

НАУЧНЫЕ СБОРЫ

Радиоуглерод как универсальный инструмент изучения природы и общества



9—13 июля в здании ЮНЕСКО в Париже состоялась очередная, 21-я Международная радиоуглеродная конференция. В ходе её работы стало окончательно ясно, что из способа определения возраста геологических и археологических объектов радиоуглеродный метод превратился в инструмент изучения природных, культурных и техногенных процессов и явлений.

Мне уже приходилось освещать работу предыдущего подобного мероприятия (см. «НВС» № 27 от 9 июля 2009 г.). Сегодня хочется поделиться с научным сообществом Сибири самыми свежими новостями.

Говоря кратко, радиоуглеродный метод основан на измерении содержания радиоактивного изотопа углерода с атомным весом 14 (общепринятое сокращение — 14C) в отмершем органическом веществе и других химических соединениях, содержащих углерод. С того момента, когда организм прекратил обмен углеродом с внешней средой (срубленное дерево, умер мамонт, погиб древний охотник, собран урожай злаков), содержание изотопа 14C в его остатках, перешедших в ископаемое состояние, начинает уменьшаться с постоянной скоростью, что дает возможность установить возраст данного события. Время жизни самого организма редко превышает 40—50 лет и, как правило, не осложняет определения возраста, особенно если он превышает первые тысячи лет. С помощью данного метода можно определить время существования объектов примерно до 50 тысяч лет назад.

Именно универсальностью (поскольку исследуется химический элемент углерод, присутствующий во всей живой материи и в большинстве объектов неживой природы) объясняется широкое использование радиоуглеродного метода, открытого в конце 1940-х годов.

Правда, за 60 лет принципиально изменилась приборная база — в 1980-х на смену громоздкой аппаратуре, разработанной в 1960-е и всё ещё использующейся в ряде лабораторий (включая все российские коллективы), пришли не меньшие по размеру ускорительные масс-спектрометры (английская аббревиатура AMS, русская — УМС) с чувствительностью, в тысячу раз превышающей таковую у приборов первого поколения. В последние 10—15 лет размеры (и отчасти стоимость) УМС-аппаратуры стремительно уменьшаются, и сейчас выпускаемые в промышленных количествах установки для измерения содержания 14C можно разместить на площади всего в 30—50 квадратных метров.

Универсальность и междисциплинарный характер радиоуглеродного метода были продемонстрированы в большом количестве докладов конференции по археологии, четвертичной геологии и климатологии, океанологии, гидрологии, биологии и экологии, где данный метод использован в качестве основного исследовательского инструмента. Помимо 14C, для этих целей активно используются (с помощью метода УМС) и другие изотопы — прежде всего бериллий-10, алюминий-26, хлор-36 и йод-129. Так что же нового узнали более 500 участников из 46 стран всех континентов (в том числе девять представителей России из Москвы, Санкт-Петербурга, Новосибирска и Самары), выслушавшие за пять дней около 150 секционных сообщений и ознакомившиеся с 365 стендовыми докладами?

Первый вывод — практически во всем мире исследования ведутся на уровне миллиграммов и наногаммов вещества, содержащего радиоуглерод. Для этого необходимо иметь УМС-установки, которые выпускаются рядом компаний в США и Европе и стоят как минимум один миллион долларов. Большинство радиоуглеродных лабораторий в развитых странах мира перешли на метод УМС. В Новосибирске в настоящее время проходит отладку первая российская УМС-установка, так что есть надежда на внедрение в ближайшем будущем этой разновидности радиоуглеродного метода в Сибири (и России в целом).

Второй вывод — существенно расширился список объектов, исследуемых с помощью радиоуглеродного метода. Уже не являются экзотикой работы по определению возраста таких «нетрадиционных» ещё 10—15 лет назад изделий из железа, сожжённых (кальцинированных) костей из погребений, каменных метеоритов, растворённых в речных и подземных водах органических соединений.

В настоящее время быстро развивается датирование индивидуальных аминокислот, выделяемых из костей древних людей и жи-

вотных. Задачей является получение надёжной хронологии расселения человека современного типа в Евразии. Сходная методика используется и при изучении палеоклимата по морским и океаническим осадкам, что дает возможность получать принципиально новые данные. Естественно, что без использования УМС установок здесь не обойтись, так как размер образцов минимален.

Третий вывод — большое внимание уделяется методам обработки образцов и выделения материала для датирования. Так, учёные из Оксфорда активно экспериментируют с образцами костей человека и животных, имеющими возраст более 20—30 тысяч лет, чтобы точнее определить время появления в Европе человека современного типа, сменившего неандертальцев. По предварительным данным, это произошло около 35—40 тысяч лет назад.

Австралийские специалисты занимаются углублённой очисткой образцов угля, собранных на самых древних стоянках человека на этом континенте, чтобы, наконец, ответить на очень важный для мировой археологии и антропологии вопрос — когда человек впервые попал в Австралию? Ведь для этого ему пришлось пересечь несколько морских проливов, а, значит, древние люди уже имели возможность использовать какие-то средства для преодоления (лодки или плоты).

Из конкретных результатов и направлений работ, проводимых на основе 14C метода, можно отметить следующие. Продолжена работа над важнейшей проблемой — калибровкой радиоуглеродной шкалы для перехода к календарному (астрономическому) возрасту, так как радиоуглеродный год, к сожалению, не равен году календарному.

По результатам тщательного сопоставления имеющихся сегодня данных по осадкам с годичной слоистостью в Японии, кораллам из района островов Барбадос (Карибское море) и Таити (Тихий океан), пещерным образованиям Китая и Бермудских островов, колонкам морских осадков Атлантического и Индийского океанов удалось получить картину изменений радиоуглеродного возраста по сравнению с астрономическим на весь интервал работы метода, до 50 тысяч лет и далее.

Материалы этих работ, представленные большой группой учёных и одобренные участниками конференции, будут опубликованы в специальном выпуске ведущего международного журнала Radiocarbon в конце 2012 года, а существующие компьютерные программы калибровки, свободные доступные через интернет (см. <http://www.radiocarbon.org/Info/index.html#programs>), будут адаптированы к новым данным.

Большое внимание уделяется изучению так называемого «эффекта резервуара» — несоответствия 14C дат по органам морского, озёрного или речного происхождения (а также тех животных и человека, которые активно употребляли в пищу водных животных) их истинному возрасту. Так, для Исландии, где заселение острова викингами хорошо документировано письменными источниками, данный эффект вызывает удивление возраста костей первых поселенцев до 10 тысяч лет. Это связано также с поступлением из активных разломов вулканических вод, которые лишены 14C.

Цифры такие, конечно, нереальны (хорошо известно, что в Исландии люди появились лишь в IX в. н.э.), а вот для определения возраста неолитических погребений на севере Германии и в Дании просто решить данную проблему не удастся — ведь точный возраст этих объектов, существовавших в целом около 4—6 тысяч лет назад, неизвестен.

Работами датских и немецких исследователей было показано, что различие величины «эффекта резервуара» для двух озёр на севере Германии, расположенных всего в одном километре друг от друга, составляет 1000 лет! Причина этого пока неясна, а вывод сделан такой — надо изучать данный эффект для каждого озера, близ которого есть древние могильники.

Другой показательный пример — датирование некрополей в среднем течении р. Днепр, где активное рыболовство доисторических жителей привело к завышению воз-

раста их костей на 500—700 лет. Для проверки представлений об удешевлении возраста любителей покусать (например, морской рыбы или осьминогов) нужные объекты с известным возрастом. Поэтому исследовались кости обитателей города Помпеи (погибшего при извержении Везувия 24 августа 79 г. н.э.), которые употребляли в пищу много морепродуктов. Останки древних римлян послужили своего рода полигоном для проверки того, как могло повлиять такое питание на их 14C возраст.

Кроме археологического приложения, знание «эффекта резервуара» крайне важно при разработке калибровки радиоуглеродной шкалы. Так, было обнаружено, что одна из опорных скважин в бассейне Карьяко (Карибское море), где датировались морские организмы (фораминиферы — простейшие животные с раковинкой, не превышающей 1 мм), непригодна для калибровки 14C возраста, поскольку в течение тысячелетий величина данного эффекта изменялась, причем нелинейно, и ввезти постоянную поправку невозможно. В результате некоторые данные по Карьяко теперь исключены из источников, использующихся для построения калибровочной кривой Северного полушария.

Сравнительно новым объектом изучения с помощью 14C являются спелеотемы — натёчные карбонатные образования в пещерах (в том числе сталактиты и сталагмиты). Они встречаются довольно широко, и возраст некоторых из них составляет десятки тысяч лет, поскольку растут спелеотемы медленно и часто образуют при этом годичные слои. Их используют для изучения вариаций содержания 14C в прошлом, поскольку календарный возраст спелеотем можно определить с помощью другого, уран-ториевого метода датирования (правда, весьма дорогостоящего).

На конференции был представлен ряд докладов, касавшихся проблемы определения содержания «мёртвого» углерода (т.е. лишённого изотопа 14C) для спелеотем Китая, Франции и Индии. Этот осложняющий интерпретацию результатов материал поступает при растворении очень древних (возраст — миллионы лет) известняков, в которых образовались пещеры с натёчками.

Поскольку конференция проводилась во Франции, где находится большое количество важных археологических памятников, в том числе пещер с наскальными рисунками, археологической тематике был посвящён целый день. Результаты проекта по изучению появления в Европе человека современного типа и вымирания неандертальцев были представлены группой учёных из Оксфорда.

Обстоятельный доклад о хронологии пещеры Шовэ на юге Франции, рисунки в которой являются одними из древнейших в мире (их возраст — около 36 тысяч лет назад), и

специальная лекция о междисциплинарных исследованиях в пещере были сделаны коллективом исследователей из Франции.

Обзор новейших исследований палеолита (древнего каменного века) на юге Германии, где в последние 10 лет найдены очень ранние свидетельства первобытного искусства (фигурки женщин возрастом около 35 тысяч лет) и музыки (остатки инструментов типа флейт или дудочек, возраст которых оценивается около 45 тысяч лет), сделал Н. Конрад (г. Тюбинген, ФРГ).

Хотелось бы отметить, что очень древние музыкальные инструменты найдены и в России. В Забайкалье археолог Л.В. Лбова (г. Новосибирск) обнаружила обломки флейты в слое, близком по возрасту находкам в Германии. Однако эти данные опубликованы главным образом в российских региональных изданиях и почти неизвестны международной аудитории. Отсюда вывод: необходимо ездить на самые представительные конференции и рассказывать о своих достижениях, а публиковаться нужно и в международных изданиях — тогда любой желающий с помощью поисковика типа Google сразу найдет эту информацию.

В ходе конференции были также представлены данные по хронологии палеолита, неолита, бронзового и железного веков различных регионов Европы, Азии, Америки и Африки.

Пожалуй, самым интересным и показательным было сообщение Л. Кальканилле (Италия) о возрасте всемирно известной бронзовой скульптуры Капитолийской волчицы с младенцами Ромулом и Ремом, являющейся символом города Рима (основанно-го, согласно преданию, в 753 до н.э.).

Статую волчицы издавна считали сделанной этрусками ещё в V в. до н.э. Появившиеся в последние годы у историков искусства сомнения в столь древнем возрасте были полностью подтверждены многочисленными 14C датами остатков растений, сохранившихся на поверхности и внутри волчицы. Их возраст составил около 900 лет, т.е. символ Вечного Города — средневековый, и сделан он в XI—XII вв. н.э.! Этот неожиданный вывод имеет большое значение для истории и археологии древнего Рима, однако, не исключает того, что существовали и более ранние образцы волчицы с двумя младенцами, но они просто не сохранились.

Материалы конференции, как и ранее, будут опубликованы в 2013 г. в журнале Radiocarbon (импакт-фактор 2011 г. — 2.84). Программа и тезисы докладов доступны для всех желающих в интернете (см. <http://www.radiocarbon2012.com>). Следующая конференция состоится в 2015 году. Начинать готовиться надо уже сегодня!

Я.В. Кузьмин, д.г.н., Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН

Конкурс

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт «Международный томографический центр» Сибирского отделения Российской академии наук объявляет конкурс на замещение вакантных должностей младшего научного сотрудника 01.04.17 «химическая физика, горение и взрыв, физика сверхмалых состояний вещества» (опыт работы в области фотохимии биологических молекул и протеомики, МЛДИ- и ЭСИ-масс-спектрометрии). Требования к кандидатам в соответствии с квалификационными характеристиками, утвержденными постановлением Президиума РАН от 25.03.2008 г. № 196. С победителями конкурса заключается по соглашению сторон срочный трудовой договор до 31 декабря 2013 года. Документы направлять в конкурсную комиссию по адресу: 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, 3а. Справки по тел.: 333-14-92 (отдел кадров). Конкурс состоится 10 октября 2012 г. в 11:00 в конференц-зале МТЦ СО РАН.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Иркутский научный центр Сибирского отделения РАН объявляет конкурс на замещение должности на кафедре иностранных языков ИНЦ СО РАН: доцента английского языка, кандидата наук, объем работы — полная ставка; на замещение должностей на кафедре философии ИНЦ СО РАН: заведующего кафедрой философии — доктора наук; профессора, доктора наук, объем работы — 0,5 ставки; профессора, доктора наук, объем работы — 0,5 ставки. Квалификационные требования, предъявляемые к претендентам на объявляемые должности — наличие специального высшего образования, обладающие опытом и стажем научно-педагогической или практической деятельности не менее пяти лет. Срок подачи заявлений для участия в конкурсном отборе — один месяц со дня опубликования объявления о конкурсе. Заявления и необходимые документы направлять в конкурсную комиссию по адресу: 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 134; справки по тел.: 8-(3952) 45-31-70.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН объявляет конкурс на замещение должности заведующего сектором по специальности 01.04.20 «физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника». Дата проведения конкурса: 08 октября 2012 г.; время: 12.00; место: зал Ученого совета. Документы (с пометкой «на конкурс») направлять в адрес отдела кадров ИЯФ СО РАН: 630090 г. Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 11. Справки по тел.: 329-47-88.