайней мере, о двух группах радиоуглеродных дат для памятников верхнего палеолита, приходящихся на интервалы около 15000-16000 и 23000-26000 лет. Эти данные находятся в соответствии с климатическими вариациями, полученными по изотопному исследованию гренландских льдов (рис. 6), по которому определены холодные эпизоды, приходящиеся на 23000 и 16500 лет назад.

Таким образом, полный массив радиоуглеродных дат археологических памятников, оформленный в виде базы данных, позволяет не только уточнять старую, но и получать новую информацию, касающуюся как распределения радиоуглеродных дат, так и сопоставлений с различными природными процессами, имевшими место в прошлом. На первом этапе мы ограничились эпохой палеолита Европейской России. Количество памятников этой эпохи, расположенных в основном в Центре Русской Равнины, как и количество радиоуглеродных дат, значительно меньше, чем для последующих эпох, особенно для неолита, где количество памятников и археологических культур несравненно более мозаично, как и территория их распространения. Возможно, при переходе к более поздним культурам удастся учитывать и региональные особенности, поскольку в Голоцене археологические культуры распространялись в Европейской России от Черного до Баренцева морей. Настоящая работа представляет собой первый опыт такого рода исследований, демонстрируя новые возможности.

Авторы выражают особую благодарность Бессонову В.Б. за помощь в создании компью-

терной базы данных радиоуглеродных дат.

SUMMARY

The archaeological investigations which have been conducting in the European Russia for more than 100 years led to the discoveries of thousands of the archaeological sites belonging to all archaeological epochs from the Palaeolithic to the Medieval. The degrees of the completeness of the sites investigations are different: the information concerning many of them consists of the finds, their positions inside the sites and their descriptions with the special attention to the materials which are important for the cultural attributed determination. There is the one method being the most common among the scientific methods used in archaeological research. It is the radiocarbon dating. The collection and the systematization of the radiocarbon data give a possibility to discuss the chronological problems from the new points of view. The survey of the situation with the radiocarbon chronology for the areas of European Russia which are most equipped with the radiocarbon dates is proposed in the present paper.

The database of radiocarbon dates for archaeological sites of the European Russia was created on the base of computer system

PARADOX, 4.5. In common, 1442 radiocarbon determinations were included in the database, many of them have been obtained in the ^{14}C Lab. of the Institute of the History of Material Culture of Russian Academy of Sciences. It was shown some irregularity in the distribution of radiocarbon dates for the Mesolithic and Neolithic periods both temporally and territorially.

The data on different natural changes obtained by the methods of isotope analyses were summarised. The database created was taken as a principle for the correlation of radiocarbon chronology with the evidences of climatic changes. The almost full the lack of the radiocarbon dates in all database for the interval about 11 000 years BP can be caused by the climatic changes corresponded to the "Younger Dryas" period. Two time maxima in the radiocarbon dates of the Upper Palaeolithic are clearly observed in the database for the intervals about 15 000 - 16 000 and 23000 - 26 000 BP. These data is not contradict to the evidence of isotopic analysis which testified to the climatic variations in these time periods.

Литература

- Дергачев В.А.* 1995. Крупномасштабные циклические колебания концентрации космогенного радиоуглерода. //Изв. РАН. Серия физическая. т. 59. №4. С. 91-96.
- Дергачев В.А.* 1994. Радиоуглеродная хронометрия геомагнитного поля. //Геомагнетизм и аэронавигация. Т.34. № 4. С.1-21.
- Дергачев В.А., Векслер В.С.* 1991. Применение радиоуглеродного метода для изучения природной среды прошлого. Ленинград: Изд-во ФТИ им.Иоффе. 258 с.
- Дергачев В.А., Чистяков В.Ф.* 1992. О солнечной активности на грани плейстоцена и голоцена. Препринт ФТИ РАН N 1585. Санкт-Петербург. 27 с.
- Bard E., Arnold M., Fairbanks R. G., Hamelin B.* 1993.²³⁰Th-²³⁴U and ^{14}C timescale over the past 30000 years using mass spectrometric U-Th ages from Barbados corals. // Radiocarbon. V. 35. P.191-199.
- Broecker W.S.* 1994. Massive iceberg discharges as triggers for global climatic change. //Nature. V.372. P. 421-422.
- Denton G.N., Karlen W.* 1973. Holocene climatic variations - their pattern and possible cause.// Quat. Res. V.3. P. 155-205.
- Hajdas I., Ivy S.D., Beer J. et al.* 1993. AMS radiocarbon dating and varve chronology of lake Soppensee: 6000 to 12000 ^{14}C years BP. //Climate Dynamics. V.9. P. 107- 116.
- Kromer B., Becker B.* 1993. German oak and pine ^{14}C calibration, 7200 BC to 9400 BC.// Radiocarbon. V.35. P.125-135.
- Mazaud A., Laj C., Bard E., et al.* 1993. Geomagnetic field control of ^{14}C production over the last 80 kyr: implications for the radiocarbon time scale. //Geophys. Res. Lett. V.18. P. 1885-1888.
- Michczynski A., Krzanowski A., Pazdur M.F., Ziolkowski M.S.* 1995. A computer database for radiocarbon dates of Central Andean Archaeology. //Radiocarbon. V. 37, N. 2. P. 337-343.
- Rotblisberger F.* 1986. 10000 Jahre Gletschergeschichte der Erde. Verlag Sauerlander. Arau.
- Sonnet C.P., Suess H.E.* 1984. Correlation of bristlecone pine ring widths with atmospheric ^{14}C variations: a climate-Sun relation. //Nature. V.308. P. 141-14.
- Thouweny N.* 1987. Variation of the relative paleointensity of the geomagnetic field in the western Europe in the interval 25-10 kyr BP as deduced from analyses of lake sediments. //Geophys. J. Royal Astron. Soc. V.91. P. 123-142.
- Tric E., Valet J.P., Tucholka P., Paterne M. et al.* 1992. Paleointensity of geomagnetic field during the last 8,800 years. //J. Geophys. Res. V.97. P. 9337-9351.
- White J.W.C., Clais P., Figge R.A., Kenny R., Markgraf V.* 1994. A high-resolution record of atmospheric CO_2 content from carbon isotope in peat. //Nature. V.367. P. 153-156.
- Xu Zhenbao* 1990. Historical evidence concerning the Sun: interpretation of sunspot records during the telescopic and pretelescopic eras. // Phil. Trans. R. Soc. London. V. A330. P.499-512.

Зайцева Г.И.,¹ Тимофеев В.И.¹, Дергачев В.А.², Семенцов А.А.¹

Распределение радиоуглеродных дат археологических памятников мезолита и неолита Европейской России и корреляция их с изменениями природных процессов³

Археологические исследования, проводимые на территории Европейской части России уже более столетия, привели к открытию не одной тысячи различных археологических памятников, охватывающие культуры от палеолита до средневековья. Степень их исследования различна: информация о большинстве памятников ограничена описанием орудий и материалами, на основании которых определена их археолого-культурная принадлежность, и только небольшой процент памятников исследован комплексно с применением, наряду с археологическими исследованиями, методов естественных наук, включая радиоуглеродное датирование. Сейчас можно говорить уже о достаточно большом массиве радиоуглеродных дат, которые легли в основу различных хронологических разработок. Систематизация этих данных дает возможность рассмотреть проблемы хронологии и периодизации археологических культур с несколько иной точки зрения, что и предлагается в настоящем исследовании.

Для Европейской части России собрано около 1500 радиоуглеродных дат для эпох от палеолита до средневековья, 70% которых получено в радиоуглеродной лаборатории Института истории материальной культуры. Для их систематизации была создана база данных с использованием про-

граммы PARADOX. Не останавливаясь на деталях создания базы данных, которые в основном не отличаются от ранее опубликованных (Radiocarbon), рассмотрим распределение радиоуглеродных дат эпох мезолита-неолита по отдельным регионам Европейской России. Однако, учитывая, что это первый опыт такого рода исследований, мы в основном ограничимся возможными хронологическими сопоставлениями, полагая, что анализы распределения радиоуглеродных данных по хронологическим диапазонам для определенных регионов могут быть полезными в историко-хронологических реконструкциях.

Следует отметить, что количество датированных памятников, на основании которых проводятся хронологические сопоставления, составляет довольно незначительную часть всех известных памятников (в основном 2-5%), поэтому закономерен вопрос: являются ли достоверными проводимые на их основании заключения? В то же время радиоуглеродные даты имеются для многих ключевых памятников, являющихся опорными при изучении основных археологических эпох и культур. Это обстоятельство позволяет надеяться на определенную степень достоверности при проведении на их основе хронологических исследований.

¹ Институт истории материальной культуры РАН, Дворцовая наб. 28. 191186. С.Петербург.

² Физико-Технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, Политехническая ул. 26. 194021. С.Петербург

³ Настоящее исследование проводится при поддержке Российского Гуманитарного Научного Фонда. Грант 96-01-00003.

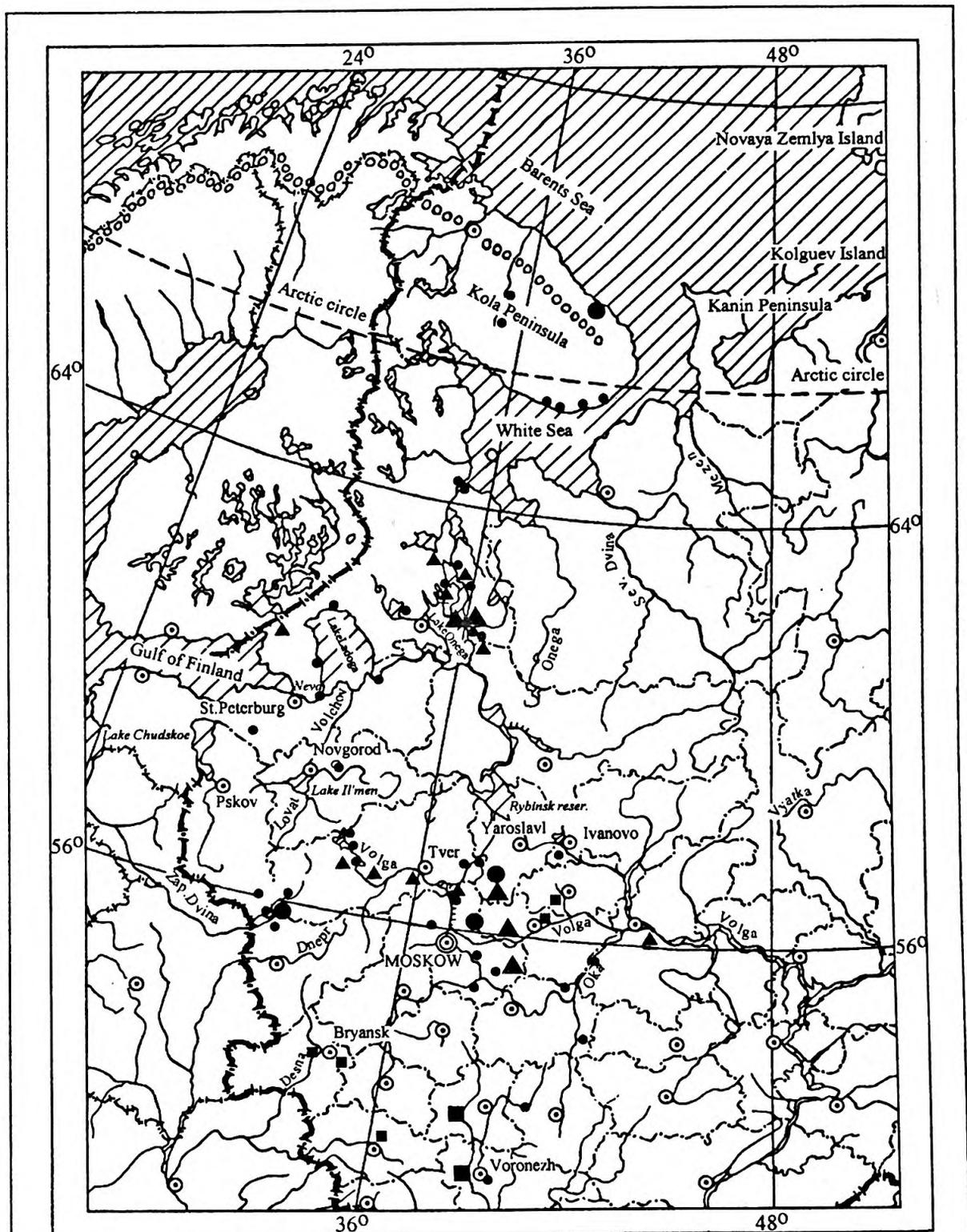


Рис. 1. Памятники эпох палеолита, мезолита и неолита Европейской России, имеющие радиоуглеродные даты. ○ - памятники неолита, ▲ - памятники мезолита, ■ - памятники палеолита.

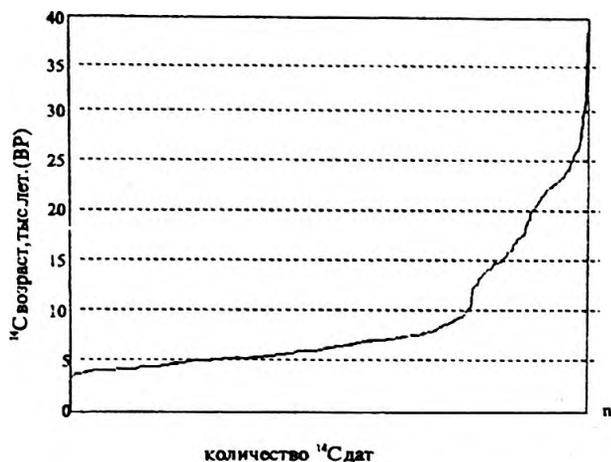


Рис. 2. Общая кривая радиоуглеродных дат палеолита-неолита для Крайнего Севера, Северо-Запада, Запада и Центра Европейской России. ($n=450$ датам для 108 памятников).

В данной работе рассмотрим хронологические сведения для основных регионов России: Крайнего Севера (Кольский п-в), Северо-Запада (Карелия и Ленинградская обл.), Запада (Смоленская, Псковская и Новгородская обл.) и Центральной России (Московская, Ярославская, Ивановская, Рязанская, Брянская, Курская, Воронежская обл., республики Поволжья). Расположение датированных памятников эпох палеолита - неолита указанных территорий приведено на Рис.1.

На Рис.2 представлено суммарное распределение дат (600 определений для 128 памятников) по всем вышеуказанным регионам для памятников от палеолита, которые расположены только в Центре России, до неолита включительно. В дифференцированном виде: количество дат - интервал радиоуглеродного возраста (Δ 200 лет) [N-(T-200)], это распределение представлено на рис.3. Как можно видеть из приведенного графика, большинство дат приходится на интервал 10000-4000 радиоуглеродных лет, что соответствует эпохам мезолита-неолита. Обращает внимание факт, что отсутствуют даты для интервала 10500-11500 лет тому назад (BP) (рис.3), что соответствует резкому градиенту (подъему) кривой на рис. 2. Учитывая, что охвачена довольно большая территория со значительным количеством датированных памятников, это вряд ли может быть случайным. Объяснение этому явлению можно получить, рассмотрев климатические и другие природные изменения в указанном временном интервале.

Радиоуглерод, являясь глобальным параметром для исследования различных природ-

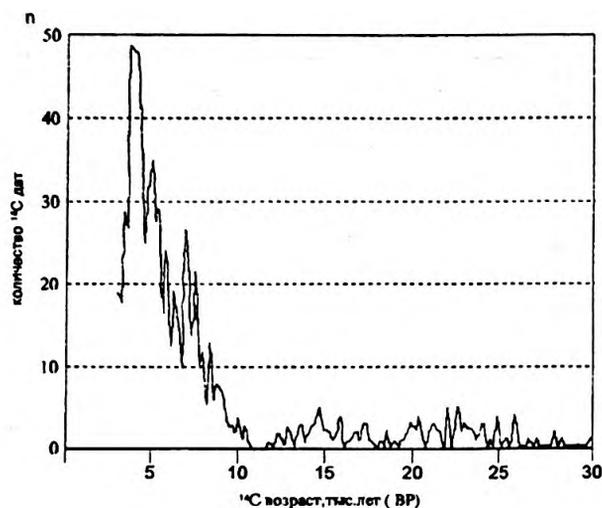


Рис. 3. Распределение радиоуглеродных дат палеолита-неолита по временным диапозонам в интервале 30000-3500 радиоуглеродных лет.

ных процессов, фиксирует и климатическую ситуацию прошлого. На шкале для последних 10 тыс. лет выделены моменты высоких отклонений концентрации ^{14}C . Существенные колебания концентрации ^{14}C могут быть связаны с изменениями магнитного поля Земли и климата (Дергачев В.А. и Векслер В.С. 1991), а циклические изменения концентрации радиоуглерода длительностью около 200 и 2000 лет удалось объяснить соответствующей циклическостью солнечной активности (Дергачев В.А. 1995). Интересно, что подобные циклы выделены и в спектрах изменения ширины колец деревьев (Sonnet C.P. and Suess H.E. 1984). Дергачев В.А. и Чистяков В.Ф. (1992, 1993) выделили в изменениях концентрации ^{14}C ее крупномасштабные изменения, приходящиеся на следующие моменты времени 450-500, ~2700, ~5000, ~7200 и ~9500 лет назад и связали их с соответствующими периодами изменения климата в прошлом.. Эти данные хорошо согласуются с палеоклиматическими реконструкциями, проводимыми на основе других методов. Так, в соответствии с данными изотопно-кислородного анализа кернов льда Гренландии (Broecker W.S. 1994) установлено, что в течение последнего ледникового периода климат северного полушария подвергался повторяющимся большим и резким изменениям, что следует из данных; приведенных на рис. 4. Выявлены быстрые климатические вариации, связанные с резким похолоданием и образованием массивных айсбергов. Наиболее холодные эпизоды (Heinrich events, обозначенные на рис.4 как "H") имели место в интервалах 10500 BP ("молодой дриас") 14300 BP, 21000 BP, 27000 BP и

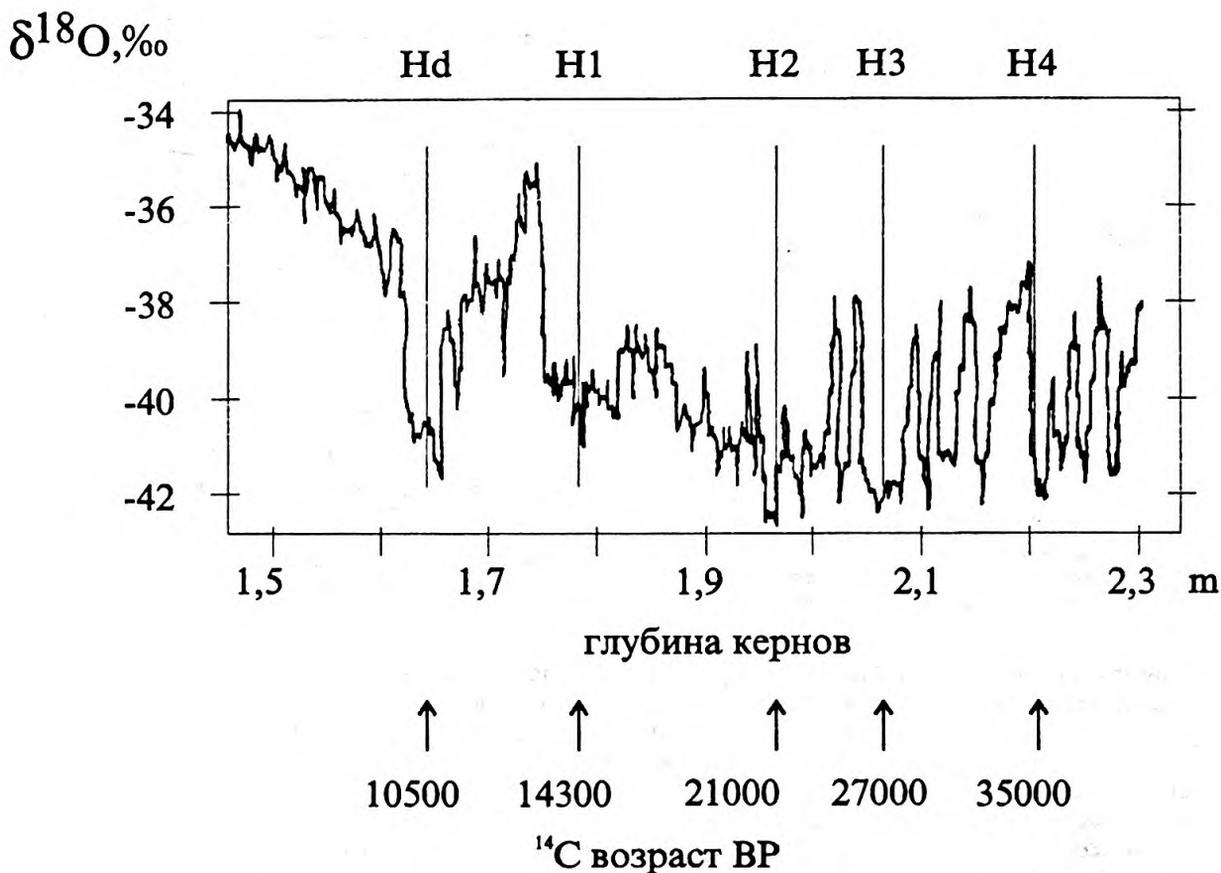


Рис. 4. Долговременные климатические изменения по данным содержания стабильного изотопа ^{18}O в кернах гренландских льдов. "Н"- периоды наиболее резких похолоданий.

на и понижение содержания изотопа ^{18}O . Heinrich events отмечают как переходы от ледниковых к межледниковым условиям, или наоборот.

Интересные данные по концентрации углекислого газа в прошлом получены по измерениям соотношения $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ в осоке и мхах стратифицированных торфяников (White J.W.S. et al. 1994). На основании этих данных реконструированы значения атмосферных концентраций CO_2 за последние 13 тысяч лет с высоким разрешением во времени (рис. 5). Как видно из рис. 5, в прошлом концентрация CO_2 могла меняться так же быстро, как и в наше техногенное время. Обращает на себя внимание 3-4 резких эпизода повышения концентрации CO_2 , особенно выделяющихся в районе 4000, 7000 и 10000 BP, что согласуется с понижением амплитуд концентрации ^{14}C в радиоуглеродных данных, а последние, как показывают исследования (Дергачев В.А., Чистяков В.Ф. 1993), могут быть связаны с эпохами потепления климата. Здесь же имеется и период понижения концентрации CO_2 в интервале 11000-12000 BP. Интервал 11000-12000 BP приходится на переходный период

от верхнего палеолита к мезолиту, когда наблюдалось похолодание климата ("малый дриас"). Отсутствие дат на кривых распределения (рис. 2 и 3) так же может свидетельствовать об определенных изменениях в человеческом сообществе в интервале 10500-12000 BP, что может быть отдельной темой исследований для археологов.

Поскольку количество датированных памятников неравномерно как по эпохам, так и по регионам России, рассмотрим их распределение по этим признакам. В качестве примера сравним данные по мезолиту. Большинство датированных памятников эпохи мезолита расположено на Северо-Западе, в основном Карелии (42 даты) и Центре России (56 дат). Распределение дат показано на рис. 6 (кривые 1 и 2). Для раннего этапа мезолита (от 10200 до 9000-8500 BP) имеется в том и другом случае довольно незначительное число дат. Но если для региона Северо-Запада почти все датированные памятники укладываются в интервал от 7000 до 8000 BP, то для Центра России помимо этого интервала выделяется и более ранний от 8000 до 9000 BP. Возможно, эти региональные различия обус-

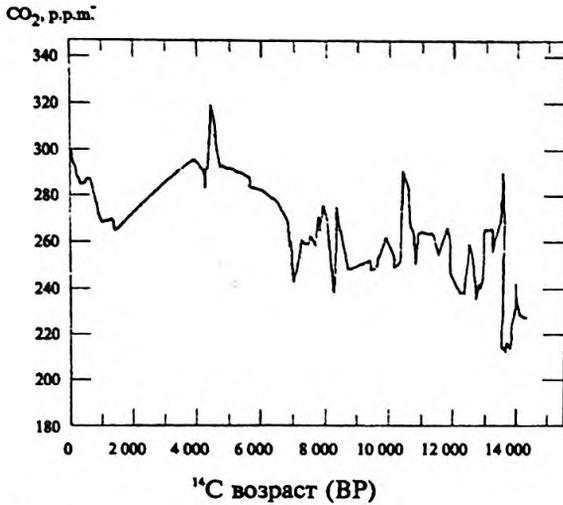


Рис. 5. Концентрация углекислого газа в атмосфере прошлого, реконструированная по изменениям растительности американских болот.

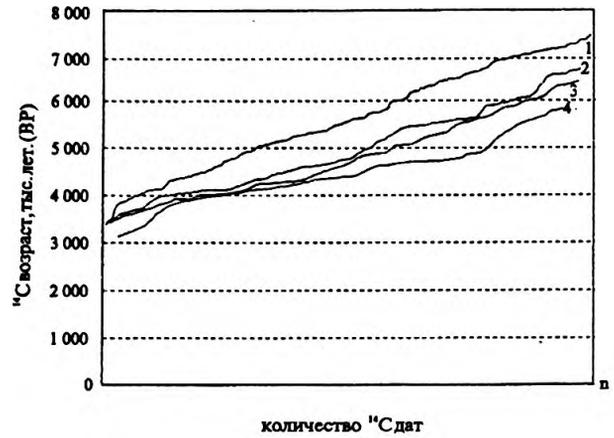


Рис. 7. Распределение радиоуглеродных дат памятников неолита для различных регионов Европейской России. 1- Центр Европейской России (n=140). 2- Северо-Запад (n=69). 3- Запад (n=55). 4- Крайний Север (Кольский п-в) (n=31).

ловлены меньшим количеством датированных памятников мезолита для Северо-Запада по сравнению с Центром, т.к. основное количество определений приходится на Оленеостровский могильник, который датирован очень основательно, в то время как для Центра России перечень датированных памятников гораздо больше.

Памятники неолита широко представлены во всех исследуемых регионах. Распределение дат неолита для Кольского полуострова (40 дат), Северо-Запада (69 дат), Запада (56 дат) и Центра России (140 дат) показано на рис. 7 (кривые 1-4). Можно видеть, что распределение дат для неолита Запада и Северо-Запада практически одинаково (кривые 2, 3).

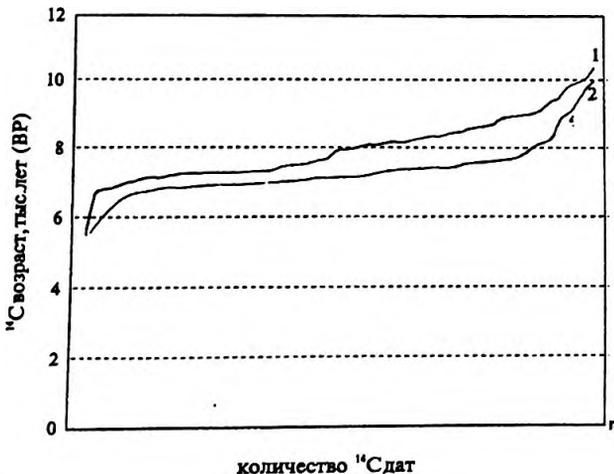


Рис. 6. Распределение радиоуглеродных дат памятников мезолита. 1 - Центр Европейской России (n=56). 2- Карелия (n=42).

Наиболее ранние даты для неолита Кольского п-ва примерно на 500 лет моложе, чем для Запада и Северо-Запада. Даты для позднего неолита для всех трех районов практически одинаковы в пределах ошибки радиоуглеродных измерений (± 70). Даты, связанные с началом неолита Центра России приходятся на более ранний период, и находятся в пределах 7000 BP. В интервале 4000-5500 BP характер распределения дат для всех четырех регионов во многом схож, что соответствует периоду развитого - позднего неолита. В целом, массив дат неолита Центра России примерно на 500 лет древнее, чем Запада и Северо-Запада России. Конечно, представленная картина в общем сглажена, учитывая несколько произвольное региональное разделение. Возможно, определенную новую информацию можно будет получить при детальном анализе широтного распределения радиоуглеродных данных.

Рассматривая распределение дат мезолита-неолита для выбранных регионов, можно все-таки сделать определенные предварительные выводы.

Региональные различия в радиоуглеродных датах наиболее очевидно проявляются в начальные периоды формирования культур как для мезолита, так и для неолита. Большинство радиоуглеродных дат для периодов развитого - позднего неолита исследуемых регионов России от крайнего Севера до Центра включительно приходится на интервал 6000 BP-4000 BP. Именно в этот период наблюдается и наиболее заметное увеличение CO_2 в атмосфере прошлого (рис. 5), связанное с потеплением климата. Насколько это явление влияло на развитие неолитических

культур, вероятно, можно будет оценить в дальнейшем. Оперирование довольно значительным количеством радиоуглеродных определений, систематизированных в виде банка данных, позволяет с новых позиций по-

дойти к хронологическим реконструкциям.

Приносим благодарность Бессонову В.Б. за помощь в разработке базы радиоуглеродных дат археологических памятников.

Литература

Дергачев В.А. 1995. Крупномасштабные циклические колебания концентрации космогенного радиоуглерода // Известия АН. Серия физическая. Т.59.№4. С. 91-96.

Дергачев В.А., Векслер В.С. 1991. Применение радиоуглеродного метода для изучения природной среды прошлого. Ленинград: ФТИ им.А.Ф.Иоффе РАН. 258 с.

Дергачев В.А., Чистяков В.Ф. 1992. О солнечной активности и климате на грани плейстоцена и голоцена // Препринт ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН. № 1585. Санкт-Петербург 27с.

Дергачев В.А., Чистяков В.Ф. 1993. 210- и 2400-летние солнечные циклы и колебания климата. В сб.: Солнечный цикл. Санкт-Петербург: ФТИ им.А.Ф.Иоффе РАН. С. 112-130.

Sonnet C.P., Suess H.E. 1984. Correlation of bristlecone pine ring widths with atmospheric ^{14}C variations: a climate-Sun relation // Nature. V. 307. P. 141-143.

White J.W.C., Clais P., Figge R.A., Kenny R., Markgraf V. 1994. A high-resolution record of atmospheric CO_2 content from carbon isotope in peat // Nature. V.367. P. 153-156.

Broecker W.S. 1994. Massive iceberg discharges as trigger for global climatic change // Nature V.372. P. 421-424.

SUMMARY

The archaeological investigations which have been conducting in the European Russia for more then 100 years led to the discoveries of thousands of the archaeological sites belonging to the all archaeological epochs from the Palaeolithic to the Medieval. The degrees of the completeness of the sites investigations are different: the information concerning many of them consists of the finds, their positions inside the sites and their descriptions with the special attention to the materials which are important for the cultural attributed determination. Only on a small amount of sites the complex research combining the pure archaeological and scientific methods was carried out. The percentage of the objects investigated by such a way is more large among the Palaeolithic sites and is decreasing significantly for the sites of the later periods. There is one method being the most common among the scientific methods used in archaeological investigations. It is the radiocarbon dating. It has spread in archaeological research since 60-s and now one can say about rather large amount of the dates forming the foundation for the chronological reconstructions for a number of areas. The collection and the systematization of the radiocarbon data give a possibility to discuss the chronological problems from the new points of view. The survey of the situation with the radiocarbon chronology for the areas of European Russia which are most equipped with the radiocarbon dates is proposed in the present paper.

About 1500 radiocarbon dates are obtained for the archaeological sites of the European Russia from the Palaeolithic to the Medieval and 70% of them were obtained by the ^{14}C Lab. of the

Institute of the History of Material Culture. The database was created for the systematization of this materials using the computer system PARADOX. The distribution of radiocarbon dates of the Metholithic and the Neolithic is considered in the main regions of European Russia according to the chronological intervals. The regions under consideration are Far North (Kola Peninsula), North-West (Karelia and Leningrad oblast'), West (Pskov, Novgorod and Smolensk oblast's) and Central part (Moscow, Yaroslavl', Ivanovo, Ryazan', Kursk, Voronezh, Bryansk a.o.). The total amount of the radiocarbon dates for the archaeological sites of the Palaeolithic, the Mesolithic and the Neolithic of the area outlined above is about 600 and they originated from 128 sites. The general distribution of the radiocarbon dates is investigated in the connection with the natural changes.

The special attention is paid to the correlation of radiocarbon chronology with the data obtained by different isotopic methods which a reflected the the climatic changes.

A special attention is attended to the fact of the lack of the radiocarbon dates in the some time intervals. One of these intervals with the practical lack of the dates of the archaeological sites falls in the period of 11000-12000 BP which is the period of the sharp climatic change. The analysis of the latitudinal distribution of the radiocarbon dates can give a additional information.

The rather significant amount of the materials systematized in the computer database gives a opprtunity to discuss the new approach to the chronological reconstructions.

Марсадолов Л.С.¹, Зайцева Г.И.², Семенцов А.А.², Лебедева Л.М.²

Возможности радиоуглеродного датирования для привязки плавающей шкалы больших курганов Саяно-Алтая к календарному времени³

Всемирно известные большие курганы Саяно-Алтая с момента их раскопок постоянно находятся в центре внимания исследователей, поскольку материалы из них позволяют решить проблемы, связанные с происхождением, развитием и распространением скифо-сарматских культур Евразии (Грязнов М.П. 1992; Мандельштам А.М., Стамбульник Э.У. 1992). Географическое положение основных памятников, рассматриваемых в настоящем сообщении, показано на рис.1: курганы Пазырык, Шибе, Катанда и Туэкта расположены в Горном Алтае, а курган Аржан находится на территории Тувы. История их исследований довольно широко представлена в литературе, обобщенной в специальном томе Археологии СССР (Археология СССР: Степная полоса Азиатской части СССР в скифо-сарматское время, 1992).

Большие курганы Алтая впервые с научной целью были раскопаны В.В.Радловым в Катанде и Берели в 1865 г. При исследованиях Шибинского (1927 г.) и 1-го Пазырыкского (1929 г.) курганов археологами М.П. Грязновым и С.И.Руденко были взяты образцы древесных стволов со следами деятельности человека. С.И.Руденко продолжил и завершил раскопки четырех больших курганов в Пазырыке в 1947-1949 годах. В 1950 году он исследовал два кургана в Башадаре, а в 1954 году - два кургана у села Туэкта. В 1971-1974 годах М.П.Грязнов и Маннай-оол раскопали в Туве "царский" курган Аржан (Грязнов М.П. 1980).

В 1950-е годы после выхода первых послевоенных публикаций С.И.Руденко (1953) о Пазырыке и монографии С.В. Киселева (1951) развернулась бурная дискуссия о хронологии Пазырыкских курганов. Точку зрения С.В. Киселева о "тунно-сарматском" времени больших курганов в Пазырыке поддержали археологи: Л.А. Евтюхова, Л.Р.Кызласов, К.Ф.Смирнов, К.Иттмер, а в 1980-е годы - Б.А.Раев. В 70-е годы К.Ф.Смирнов пересмотрел свою первоначальную точку зрения на датировку и признал правильность отнесения Пазырыкских курганов к V-IV вв. до н.э. (Смирнов К.Ф. 1964).

Новый виток старой дискуссии о хронологии Пазырыкских курганов был дан на конференции в США в 1991 году. В основном по археологическим аналогиям с новыми находками из Китая, Пазырыкские курганы были отнесены к концу IV-III вв. до н.э. С этим подходом согласился и К.Ф.Чугунов в 1993 г. (Чугунов К.Ф. 1993).

Существует несколько точек зрения и по вопросам о дате сооружения кургана Аржан. Разные археологи относили курган Аржан к периодам от IX до VI вв. до н.э. Большинство исследователей однако относит этот памятник к VII вв. до н.э., о чем свидетельствуют недавние публикации (Чугунов К.Ф. 1993, Членова Н.Л. 1996). Таким образом, споры вокруг хронологии больших курганов Саяно-Алтая не затихают до настоящего времени и одним аргументам могут быть противопоставлены другие.

¹ ГосЭрмитаж, Дворцовая наб. д. 34. 191186. С.Петербург.

² Институт истории материальной культуры РАН, Дворцовая наб. д. 18. 191186. С.Петербург.

³ Настоящее исследование проведено при поддержке Российского Гуманитарного Научного Фонда. Грант № 96-01-00088.

Независимые от археологических методы естественных наук начали привлекаться для хронологических исследований курганов Саяно-Алтая с начала 50-х годов: гиппология (В.О.Витт), дендрохронология (И.М. Замоторин, Е.И. Захариева, Л.С. Марсадолов), радиоуглеродное датирование (С.В. Бутомо, Г.И. Зайцева, Ю.Н. Марков и др.). Попытки корреляции дендрохронологических и радиоуглеродных определений предпринимались ранее С.И. Руденко, Е.И. Захариевой, Я.А. Шером и Л.С. Марсадоловым (Марсадолов Л.С. 1984, 1994, 1996). Последние достижения, связанные с калибровкой радиоуглеродных дат, дали новый импульс этим исследованиям, позволив пересмотреть и уточнить ранее сложившиеся представления.

Калибровочные кривые для перевода радиоуглеродных определений возраста в интервалы календарного времени в настоящее время широко используются в различных хронологических исследованиях, и особенно ценны они для совместных дендрохронологических и радиоуглеродных определений. Такой подход и использован в настоящей работе.

Прежде всего, необходимо отметить, что так называемая "подкурганная мерзлота", обусловленная сочетанием особенностей климата и конструкции курганов (каменная наброска, деревянный сруб и глубокая погребальная яма), являлась прекрасным "консервантом" для находившихся в курганах материалов, в результате чего, например, дерево практически не подвергалось деструкции. Проведенные исследования показали, что несмотря на более чем 2500 лет хранения, дерево в этих курганах содержит около 80% первоначального количества целлюлозы и практически неразрушенный лигнин (Зайцева Г.И., Оболенская А.В. и др. 1983; Зайцева Г.И. 1992). Древесные кольца четко фиксируются в древесных образцах, которые вследствие этого могут служить прекрасным материалом как для дендро-, так и для радиоуглеродных определений. Дендрохронологическая шкала для курганов Саяно-Алтая (Пазырык, Шибэ, Туэкта, Аржан), общей протяженностью более 600 лет была получена ранее (Марсадолов Л.С. 1988).

В 1980-х годах для "плавающей" дендрошкалы была получена серия радиоуглеродных дат, с помощью которых была сделана попытка привязать эту шкалу к календарной. Однако, в то время калибровочные кривые для перевода радиоуглеродного возраста в календарные временные интервалы с высокой достоверностью еще не были столь широко внедрены в практику исследований. В настоящее время, благодаря четко разработанным мето-

дам и подходам к калибровке радиоуглеродных дат, позволяющим работать со стандартными компьютерными программами, повсеместно принятыми при хронологических исследованиях, ранее сделанные заключения нуждаются в корректировке.

Все радиоуглеродные даты, полученные нами для "плавающей" шкалы, отвечали определенным требованиям, а именно: четко фиксированная позиция образца на дендрошкале, необходимое кроличество древесных колец в образце на датирование, и наличие перекрывающихся участков для проверки результатов анализа. Все образцы для радиоуглеродного датирования включали 15-40 древесных колец, в большинстве случаев они имели 20 колец, что позволяет использовать бидекадные (по 20 кольцам) калибровочные кривые Стювера и Пирсона (Stuiver M., Person G.W. 1993; Stuiver M., Becker B., 1993). Результаты радиоуглеродного анализа представлены в Таблице 1.

В графическом виде полученные результаты показаны на рис.2, где приведены радиоуглеродные даты для отдельных образцов дендрошкалы (А), датированные участки дендрошкалы (В) и схематичная дендрошкала в целом (С). Диапазон полученного радиоуглеродного возраста составляет от 2300 до 2800 радиоуглеродных лет. Калибровочная кривая для этого диапазона показана на рис.3, откуда видно, что характер взаимосвязи между радиоуглеродным и календарным возрастом неоднозначен для различных диапазонов. Причиной этого является нестабильность концентрации радиоуглерода в атмосфере Земли в указанный период, обусловленная многими причинами космического (солнечная активность), геофизического характера (магнитное поле Земли и др.) (Дергачев В.А. 1995).

Сравним полученные результаты по определению возраста образцов с калибровочной кривой для этого диапазона. На калибровочной кривой можно выделить два участка (рис. 3: 1,2): участок 1, где для интервала 2360-2460 радиоуглеродных лет (ВР) на 100 радиоуглеродных лет приходится интервал 200-300 календарных, а для интервала 2700-2800 радиоуглеродных лет (ВР) (участок 2, рис.3) на 100 радиоуглеродных лет - примерно 130 календарных лет. Несмотря на указанные неопределенности калибровочной кривой, она может быть использована для определения позиции "0" плавающей дендрошкалы путем сравнения соотношения между радиоуглеродными датами и дендровозрастом датированных образцов. Такой путь и использован в настоящей работе.

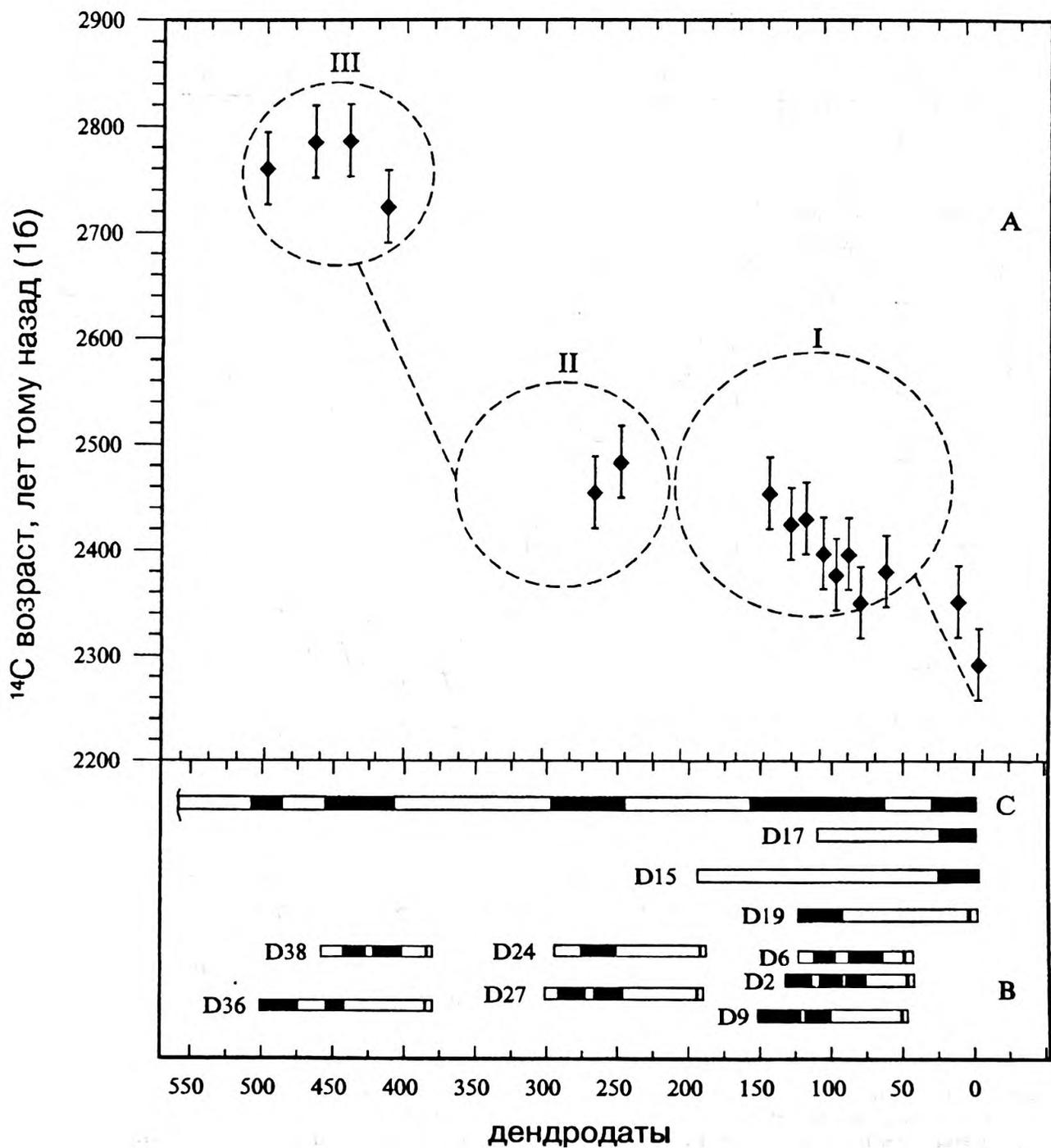


Рис.2. Радиоуглеродные даты (А), дендродаты (В) и "плавающая" дендрохронология (С) больших курганов Саяно-Алтая. D - № древесных колец из Табл. 1. Темные прямоугольники - количество древесных колец для ^{14}C датирования (см. Рис.4)

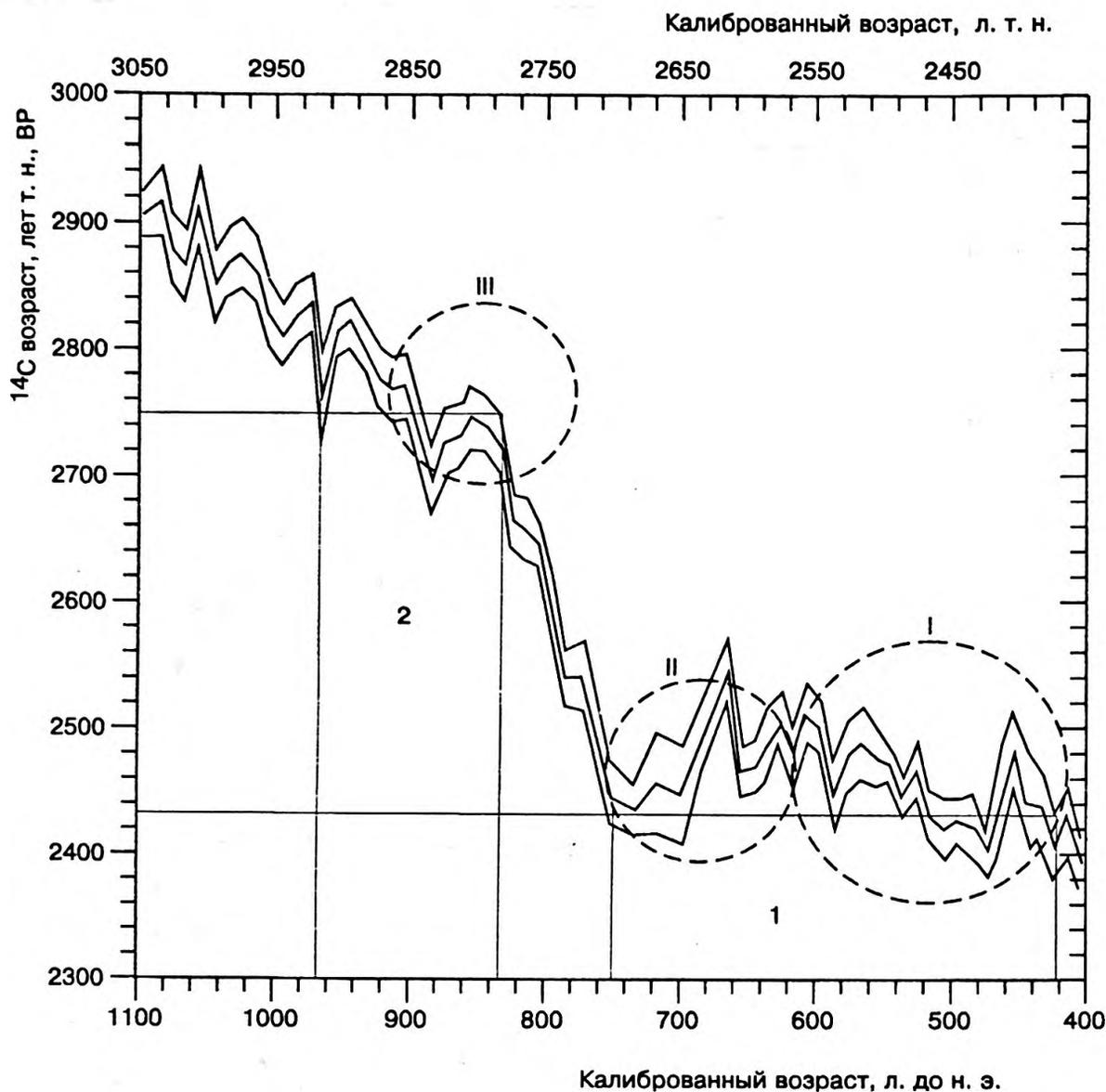


Рис. 3. Участок калибровочной кривой Стювера.

Общая "плавающая" дендрошкала, обозначенная на рис.2 буквой "С", включает участками, которые имеют радиоуглеродные определения (черный цвет). В нижней части рис. 2 приведены отдельные спилы, которые послужили основой конструирования "плавающей" дендрошкалы с выделенными на них участками с радиоуглеродными датами. Как видно из рассмотрения, дендрошкала имеет значительные пробелы, где нет радиоуглеродных дат. Тем не менее, можно выделить три серии дат I-III (рис. 2, А), для которых можно провести сравнение. Так, для серий I и II соотношение между радиоуглеродным и календарным возрастом соответствует участку 1 кривой Стювера (рис.3), где есть множество максимумов и минимумов кон-

центраций ^{14}C ("wiggles"), а узкому значению радиоуглеродного возраста соответствует широкий интервал календарного возраста. Далее есть разрыв на "плавающей" кривой, где радиоуглеродные даты отсутствуют. Следующая серия радиоуглеродных дат "плавающей" кривой (III) приходится на участок 2 кривой Стювера, где имеется один, но довольно значительный минимум на кривой.

Таким образом, характер зависимостей между радиоуглеродным и календарным возрастом для датированных образцов "плавающей" дендрошкалы удовлетворительно согласуется с калибровочной кривой Стювера для интервала 900-400 лет до н.э., за исключением одного образца (Le-2445), причина несовпадения которого пока что не совсем

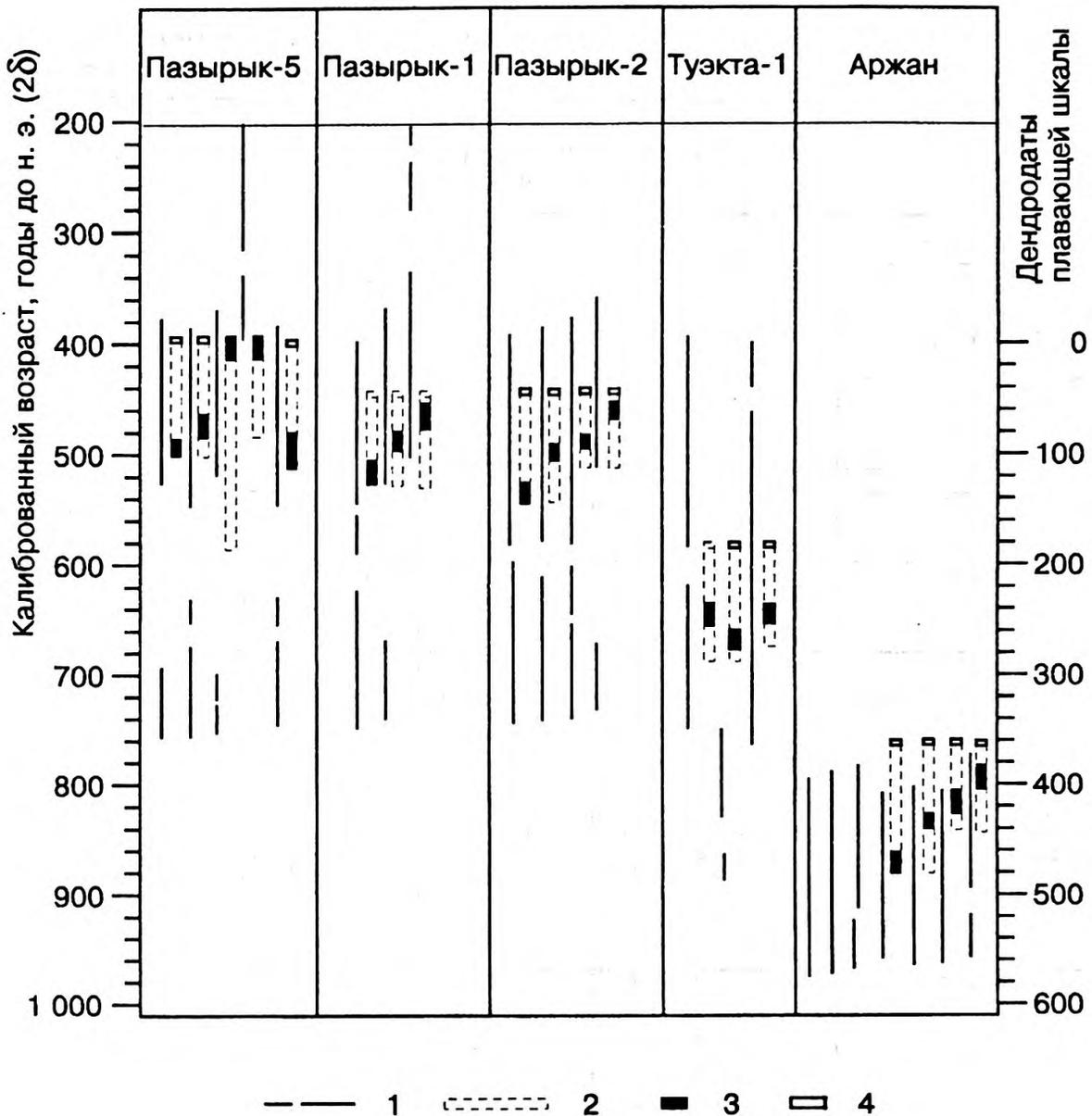


Рис.4. Радиоуглеродные даты и интервалы калиброванного календарного возраста исследованных дендробразцов. 1- интервал калиброванного возраста, 2- количество годичных колец в образце, 3- количество годичных колец для ^{14}C датирования, 4- дата спила образца, дата сооружения курганов.

понятна. Отсюда можно сделать вывод, что позиция "0" плавающей дендрошкалы находится в районе 400 лет до н.э. Более точная фиксация "0" была определена нами с помощью компьютерной программы CAL 20 (van der Plicht J. 1993), в результате чего были получены значения календарных интервалов для радиоуглеродных дат, которые затем были сравнены с дендровозрастом. Результаты приведены в табл.1 и графически на рис.4. В целом, дендродаты "плавающей" шкалы лежат внутри календарных интервалов для значе-

ния 2σ (95% вероятности), полученных калибровкой радиоуглеродных дат. Единичные исключения, обусловленные локальными неопределенностями и, возможно, случайными ошибками, не искажают общую картину.

Резюмируя вышеприведенные исследования, можно представить хронологическую последовательность сооружения элитных курганов Саяно-Алтая так, как показано в табл.2.

Таблица 1. Радиоуглеродные даты образцов дерева, в том числе и дендрообразцов "плавающей" шкалы для больших курганов Саяно-Алтая

№ образца на ^{14}C датирование	Лабораторный №	№ дендрообразца	Количество годовых колец	Кол-во годовых колец на ^{14}C (считая от центра)	^{14}C дата, лет т.н. (BP)	Интервалы калиброванного календарного возраста, лет до н.э. (cal. years BC)	
						18	28
Пазырык-1							
U-1	Ле-1694	D-2	86	1-20	2240±40	754-698, 530-410	762-628, 598-572, 562-402
U-2	Ле-1695	D-2	86	21-40	2390±40	516-436, 424-396	758-686, 540-386,
U-3	Ле-2456	D-2	86	41-55	2340±40	468-462, 412-366, 272-266	744-742, 522-356, 290-246, 228-210
Пазырык-2							
U-4	РУЛ-120	неизвестно			2350±140	760-680, 660-640, 550-350, 320-200	800-100
U-5	Ле-1692	D-9	108	1-30	2479±40	762-672, 668-640, 596-576, 558-508, 442-418	764-626, 606-412
U-6	Ле-1693	D-9	108	31-50	2450±40	756-688, 538-412	762-628, 600-406
U-7	Ле-2446	D-6	70	15-30	2430±40	752-730, 716-704, 530-406	762-672, 666-628, 596-575, 558-398
U-8	Ле-2453	D-6	70	41-60	2380±40	512-440, 420-392	754-692, 534-382
Пазырык-5							
U-9	РуЛ-151	неизвестно			2360±50	516-436, 424-376	760-680, 654-640, 548-356, 290-248, 228-210
U-11	Ле-1697	D-16	108	1-20	2380±40	512-440, 420-392,	754-692, 534-382
U-12	Ле-2457	D-16	108	21-30	2410±40	746-742, 524-400	760-676, 660-634, 552-392
1	2	3	4	5	6	7	8
U-13	Ле-2448	D-15	186	161-186	2360±40	488-444, 418-380	752-728, 720-702, 530-366, 274-266
U-14	Ле-2455	D-17	102	81-102	2290±40	398-358, 286-252, 222-214	402-348, 316-204
U-15	Ле-1700	D-19	120	1-40	2410±40	746-742, 524-400	760-676, 660-634, 552-392
Шибэ							
U-16	РУЛ-293	неизвестно			2420±100	760-670, 660-630, 590-580, 560-400	800-360, 290-250, 230-210
U-17	Ле-2451	D-34	76	5-25	2230±40	366-348, 318-276, 264-202	382-194
U-18	Ле-2454	D-34	76	26-45	2190±40	358-288, 252-222, 212-184	372-154, 144-116
Катанда							
U-19	РУЛ-130	неизвестно			2420±130	760-630, 600-390	810-340, 330-200
Туэкта-1							
U-20	РУЛ-132	неизвестно			2450±120	760-630, 600-	820-350,

№ образца на ¹⁴ C датирование	Лабораторный №	№ дендро-образца	Количество годовичных колец	Кол-во годовичных колец на ¹⁴ C (считая от центра)	¹⁴ C дата, лет т.н. (BP)	Интервалы калиброванного календарного возраста, лет до н.э. (cal. years BC)	
						18	28
						570, 560-410	300-240, 230-210
U-21	РУЛ-129	неизвестно			2450±120	760-630, 600-570, 560-410	820-350, 300-240, 230-210
U-22	Ле-2447	D-24	113	31-50	2450±40	756-688, 538-412	762-626, 600-406
U-23	Ле-2445	D-27	119	10-30	2630±40	820-790	896-878, 848-766
U-24	Ле-2450	D27	119	31-60	2490±40	764-752, 730-710, 708-618, 606-528	778-478, 452-414
Башадар-2							
U-25	РУЛ-134	неизвестно			2500±50	770-752, 730-714, 706-530	792-478, 452-414
	РУЛ-468	неизвестно			2430±110	760-630, 590-580, 560-400	810-350, 290-240, 230-210
Аржан							
U-26	ЛЕ-2310	центральные годовичные кольца			2800±50	1000-900, 872-854	1111-1110, 1052-822,
U-27	Ле-2311	средние годовичные кольца			2770±50	980-966	1006-814
U-28	Ле-2312	внешние годовичные кольца			2750±50	920-828	992-952, 946-810
U-29	Ле-1698	D-36	126	1-25	2770±40	974-972, 930-840	992-826
U-30	Ле-2452	D-36	126	48-60	2790±40	990-954, 942-898, 874-852	1008-834
U-31	Ле-2444	D-38	80	15-35	2790±40	990-954, 942-898, 874-852	1008-834
U-32	Ле-2449	D-38	80	36-60	2740±40	904-834	982-966, 934-810

Таблица 2. Хронологическая последовательность сооружений больших курганов Саяно-Алтая

Курган	Позиция на "плавающей" шкале, календарные годы	Интервал календарного времени, годы до н.э.	Позиция образца в таблице 1
Пазырык-5	0	440-360	U-11-15
Пазырык -1	48	490-410	U-1-3
Пазырык -2	49-50	490-410	U-5-8
Тузэкта-1	180	620-540	U-22-24
Аржан	380	820-740	U-29-32
Башадар-2	-	близко к Тузэкте-1	
Шибэ	короткая "плавающая" шкала	380-260	U-17,18
Катанда	-	500-200	U-19

Литература

- Археология СССР*. Степная полоса Азиатской части СССР в скифо-сарматское время. 1992. Москва: Наука. Ред. Рыбаков Б.А. 493 с.
- Грязнов М.П.* 1992. Алтай и приалтайская степь. В кн.: Археология СССР: Степи азиатской части России в скифо-сарматское время. Москва: Наука. Ред. Рыбаков Б.А. С. 161-178.
- Грязнов М.П.* 1980. Аржан - царский курган раннескифского времени. Ленинград: Наука. 63 с.

- Дергачев В.А.* 1995. Крупномасштабные циклические колебания концентрации космогенного радиоуглерода. // Изв. АН. Серия физическая. Т.59. № 4. С. 91-96.
- Зайцева Г.И., Оболенская А.В., Марков Ю.Н., Кузнецова Е.А.* 1983. Исследования химического состава деградированной древесины различных археологических памятников. В кн.: Химия древесины. Рига: Зинатне. С. 112-116.

- Зайцева Г.И.* 1992. Оценка степени деградации древесины и методы ее обработки для радиоуглеродного датирования. В сб.: Радиоизотопы в экологических исследованиях. Киев: Наукова Думка. Ред. Сабатович Э. В. С. 130-138.
- Киселев С.В.* 1951. Древняя история южной Сибири. Москва: Наука. 642 с.
- Мандельштам А.М., Стамбульник Э.У.* 1992. Ранние кочевники скифского периода на территории Тувы. В кн.: Археология СССР: Степная зона азиатской части России в скифо-сарматское время. Москва: Наука. Ред. Рыбаков Б.А. С.178-196.
- Марсадалов Л.С.* 1984. О последовательности сооружений пяти больших курганов в Пазырыке на Алтае // Археологический Сборник ГосЭрмитажа. № 25.
- Марсадалов Л.С.* 1988. Дендрохронология больших курганов Саяно-Алтая (1-е тысячелетие до н.э.) // Археологический сборник ГосЭрмитажа. Т.29. С. 65-81.
- Марсадалов Л.С.* 1996. История и итоги изучения археологических памятников Алтая VIII - IV веков до н.э. (от истоков до начала 80-х годов XX века). Санкт-Петербург. 100 с.
- Руденко С.И.* 1953. Культура населения Горного Алтая в скифское время. Москва- Ленинград: Наука.
- Смирнов К.Ф.* 1964. Савроматы. Москва: Наука.
- Членова Н.Л.* 1996. Хронология опорных памятников скифской эпохи. В сб.: Гуманитарная наука в России. Соросовские лауреаты. Материалы всероссийского конкурса научно-исследовательских проектов в области гуманитарных наук 1994 г. Москва. С. 313-319.
- Чугунов К.В.* 1993. Датировка Больших Пазырыкских курганов- новый виток старой дискуссии. В: Охрана и изучение культурного наследия Алтая. Тезисы докладов. Ч.2. стр.167. Барнаул.
- van der Plicht J.* 1993. The Groningen radiocarbon calibration program. Radiocarbon. V. 35. No.1. P. 231-237.
- Source* 1991. Source Notes in the History of Art. V.X. No.4. PP.2-36. Summer. New York. Editor L.Schneider.
- Stuiver M., Becker B.* 1986. High precision decadal calibration of the radiocarbon time scale, AD 1950-2500 BC // Radiocarbon. V.28(2B).P. 863-910
- Stuiver M. and Pearson G.W.* 1986. High-precision calibration of the radiocarbon time scale, AD 1950-500 BC // Radiocarbon. V. 28(2B). P. 805-838.

SUMMARY

The elite barrows of Sayan-Altai are the key sites of Scythian and Sarmathian time and the determination of their chronology is of importance for any historical-archaeological reconstructions. Despite of different attempts of establishing the chronological succession of the barrow's constructions this problem remains still controversial question.

The barrows of Sayan-Altai contain the excellent material for the tree-ring chronology, paleoclimatic reconstructions and radiocarbon investigations. Wood samples of logs and ceilings of barrows were well preserved in frozen soil due to the thickness of stone cover. The tree-rings were fixed clearly in wood samples and were valuable material for radiocarbon dating and tree-ring chronology. Early tree-ring chronology was obtained for different barrows of Sayan-Altai (Pazyryk, Arzhan, Tuekta, Scible). But it is a floating tree-ring scale length of about 600 years. It is impossible to determine the zero position on the calendar time scale by only dendrochronologica methods because of lacking of long dendrochronological scale for the Russian

territory.

This article presents new approach for the solution of this problem based on the last achievements in radiocarbon dating. The floating tree-ring chronology time scale was early obtained for the elite barrows of Sayan-Altai and any samples of its were radiocarbon dating. We compared the relationship between the radiocarbon dates of samples with directly position on the floating tree-ring scale and calendar time with that for different parts of the Stuiver calibration curve. The results of calibration radiocarbon age (for 2σ) were connected with the data of the floating tree-ring scale to determine its zero position. The computer program CAL20 was used to convert the ^{14}C age in calendar time. According to such kind of investigations, the zero position of the floating tree-ring scale was determined as $400 \pm 20 - 40$ years BC. One can say now about tendency to more older age for the key barrows of Sayan-Altai than has been early adapted by some scientists.

*Зайцева Г.И.¹, Васильев С.С.², Марсаолов Л.С.³, Семенцов А.А.¹, Дергачев В.А.²,
Лебедева Л.М.¹.*

Применение методов математической статистики для корреляции дендрохронологических и радиоуглеродных данных (по материалам элитных курганов Саяно-Алтая)⁴

Элитные курганы Саяно-Алтая относятся к своеобразным и ярким памятникам скифского периода (1 тыс. л. до н.э.), которые входят в круг родственных культур, простиравшихся от Ордоса (Китай) до Дуная, объединенных знаменитой "скифской триадой" (скифо-сибирский звериный стиль, определенные формы предметов и конского убранства). Произведенные экспедициями С.И. Руденко (Руденко, 1953, 1970) и М.П. Грязнова (Грязнов 1950, 1978) раскопки Аржанского, Пазырыкских, Башадарских, Шибинских и Туэктинских курганных комплексов с захоронениями в условиях вечной мерзлоты, дали исключительный материал, который, с одной стороны, достаточно полно освятил многие стороны жизни кочевников, с другой - дал возможность широкого и обоснованного применения археологических и типологических сопоставлений для исторических реконструкций, и наконец, позволил использовать для их исследований различных естественно-научных методов. Территориально курганы Пазырык, Шибе, Катанда, Туэкта и Башадар расположены в Горном Алтае южной Сибири, а курган Аржан - в Уюкской котловине Тувы.

Несмотря на длительный период их ис-

следований, вопросы о времени и происхождении отдельных культур кочевников Саяно-Алтая до сих пор являются предметом дискуссий. Так например, материалы из кургана Пазырык относили к V-IV вв. до н.э., VI-IV вв. до н.э., IV-III, II вв. до н.э., т.е. в пределах VI-II вв. до н.э., хотя в соответствии с дендрохронологическими данными пять больших курганов в Пазырыке были сооружены в течение 50 лет. Весьма широкой до сих пор остается и датировка кургана Аржан: от XI до VI вв. до н.э. (по данным разных археологов). Постоянное возвращение к вопросам хронологии памятников Саяно-Алтая свидетельствует о важности проблем происхождения, формирования и развития культур скифского периода, которые в Северном Причерноморье известны позднее VII в. до н.э.

С 50-х годов для их исследований начали широко применяться естественные методы, которые позволяют получать независимые данные и уточнять ранее сложившиеся представления. Для хронологических исследований исключительно важную роль играет дендрохронологический и радиоуглеродный методы, особенно при их совместном применении. Кроме того, применение математического аппарата для интерпретации количест-

¹ Институт истории материальной культуры РАН, Дворцовая наб. д. 18. 191186. С.Петербург.

² Физико-Технический ин-т им. А.Ф.Иоффе РАН, Политехническая ул. д. 26. 194021. С.Петербург.

³ Государственный Эрмитаж, Дворцовая наб. д. 34. 191186. С.Петербург.

⁴ Данное исследование проводится при поддержке Российского Гуманитарного Научного Фонда. Грант № 96-01-00088.

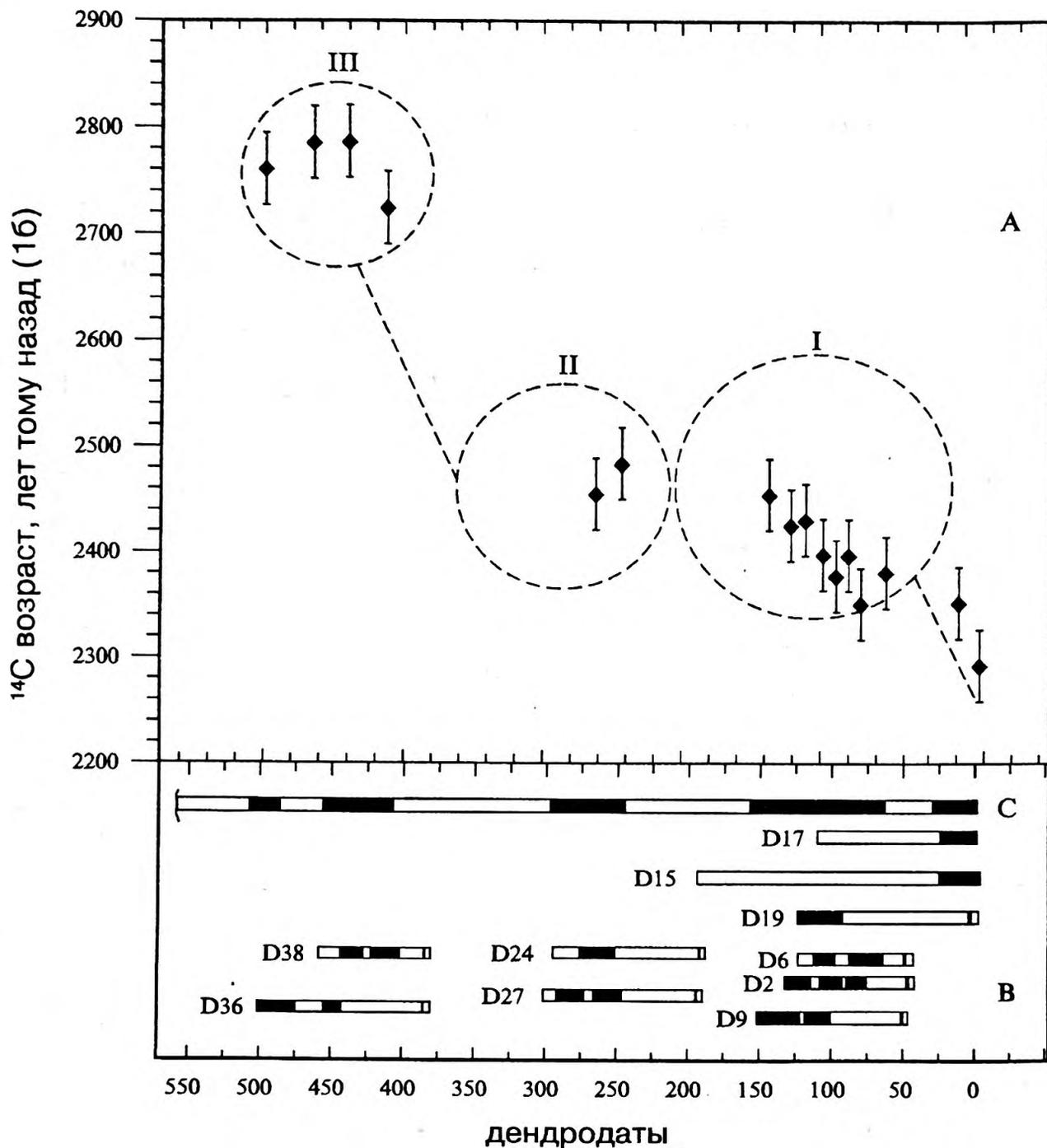


Рис.1. Положение радиоуглеродных данных на плавающей дендрощкале. Условные обозначения: А-радиоуглеродные даты. В-отрезки "плавающей" шкалы, имеющие радиоуглеродные даты. С-"плавающая" дендрощкала.

тью. Именно такой подход и предлагается в настоящем исследовании.

Первые единичные радиоуглеродные даты для памятников Саяно-Алтая были получены в 60-х годах, в начале становления радиоуглеродного метода. В 70-80-х была создана "плавающая" дендрощкала, протяженностью более 600 лет. (Захариева 1977, Марсадалов 1984, 1988). Для привязки позиции

нуля к календарной шкале была в 80-х годах получена серия радиоуглеродных дат для отдельных ее участков, данные обобщены на рис.1. Следует отметить, что на начальных этапах исследований привязка плавающей шкалы к календарной осуществлялась без калибровочных кривых (Марсадалов 1984, 1988). Позиция нуля плавающей дендрощкалы на календарной временной шкале была

шкалы к календарной осуществлялась без калибровочных кривых (Марсадолов 1984, 1988). Позиция нуля плавающей дендрошкалы на календарной временной шкале была определена в пределах 360 ± 40 лет до н.э. Позднее применение калибровочных кривых показало, что изменение концентрации ^{14}C в атмосфере прошлого имело довольно сложный характер для интервала полученных радиоуглеродных дат. В результате калибровки ^{14}C дат с использованием компьютерной программы CAL20 были определены календарные интервалы для отдельных участков плавающей дендрошкалы и определено значение позиции нуля в пределах 400 ± 40 лет до н.э. (Марсадолов 1994, Zaitseva 1996). Оба значения были получены без математической оценки результатов и потому требовали проверки. Следует отметить, что применение калибровочных кривых дало новый импульс для хронологических исследований на основе радиоуглеродных определений. Однако, использование их не всегда позволяет дать однозначный ответ при определении календарного возраста по следующим основным причинам:

1. Калибровочная кривая не является монотонной, а следовательно, одному значению радиоуглеродного возраста может соответствовать несколько интервалов календарного времени.

2. Калибровочные кривые и радиоуглеродные даты, основанные на измерениях, имеют статистические ошибки, что тоже влияет на однозначную интерпретацию. Принимая во внимание указанные неопределенности, в наших исследованиях была применена математическая обработка результатов и путем статистического анализа определена доверительная вероятность каждого полученного на основании кривых календарного интервала. В настоящее время наиболее полные результаты по построению калибровочных кривых опубликованы Стювером и Беккером (Stuiver, Becker 1993) по декадным кольцам и Стювером и Пирсоном (Stuiver, Pearson 1993) по бидекадным кольцам (рис.2). В последнем случае статистическая ошибка меньше, кроме того, все наши радиоуглеродные определения в основном так же были по бидекадным кольцам. Поэтому, в дальнейшем для наших исследований была использована бидекадная кривая Стювера и Пирсона, приведенная на рис.2. В соответствии с ранее проведенными исследованиями, указанными выше, за стандартное значение позиции нуля "плавающей" дендрошкалы было взято значение 360 лет. Для сравнения теоретической кривой с набором экспериментальных точек можно ис-

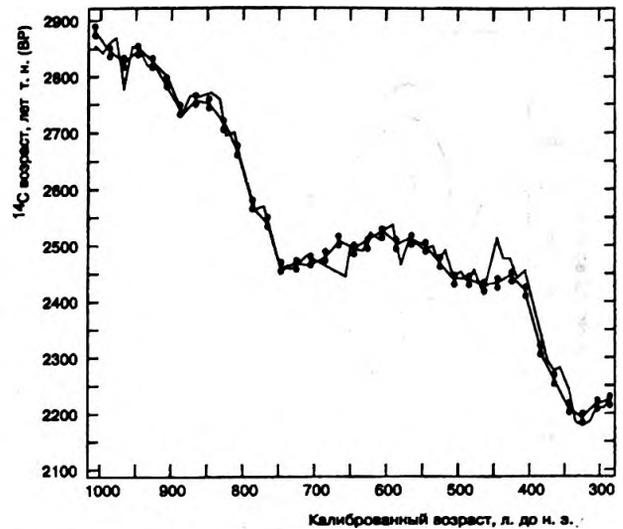


Рис.2. Калибровочные кривые Стювера и Беккера (декадная) и Стювера и Пирсона (бидекадная) для исследуемых интервалов радиоуглеродных дат. Значения ошибок указаны для кривой Стювера и Пирсона.

пользовать критерий χ^2 . Если через $C(t_i)$ обозначить значение теоретической функции в момент t_i , а через $Y(t_i)$ — результат измерения для этого же момента времени, то согласие между теоретическим значением и результатом измерения будет определяться статистикой:

$$\chi_N^2 = \sum_{i=1}^N \frac{|Y(t_i) - C(t_i)|^2}{\sigma_i^2} \quad (1),$$

где σ_i — стандартная ошибка измерения.

В формуле (1) χ^2 следует рассматривать как функцию случайных величин $Y(t_i)$, содержащих ошибку измерения. Чем меньше статистика χ^2 , тем лучше согласие теоретической модели и экспериментальных данных. Приемлемость согласия зависит от принимаемой доверительной вероятности (0,95, 0,90, и т.д.) и определяется значением статистики χ^2 и числом степеней свободы. В рассматриваемом случае число степеней свободы "m" будет совпадать с числом экспериментальных точек, равным "N". Если нет уверенности в значениях координаты " t_i " ($i=1, \dots, N$) и предполагается возможным сдвиг временной шкалы на Δt , то появляется возможность, варьируя Δt , улучшить согласие. При этом число степеней свободы "m" уменьшится на 1 ($m=N-1$), а формула будет иметь вид:

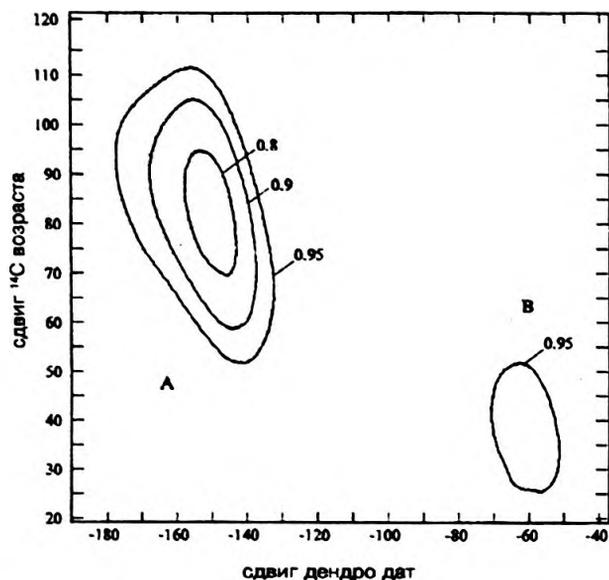


Рис. 3. Допустимые области параметров Δt (сдвиг дендро-дат) и ΔY (сдвиг ^{14}C дат) для доверительных вероятностей 0,8, 0,9, 0,95. Сдвиг кургана Аржан по отношению к плавающей шкале отсутствует. (Позиция нуля плавающей шкалы 360 г. до н.э.). Сдвиги приведены в годах.

Как известно, калибровочная кривая строится по точкам, каждая из которых определена с ошибкой, обозначаемой как σ_c . Если через σ_e обозначить статистическую ошибку в радиоуглеродных определениях Y , то $\sigma_{i^2} = \sigma_{e,i}^2 + \sigma_{c,i}^2$.

Если применять критерий согласия к анализу рассматриваемых археологических данных, то следует обратить внимание еще

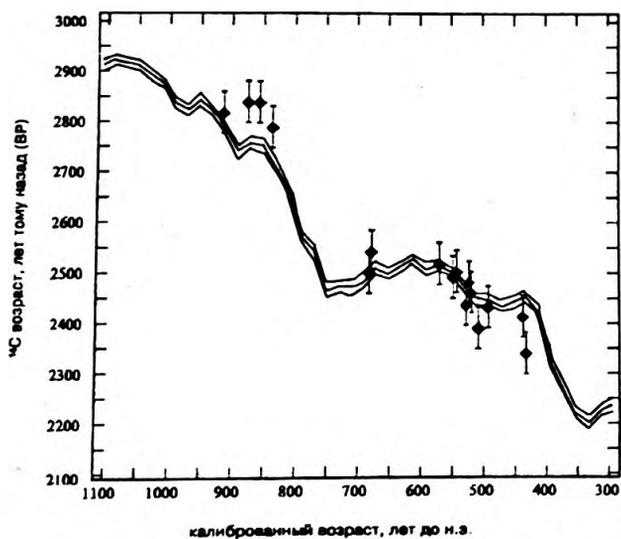


Рис. 4. Положение радиоуглеродных дат на калибровочной кривой. Сдвиг кургана Аржан по отношению к плавающей шкале отсутствует.

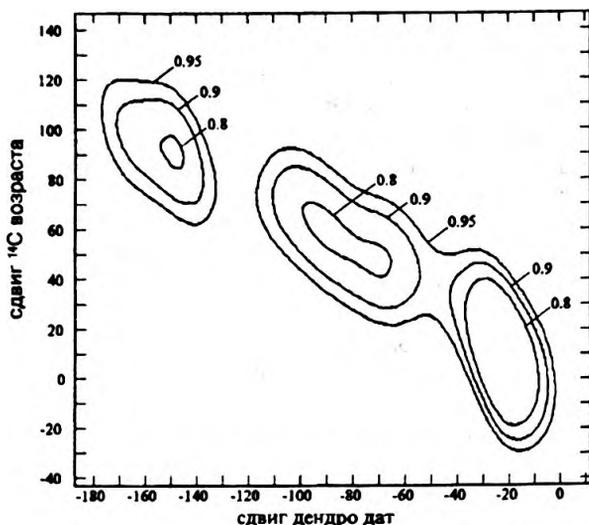


Рис. 5. Допустимые значения параметров: Δt и ΔY . Сдвиг кургана Аржан по отношению к плавающей шкале присутствует. (Позиция нуля плавающей шкалы 360 г. до н.э.). Сдвиги приведены в годах.

на один параметр - систематическую ошибку радиоуглеродной даты $Y(t_i)$. В наших расчетах мы обозначили этот параметр как ΔY . В таком случае уравнение будет иметь вид:

$$\chi_{N-2}^2 = \sum_{i=1}^N \frac{|Y(t_i + \Delta t) + \Delta Y - C(t_i)|^2}{\sigma_{e,i}^2 + \sigma_{c,i}^2} \quad (3).$$

Критерий согласия χ_{N-2}^2 мы можем считать для различных значений сдвига дендрошкалы Δt и предполагаемого значения систематической ошибки ΔY радиоуглеродной даты. На рис.3 изображены области, соответствующие доверительным вероятностям 0,8, 0,9 и 0,95 в координатах: $\Delta Y - \Delta t$, откуда видно, что имеется две области "А" и "В", соответствующие доверительной вероятности 0,95. Область "В" с меньшими значениями $|\Delta t|$ и ΔY приемлема с точки зрения принятого соответствия положения нуля плавающей шкалы на календарной шкале (360 лет до н.э.) и археологическим представлениям. Оптимальное значение χ_{N-2}^2 для области "В" получено при значениях $\Delta t = -60$ лет и $\Delta Y = 40$ лет. Примечательно, что допустимые области правее вертикали $\Delta t = 0$ отсутствуют. При таком сдвиге положение радиоуглеродных дат на калибровочной кривой показано на рис.4. Согласие можно считать удовлетворительным, с небольшим отклонением для данных кургана Аржан. Можно было допустить некоторую неточность в определении

радиоуглеродных дат для Аржана, которые находятся в интервале 2800 - 2740 ВР (± 40 лет). Недавно была получена еще одна дата по копыту лошади из кургана Аржан, которая составляет 2790 ± 80 ВР (Ле-5141), т.е. лежит в том же интервале, что и полученные ранее даты. В таком случае мы предположили, что нельзя исключить возможность существования неуверенности в определении позиции кургана Аржан на плавающей шкале. Принимая во внимание это обстоятельство, критерий χ^2 может быть определен как:

$$\chi_{N-3}^2 = \sum_{i=1}^N \frac{|Y(t_i + \Delta t_i) + \Delta Y - C(t_i)|^2}{\sigma_{e,i}^2 + \sigma_{c,i}^2} \quad (4)$$

где $\Delta t_i = \Delta t + \Delta t_a$, если точка принадлежит к группе Аржан и $\Delta t_i = \Delta t$ - в остальных случаях, при этом Δt_a - сдвиг данных дендрошкалы кургана Аржан. В этом случае появляется третий варьируемый параметр - Δt_a , а число степеней свободы уменьшается на 1. На рис. 5 представлены допустимые области параметров Δt и ΔY при оптимальном значении $\Delta t_a = -40$ лет. Как можно видеть, для доверительной вероятности 0.9 наблюдаются три области, из которых только одна не противоречит радиоуглеродным датам и археологическим материалам кургана Аржан. Согласно полученным данным, оптимальные значения параметров $\Delta t = -20$ лет, а $\Delta Y = 10$ лет. Положение полученных радиоуглеродных дат на калибровочной кривой при этих параметрах приведено на рис. 6. Мы можем видеть, что согласие экспериментальных данных с теоретическими улучшается при введении па-

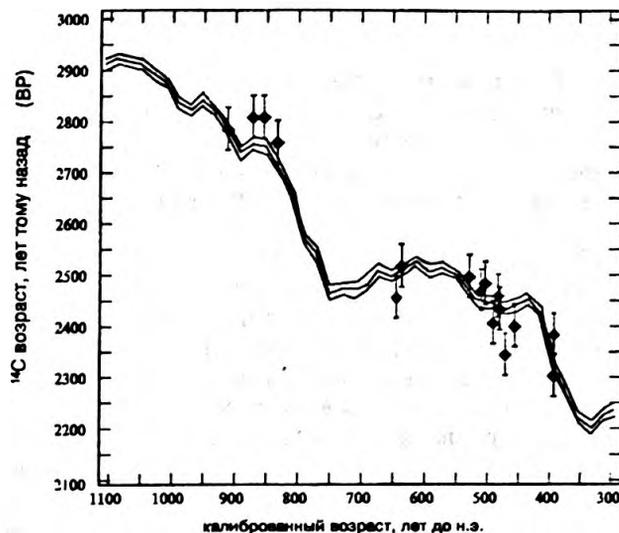


Рис. 6. Положение радиоуглеродных дат на калибровочной кривой. Сдвиг кургана Аржан по отношению к плавающей шкале присутствует.

раметра, допускающего сдвиг возраста кургана Аржан относительно остальных экспериментальных точек. При этом возраст кургана Аржан остается в пределах 800 ВР. Учитывая первый опыт такого рода исследований, а так же сложный характер калибровочной кривой в интервале времени кургана Аржан, более точные заключения могут быть сделаны после дополнительных радиоуглеродных и дендрохронологических определений. Данные по хронологии курганов Саяно-Алтая, полученные за 10-летие их исследований, обобщены в таблице 1.

Обобщающие итоги по датированию курганов Саяно-Алтая за 10 лет исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1. Последовательность сооружения элитных курганов Саяно-Алтая по данным за последние 10 лет исследований

Курган	Возраст курганов, лет до н.э.			
	1984 (Марсадолов)*	1994 г. (Марсадолов, Зайцева)**	1996 (Зайцева, Васильев, Марсадолов)***	
			m= N-2	m=N-3
Пазырык-5	360	400	420	380
Пазырык-1,2	410	450	470	430
Туэкта-1	540	580	600	560
Аржан	745	780	800	800

* без применения калибровочных кривых при переводе ^{14}C возраста в календарный.

** с использованием калибровочных кривых Стювера и Пирсона.

*** С использованием калибровочных кривых и метода математической статистики.

В целом, корреляция радиоуглеродных и дендроданных с калибровочной шкалой

В целом, корреляция радиоуглеродных и дендроданных с калибровочной шкалой Стювера с применением математического аппарата свидетельствует о том, что возможны два положения нуля "плавающей" дендрошкалы на календарной временной шкале: 420 лет до н.э., при стандартном положении кургана Аржан на плавающей дендрошкале, и 380 лет до н.э. при сдвиге положения кургана Аржан относительно остальных курганов. При этом как в первом, так и во втором случае, возраст кургана Аржан составляет 800 лет до н.э. При всех вариантах допущений области параметров, соответствующей довери-

тельной вероятности 0.95 и менее, положение нуля "плавающей" дендрошкалы не может уходить в область моложе, чем 360 лет до н.э., что подтверждают как данные анализа, так и характер калибровочной кривой. Таким образом, эти выводы согласуются с ранее полученными данными относительно позиции нуля на плавающей дендрошкале, в пределах 360-400 лет до н.э. (Марсадалов 1988, 1994). Сейчас с определенной долей уверенности можно заключить, что начальной точкой отсчета при хронологических реконструкциях Пазырыкских курганов можно считать рубеж V-IV вв. до н.э.

Литература

- Грязнов М.П.* 1950. Первый Пазырыкский курган. Москва. Наука.
- Грязнов М.П.* 1978. К вопросу о сложении культур скифо-сибирского типа в связи с открытием кургана Аржан. Краткие Сообщения Ин-та Археологии. Вып. 154.
- Захариева Е.И.* 1976. Дендрохронологическое исследование кургана Аржан. // Советская археология N. 1 стр. 100-107.
- Марсадалов Л.С.* 1984. О последовательности сооружений больших курганов в Пазырыке на Алтае. Археологический сборник ГосЭрмитажа. № 25. Ленинград. Стр. 90-98.
- Марсадалов Л.С.* 1988. Дендрохронология больших курганов Саяно-Алтая 1 тыс. до н.э. // Археологический сборник ГосЭрмитажа Ленинград, № 29 стр. 65-81.
- Марсадалов Л.С., Зайцева Г.И., Лебедева Л.М.,* 1994. Корреляция дендрохронологических и радиоуглеродных определений для больших курганов Саяно-Алтая. // Элитные курганы степей Евразии в скифо-сарматскую эпоху. Ред. А.Алексеев, Н.Боковенко, Л.Марсадалов. С.Петербург. с.141-157.
- Руденко С.И.* 1953. Культура населения Горного Алтая в скифское время. Москва-Ленинград. Наука.
- Rudenko, S.I.* 1970. Frozen tombs of Siberia: The Pazyryk burials of Iron Age horesmen. Berkeley-Los-Angeles. Univ. of California. Edit. M.Thompson. 340 P.
- Stuiver M., Pearson G.* 1993. High-precision bidecadal calibration of the radiocarbon time scale AD 1950-500 BC and 2500-600 BC. //Radiocarbon, v.35, N 1, P. 1-24
- Stuiver M., Becker B.* 1993. High-precision decadal calibration of the radiocarbon time scale AD 1950-6000 BC. //Radiocarbon. V.35, N.1, PP. 35-65.
- Zaitseva G.I., Lebedeva L.M., Sementsov AA, Marsadolov L.S.* 1996. Floating tree-ring scale, radiocarbon and calibration curve as a base of the chronology of Sayan-Altai key sites. // Proceeding of Workshop on Radiocarbon and Isotope-Geochemical Research. Tallinn, in press.

SUMMARY

The study of the chronology of the elite barrows of Sayan-Altai is of a great importance for the determination of the origin, forming and development of the cultures of Scythian period. We used the combined tree-ring chronology and radiocarbon dating with the calculation of results obtained by the method of mathematical statistics. The bidecadal calibration curve was used to convert the radiocarbon age to calendar time. The test of the goodness of fit (χ^2) was determined for different zero positions of the floating tree-ring scale on the calendar time scale. It is shown that the zero position of float-

ing tree-ring scale on the calendar time scale is 380-420 years BC for the confidence probability 0.95. The test of goodness of fit can be improved by the shift of the Arzhan tree-ring dates to the other tree-ring scales. For all cases the age of the Arzhan barrow falls into the 800 BC. The initial point for the chronological reconstructions of the Pazyryk barrows should be the border of the V-IV century BC. This article gives the summary of the chronological research of the elite barrows constructions of Sayan-Altai for the last years of their investigations.

Ловелиус Н.В.¹, Васильев С.С.², Дергачев В.А.², Захариева Е.И.³, Марсадолов Л.С.⁴

Ареология ритмов — основа перекрестного датирования археологических памятников⁵

Проблема абсолютного датирования деревянных образцов из археологических памятников остается наиболее сложной для тех отрезков времени, для которых отсутствуют надежные радиоуглеродные или исторические их привязки на шкале времени. Особую значимость в таких случаях приобретают серии годичных колец ныне произрастающих деревьев из районов нахождения объектов или из сходных условий мест их произрастания.

Основная цель работы - раскрыть методическую направленность археологического аспекта дендроиндикации и показать ряд примеров практической реализации создания серий годичных колец деревьев из различных природных зон и контрастных условий их произрастания. Особое внимание уделено выявлению наиболее устойчивых ритмов, которые характерны для определенных регионов.

Основоположники изучения изменений прироста древесных растений (Рокорну А. 1869; Шведов Ф.Н. 1892; Дуглас А.Е. 1919, 1928, 1936) и многие их последователи (Рудаков В.Е. 1951; Schulman E. 1956; Колчин Б.А. 1962, 1965; и др.) продемонстрировали большие возможности этого метода для получения и использования ценной информации в климатологии, археологии, гелиофизике, лесоведении и других научных дисциплинах. Проблема датирования курганов Саяно-Алтая с применением

серий годичных колец деревьев решалась И.М. Замоториным (1959, 1963), Е.И. Захариевой (1974), Л.С. Марсадоловым (1985, 1988, 1990, 1996), но разногласия в определении абсолютных дат и относительной последовательности сооружений отдельных курганов приводят к необходимости в привлечении комплекса методических подходов и сочетания различных методов для проверки прежних датировок и отработки новых подходов при перекрестном датировании деревянных памятников истории, религии, культуры. Установлено, что возраст древесины для археологических исследований может быть определен радиоуглеродным методом. Получены калибровочные кривые, показывающие соотношение между календарным возрастом образца и возрастом, измеренным с помощью радиоуглеродного метода (радиоуглеродным возрастом), что позволяет существенно продвинуть возрастные рамки археологических находок в область достоверного календарного возраста. В настоящее время имеются ряд высокоточных определений радиоуглеродного возраста в кольцах деревьев известного календарного возраста, и полученные на этой основе калибровочные кривые широко используются в виде компьютерных программ для персональных компьютеров (например, van der Plicht J. 1993). Однако, вследствие вариаций содержания радиоуглерода в земной атмосфере прошлого, точность этого метода имеет

¹ Ботанический институт РАН, ул. Попова, 2. 197022. С.-Петербург.

² Физико-Технический институт им. А.Ф.Иоффе РАН, ул. Политехническая 26. 194021. С.Петербург.

³ Национальный институт защиты памятников культуры. София. Болгария.

⁴ Государственный Эрмитаж. Дворцовая наб. 34. 191186. С.Петербург.

⁵ Работа проводится при поддержке Российского Гуманитарного Научного Фонда. Грант № 96-01-00088.

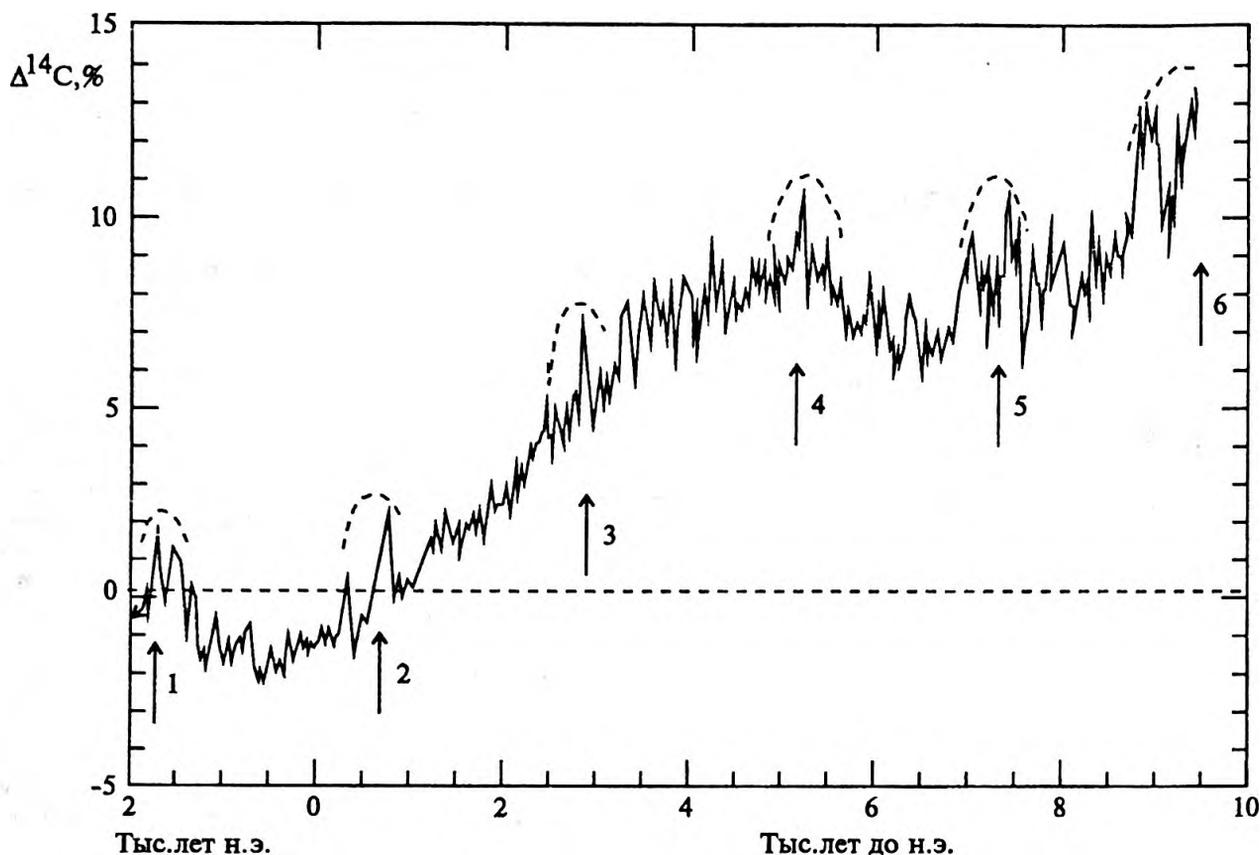


Рис.1. Изменение концентрации радиоуглерода в кольцах деревьев известного возраста за последние 11400 лет. Стрелками указаны наиболее выразительные изменения, повторяющиеся через каждые 2200-2400 лет.

определенное ограничение, а калибровочная кривая на отдельных участках имеет нерегулярную форму. Возможные причины этих флуктуаций содержания радиоуглерода относят к вариациям в глобальной скорости образования радиоуглерода в земной атмосфере (внесолнечные, солнечные, земные факторы), а так же к эффектам, обусловленным глобальными изменениями климата (вариации в параметрах обмена и в общем содержании углекислого газа между атмосферой, гидросферой и биосферой). Крупные вариации содержания радиоуглерода в кольцах деревьев известны как "wobble", проявляют примерно 210- и 2400-летнюю ритмичность (Dergachev V.A. and Chistyakov V.F. 1995).

Современные радиоуглеродные калибровочные кривые и калибровочные таблицы данных, полученные по измерениям активности радиоуглерода в блоках 10- или 20- годовичных древесных колец, перекрывают последние более, чем 10 тысяч лет. В качестве примера на рис. 1 приведены высокоточные измерения концентрации ^{14}C в дендрохронологически датированных кольцах деревьев (Stuiver and Réimer, 1993). Кроме долговременного тренда, даже визуально выделяются крупные флуктуа-

ции: сотни и тысячи лет. Обращает на себя внимание факт повторяющихся через 2200-2400 лет эпизодов аномально высоких амплитуд (см. стрелки на рисунке). Особый интерес в научной литературе вызвало аномальное поведение Солнца в течение 1645-1715 гг. (Eddy J. 1976), когда почти не наблюдалось солнечных пятен, в отличие от привычного "нормального" солнечного цикла, связанного с пятнообразовательной деятельностью, и возможная связь экспериментально обнаруженных значительных флуктуаций в содержании радиоуглерода с таким поведением солнечной активности.

Для исследования природы флуктуаций содержания радиоуглерода в длинных рядах данных необходимо исключить этот долговременный тренд, четко просматриваемый на рис.1. После проведения процедуры устаненения тренда на рис.2 приведены отклонения содержания радиоуглерода в исследуемых образцах колец деревьев для последнего тысячелетия. Типичный временный промежуток между значительными отклонениями концентрации радиоуглерода составляет 200-220 лет. Это находится в согласии с наблюдаемой депрессией солнечной активности

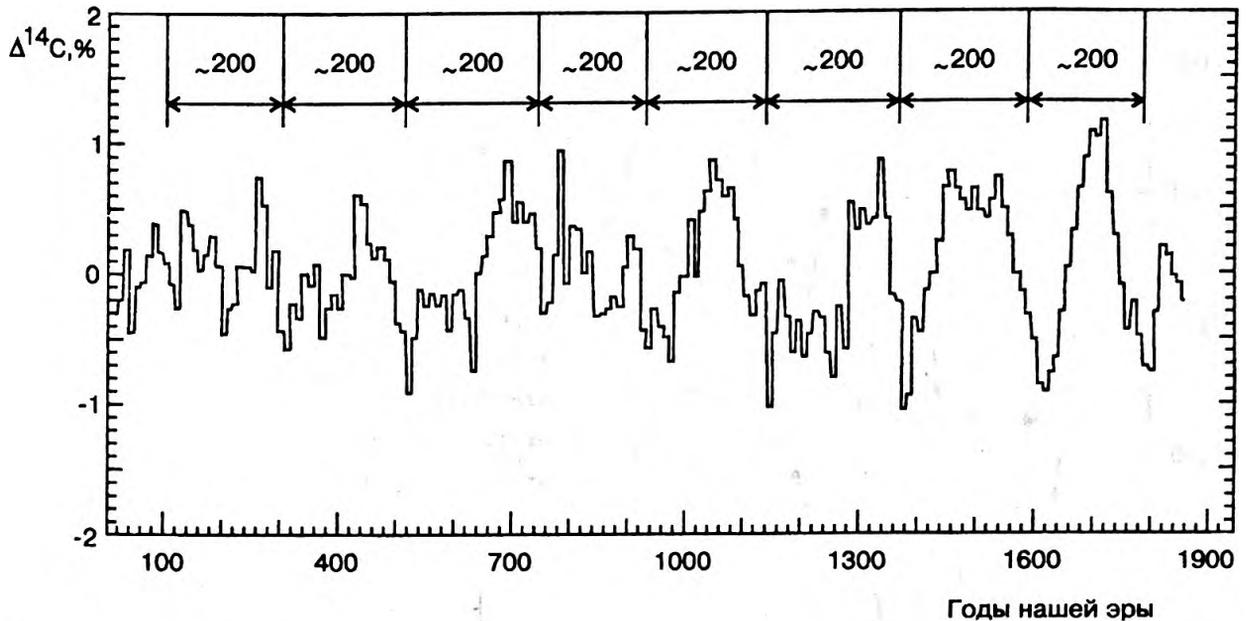


Рис.2. Флуктуации концентрации ^{14}C в кольцах деревьев последнего тысячелетия вокруг долговременного тренда с периодом более 11 тысяч лет. Вертикальными линиями разделены интервалы между соседними наименьшими значениями концентрации ^{14}C .

в исторических солнечных данных, когда с ослаблением активности Солнца, его модулирующий эффект на поток космических лучей, проникающих в гелиосферу ослабляется и, следовательно, скорость образования космогенных изотопов должна возрастать. 210-летняя волна в содержании радиоуглерода хорошо коррелирует с аномальным поведением Солнца в эпоху наиболее полно изученного ближайшего к нам Маундеровского минимума солнечной активности (1645-1715 гг.). Спектральный анализ радиоуглеродных данных на шкале последних 8-10 тысяч лет показывает существование 210-летней волны со статистической надежностью 0,9998 (Васильев С.С., Дергачев В.А. 1995). Такие вариации делают процедуру перевода радиоуглеродных дат в календарные, используя калибровочные кривые или таблицы, более усложненной.

Наиболее продолжительные ~ 2400-летние ритмы в изменениях содержания радиоуглерода демонстрируют "плато" в радиоуглеродных возрастах на калибровочных кривых. Для того, чтобы избежать неопределенности в определении календарного возраста в таком случае необходимо, чтобы как калибровочные данные, так и удостоверяющие подлинность радиоуглеродные измерения принадлежали к одному и тому же временному интервалу. В конечном счете, несомненно, что счет колец дерева известного возраста является наиболее идеальным материалом для более точной калибровки радиоуглеродных дат. Представляется, что средневременные (сотни лет и более), и более крупные

(тысячи лет) колебания, проявляющиеся в содержании радиоуглерода, могут быть использованы, чтобы согласовать "плавающие" хронологии для колец деревьев из различных частей земного шара, и, таким образом, продвинуть калибровочные кривые в более удаленное от нас прошлое. В последние годы такое согласование, используя "wobble", успешно применяется не только в "плавающих" хронологиях для колец деревьев, но и в органических отложениях торфяных болот (van Geel B. and Mook W.G. 1989). Совсем недавно это подтверждено работами Плихта (van der Plicht J. 1996), который продемонстрировал, что метод "wobble" позволяет существенно увеличить точность датирования торфяных отложений.

Многолетний опыт изучения радиального прироста живых особей современной дендрофлоры, проведенных Ловелиусом Н.В. в течение последних 30 лет (Ловелиус Н.В. 1966, 1970, 1972, 1973, 1979, 1987, 1990, 1992, 1995; Ловелиус Н.В., Захариева Е.И., Беров П.Б. 1996; и др.) в различных природных зонах позволяет проследить наличие полиритмичности в приросте годичных колец с явно выраженной пространственной приуроченностью проявления определенных гармоник. Так, было установлено, что чем более продолжительный ритм прослеживается в колебаниях прироста деревьев, тем на большей территории он проявляется (Ловелиус Н.В., 1979:66). Следует отметить, что одна из первых попыток систематизации эмпирически установленных ритмов принадлежит А.В. Шнитникову (1968).

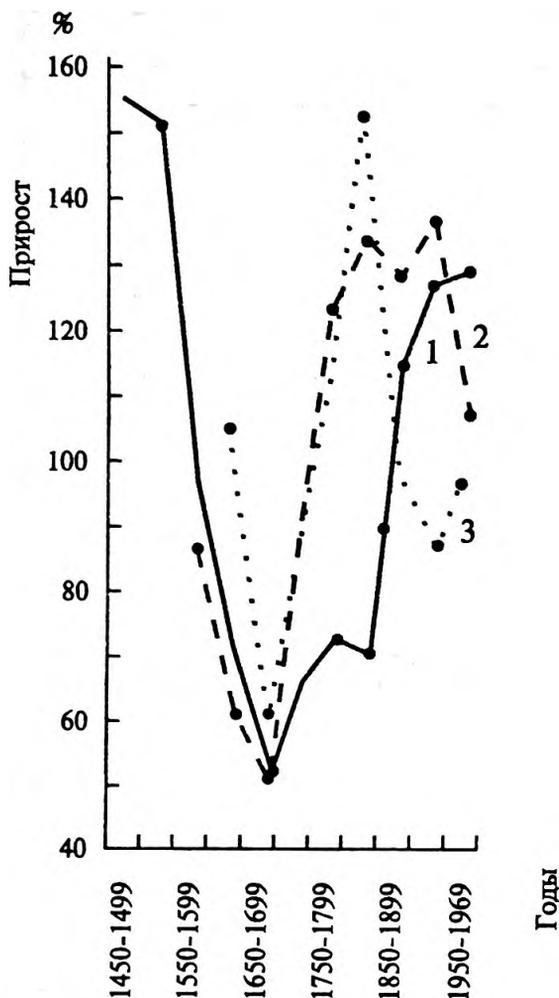


Рис. 3. Изменения радиального прироста деревьев на Крайнем Севере в Евразии: 1 - на верхней границе леса на Аляске, 2 - в заболоченных лесах Западной Сибири, 3 - Расчеты выполнены в отклонениях от средней всего ряда для каждой серии годовичных колец по 50-летиям. [1- данные Н.В. Ловелиуса (1979); 2- данные Т.Н.В. Карлстрема (1966); 3- данные Глебова Ф.З., Погодиной А.И. (1972)].

На рис. 3 приведены дендрограммы радиального прироста деревьев на северной границе леса в Евразии (1), на верхней границе леса на Аляске (2) и в заболоченных лесах Западной Сибири (3), подтверждающие справедливость тезиса о чертах единства в реакции древесных растений на больших пространствах на выдающиеся аномалии, подобно "wiggle" в концентрации радиоуглерода, в изменении природных условий. Можно предположить, что в данном случае это была реакция деревьев на Маундеровский минимум активности Солнца (1645-1715 гг.), глубина которого по приросту деревьев двух континентов была отмечена ранее (Ловелиус Н.В. 1979:66).

Среди наиболее распространенных выде-

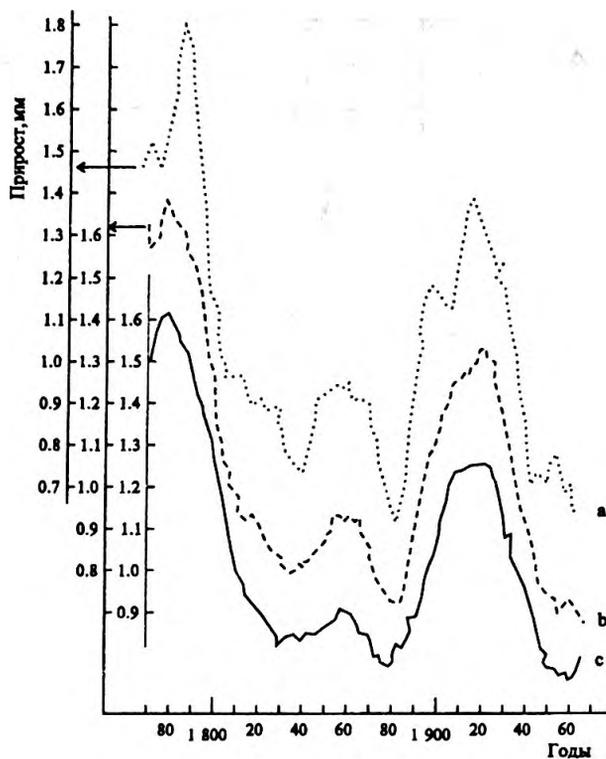


Рис. 4. Дендрограммы лиственницы сибирской из контрольных мест произрастания в районе города Братска после: а) 11-, б) 21- и в) 31-летнего скользящего сглаживания.

лены ритмы прироста деревьев: 120-130, 60-65, 24, 12-летние (Ловелиус Н.В. 1970, 1979 и др.). Их выявление осуществлялось при проведении обработки данных натуральных измерений: а) скользящим сглаживанием с различным шагом осреднения, б) построением интегрально-разностных кривых, в) методом наложенных эпох относительно реперов активности Солнца в 11- и 22-летнем циклах, г) сочетанием наложенных эпох с последующим интегрированием, д) с использованием анализа Фурье и др. Следует отметить, что выделение ритма 120-130 лет носит, в определенной мере, гипотетический характер, так как его повторяемость на обрабатываемых нами рядах не может быть достаточной для оценки статистической значимости. Вместе с тем 120-130 и 60-65-летний ритмы отчетливо прослеживаются по данным серий годовичных колец лиственницы с эпицентра Тунгусской катастрофы и района города Братска. В качестве примера на рис. 4 приведена серия годовичных колец лиственницы из района Братска, на которой отчетливо прослеживаются даты экстремальных значений этих ритмов прироста, которые практически не изменяются независимо от 11-, 21- и 31-летнего сглаживания.

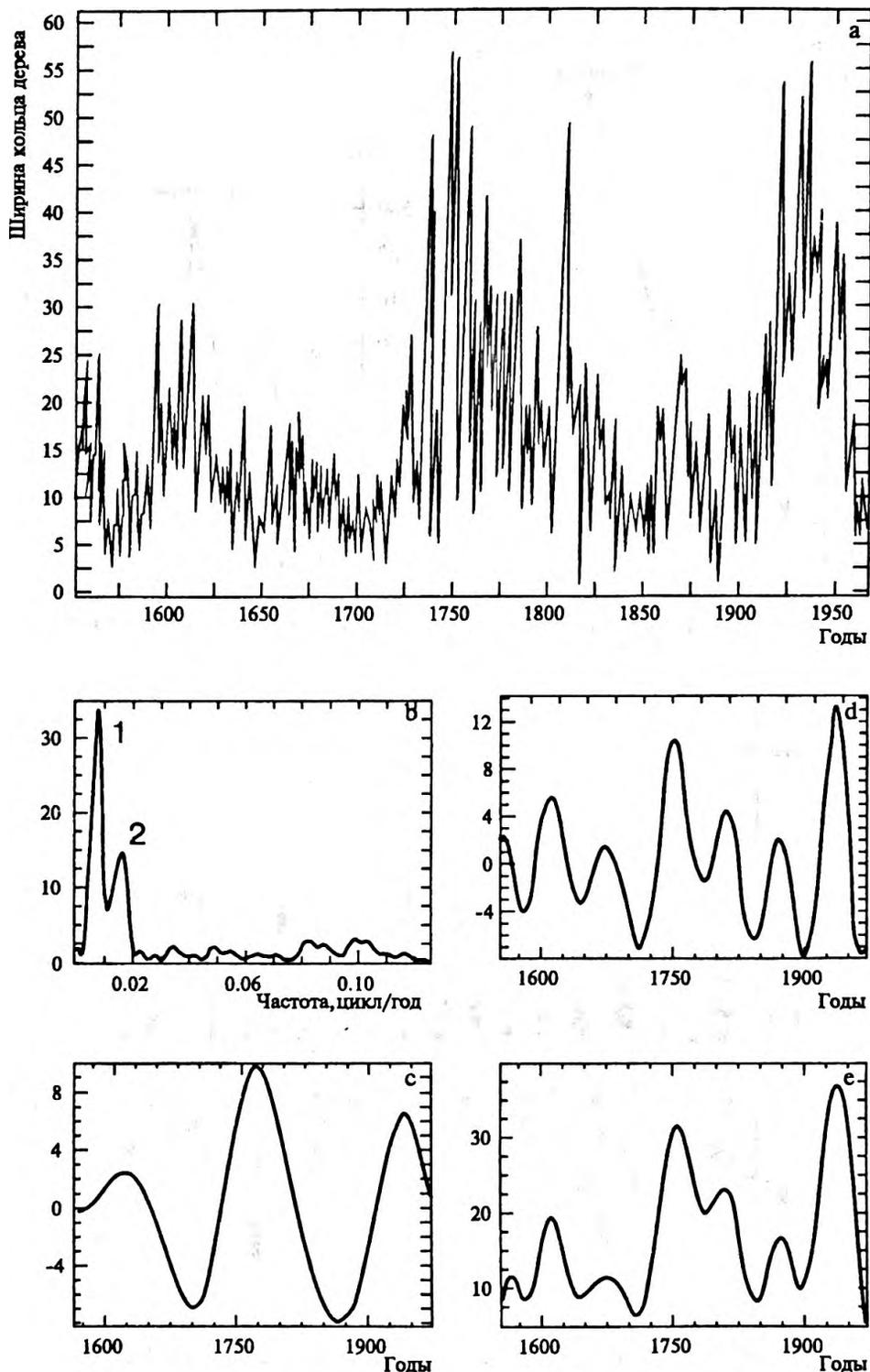


Рис. 5. Дендрограмма и результаты расчетов спектральной плотности мощности 400-летнего ряда измерений ширины годичных колец лиственницы (*Larix*) на верхнем пределе распространения леса в горных районах Сунтар-Хаята по данным (Ловелиус Н.В. 1979). а) Ширина колец выражена в 0.1 мм; б) Относительная спектральная плотность мощности этого ряда. Пики максимальной высоты соответствуют частотам: 1 - 0.0061 циклов в год (период около 163 лет), 2 - 0.016 циклов в год (период около 64 лет); в) Результаты фильтрации данных ширины годовых колец в окрестности частоты 0.0061 циклов в год; д) Результаты фильтрации данных ширины годовых колец в окрестности частоты 0.016 циклов в год; е) Результаты фильтрации ширины годовых колец с фильтром низких частот с максимальной частотой 0.025 циклов в год (период около 40 лет)

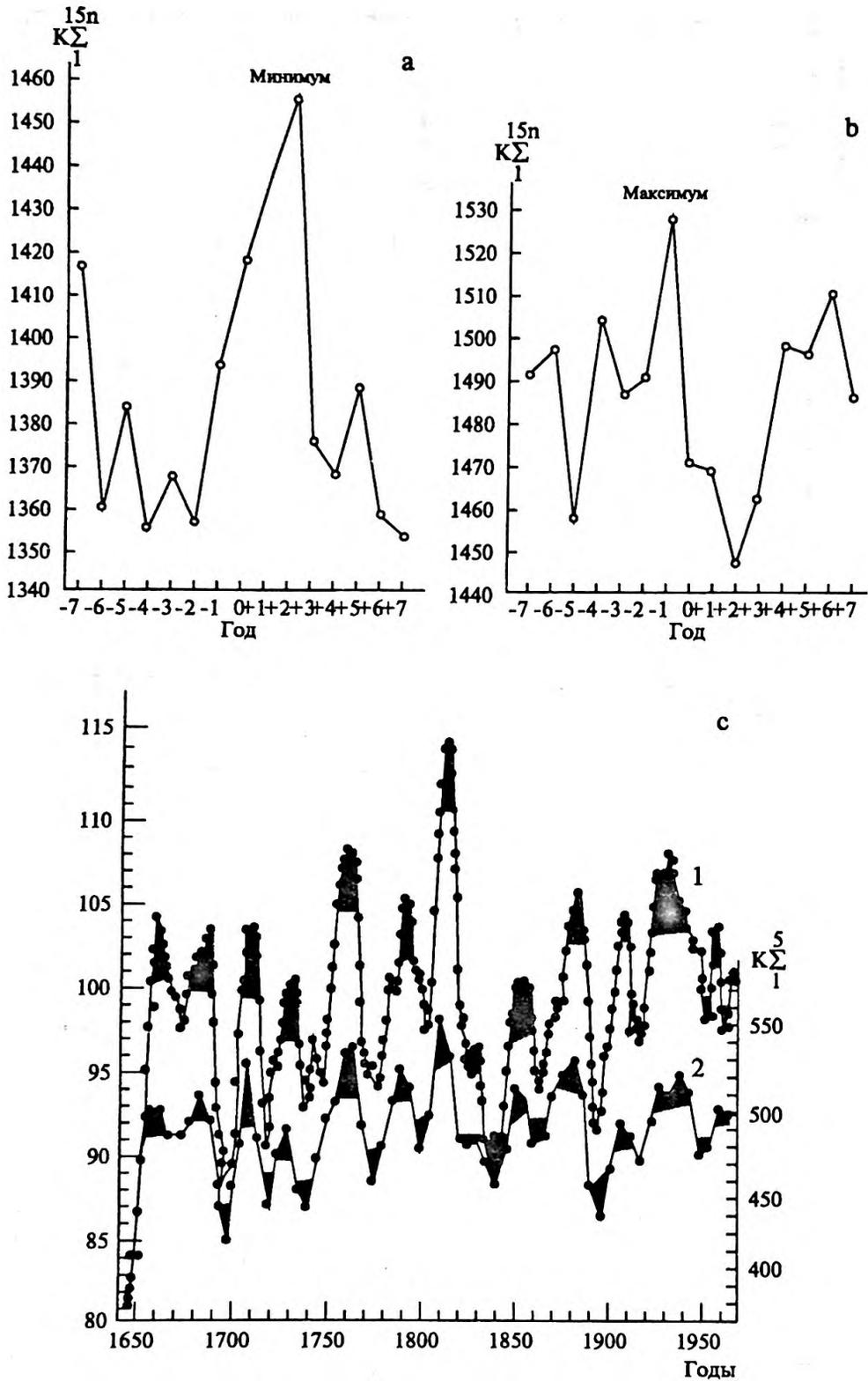


Рис. ба,б,с. Прирост годичных колец хвойных на верхней границе леса 10 горных районов Евразии в эпохи минимума (а) и максимума (б) 11-летних циклов активности Солнца по данным (Ловелиус Н.В. 1970), (с) - обобщенная дендрограмма индексов прироста годичных колец хвойных на верхней границе леса в горных районах Евразии (1) и прирост хвойных в 22-летнем цикле активности Солнца (2) по данным (Ловелиус Н.В. 1970).

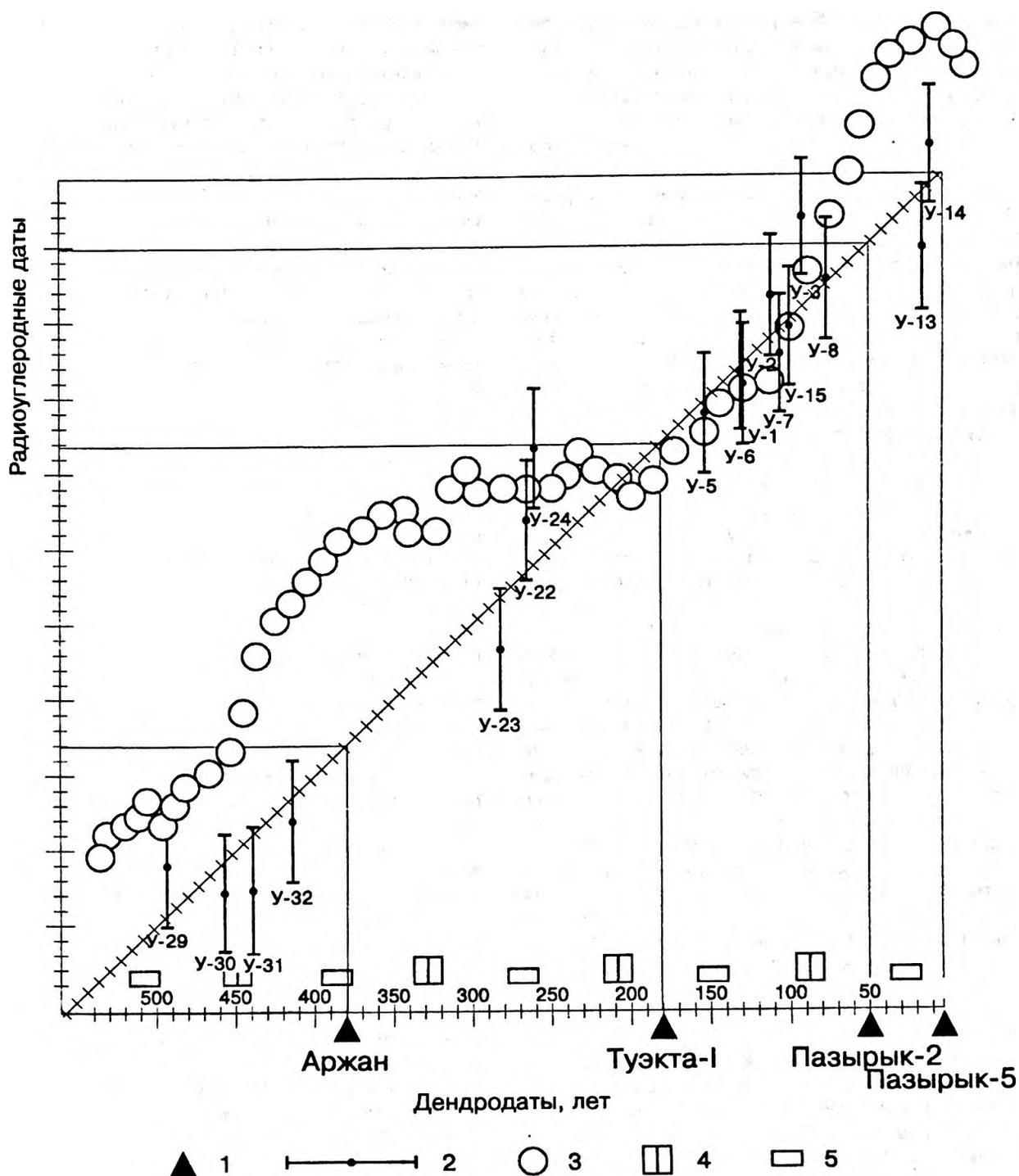


Рис. 7. Определение времени строительства курганов Саяно-Алтайской группы I тысячелетия до н.э. с использованием радиоуглеродных и дендрохронологических данных. 1 - дата сооружения кургана, 2 - радиоуглеродная дата для Саяно-Алтая, 3 - радиоуглеродная дата по данным американских исследователей, 4 - 120-летний ритм для образцов деревьев Саяно-Алтая, 5 - 60-летний ритм для образцов деревьев Саяно-Алтая по данным (Марсадалов Л.С. 1988).

На рис.5 показаны результаты анализа 400-летнего ряда годовичных колец с верхнего предела распространения *Larix* в Сунтар-Хаята, где отчетливо проявляются ритмы

около 160 и 65 лет.

По нашему мнению, установление и использование ритмических составляющих для датирования памятников расширяет диапа-

зон возможностей использования серий годовых колец, так как при отсутствии аномальных реперных точек или их слабой выраженности в приросте анализируемых деревьев они становятся просто незаменимыми. В полуаридных условиях степных боров Украины и в центральной части Русской равнины отчетливо прослеживается 11-летний ритм (Ловелиус Н.В., Бельгард А.Л., Грицан Ю.И. 1992), который выявлен с использованием метода наложенных эпох с последующим интегрированием. Результаты такого анализа позволяют видеть, что к датам максимумов идет увеличение прироста, а в эпохи минимумов - снижение. Абсолютная противофаза в распределении прироста сосны в эпохи противоположных аномалий активности Солнца является достаточным подтверждением их достоверности. Почти абсолютное совпадение с борами юго-востока Украины в реакции сосны обыкновенной на аномалии активности Солнца в 11-летнем цикле наблюдается в центральной части Русской равнины, что свидетельствует об устойчивости этого ритма на больших пространствах со сходными лесорастительными условиями.

Анализ изменений прироста хвойных в трех районах Монголии обнаружил значительное различие амплитуд колебаний прироста древесины в 11- и 22-летних циклах активности Солнца. Аналогичное явление прослеживается и в изменении прироста фисташки настоящей (*Pistacia vera*) в Бадхызе с той лишь разницей, что в 11-летнем цикле здесь в эпохи максимума увеличивается прирост, а в Монголии - уменьшается. Явление больших амплитуд в изменении прироста фисташки в 22-летнем цикле прослеживается с достаточной четкостью. Примером отсутствия четкой выраженности 11-летнего цикла могут служить данные по приросту чозения (*Chosenia Arbutifolia*) на Камчатке, но совсем иная картина в ходе прироста в эпохи 22-летнего цикла солнечной активности. Состоятельность 22-летнего цикла в приросте чозения была подтверждена еще двумя методами: дендрограммой интегрального хода радиального прироста и анализом Фурье (Ловелиус Н.В. 1992).

Анализ серий годовых колец хвойных деревьев из 10 горных районов с верхнего предела их распространения в Евразии позволил показать (рис. 6), что для верхней границы леса наиболее характерными являются ритмы 12 и 24 года. При этом установлено, что 24-летний ритм имеет значительно большую амплитуду, чем 12-летний. В эпохи максимума активности Солнца в 11-летнем цикле прирост деревьев на верхней границе леса уменьшается, а в эпохи минимума - уве-

личивается, причем экстремумы прироста в обоих случаях наблюдаются на + 2-й год после дат аномалий солнечной активности. При анализе связи изменений прироста с активностью Солнца было установлено, что на северном пределе распространения хвойных эта связь прямая, а на верхнем пределе - обратная (Ловелиус Н.В. 1970, 1979, 1995). Экстремум ухудшения лесорастительных условий на Крайнем Севере приходится на 1840-е годы; время прохождения экстремума улучшения лесорастительных условий - около 1550-х годов. Такой результат дает основание говорить о возможности привязки изменений прироста плавающих хронологий к датам аномалий активности Солнца для тех отрезков времени, для которых другие реперы отсутствуют.

Корреляция радиоуглеродных датировок с "плавающими" сериями годовых колец, при учете основных ритмических составляющих, позволит более надежно датировать деревянные памятники истории, религии и культуры. Примером такого построения (рис.7) может служить система радиоуглеродных датировок и дендрохронологических рядов, позволивших датировать курганы: Аржан, Туэкта-1, Пазырык-2, Пазырык-5. Вероятно, при синхронизации дендрограмм, построенных по образцам из археологических объектов, необходимо вначале учитывать 60- и 120-летние ритмы максимумов и минимумов прироста древесины, а затем и 11(12)- и 22(24)-летние ритмы. При сопоставлении Саяно-Алтайской и американской дендро- и радиоуглеродных шкал (рис.7) выявлены одновременные периоды "омоложения", "стабилизации" и "удревнения" радиоуглеродных дат. Отмеченные совпадения свидетельствуют о более глобальных природных закономерностях, одинаково проявляющихся в приросте древесины и содержании радиоуглерода в образцах Северного полушария (Марсадалов Л.С. 1988).

Своей первоочередной задачей авторы видят создание эталонных серий годовых колец деревьев для ряда регионов Евразии, выявление территорий аналогов по основным параметрам преобладающих гармоник, а также сочетание радиоуглеродных и дендрохронологических шкал для разных исторических периодов и регионов мира. Вместе с тем, такой подход позволит с большей определенностью проводить реконструкции палеоклиматических условий по дендроиндикационным данным для периодов, когда отсутствуют данные инструментальных наблюдений. Наибольшее внимание авторами будет обращено на поиск серий годовых колец деревьев для территорий аналогов с близки-

ми природными условиями к местоположению элитных курганов степей Евразии, в том

числе и на других континентах.

ЛИТЕРАТУРА

- Васильев С.С., Дергачев В.А.* 1995. Изменение естественно-го уровня радиоуглерода в атмосфере Земли и геомагнитное поле // Геомагнетизм и аэрономия. Т. 35. № 5. С. 147-151.
- Глебов Ф.З., Погодина А.И.* 1972. Рост древостоев некоторых типов болотных лесов Томского стационара в связи с гидротермическими условиями // Дендроклиматохронология и радиоуглерод. Каунас. С. 120-126.
- Замоторин И.М.* 1959. Относительная хронология Пазырыкских курганов // Советская археология. 1959. № 1. С. 21-30.
- Замоторин И.М.* 1963. О возможности установления относительных датировок территориально удаленных сооружений методом анализа древесных стволов в условиях горного Алтая // Советская археология. № 2. С. 131-138.
- Захарьева Е.И.* 1974. Археологическое дерево как исторический источник (Дендрохронология Саяно-Алтайских курганов VIII-III вв. до н.э.). Автореф. дис. канд. историч. наук Л., 21 с.
- Дергачев В.А., Чистяков В.Ф.* 1992. О солнечной активности на грани плейстоцена и голоцена // Препринт ФТИ РАН. № 1585. Санкт-Петербург. 27 с.
- Карлстром Т.Н.В.* 1966. История оледенения Аляски и ее значение для теории палеоклимата // Солнечная активность и изменения климата. Ленинград: Гидрометеоиздат. С. 119-176.
- Колчин Б.А.* 1962. Дендрохронология Новгорода // Советская археология. № 1. С. 113-139.
- Колчин Б.А.* 1965. Дендрохронология Восточной Европы // Археология и естественные науки. Москва: Наука. С. 62-66.
- Марсадалов Л.С.* 1985. Хронология курганов Алтая (VIII-V вв. до н.э.). Автореф. канд. ист. наук. Ленинград. 16 с.
- Марсадалов Л.С.* 1988. Дендрохронология больших курганов Саяно-Алтая I тысячелетия до н.э. // АСГЭ. 29. Ленинград. С. 65-81.
- Марсадалов Л.С.* 1990. Перспективы дендрохронологического датирования археологических памятников Саяно-Алтая I-го тысячелетия до н.э. // Проблемы дендрохронологии и дендроклиматологии // V-е Всесоюзное совещание по вопросам дендрохронологии 29-31 мая 1990 г. Свердловск. С. 105-106.
- Марсадалов Л.С.* 1996. История и итоги изучения археологических памятников Алтая VIII-V вв. до н.э. (от истоков до начала 80-х годов XX века). Санкт-Петербург. 1996. 100 с.
- Ловелиус Н.В.* 1966. Опыт применения дендрохронологического анализа для изучения изменений климата (на примере Восточного Саяна) // XIX Герценовские чтения. География и геология. Ленинград. С. 34-36.
- Ловелиус Н.В.* 1970. О дендрохронологических исследованиях в горах Путорана // Доклады Высокотермической комиссии ВГО. Ленинград. Вып. 16. С. 52-57.
- Ловелиус Н.В.* 1970. О создании эталонной дендрохронологической шкалы // XXIII Герценовские чтения. География и геология. Ленинград. С. 109-111.
- Ловелиус Н.В.* 1972. Колебания годовичных колец хвойных на верхней границе леса в горных районах СССР. Автореф. дис. канд. географ. наук. Ленинград. 24 с.
- Ловелиус Н.В.* 1973. Ритмическая изменчивость прироста деревьев // Чтения памяти Л.С. Берга. Ленинград. С. 209-220.
- Ловелиус Н.В.* 1979. Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий. Ленинград: Наука. 232 с.
- Ловелиус Н.В.* 1987. Дендроиндикация изменений природных условий в Субарктике и в горах Сибири // Палеогеография Средней Сибири. Красноярск. С. 71-92.
- Ловелиус Н.В.* 1990. Методический аспект дендроиндикации изменений природных условий МНР // Методические вопросы оценки состояния природной среды МНР. Пушино. С. 21-22.
- Ловелиус Н.В.* 1990. Дендроиндикация природных процессов на Востоке Азии // Проблемы дендрохронологии и дендроклиматологии. Свердловск. С. 99-100.
- Ловелиус Н.В., Родин Л.Е.* 1990. Фисташка как индикатор изменений природных условий // Фисташка в Бадкхызе. Ленинград. С. 82-96.
- Ловелиус Н.В., Бельгард А.Л., Грицан Ю.И.* 1992. Эффект активности Солнца в приросте сосны обыкновенной в семиаридных условиях // ДАН Украины. № 12. С. 118-121.
- Ловелиус Н.В.* 1992. *Chosenia Arbutifolia* (Salicaceae) - новый индикатор солнечно-биосферных связей // Бот. журн. Т. 77. № 5. С. 43-51.
- Ловелиус Н.В., Грицан Ю.И.* 1992. Черты единства в реакции сосны обыкновенной и лиственных пород Самарского бора на изменение природных условий // Биомониторинг лесных экосистем степной зоны. Днепропетровск: ДГУ. С. 27-44.
- Ловелиус Н.В., Гунин П.Д., Даважамц Ц.* 1993. Внутривековые ритмы лесных и пустынных экосистем // Изв. РГО. Т. 125. Вып. 2. С. 74-80.
- Ловелиус Н.В.* 1995. Грецкий орех и активность Солнца. Реакция шелковицы белой на тепло- и влагообеспеченность // Листопадные ксерофильные леса, редколесья и кустарники. Санкт-Петербург. С. 226-236.
- Ловелиус Н.В., Захарьева Е.И., Беров П.Б.* 1996. Радиальный прирост ели обыкновенной в Рильских горах (Болгария) и изменения тепло- и влагообеспеченности // Изв. РГО. Т. 128. Вып. 1. С. 67-73.
- Рудаков В.Е.* 1951. Метод изучения влияния колебаний климата на толщину годовичных колец деревьев // Докл. АН Армянской ССР. Т. 13. Вып. 3.
- Шведов Ф.Н.* 1892. Дерево как летопись засух // Метеорологический вестник, № 5.
- Шнитников А.В.* 1968. Природные явления и их ритмическая изменчивость. В кн.: Доклады на ежегодных чтениях памяти Л.С. Берга. Ленинград. Вып. VIII-XIV.
- Dergachev V.A. and Chistyakov V.F.* 1995. Cosmogenic radiocarbon and cyclical natural processes // Radiocarbon. V. 27. No. 2. P. 417-424.
- Douglass A.E.* 1919, 1928, 1936. Climatic Cycles and Tree-Growth. Washington. Vol. I-III, DI.
- Douglass A.E.* 1922. Some aspects of the use of annual rings of Ttee in climatic study // Report of the Smithsonian Institution. Washington. P. 23-39.
- van Geel B. van and Mook W.G.* 1989. High resolution ¹⁴C dating of organic deposits using natural atmospheric ¹⁴C variations. // Radiocarbon. V. 31 (2). P. 151-155.
- Eddy J.A.* 1976. The Sun since the Bronze Age. In: Physics of Solar Planetary Environments. Editor D. J. Williams. AGU Washington. D.C. V. 2. P. 958-972.

- Lovelius N.V.* 1972. Reconstruction of the course of meteorological processes on the basis of the annual tree rings along the northern and altitudinal forest boundaries // International Biological Programme (IBP). Tundra Biome. Proceedings of IV International Meeting on the Biological Productivity of Tundra. Leningrad- USSR. October 1971. Published by the Tundra Biome Steering Committee April 1972. Stockholm, Sweden. P. 248-260.
- Lovelius N.V.* 1995. The dendroindication of nature conditions' alterations of extracontinental ecosystems in Asia // International conference "Asian ecosystems and their protection". The collection of abstracts. Ulanbaatar. Mongolia. P. 35.
- Plicht J. van der.* 1996. Calibration of the ^{14}C time scale: the present status and prospects beyond the Holocene boundary. International Workshop on Isotope-Geochemical Research in the Baltic Region, Lohusalu, Estonia, March 1996 (In press).
- Plicht J. van der.* 1993. Calibration Issue // Radiocarbon. V. 35. No. 1. P. 231-239.
- Pokorny A.* 1869. Eine Methode um der meteorologischen Coeffizienten des jährlichen Holz zu washes der Dicotyledonenstamme zu ermitteln // Bot. Ztg., Nr. 44, S. 746-747.
- Schulman E.* 1956. Dendroclimatic changes in semiarid America. Tucson.
- Suiver M. and Reimer R.J.* 1993. Extend ^{14}C data base and revised CALIB 3.0 ^{14}C age calibration program. // Radiocarbon V. 35. P. 215-230.

SUMMARY

The problem of the absolute dating of wood samples from different archaeological and historical sites will stay the most complex one for the time intervals that are without reliable radiocarbon and historical fitting to the time scale. In these cases the series of the tree-rings of growing today wood from the regions of monument locations or from the places related to the tree-ring origin have particular significance. The problem in this work is considered in the point of view of the tree-ring series and the comparison of the rhythmical components in annual ring growth originated from different territories. The determination and application of the rhythmical components for dating of the sites extends the range of scope for use of annual ring series as they have no alternative in case of the deficiency of anomalous reper points or when these points are poorly manifested in the growth of the wood to be analysed.

Study of the radial growth of living representatives of contemporary dendroflora in different natural zones allows to trace the presence of polyrhythmics in annual ring growth with prominently expressed spatial assignment of manifestation of the definite harmonics. It was established that the rhythms are longer and the variations of wood growth appeared on the wider territories.

Dendrograms of the radial growth of wood in the northern limit of the forest zone in Eurasia, in the upper limit in Alyaska and in the manshland forests of the West Siberia confirm the justice of this thesis concerning the unity lines in the reaction of wood plants in the great areas to distinguished anomalies in natural condition changes.

The analysis of the annual ring series from various natural zones of Eurasia on samples of coniferous species showed that rhythms of 12

and 24 years are the most characteristic for the upper forest boundary. The duration of these rhythms coincides with the length of solar activity cycles. It is established that the 24-year rhythm has considerably greater amplitude than the 12-years rhythm. The growth of wood on the upper forest boundary is decreased during the epochs of solar activity maximum; there are extrema of growth in both cases in the second year after solar activity anomalies took place. Analysis of the changes of Larix annual ring widths in the upper limit of wood extension on the Suntar-Khayata mountain range during the past 400 years shows the rhythms of about 160 and 60 years.

It is well established that the cyclical rhythms of different durations are in the radiocarbon concentration measurements. In that time the age of wood for archaeological applications can be obtained by radiocarbon method. Until now time the disagreements remain in absolute dates and archaeological notions concerning the sequences of the Sayan-Altai barrow construction. The combination of systems of radiocarbon dates and the floating annual ring series enables one to date more reliably wood from relics of history and archaeology if the basic rhythmical components are taken into account.

The main tasks for such kind of investigation are the creation the standard annual tree-ring series in the locations of the sites which are still undated and to reveal the territory analogies using basic parameters to carry out reconstructions of the paleoclimatic conditions when the data of instrumental observations are lacking.

The most attention should be given to the search of annual tree-ring series for the other regions including other continents with similar natural conditions to the locations of the great barrows of the Eurasian steppe.

РАДИОУГЛЕРОДНЫЕ ДАТЫ И АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Тимофеев В.И., Зайцева Г.И.¹

Некоторые аспекты радиоуглеродной хронологии неолитических культур лесной зоны Европейской России²

К настоящему времени примерно для ста неолитических памятников Европейской части России получено около 400 радиоуглеродных датировок, большая часть из них выполнена в лаборатории Института истории материальной культуры РАН, единственной радиоуглеродной лаборатории России специализирующейся на датировании археологических образцов. До настоящего времени радиоуглеродную хронологию неолита огромной территории лесной зоны нельзя считать вполне разработанной, вместе с тем по ряду важных ее разделов получены достаточно определенные и надежные данные. Имеются значительные материалы, в частности по проблеме датировки начала неолита (Тимофеев В.И., Маланова Н.М., Романова Е.Н., Свеженцев Ю.С. 1978), традиционно связывающегося в российской археологии с появлением первой керамики.

Мы не касаемся здесь находок древнейших предметов из обожженной глины, отмеченных на отдельных палеолитических стоянках. Эти самые первые опыты не получили в дальнейшем распространения и многие тысячелетия керамика в позднем палеолите и мезолите Европы еще отсутствовала. Более определенные типологически архаичные признаки использования обожженной глины

были исследованы на юге Европейской России, в Приазовье, на памятниках Матвеева кургана, раскопанных Л.Я.Крижевской (1992). Здесь обнаружены находки предметов из обожженной глины, в основном в обломках, часть из которых, возможно, является обломками архаичных сосудов. Датировки основного комплекса Матвеева кургана I - 7505 ± 210 , 7180 ± 70 лет тому назад (л.т.н.) (GrN-7199, Le-1217). Учитывая проведенные в ИИМК методические разработки, как более корректную, по-видимому, следует рассматривать более раннюю дату, т.е. отнести первые признаки изготовления керамики в Приазовье ко времени около 7,5 тысяч лет назад или с учетом калибровок - около середины VII тысячелетия до н. э. К этому же времени относятся находки кусочков глины со следами обжига в слое докерамического неолита (где "настоящая" керамика, обломки сосудов еще отсутствовали) на стоянке Сороки II в Молдавии. Этот слой датирован 7515 ± 120 , 7420 ± 80 л.т.н. (Blн-588, 587) (Маркевич В.И. 1974, стр. 63).

В это время на обширных пространствах лесной полосы существовали еще мезолитические поселения. Абсолютное большинство радиоуглеродных датировок мезолитических памятников этой территории относится

¹ Институт истории материальной культуры РАН, Дворцовая наб. д. 18. 191186. С.Петербург

² Работа выполнена при поддержке Российского Гуманитарного Научного Фонда. Грант № 96-01-00003.

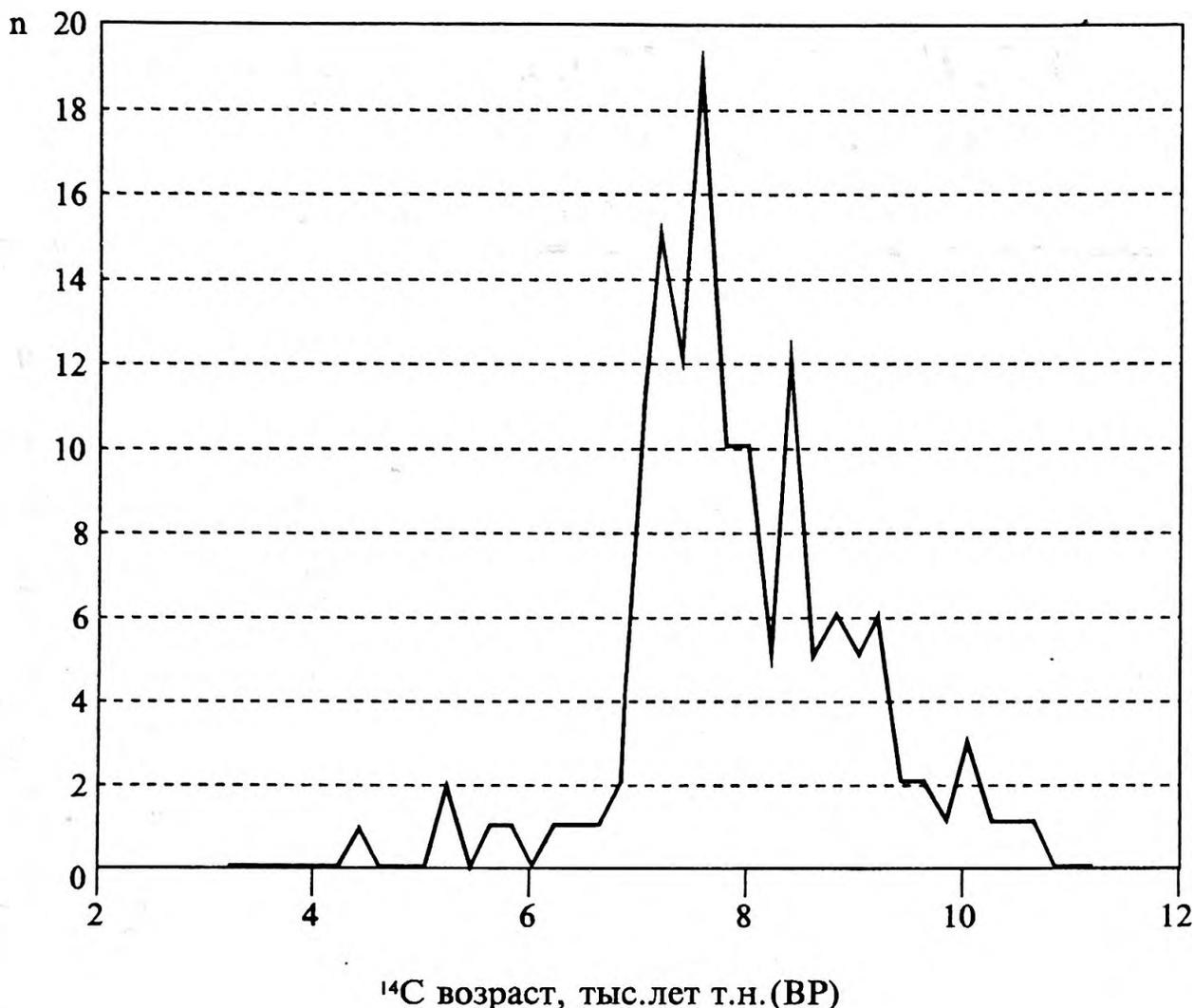


Рис.1 Диаграмма распределения радиоуглеродных дат памятников мезолита.

ких памятников этой территории относится именно к 7 - 8 тысяч лет назад (Рис.1, график).

Для установления хронологии появления первой керамики собственно в лесной зоне принципиально важны датировки памятников древнейшей раннеолитической культуры Центра Европейской России - верхневолжской. Для комплексов этой культуры получена группа определений порядка 7000 - 6500 лет тому назад по образцам из таких памятников, как Ивановское III, Берендеево, Языково, Вашутинская, Жабки 3, Курово 2 и некоторые другие. Среди них следует отметить серию датировок стратифицированной торфяниковой стоянки Ивановское III (Крайнов Д.А., Зайцева Г.И., Уткин А.В. 1990). Близкие даты получены и для некоторых раннеолитических стоянок валдайской культуры, где найдена керамика котчищенс-

кого типа, сходная с верхневолжской (Нижние Котицы V - 6860± 100 л.т.н., Ле-1333; Залесье - 6530± 50 л.т.н., Ле-1144; Ланино 2 - 6440±140, 6296 ± 260 л.т.н., Ле-4347, 3298).

Раннеолитические памятники датированы и в ряде других регионов Европейской части России. Среди них отметим серию дат стратифицированной торфяниковой стоянки Рудня Сертейская в Смоленской обл. (Zaitseva G., Miklyaev A., Mazurkevich A. 1995). Слой относимый А.М.Микляевым к локальной руднянской культуре, родственной раннеолитической нарвской культуре Восточной Прибалтики датирован концом VI тыс. до н.э. (6300 - 6000 л.т.н.), причем ниже датированного залегает еще один культурный слой с архаичной раннеолитической керамикой. Полученные датировки хорошо соответствуют датам, имеющимся для ран-

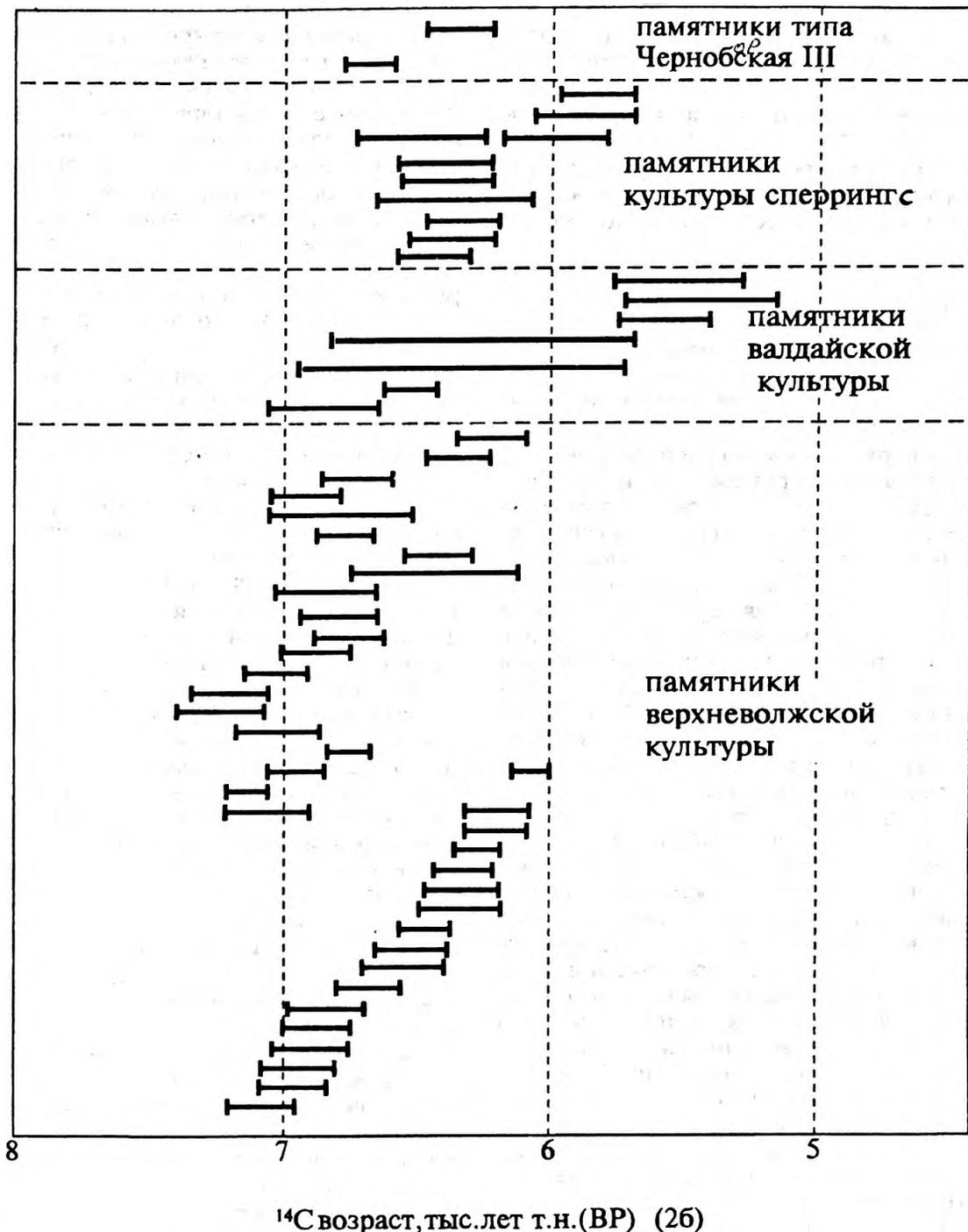


Рис.2. Радиоуглеродная хронология ранних неолитических памятников некоторых регионов лесной зоны Европейской России. Большая часть датированных образцов происходит из многослойных памятников, содержащих находки различной культурной атрибуции.

неолитических комплексов нарвской культуры, особенно надежно датированным большими сериями определений на стоянках Восточной Латвии (Лозе И.А., 1988).

Определенные данные имеются для начала неолита в более северных регионах. Ряд датировок, полученных лабораториями Тар-

ту и ИИМК РАН для раннеолитических памятников древнейшей керамической культуры Карелии и Финляндии - сперрингс (стоянки Ерпин Пудас, Пегрема IX, Шелтозеро XI, Шеттима I), находятся в интервале 6500 - 6000 л.т.н., т.е. эти комплексы относятся к середине второй половине VI тысдо н.э. В

последнее время впервые даты ^{14}C получены для синхронных материалов Европейского Северо-Востока. Древнейшая керамика

этой территории (типа Черноборская III) имеет ряд признаков, сближающих ее с ранненеолитической посудой валдайской и верхневолжской культур. Образцы угля со стоянки Прилукская (Архангельская обл.) датированные 6680 ± 70 , 6680 ± 60 л.т.н. (Ле-4813, 4814), определенно устанавливают ранненеолитический возраст памятников типа Черноборская III, ранее бывший предметом дискуссии.

В целом, приведенные выше датировки раннекерамических комплексов обширной части лесной полосы относят начало неолита данной территории ко времени не позднее 6500 лет тому назад, т.е. не позже VI тысячелетия до н.э. Судя по этим данным и имеющимся датировкам позднемезолитических памятников, первая керамика распространяется в ареалах культур верхневолжской, валдайской, сперрингс, нарвской, а также на Северо-Востоке Европейской России за несколько столетий, что довольно хорошо согласуется с объяснением этого процесса в рамках диффузионных явлений. Для нарвской керамики наиболее близкие прототипы отмечаются в материалах раннего неолита Поднепровья (Тимофеев В.И. 1994). Ранненеолитическая керамика типа сперрингс и типа Черноборская III имеют общие элементы с верхневолжской. Следует отметить, что среди имеющихся датировок по радиоуглероду, названных выше культур, группа наиболее ранних дат (около 7000 л.т.н., древнее 6500 л.т.н.) наиболее определенно представлена именно в материалах верхневолжской культуры (Рис.2). Возможно, ареал ранненеолитических культур верхневолжья следует рассматривать как один из центров распространения керамического производства в северном и северо-восточном направлениях, причем, судя по датировкам, заимствование этих навыков позднемезолитическим населением происходило достаточно быстро.

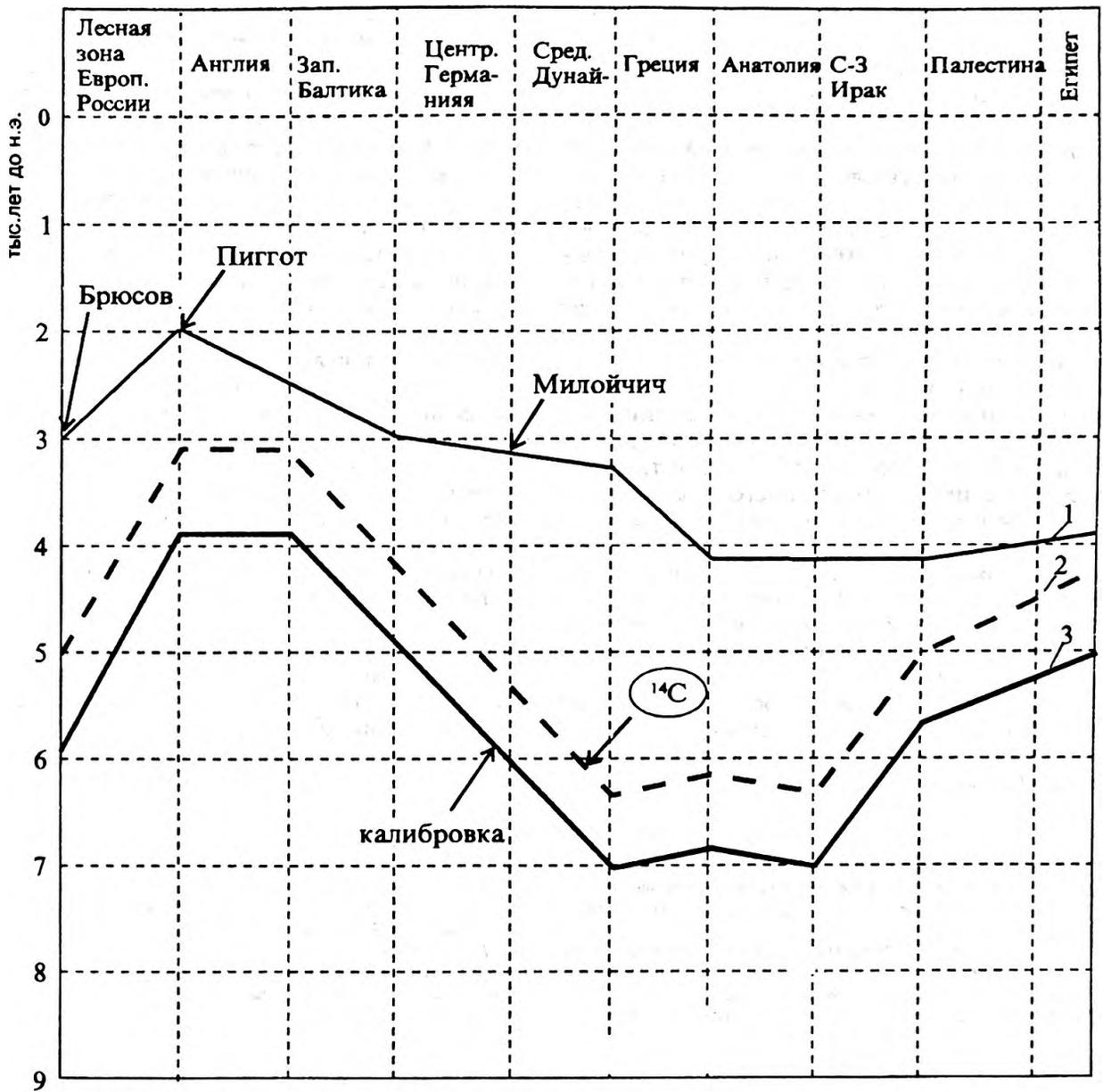
Определенные методические трудности для детального исследования процессов распространения первой керамики создает то обстоятельство, что не всегда датированные образцы на памятниках, содержащих в культурном слое разновременные комплексы можно четко связать с ранненеолитической керамикой выделяемых исследователями групп. В этом плане исключительно важно было бы получение "акселерированных" дат по пищевому нагару с внутренней поверхности сосудов, нередко сохраняющемуся, особенно на торфяниковых стоянках.

Верхневолжская керамика вряд ли была местным изобретением. Близкие аналогии ей известны на ранненеолитических памятниках более южной среднедонской культуры

лесостепи (Синюк А.Т. 1986). К сожалению, радиоуглеродные датировки комплексов среднедонской культуры пока отсутствуют. Можно предполагать весьма ранний ее возраст. В последнее время очень ранние датировки получены для комплексов архаической керамики, т.н. елшанского типа на юго - востоке Европейской России, в лесостепном Заволжья. Серия образцов раковин из культурного слоя стоянки Чекалино 4 (Сергиевский р-н Самарской обл.), датированных в лабораториях ИИМК РАН и ГИН РАН, дала возраст 8680 ± 120 , 7950 ± 130 , 7940 ± 140 л.т.н. (ГИН-7085, 7086, ЛЕ-4782, 4784). По данным этого исследователя памятника радиоуглеродным датам соответствуют палинологические материалы Е.А. Спиридоновой и Ю.А. Лаврушина, относящие ранненеолитический культурный слой к бореальному климатическому периоду. Приводятся сходные данные и для еще одного памятника елшанского типа имеющего дату 8470 ± 140 л.т.н., (ГИН-7088) (Мамонов А.Е. 1995, стр.23). Пока эти данные резко выделяются своей древностью на фоне других материалов по хронологии неолита лесной и лесостепной полосы.

На ранний возраст начала неолита в восточных регионах России указывает целый ряд геохронологических данных, значительная часть которых получена в лаборатории ИИМК РАН. К ним относятся, в частности, датировки ранненеолитических памятников Приуралья и Западной Сибири (Леуши VII, Тюменская обл. - 6890 ± 70 , 6370 ± 60 л.т.н. (Ле-2726, 2729); Сумпанья IV, Ханты Мансийская АО - 6850 ± 60 , 6520 ± 70 , 6530 ± 70 л.т.н. (Ле-1440, 1813, 1814, 1818) и др. Значительная серия датировок в интервале 7000 - 6500 лет тому назад получена в лаборатории ГИН для неолитических погребений Прибайкалья (Мамонова Н.Н., Сулержицкий Л.Д. 1989). Очень ранние даты имеются для некоторых неолитических памятников юга Сибири: Ниж Джилинда I, Бурятия - 7880 ± 80 , 7580 ± 80 , л.т.н., (Ле-1955, 1956; ГИН-4051), Усть-КаренгаI, Бурятия - 7230 ± 80 , 6890 ± 80 л.т.н. (Ле-1960, 1961) и др.

Таким образом, имеются определенные данные, указывающие на существование в лесной полосе Евразии нескольких центров раннего распространения керамического производства, появившихся, судя по разделяющему их расстоянию и отчетливо выраженным локальным особенностям древнейших сосудов, независимо друг от друга, и, скорее всего, обязанных своим появлением распространению технологических навыков со стороны культур более южных территорий. Ко времени около 6500 лет тому назад керамика



(after Clark, 1965, Barford, 1994, с дополнениями)

Рис.3. Развитие представлений о хронологии памятников неолита до начала внедрения в практику радиоуглеродного метода датирования, при его применении и при применении калибровочных кривых для приведения радиоуглеродного возраста к календарному времени. 1 - "традиционное" датирование, 2 - некалиброванная радиоуглеродная хронология, 3 - применение методов калибровки радиоуглеродных дат.

женным локальным особенностям древнейших сосудов, независимо друг от друга, и, скорее всего, обязанных своим появлением распространению технологических навыков со стороны культур более южных территорий. Ко времени около 6500 лет тому назад керамика была известна, видимо, уже на большей части лесной зоны. При этом ряд данных свидетельствует о более раннем появлении керамики на юго - востоке и востоке

России, включая обширные пространства Сибири.

Территорией, на которой керамика появилась позднее, чем в более южных районах лесной зоны, был, скорее всего, Крайний Север. Во всяком случае, имеющиеся датировки раннеолитических памятников Кольского полуострова примерно на тысячелетие моложе дат раннего неолита Центра России: Чаваньга- 5560± 80 л.т.н. (Je-1122),

датирования (Clark J.G.D. 1965). Аналогичное явление имеет место и в хронологии неолита лесной зоны. Масштабы удреждения весьма значительны (более двух тысячелетий). В 1950 - 1960-е гг. крупнейший специалист по хронологии лесного неолита А.Я. Брюсов (1953) относил начало неолита лесной зоны ко времени примерно около 3000 лет до н.э. Распространение радиоуглеродных датировок удревило этот рубеж примерно на полторы тысячи лет, а с введением калибровок распространение первой керамики следует относить по календарной шкале уже к концу VII- началу VI тыс. до н.э. (Рис. 3). Приведенные данные указывают на то, что начало неолита в лесной зоне Европейской России произошло не позднее, чем начало неолита в Средней Европе, соответствовавшее там распространению производящего хозяйства и керамики с пришедшими с юго-востока носителями культуры линейно-ленточной керамики около 7000-6500 лет тому назад (Breunig P. 1987). Имеются также данные свидетельствующие в пользу еще более раннего появления керамики в лесостепи и на востоке лесной зоны.

Керамика в лесной полосе появляется на несколько сот лет раньше, чем в Скандинавии (Тимофеев В.И. 1994). Первые сосуды типа Эртебелле на памятниках Дании датируются

временем около 5700 - 5800 лет тому назад (Andersen S.H., Johansen E. 1986), т.е. первой половиной V тыс. до н.э. Радиоуглеродная хронология не противоречит линиям синхронизаций, выявляемым по археологическим материалам. Так, на крайнем западе лесной полосы (Калининградская область и северо-восток Польши) хорошо разработана радиоуглеродная хронология локальной цедмарской неолитической культуры, относящейся к концу раннего неолита. По материалам этой культуры прослеживаются контакты с западными группами населения, земледельцами-скотоводами культуры воронковидных кубков. Элементы заимствований заметны в деталях формы сосудов (для цедмарской культуры характерна, в частности, плоскодонная керамика, появившаяся здесь значительно раньше, чем в других регионах Восточной Прибалтики), их орнаментике, присутствии на поселениях охотников и рыболовов небольшого количества костей домашних животных и др. Радиоуглеродные даты (более 30 датировок, включая "акселерированные", полученные по пищевому нагару с внутренней поверхности сосудов) четко синхронизируют комплексы цедмарской культуры с ранними этапами культуры воронковидных кубков Польши (Timofeev V.I., Zaitseva G.I., Possnert G. 1994).

ЛИТЕРАТУРА

- Брюсов А.Я.* 1953. Некоторые теоретические основы хронологии неолита // Советская археология, т. XVIII. С. 13-49.
- Крайнов Д.А., Зайцева Г.И., Уткин А.В.* 1990. Стратиграфия и абсолютная хронология стоянки Ивановское III // Советская археология, № 3. С. 25-32.
- Крижевская Л.Я.* 1992. Начало неолита в степях Северного Причерноморья. Санкт-Петербург. 177 с.
- Лозе И.А.* 1988. Поселения каменного века Лубанской низины. Рига: Зинатне. 209 с.
- Мамонов А.Е.* 1995. Елшанский комплекс стоянки Чекалино IV // Древние культуры лесостепного Поволжья. Самара. С. 3-25.
- Мамонова Н.Н., Сулержницкий Л.Д.* 1989. Опыт датирования по ^{14}C погребений Прибайкалья эпохи голоцена // Советская археология, № 1. С. 19-33.
- Маркевич В.И.* 1974. Буго-днестровская культура на территории Молдавии. Кишинев. 175 с.
- Синюк А.Т.* 1986. Население бассейна Дона в эпоху неолита. Воронеж.
- Тимофеев В.И.* 1994. Проблемы генезиса ранне-неолитических культур в Балтийском регионе // Петербургский Археологический Вестник, Вып. 9.
- Тимофеев В.И., Маланова Н.М., Романова Е.Н., Свеженцев Ю.С.* 1978. Радиоуглеродные даты неолита России // КСИА. Т. 153. С. 14-18.
- Andersen S.H., Johansen E.* 1986. Ertebolle revisited // Journal of Danish archaeology. v.5. Odense. P. 31-61
- Barford P.* 1994. Absolute Dating of Central European Prehistory // Swiatowit, V.31. P. 57-81.
- Breunig P.* 1987. ^{14}C Chronologie des vorderasiatischen, sudost-und mitteleuropaischen Neolithikums // Fundamenta, Bd. 13. Koln. 316 p.
- Clark J.G.D.* 1965. Radiocarbon dating and the expansion of farming culture. Proceedings of the Prehistoric Society, V. 31. P. 58-73.
- Timofeev V.I., Zaitseva G.I., Possnert G.* 1994. The radiocarbon chronology of Zedmar Neolithic culture in the South - Eastern Baltic area // Swiatowit. 31. P.125-135.
- Zaitseva G., Miklyaev A., Mazurkevich A.* 1995. The occupation history of the region between the Dvina and Lovat rivers in relation to the dynamics of environmental change // Radiocarbon. V. 37. No. 2. P. 251-257.

SUMMARY

Radiocarbon chronology of the Neolithic of the vast area of forest zone of the European part of Russia is not established in full scale until present time but for a number of its important sections the definite and reliable data are obtained.

Rather numerous datings are reached for the problem of the chronology of the Neolithic beginning. In accordance with the traditions of Russian archaeology the Beginning of the Neolithic is connected with the appearance of the

first pottery. We'll not touch here some finds of the most ancient objects of burned clay discovered at several Palaeolithic sites. These the very first isolated experiences had not further continuations and during rather many millennia the pottery was absent in the Late Palaeolithic and the Mesolithic of Europe.

Some problems of radiocarbon chronology are considered in the article. The special attention was paid to the Neolithic Beginning which

could be dated in the Central Russia about 7000 BP. Some regional differences are shown also. The pottery appearance in the Forest zone was synchronous with the Neolithization of the Central Europe. In the South-Eastern area it is dated probably even to the more early period. The evolution of the chronological reconstructions connected with ^{14}C dating introduction is touched too.

Новые радиоуглеродные даты для хронологии культур энеолита-бронзового века юга лесостепного Поволжья

В последние годы наблюдается все возрастающий интерес к радиоуглеродным датам, что обусловлено новыми возможностями ведущих лабораторий, которые выполняют определения по незначительным количествам, например, фрагментам костного материала. Получение таким методом больших серий дат позволит установить относительную хронологию различных регионов и существенно дополнить общую схему развития и смены культур всего степного и лесостепного пояса Евразии.

Для достижения этой цели в ¹⁴C лабораторию Оксфорда в рамках российско-английского сотрудничества по археологии был направлен 21 образец из 20 погребений памятников юга лесостепного Поволжья. Все образцы имели четкую археологическую привязку и представляли собой остатки костного материала из курганов бронзового века и из могильника Хвалыньск-II эпохи энеолита. Для большей достоверности результатов, одно из погребений анализировалось по двум пробам, а в серию были включены образцы трех погребений из курганного могильника Н.Орлянка -I, курган I, которые имели прямую стратиграфию: погребения 3, 4 и 5, раскопанные автором статьи в 1993 году. Результаты датирования точно повторили эту стратиграфическую последовательность, что подтвердило достоверность новых радиоуглеродных датировок.

В настоящее время мы имеем статистическую серию дат для компактной территории Поволжья. Их сравнительный анализ позволил заметить несколько важных наблюдений. Для более детального сравнения рассмотрим относительную хронологию соотношения культур, исходя из некалиброванных значений радиоуглеродных дат. Достаточно компактно лежат даты для погребений из могильника Хвалыньск-II (раскопки С.А. Агапова, И.Б. Васильева и В.И.Пестриковой 1987 г.).

Памятник относится ко времени позднего энеолита. Для него получена следующая серия дат:

- 6040±80 ВР, погребение 35 (ОхА-4310)
- 6015±85 ВР, погребение 18 (ОхА-4314)
- 5920±80 ВР, погребение 34 (ОхА-4313),
- 5830±85 ВР, погребение 24 (ОхА-4312),
- 5790±85 ВР, погребение 10 (ОхА-4311)

Следующая эпоха - ранний бронзовый век, представлена датами ямной культуры могильников, раскопанных автором статьи, Н.Орлянка-I: 4510±75 ВР, курган 1, погребение 5 (ОхА-4254) и Кутурлук-I, курган 4, погребение 1: 4400±70 ВР (ОхА-4306).

Наиболее удивительным оказался большой хронологический разрыв между датами ранней бронзы и позднего энеолита. По основным признакам обряда, подкурганые погребения типологически соответствуют классической "городцовской" ямной культуре. Вероятно, между ямной и хвалынской культурами при дальнейших исследованиях можно ожидать даты для ямно-репинского типа. Однако, число последних в Поволжье невелико, и вряд ли они смогут заполнить весь хронологический пробел. В зависимости от продолжительности периода, возможна и постановка проблемы выделения самостоятельного (репинского) культурного образования раннего бронзового века.

Следом за ямной культурой на графике разместились даты полтавкинской культуры из могильников Н.Орлянка, курган 1, погребение 4: 4230±80 ВР, (ОхА-4255) и Лопатино-I, курган 33, погребение 1: 4075±70 ВР, (ОхА-4307). (Могильники раскопаны автором статьи).

Особенности обряда и инвентаря позволяют отнести эти погребения к ранней фазе культуры. Судя по имеющимся датам, ямная и полтавкинская культура не накладываются,

¹ Институт истории и археологии Поволжья. г. Самара 442010, ул. Л.Толстого, д. 47.

хотя между ними и нет ярко выраженного хронологического разрыва. Такое положение дат позволяет предполагать не только смену культур, но и наступление новой эпохи - среднего бронзового века.

Следующими по времени являются погребения Потаповского и Утевского-VI могильников, раскопанных И.Б.Васильевым, П.Ф.Кузнецовым и А.П.Семеновым в 1985-1993 гг. Эти могильники можно отнести ко вновь выделенному культурному образованию. Потаповские памятники имеют ряд ярких признаков. В погребениях найдено оружие, разнообразные жертвенники животных, выражен культ коня и конской запряжки, имеются псалии. Полученные радиоуглеродные даты располагаются достаточно компактно.

Потапово-I, курган 5, погребение 13: 3710 ± 80 ВР (ОхА-4265), Потапово-I, курган 5, погребение 3: 3510 ± 80 ВР (ОхА-4266), Утевка-VI, курган 6, погребение 4: 3510 ± 80 ВР (ОхА-4262), Утевка-VI, курган 6, погребение 6: 3585 ± 80 ВР (ОхА-4264), Утевка-VI, курган 6, погребение 6: 3470 ± 80 ВР (ОхА-4263).

Два последних анализа были выполнены по костным остаткам одного погребения и имеют довольно хорошую сходимость в пределах ошибки измерения. Усредненное значение даты для погребения 6, кургана 6 Утевского-VI могильника находится в интервале 3527 ± 80 лет от наших дней (ВР). Следует отметить, что в потаповских комплексах довольно много признаков, восходящих к полтавской культуре. Однако в радиоуглеродных датировках существует ощутимый разрыв. Вероятно, это может быть связано со сравнительно небольшой серией дат для памятников полтавской культуры. Материалы комплексов потаповской культуры типологически находятся на грани двух эпох: среднего и позднего бронзового века. Соотношение значимых признаков позволяет относить потаповскую культуру к поздней фазе средней бронзы.

Поздний бронзовый век в Поволжье открывает срубная культура. Ее датировки следуют за датами потаповской культуры, в целом не перекрывая их.

Могильник Спиридоновка-II: курган 1, погребение 10: 3490 ± 70 ВР (ОхА-4259), курган 1, погребение 6: 3480 ± 70 ВР (ОхА-4260); могильник Студенцы-I, курган 2, погребение 1: 3450 ± 70 ВР (ОхА-4258), могильник Н. Орлянка-I, курган 2, погребение 1: 3400 ± 70 ВР (ОхА-4305).

Две даты Спиридоновского могильника-II происходят из погребений раннесрубного времени (покровский тип памятников). Две

последующие даты характеризуют время для классических срубных комплексов. Несколько парадоксальным выглядит короткий хронологический период срубной культуры, в сравнении с исключительно большим числом известных памятников этой культуры. В Поволжье это считается наиболее насыщенной археологической эпохой. Огромный массив памятников и предельно короткое время культуры, укладываемой примерно в двадцать лет, позволяют предполагать массовую дальнедистанционную миграцию населения срубной культуры.

Второй этап позднего бронзового века представлен одной датой, принадлежащей к недавно выделенной сусканской культуре. Известно большое число поселенческих памятников в лесостепном Поволжье (Колев, 1991), однако погребальный комплекс обнаружен только один, это - курган 1 могильника Студенцы-I, на правом берегу реки Сох, левом притоке р.Волги (Самарская обл., Сергиевский р-н), раскопанный автором статьи в 1993 году. По материалам этого памятника получена лишь одна дата: Студенцы-I, курган 1, погребение 2: 3350 ± 70 ВР (ОхА-4257). Эта дата оказывается несколько поздней для времени срубной культуры, но без большого хронологического разрыва.

Завершают серию Поволжских дат два впускных безинвентарных погребения в насыпи курганов бронзового века: могильник Н.Орлянка-I, курган 1, погребение 3: 2870 ± 70 ВР (ОхА-4256) и Спиридоновка-II, курган 1, погребение 1: 2840 ± 80 ВР (ОхА-4261). Полученные результаты в наибольшей степени соответствуют времени перехода к раннему железному веку. Сейчас этот период пока еще наименее исследован. Важно отметить, что наблюдается довольно большой разрыв между полученными датами и основным массивом датировок позднего бронзового века, составляющий примерно пятьсот лет. Полагаю, что здесь отражается период, когда прерывалась традиция сооружения курганов в Поволжье. Такое предположение кажется обоснованным, учитывая, что в 1995 году при изучении почв территории VI Утевского могильника были обнаружены два грунтовых погребения алексеевско-саргаринского типа с валиковой посудой, характерной для эпохи финальной бронзы.

Таким образом, в настоящее время мы имеем представительную серию радиоуглеродных датировок, которая характеризует время культур от позднего энеолита до начала раннего железного века, для компактной территории - юга Среднего Поволжья. Судя по полученным датам, время каждой после-

дующей культуры бронзового века было более кратким, чем предыдущей. Новая эпоха отличалась большей динамичностью, в сравнении с более ранней эпохой. В этой связи весьма актуальным становится вопрос об определении календарного возраста культур. Калиброванные значения дат для каждого погребения, определяемые по калибровочным кривым, дают интервалы календарного возраста в пределах 400 - 500 лет. Обычно мы выбирали среднеарифметическое значение календарного интервала для определенного комплекса.

В нашей серии датированы два памятника: могильники Потаповский и Утевский-VI. Здесь в погребальных комплексах обнаружены дисковидные псалии, орнаментированные в микенском стиле (Васильев, Кузнецов, Семенова, 1995; Кузнецов, 1993). Возможно, что отдельные элементы орнамента попали сюда из Эгейского мира в более раннее время. Исходя из этого, памятники потаповского типа хронологически наиболее близки среднеэллиадскому III и позднеэллиадскому I периодам, которые сейчас относят к XVIII и XVII вв. до н.э. (Бочкарев, 1992). Опираясь на эту традиционную хронологию, погребения следует датировать не по среднеарифметическому значению всего календарного интервала радиоуглеродной даты, а по значению для верхнего интервала в соответствии с калибровочной кривой. Следовательно, самое раннее погребение потаповской культуры возможно датировать 1889 годом до н.э. (Потапово-I, курган 5, погребение 3), а самое позднее - 1622 годом до н.э. В результате, время потаповской культуры оказывается в пределах XIX- XVII вв. до н.э., что почти соответствует привязкам ко времени культур эгейского мира. Подобные наблюдения, с учетом "исторической поправки", позволили С.Н.Кореневскому ориентироваться на верхние пределы калиброванных интервалов ^{14}C дат для майкопской культуры, отнесенной автором в пределы второй половины IV - начало III тыс. до н.э. (Кореневский, 1993). Приведенные наблюдения позволяют предложить методику выбора калиброванных интервалов, принимая во внимание не традиционную хронологию. В определенном смысле это - выбор верхнего, наиболее достоверного предела калиброванного интервала.

Например, для могильника Лопатино-I, курган 33, погребение 1 (полтавкинская культура) получена радиоуглеродная дата 4075 ± 70 BP (OxA-4307). В соответствии с калибровочными кривыми интервалы калиброванного возраста составляют: для значения 1σ (68, 3 % вероятности)- 2859- 2818 BC, 2693-2679 BC, 2666-2552 BC, 2541-2492 BC, а для значения 2σ (95, 4 % вероятности): 2874-2799 BC, 2779-2712 BC, 2708-2461 BC. (BC- лет до н.э.).

Исходя из полученных значений и в соответствии с рассуждениями, приведенными выше, выбирается наиболее позднее значения временного интервала из всех возможных. Для Лопатинского погребения выбранный интервал, соответствующий традиционной хронологии, будет 2708-2461 BC (для значения 2σ), что и более вероятно, учитывая протяженность интервала по сравнению с другими.

В итоге, определены калиброванные календарные интервалы для энеолита - бронзы юга лесостепного Поволжья, исходя из анализа самого раннего и самого позднего погребения одной культуры.

Хвалынская культура	4840-4461 гг до н.э. (первая половина V тыс. до н.э.)
Полтавкинская культура	2574-2461 гг до н.э. (вторая половина III тыс. до н.э.)
Потаповская культура	1889-1622 гг до н.э. (XIX-XVII вв до н.э.)
Срубная культура	1622-1520 гг до н.э. (XVII-XVI вв до н.э.)
Сусканская культура	1458 г. до н.э. (XV в. до н.э.)

Полученные даты интересны в сравнении с сериями датировок памятников других территорий. Так, большое количество дат получено для юга Украины (Телегин, 1993). В предварительном плане следует отметить, стоянные комплексы западных территорий, в целом, моложе таких же комплексов лесостепного Поволжья и соответствуют времени полтавкинской общности - второй половине III тыс. до н.э., с учетом калиброванных значений радиоуглеродных дат.

ЛИТЕРАТУРА

Бочкарев В.С. 1992. Новые абсолютные даты бронзового века Европы. В: Северная Евразия от древности до средневековья. Тезисы конференции. СПб. С.21-23.

Васильев И.Б., Кузнецов П.Ф., Семенова А.П. 1995. Памятники потаповского типа в лесостепном Поволжье. В: Древние индоиранские культуры Волго-Уралья. Самара. С.5-37.

- Калев Ю.И.* 1991. Новый тип памятников конца эпохи бронзы в лесостепном Поволжье. В: Древности Восточно-Европейской лесостепи. Самара. С.162-206.
- Корневский С.Н.* 1993. Радиоуглеродные даты майкопских (галюгаевских) поселений. В: Вторая кубанская археологическая конференция. Тезисы докладов. Краснодар. С.50-52.
- Кузнецов П.Ф.* 1993. Хронология памятников среднего бронзового века Волго-Уральского междуречья. В: Новые открытия и методологические основы археологической хронологии. Тезисы докладов конференции. СПб. С. 73-74.

Телегин Д.Я. 1977. Об абсолютном возрасте ямной культуры и некоторые вопросы хронологии юга Украины. // СА. № 2. С. 5-19.

Телегин Д.Я. 1993. Об абсолютном возрасте катакомбной культуры по радиоуглеродным определениям. В: Новые открытия и методологические основы археологической хронологии. Тезисы конференции. СПб. С. 68-73.

SUMMARY

New radiocarbon dates for the Eneolithic-Bronze Age cultures of the forest-steppe zone of the Volga river basin were obtained by the AMS methods. The data set obtained allowed to discuss the chronological intervals for the successive changes of the cultures from the Eneolithic to the beginning of the Early Iron Age in the compact territory of the Volga river basin. The calibrated calendar ages of the Eneolithic and the

Bronze Age lie in the intervals from V millennium BC to the XV th century BC. The comparison of the results obtained with the radiocarbon dates of the Bronze Age cultures of the Ukraine shows that the pit-grave culture assemblages of the western territories are younger than the same iculture materials originated from the forest-steppe zone of the Volga river basin.

К абсолютному датированию "микенского" орнамента эпохи развитой бронзы Евразии²

Достоверность синхронизации региональных периодизаций, абсолютного датирования их основных этапов и, как следствие, интерпретации процесса культурно-исторического развития зависит, в первую очередь, от справедливости типологических сопоставлений и надежности независимых источников абсолютной хронологии. Из практики очевидно, что чем длиннее и разнообразнее звенья цепи не прямых типологических сравнений с эталонами "исторических" дат, тем выше вероятность ошибок в экстраполяции дат на все звенья цепи. В условиях пошатнувшегося доверия к результатам радиоуглеродного датирования, в археологии эпохи бронзы Восточной Европы, удаленной от центров древних цивилизаций с календарными системами, довольно рискованная технология построения сверхдлинных сравнительно - типологических цепочек все еще остается одним из основных методов абсолютного датирования. Естественно, что в такой ситуации особую ценность приобретают типы, чей хронологический диапазон бытования максимально узок, а область распространения максимально широка. К такой, почти уникальной категории для эпохи развитой бронзы относится так называемый "циркульный" орнамент, больше известный под названием "микенского". Последнее название вошло в широкое употребление после публикации материалов из Шахтовых гробниц Микен (Каго, 1930/33), в которых были найдены многочисленные вещи, орнаментированные в оригинальном стиле. Более нейтральное название - "циркульный", введенное в широкий оборот в последнее время в европейской англоязычной литературе, в полной мере отражает специфическую технику построения основных композиций, в

основе которых - взаимнопропорциональные, различным образом сгруппированные и локально соединенные правильной формы окружности. Точная предварительная разметка и соблюдение правил сопряжения окружностей позволяют получить из самых простых элементов (точка, линия, круг) оригинальные композиции ("бегущая волна", "плоский" меандр, "сегнерово колесо" и др.) (техника построения основных композиций была детально изучена К.Грундманом, см. Каго, 1930/33: 258-290). Специальная рельефно-врезная проработка элементов орнамента и внутриорнаментального пространства дополняет спиральные композиции мотивами особым образом расположенных рядов точек, треугольников, зигзагов, звезд. Смещение акцентов с основных элементов орнамента на второстепенные (с позитивных на негативные), а также распад целостности композиций отражают регионально-хронологические особенности стиля (Бочкарев, 1991). Привлекательность циркульного орнамента как средства интерпретации европейского культурно-исторического процесса в эпоху развитой бронзы объясняется рядом его уникальных свойств. Во-первых, стилистической оригинальностью орнамента, позволяющей с легкостью отличать его от прочих "спиральных" стилей. Во-вторых, чрезвычайно широким территориальным распространением (Северная Сирия - Центральная и Западная Анатолия - Южные Балканы - Центральная и Восточная Европа - Южное Зауралье и Северный Казахстан). В-третьих, избирательной связью с ограниченным кругом изделий и материалов (костяные или роговые детали конской колесничей упряжи и оружия?, комплекты металлических дисковидных украшений). Последние два обстоя-

¹ Институт истории материальной культуры РАН, Дворцовая наб. 18. 191186 С.Петербург

² Исследование проводится при поддержке РФФИ-ННИО. Грант № 96-06-00001G.

тельства обеспечили циркульному орнаменту привилегированное положение практически во всех культурно-хронологических и этнокультурных реконструкциях европейского раннего бронзового века. По мере накопления новых материалов с момента рубежной публикации А.М.Лесковым восточноевропейских роговых дисковидных псалиев с шипами как ближайших аналогов псалиям из IV Шахтовой гробницы круга А в Микенах (Лесков, 1964), псалии этого типа, а вместе с ними и циркульный "микенский" орнамент, приобрели в восточноевропейской археологии статус хронологического репера. Первоначально довольно единодушно полагаали, что, как и в Карпато-Дунайском регионе, восточноевропейские находки, украшенные в "микенском" стиле, а с ними и весь сейминский горизонт, синхронный европейскому периоду ранней бронзы А2, следует датировать тем же временем, что и позднеэладский I (ПЭI) период в Греции, т.е. XVI в. до н.э. по хронологии А.Фурумарка (Бочкарев, 1968; Чередниченко, 1977). В течение последующих, приблизительно, 15 лет, не пересматривая дату появления "микенского" орнамента в Восточной Европе и не оспаривая определение источника его происхождения, в восточноевропейской археологии происходило постепенное и очень осторожное удревнение горизонта с дисковидными псалиями с шипами, ставшее особенно очевидным после открытия памятников типа Синташты. Убеждение в зауральском происхождении колесниц и соответствующей упряжи настойчиво диктовало удревнение горизонта настолько, чтобы (утрируя) оказалось достаточно времени для исторического пробега "индоириев" от Урала до Дуная (если не до самих Микен) и обратно, но уже с "микенским" орнаментом на узде. Так и не найдя подтверждения в относительной периодизации, почти незаметно XVI в. до н.э. для памятников горизонта Покровск - Синташта сменился XVII в. до н.э. К сер. 80-х, слабо мотивированная тенденция к удревнению этого горизонта получила поддержку в неожиданно радикальных переменах в центрально-европейской абсолютной хронологии. Вместе с серией публикаций результатов дендрохронологического датирования сбывлись самые мрачные предчувствия противников радиоуглеродного метода и калибровки. Периоды А1 и А2 были удревнены и расширены (соотв.: А1 - припл. 2300-2100 гг. до н.э.; А2 - припл. 2000-1800 гг. до н.э.) (Becker, Krause, Kromer, 1989; Sherratt, Sherratt, 1991). И прежде зыбкая

синхронизация периодов А2 и ПЭI вновь оказалась призрачной. Корректировка абсолютной хронологии периода А2 поколебала даже прежде твердую уверенность некоторых в микенском происхождении орнамента, стимулируя переход к его более нейтральному определению - циркульный. Э.Шерратт, не без влияния идей Д.Энтони, робко заметил, что, похоже, исходные (несложные) элементы циркульного орнамента уже есть на псалиях Евразии (Sherratt, 1994). Не подозревая о колебаниях Э.Шерратта, В.И.Беседин без обиняков объявляет подобный орнамент верхне-донским (абашевским) по происхождению (Беседин, 1996). В итоге, на фоне действительно серьезных перемен в европейской хронологии раннего бронзового века, вокруг циркульного, иначе "микенского" орнамента, возникла достаточно противоречивая ситуация, касающаяся основных аспектов явления - происхождения и хронологии. В какой степени современные данные о времени появления циркульного орнамента проясняют ситуацию? В Восточной Европе и Приуралье большинство наиболее ранних предметов, украшенных композициями из элементов циркульного орнамента представлены роговыми и костяными дисковидными псалиями с шипами нескольких типов. Наиболее полная их сводка опубликована Ю.В.Гончаровой (Гончарова, 1996). Всего известно 28 орнаментированных псалиев этой группы из 13 пунктов. Почти все они происходят с территории Подонья и Нижнего Поволжья. Очень редко - из Южного Приуралья (Каменный Амбар 5) и Поднепровья (Березовка). Кроме псалиев, в аналогичном стиле орнаментированы костяные бляхи - разделители ремней узды (Иловатка; Кривое Озеро) (Смирнов, 19..); костяные кольца и бляхи с отверстием или без (Шиловское; Капитаново I; Ильичевка) (Пряхин, 1976, рис.10; Шаповалов, 1976, рис.5); костяные детали рукоятей? плеток или жезлов (Красноселки I, 1/9; Приветное, 1/1) (Кузьмина, 1995; Литвиненко, 1995); наборы бронзовых блях (Н.Ябалакы I, 2/3; Белогорское II) (Горбунов, 1977; Дремов, 1996). Все эти находки не выходят за пределы Доно-Донецкого и Волго-Уральского регионов и, как уже отмечалось В.С.Бочкаревым, связаны преимущественно с комплексами покровского и потаповского типов (Бочкарев, 1991). Согласно относительной периодизации, оба культурных комплекса синхронны (Васильев, Кузнецов, Семенова, 1994), и вместе с памятниками синташтинского и петровского типов представляют единый (сейминский) хро-

нологический горизонт (Бочкарев, 1986). Каких либо надежных данных для выделения хронологических этапов внутри горизонта пока нет. Для датирования комплексов покровского и потаповского типов существуют два основных источника абсолютных дат. Косвенным путем, в силу синхронизации сейминского горизонта с центрально-

европейским периодом А2 (Бочкарев, 1968; Чередниченко, 1977), уточненные даты последнего могут быть распространены и на комплексы покровского - потаповского типов. Другим источником являются результаты радиоуглеродного датирования образцов из погребений потаповского и синташтинского типов (табл.1).

Таблица 1. Радиоуглеродные даты памятников потаповского и синташтинского типов эпохи бронзы.

Лаб.№	Памятник	¹⁴ C дата, ВР	Датируемый материал	Интервалы калиброванного возраста лет до н.э. (BC)	
				1σ	2σ
ОхА-4262	Утевка VI, кург.6, погр. 4	3510±80	кость скелета	1925-1721	2041-1620
ОхА-4263	Утевка VI, кург.6, погр. 6	3470±80	кость скелета	1876-1678	1981-1551
ОхА-4264	Утевка VI, кург.6, погр. 6	3585±80	кость скелета	2032-1800	2142-1709
ОхА-4265	Потапово I, кург.5, погр. 13	3710±80	кость скелета	2220-1981	2360-1881
ОхА-4266	Потапово I, кург.5, погр. 3	3510±80	кость скелета	1925-1721	2041-1620
АА-9874А	Кривое озеро	3580±50	череп лошади 1	1973-1789	2036-1752
АА-9874В	Кривое озеро	3740±50	череп лошади 1	2197-2038	2286-1975
АА-9875А	Кривое озеро	3700±60	череп лошади 2	2179-1976	2278-1905
АА-9875В	Кривое озеро	3525±50	череп лошади 2	1906-1749	1972-1690

Все даты приблизительно укладываются в период между 2200 и 1750 гг. до н.э. В случае с образцами из Кривого Озера, где было взято по два образца от каждого из двух черепов коней, была проведена среднестатистическая оценка возраста всех четырех образцов, давшая результат приблизительно в пределах XX в. до н.э. (Anthony, 1993; Anthony, Vinogradov, 1995). Результаты датирования образцов из Потаповского могильника, в целом, совпадают с данными по Кривому Озеру. Наиболее вероятный диапазон приблизительно соответствует периоду между 2000 и 1800 гг. до н.э. В Карпато-Дунайском регионе наиболее ранние костяные изделия украшенные циркульным орнаментом представлены, в основном, теми же категориями вещей, что и в Восточной Европе: дисковидными псалиями с шипами (Uansea, 1976); бляхами, цилиндрами и навершиями (части наборных рукоятей плетей и жезлов?). Кроме этого, для Карпато-Дунайского региона характерны украшенные циркульным орнаментом стержневидные псалии типа Тосег и Фюзешабань, неизвестные в восточноевропейской зоне. Резная кость рассматриваемого типа неоднократно была объектом культурно-хронологического анализа и наиболее

полно представлена в публикациях Л.Тичелки, А.Можолич, И.Бона, И.Владара, Р.Хахмана, Я.Боузeka, Б.Хензеля, Х. Хюттеля, Б.Кюль. Несмотря на ряд расхождений во взглядах, сейчас довольно твердо установлено, что резная кость с циркульным орнаментом появляется практически одновременно сразу в нескольких культурах круга Монтеору Ib - Ватина - Отомани - Ветеров. Согласно относительной периодизации, этот хронологический горизонт соответствует, приблизительно, периоду А2 и, следовательно, может быть датирован периодом между XX и XVIII вв. до н.э. Третьей областью распространения резной кости с циркульным орнаментом является Северная Сирия, Центральная и Западная Анатолия. Количество находок не превышает двух десятков. Все они происходят всего из пяти пунктов: Беджисултана, Богазкея, Кюльтепеканиша (Карум Каниш) и Алалаха-Атчаны. Их наиболее полная сводка опубликована Б.Кюль (Kull, 1989). В отличие от Европы, среди малоазийских и сирийских находок дисковидные костяные псалии неизвестны, а среди немногочисленных стержневидных только один из Беджисултана украшен элементами циркульного орнамента. Изделия представлены бляхами, составными частями

ми рукоятей (?) и их навершиями(?), в том числе, с характерным округлым расширением на конце (ср. напр.: Каниш - Тосег - Ватина - Приветное). К редкому типу относится изделие в виде биконической застежки (Каниш). Для определения времени появления костяных предметов с циркульным орнаментом в малоазийском регионе принципиальное значение имеют находки из Кюльтепе (Каниш 1b) (Ozguc, 1986:pl.121,5-8). Согласно уточненной исторической хронологии, подтвержденной данными дендрохронологического датирования (Kuniholm, 1993), период Каниш 1b следует датировать между 1850 и 1740 гг. до н.э. Этот период (как минимум) можно уверенно считать временем бытования рассматриваемого орнамента в Центральной Анатолии и Северной Сирии.

Микенские образцы циркульного орнамента связаны с двумя основными типами вещей, известными в Карпато-Дунайском и восточноевропейском регионах. Это дисковидные псалии с шипами и бляхи. Основная их часть происходит из IV Шахтовой гробницы. Датировка гробницы и, в целом, всего ПЭИ периода XVI в. до н.э. долгое время оставалась хронологическим репером для всего раннего бронзового века Европы. Изменения в европейской хронологии заметно увеличили разрыв между периодами A2 и ПЭИ, стимулировав интенсивные исследования этой проблемы. В отечественной археологии серьезность происшедших перемен и возникших противоречий первым оценил В.С. Бочкарев, поддержавший существование удревнения среднеэладского III (СЭИИ) и ПЭИ соответственно до XVIII и XVII вв. до н.э. (Бочкарев, 1992). Другим способом стянуть края образовавшейся хронологической брешки был демонстративный переход к синхронизации ПЭИ с европейским периодом B1 (Sherratt, Sherratt, 1991). Для окончательного решения остается только ждать завершения П. Кюнихольмом дендрохронологической шкалы для Эгейского региона.

Из приведенного обзора данных относительно времени появления "микенского" орнамента, особенно характерного для резной кости, можно сделать вывод, что, приблизительно, между XX и XVIII вв. до н.э. он был распространен, как минимум, в трех регионах: центрально-малоазийском, Карпато-Дунайском и восточноевропейском. Ни один из этих регионов, включая микенскую Грецию, не обладает достаточным хронологическим преимуществом, для того, чтобы считаться областью его первоначального возникновения.

Обращает на себя внимание тот факт, что ни в одном из перечисленных регионов до сих пор не удалось обнаружить какой-либо предшествующей появлению оригинального орнамента традиции, развитие которой и привело бы к возникновению "циркульного" стиля. В такой ситуации уместно предположить существование отличного от уже упомянутых центров региона, в культурной традиции которого лежат корни элитарного стиля. Поделки из резной кости, в ряде случаев - из слоновой, в Центральной Анатолии обнаружены почти исключительно в городах с староассирийскими торговыми факториями. В целом, период между 2050 и 1800 гг. до н.э., т.е., сразу после крушения III Династии Ура, характеризуется расцветом и активной "западной" политикой аморейских, хурритских царств и ставшей независимой Ассирией (Мелларт, 1985). В середине III тыс. до н.э. в Северной Сирии появляется лошадь, а уже в самом начале XX в. до н.э. товары, доставленные в Каниш II, были опечатаны печатью с изображением колесницы (Anthony, 1993). Традиции, лежащие в основе архаичной староассирийской культуры, - довольно подходящая среда не только для формирования резного циркульного орнамента по кости, но и для возникновения довольно устойчивой связи подобного орнамента с деталями упряжи и экипировки колесничего. Кстати заметить, что изображение боевой колесницы и бегущей спирали - типичные элементы на печатях староассирийского стиля (Moogey, 1986:pl.2,5), по сравнению с которыми микенские стеллы выглядят, как их увеличенные копии (Каго, 1930/33). Любопытно, что бронзовые дисковидные псалии, в том числе и с шипами, были в употреблении в зоне влияния сирийской культуры (Рас-Шамра, Газа) (Potratz, 1966; Littauer, Crouwel, 1979).

Складывается впечатление, что традиция нерасторжимой связи циркульного орнамента с колесничей символикой, обретя престижный смысл, прокатилась торговыми путями через Центральную Анатолию и далее северо-западным путем в Европу, минуя Микены, как когда-то и предполагала А.Можолитч (Mozsolics, 1960). Этим же путем, возможно, в Европу попали и другие престижные вещи того времени - оружие и металлическая посуда. Надежных данных, подтверждающих такую версию, пока нет, но к такому предположению склоняют результаты анализа оснований абсолютного датирования так называемого микенского орнамента.

Литература

- Беседин В.И.*, 1996. "Микенские" орнаменты в Восточной Европе. Северо-Восточное Приазовье в системе евразийских древностей (энеолит-бронзовый век). Донецк, ч.1, С. 84-87.
- Бочкарев В.С.*, 1968. Проблема датировки Бородинского клада. // Проблемы археологии, вып. 1.
- Бочкарев В.С.*, 1986. К вопросу о хронологическом соотношении Сейминского и Турбинского могильников. // Проблемы археологии Поднепровья. Днепропетровск. С.78-110.
- Бочкарев В.С.*, 1991. "Карпато-микенский" орнамент в Восточной Европе. В: Доклад на II Рыковских чтениях. Саратов.
- Бочкарев В.С.*, 1992. Новые абсолютные даты для бронзового века Европы. В: Северная Евразия от древности до средневековья. СПб. С.21-23.
- Васильев И.Б., Кузнецов П.Ф., Семенова А.П.*, 1994. Потаповский курганный могильник индоиранских племен на Волге. Самара.
- Гончарова Ю.В.*, 1996. К вопросу о классификации дисковидных псалей с шипами эпохи поздней бронзы на территории Восточной Европы. В: Древние культуры и технологии. СПб.
- Горбунов В.С.*, 1977. Курганы эпохи бронзы на правобережье р. Демы (Башкирия). // СА, № 2.
- Дремел И.И.*, 1996. О хронологической неразрывности погребений катакомбной и срубной культур в Степном Поволжье. В: Северо-Восточное Приазовье в системе евразийских древностей (энеолит - бронзовый век). Донецк, ч.1, С.110-114.
- Кузьмина О.В.*, 1995. Соотношение абашевской и покровской культур. В: Конвергенция и дивергенция в развитии культур эпохи энеолита- бронзы Средней и Восточной Европы. СПб., ч.II, С.27-51.
- Литвиненко Р.А.*, 1995. Памятники покровского типа на Северском Донце. // Археологические Вести, 4.
- Лесков А.М.*, 1964. Древнейшие роговые псалы из Трахтемирова. // СА, 1.
- Мелларт Дж.*, 1985. Торговля и торговые пути между Северной Сирией и Анатолией (4000-15000 гг. до н.э.). В: Древняя Эбла. М., С.20-33.
- Пряхин А.Д.*, 1976. Поселения абашевской общности. Воронеж.
- Смирнов К.Ф.*, 1959. Курганы у сел Иловатка и Политотдельское Сталинградской области. // МИА, вып. 60, т.1. Москва, С. 206-322.
- Шаповалов Т.А.*, 1976. Поселение срубной культуры у с.Ильичевка на Северском Донце. В: Энеолит и бронзовый век Украины. Киев.
- Чередниченко Н.Н.*, 1977. Хронология срубной культуры Північного Причорномор'я. // Археологія, 22
- Antbury, D.*, 1993. Bronze Age Chariot Burials in the Ural Steppes. Presented at the 92nd Annual Meeting of the American Anthropological Association. Washington D.C. November.
- Antbury, D., Vinogradov, N.*, 1995. Birth of the Chariot. Archaeology, 48 (2).
- Becker, von B., Krause, R., Kromer, B.*, 1989. Zur absoluten Chronologie der Fruhen Bronzezeit. Germania, 67, 2. 421-442.
- Karo, G.*, 1930/33. Schachtgraber von Mykenai. Berlin.
- Kull, B.*, 1989. Untersuchungen zur Mittelbronzezeit in der Turkei und ihrer Bedeutung for die absolute Datierung der europaischen Bronzezeit. Praehistorische Zeitschrift. 64,1, 348-373.
- Kunibolm, P.*, 1993. A Date-list for Bronze age and Iron Age Monuments based on combined dendrochronological and radiocarbon evidence. Aspects of Art and Iconography: Anatolia and its neighbors. Studies in Honor of Nimet Ozguc. ed. by M.Mellink, E.Porada, T.Ozguc. Ankara. P. 371-373.
- Littauer, M.A., Crouwel, J.H.*, 1979. Wheeled Vehicles and Ridden Animals in the Ancient Near East. Leiden/Koln.
- Moorey, P.R.S.*, 1986. The emergence of the light, horse-drawn chariot in the Near East. c.2000-15000 B.C. // World Archaeology, 18, 2, P.196-215.
- Mozsolics, A.*, 1960. Die Herkunftsfrage der altesten Hirschgeneihtrensen. AAH, 12.
- Ozguc, T.*, 1986. Kultepe-Kanis II. Ankara.
- Porratz, A.*, 1966. Die Pferdetransporte des alten Orient.
- Sherratt, A.G.S.*, 1991. Urnfield Reflections. // Cambridge Archaeological Journal, 1, 2, P.247-253.
- Sherratt, A.*, 1994. Chapter 5,6 in: The Oxford illustrated Prehistory of Europe. ed. by V.Cunliffe. Oxford.
- Uancea, A.*, 1976. Branches de mors an corps en forme de disque. Thraco-Dacica.

SUMMARY

Concerning the Dating of the "Mycenaean" Compass Design in the Bronze Age

In the article an attempt is made to determine the period when the so called "mycenaean" compass design came to existence and have been in use in "classic" version in four regions: Carpathian Basin, Eastern Europe, Mycenaean Greece and Anatolia. According to the recently obtained corrections to the European Bronze Age chronology in Eastern Europe, Carpathian Basin and Anatolia the period in question can be dated to

the XX-XVIII Cent. BC. It is still not quite clear to which extent the LHI is behind of all three of them. No one of all four regions can be identified as a homeland for the compass style. It is suggested that area of the compass design origin is somewhere in Northern Syria where the compass design is tightly connected to the chariotry came from and dispersed through the long-distance trade routes network: separately to the Europe (North-Western route across the Central Anatolia) and to the Mycenaean Greece.

Зайцева Г.И.¹, Семенов А.А.¹, Герсдорф И.², Наглер А.², Чугунов К.В.³, Боковенко Н.А.¹, Лебедева Л.М.¹.

Новые радиоуглеродные даты археологических памятников кочевников степной зоны южной Сибири и Центральной Азии⁴

В последнее время проявляется особый интерес к исследованию археологических памятников древних кочевников, заселявших Центрально-Азиатский регион в VIII- III веках до н.э. Это обусловлено во многом большим спектром культур, существовавших на довольно компактной территории, которые оказали влияние не только на культуры соседних регионов, но следы влияния которых находятся и на Европейском континенте. Исследованием хода исторического развития древнего населения южной Сибири занимаются ученые, начиная с начала нашего столетия. В результате предложено несколько схем периодизации культур, споры вокруг которых продолжаются до настоящего времени (Боковенко, Мошкова, 1992). Главными аргументами периодизации и хронологической последовательности культур кочевников исследуемого региона до сих пор являются археологические методы: типологический анализ, стратиграфические наблюдения, погребальные обряды и др., которые несомненно играют определяющую роль, но не могут однозначно решить хронологические проблемы. Поэтому не менее важное значение имеет применение независимых методов датирования, к которым относится радиоуглеродный метод. До сих пор этот метод применялся в основном при датировании опорных памятников кочевников южной Сибири, какими являются

большие курганы Саяно-Алтая: Аржан, Пазырык, Туэкта, причем для памятников территории Тувы радиоуглеродный метод применялся только для датирования материалов кургана Аржан.

На территории Тувы известны памятники кочевников, которые археологически относятся к более позднему времени по отношению к Аржану, и которые связаны со значительными изменениями в культуре (Семенов, 1994, Чугунов, 1994). Отнесение этих памятников к скифскому времени не вызывает сомнений, однако дискуссионным является вопрос: принадлежали ли памятники к одной археологической культуре, или на территории Тувы в исследуемый период существовало несколько культур.

Могильник Догээ-Баары-II, расположенный в степной зоне Центрально-Тувинской котловины на правобережной террасе реки Бий-Хем, исследуется К.В.Чугуновым в течение последних 7 лет. Открытые здесь комплексы отличаются сравнительно хорошей сохранностью органических материалов, в том числе и погребальных срубов, опущенных в глубокие ямы. Конечно, сохранность древесного материала несравненно хуже, чем в курганах Аржан, где хорошая сохранность обусловлена низкими температурами в так называемых "мерзлых" могилах, однако дерево еще способно сохранить свою структуру в условиях сухого климата и глинистой почвы,

¹ Институт истории материальной культуры РАН, Дворцовая наб.18, 191186 С.Петербург.

² Немецкий институт археологии, департамент Евразии, D-14191, Берлин.

³ С.Пб. филиал культурного и природного наследия. С.Петербург.

⁴ Исследование выполняется при поддержке РФФИ-ННИО. Грант № 96-06-00001G.

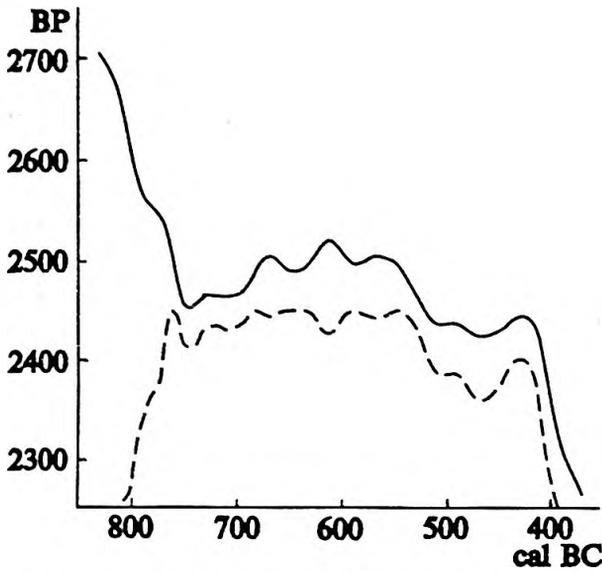


Рис. 1. Часть компьютерной калибровочной кривой Стювера, соответствующая полученным радиоуглеродным датам.

так что можно выделить отдельные годовые кольца. Археологический материал позволяет предполагать, что могильник формировался на раннем этапе сложения традиции (Чугунов, 1996), на что указывают и периферийные захоронения детей в листовенничных колодах, отсутствие керамики, отдельные артефакты, а так же анализ стилистики произведений искусства. В 1996 году для исследованных комплексов были получены первые радиоуглеродные даты. Для датирования были отобраны образцы дерева из срубов трех курганов. Датирование проводилось в радиоуглеродных лабораториях Немецкого Института Археологии Берлина и ИИМК РАН. Для образца дерева из кургана 3 могильника Догээ-Баары-II, представляющего собой в основном внешнюю часть бревна, получена дата 2425 ± 35 лет тому назад (BP) (Blн-4838). Для датирования дерева из кургана 10 для анализа были отобраны 2 образца. Наружная часть бревна была сильно разрушена, поэтому отбор производили, начиная с колец, которые было возможно определить. Были отобраны первые 20 менее разрушенных наружных годовых колец и 20 следующих. Таким образом, получены две радиоуглеродные даты: 2375 ± 30 лет тому назад (Ле-5136а) и 2380 ± 30 лет тому назад (Ле-5136в). Как можно видеть, даты по годовым кольцам имеют очень хорошую сходимость. Результаты, полученные в двух различных лабораториях, так же близки, и находятся в пределах ошибки измерений. Еще одна дата получена для кургана 19 для наружной части бревна, включающей примерно 46 годовых колец: 2350 ± 20 лет тому назад (Ле-5188).

Естественно, что для хронологических исследований необходимо определить значения календарных временных интервалов. Для этой цели использовали компьютерную программу CAL20 (Plicht, 1993), в основе которой лежат бидекадные калибровочные кривые Стювера и Пирсона (Stuiver & Pearson, 1986). Отрезок калибровочной кривой, соответствующий полученным значениям радиоуглеродного возраста, приведен на рис. 1. Калиброванные значения календарных интервалов для полученных дат составляют (для 1σ): 748-736 и 462-412 лет до н.э. (2425 ± 35 BP); 482-450, 416-392 лет до н.э. (2375 ± 30 BP); 486-446, 416-392 лет до н.э. (2380 ± 30 BP); 401-393 лет до н.э. (2350 ± 20 BP). В соответствии с этими данными, могильник Догээ-Баары-II следует отнести к началу V века до н.э. Если сравнить полученные значения дат с датами для кургана Аржан, которые приходятся на интервал примерно от 2800 до 2600 BP (Членова, 1996, Марсаолов, Зайцева, 1994), что соответствует IX -VII вв. до н.э., то можно видеть, что исследуемый памятник, по крайней мере, на 200 лет моложе. Следует обратить внимание на характер изменения концентрации радиоуглерода в атмосфере прошлого в соответствии с рис.1. Все даты, полученные для могильника Догээ-Баары-II, попадают в период значительных изменений концентрации ^{14}C : резкий спад на калибровочной кривой, что свидетельствует о повышении содержания ^{14}C в атмосфере в исследуемом временном интервале. В связи с этим значения календарных интервалов довольно определены, особенно для даты 2350 ± 20 лет, которой соответствует один узкий интервал календарного времени, равный 8 годам: 401-393 л.до н.э. Калибровочная кривая, построенная по измерениям концентрации радиоуглерода в дендрохронологически датированных годовых кольцах деревьев, отражает в определенной степени изменения природных процессов, влияющих на содержание радиоуглерода. Период, соответствующий 2300-2500 радиоуглеродным годам, приходится на переход от суббореального периода к субатлантическому (Nesje, 1992), при котором отмечалось резкое увеличение скорости климатических изменений. Этот же период соответствует максимуму в 2400-летнем цикле изменений концентрации радиоуглерода в атмосфере, существование которого сейчас не вызывает дискуссий (Дергачев, 1995). Возможно, что глобальные, по выражению В.Семенова (Семенов, 1994), изменения в культуре древних кочевников происходили на фоне серьезных климатических изменений. Во всяком случае, как по значению ра-

диоуглеродных дат, так и по археологическим данным, памятник Догээ-Баары-II ближе пазырыкской культуре Саяно-Алтая, чем Аржану, расположенному на этой же территории. К аналогичной группе Тувинских памятников, отнесенных к уюкско-салгынской культуре скифского периода (Семенов, 1992), принадлежит и могильник Теплая, расположенный в Ермаковском районе Красноярского края, но находящийся в 30 км севернее кургана Аржан (исследуется Н.А.Боковенко). Об этом свидетельствуют его богатые материалы: золотые предметы, бронзовое зеркало, железный меч и др., согласно которым автор раскопок датировал памятник периодом 500-300 лет до н.э. (Vokovenko, 1994). В этом году получена первая радиоуглеродная дата по образцу угля из-под пола могилы 1, кургана 2, соответствующая 2490 ± 60 лет т.н. (Le-5132). Калиброванные календарные интервалы, соответствующие радиоуглеродной дате, состав-

ляют: 766-748, 740-524 лет до н.э. Как видно, диапазон календарного времени здесь не столь однозначен, поскольку радиоуглеродная дата попадает на другой участок калибровочной кривой (рис. 1), где концентрация радиоуглерода не менялась так резко, как в первом рассматриваемом нами случае. Кроме того, дата по углю дает некоторое усредненное значение возраста, по сравнению с датировкой годичных древесных колец погребальных срубов, и потому сейчас нельзя с уверенностью говорить о точной датировке этого памятника. В настоящее время продолжается датирование памятников Тувинской группы, как в лаборатории ИИМК РАН, так и в лаборатории Берлина, так что в ближайшем будущем можно будет включить эти памятники в общую хронологическую шкалу для культур кочевников скифского периода Центрально-Азиатского региона.

ЛИТЕРАТУРА

- Боковенко Н.А., Мошкова М.Г. 1992. Природные условия и хозяйственные зоны Западной и Южной Сибири. В: Степная полоса Азиатской части СССР в скифо-сарматское время. Археология СССР. Ред. Б.Рыбаков. М. Наука. С. 150-161.
- Дергачев В.А. 1995. Крупномасштабные циклические колебания концентрации космогенного радиоуглерода. //Изв. РАН. Серия физическая. т. 59. №4. С. 91-96.
- Марсадалов Л.С., Зайцева Г.И., Лебедева Л.М. 1994. Корреляция дендрохронологических и радиоуглеродных определений для больших курганов Саяно-Алтая. В: Элитные курганы степей Евразии в скифо-сарматскую эпоху. С.Пб. Ред. Н.А.Боковенко, А.Ю.Алексеев, Л.С.Марсадалов. С. 141-157.
- Семенов В.А. 1992. Уюкские курганы. В: Вторые исторические чтения памяти М.П.Грязнова. Ч.2. Омск.
- Семенов В.А. 1994. Хронология курганов знати могильника Кош-Пей-1 в уюкской котловине в Туве. В: Элитные курганы степей Евразии в скифо-сарматскую эпоху. С.Пб. Ред. Н.А.Боковенко, А.Ю.Алексеев, Л.С.Марсадалов. С. 18-193.
- Членова Н.Л. 1996. Хронология опорных памятников скифской эпохи. В сб.: Гуманитарная наука в России. Соросовские лауреаты. Материалы всероссийского конкурса научно-исследовательских проектов в области гуманитарных наук 1994 г. Москва. С. 313-319.
- Чугунов К.В. 1994. Исследование погребально-поминального комплекса на могильном поле Догээ-Баары в Туве. В: Элитные курганы степей Евразии в скифо-сарматскую эпоху. С.Пб. Ред. Н.А.Боковенко, А.Ю.Алексеев, Л.С.Марсадалов. С. 195-200.
- Чугунов К.В. 1996. Погребальный комплекс с кенотафом из Тувы. В: Жречество и шаманизм в скифскую эпоху. С.Пб. С.
- Vokovenko N.A. 1994. Tomb of Saka princes discovered in the Sayans, Siberia. В: New archaeological discoveries in Asiatic Russia and Central Asia. S. Peresburg. Ed. Masson V.M. Editors V. Masson et al. P. 48-54.
- Nesje A. 1992. Younger Dryas and Holocene glaciers fluctuations and equilibrium-line altitude variations in the Jostedal region, western Norway. // Climatic Dynamics. № 6. P. 221-227.
- van der Plicht J. 1993. The Groningen radiocarbon calibration program. // Radiocarbon. V. 35. No.1. P. 231-237.
- Stuiver M. and Pearson G.W. 1986. High-precision calibration of the radiocarbon time scale, AD 1950-500 BC //Radiocarbon. V. 28(2B). P. 805-838.

SUMMARY

The first radiocarbon dates for the nomadic cultures of the latest Scythian period in the region of the Southern Siberia steppe zone were obtained. The results obtained by the ^{14}C laboratories of St. Petersburg and Berlin for the wood samples of the Dogee-Baary-II burial ground are the same in the errors ranges. According to the ^{14}C dates this monument can be related to the beginning of the Vth century BC. Analysis of the character of the calibration curve for the radiocarbon ages obtained shown that in this period the sharp changes of ^{14}C concentration had been. This time interval falls on the transition period from the Subboreal to the Subatlanticum when the rapid rate of cli-

mate change was observed. Just this period corresponds to the maximum of the 2400-years cycle of the fluctuation of the ^{14}C concentration in the atmosphere. May be the global change in the nomadic culture in this period testified by archaeologists occurred on the phone of the significant climatic changes. The charcoal from the Teplaya burial ground which belong to the sites of Tuvinian group was dated too. According to the radiocarbon date, the age of this monument is some older than the Dogee-Baary-II, but the complete conclusion will be made after additional research.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие. <i>Г.И. Зайцева</i>	3
От редакции	
В.М.Массон. Хронология древних культур на перекрестке физики и гуманитарии.....	4
Введение. <i>В.А. Дергачев</i>	6
Радиоуглеродные исследования, природная среда, калибровочные кривые дендрохронология.	
<i>Дергачев В.А., Зайцева Г.И., Тимофеев В.И., Семенов А.А., Лебедева Л.М.</i> Изменение природных процессов и радиоуглеродная хронология археологических памятников.....	7
<i>Зайцева Г.И., Тимофеев В.И., Дергачев В.А., Семенов А.А.</i> Распределение радиоуглеродных дат археологических памятников мезолита-неолита Европейской России и корреляция их с изменениями природных процессов.....	18
<i>Марсадалов Л.С., Зайцева Г.И., Семенов А.А., Лебедева Л.М.</i> Возможности радиоуглеродного датирования для привязки "плавающей" дендрощкалы больших курганов Саяно-Алтая к календарному времени.....	24
<i>Зайцева Г.И., Марсадалов Л.С., Семенов А.А., Васильев С.С., Дергачев В.А., Лебедева Л.М.</i> Применение методов математической статистики для корреляции дендрохронологических и радиоуглеродных данных (по материалам элитных курганов Саяно-Алтая).....	33
<i>Лочелус Н.В., Васильев С.С., Дергачев В.А., Захариева Е.И., Марсадалов Л.С.</i> Археология ритмов – основа перекрестного датирования археологических памятников.....	39
Радиоуглеродные даты и археологическая интерпретация	
<i>Тимофеев В.И., Зайцева Г.И.</i> Некоторые аспекты радиоуглеродной хронологии неолитических культур лесной зоны Европейской России.....	49
<i>Кузнецов П.Ф.</i> Новые радиоуглеродные даты для хронологии культур энеолита-бронзового века юга лесостепного Поволжья.....	56
<i>Трифонов В.А.</i> К абсолютному датированию "микенского" орнамента эпохи развитой бронзы Евразии.....	60
<i>Зайцева Г.И., Семенов А.А., Герсдорф Г., Наглер А., Чугунов К.В., Боковенко Н.А., Лебедева Л.М.</i> Новые радиоуглеродные даты археологических памятников кочевников степной зоны Южной Сибири и Центральной Азии.....	65

Тираж отпечатан издательством "Теза". Санкт-Петербург, пр. Добролюбова 14, к. 358
Тел./факс (812) 278-95-94, E-mail: bi@thesa.spb.su