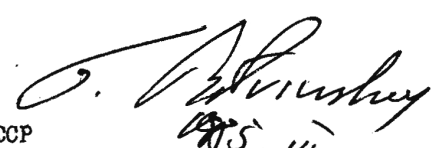


РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ
ИЗОТОПОВ
В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ
И АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ
ЯВЛЕНИЯ

Ленинград
1984


АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ОРДЕНА ЛЕНИНА ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. А. Ф. ИОФЕ

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ИЗОТОПОВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ
И АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

(Тематический обзор)

Ленинград
1984

Содержание

1. Г.Е.КОЧАРОВ, Н.И.АКАТОВА, В.В.АЛЕКСЕЕВ, Т.Т.БИТВИНСКАС, В.А.ВАСИЛЬЕВ, А.Н.КОНСТАНТИНОВ, Ю.Н.МАРКОВ, Р.Я.МЕНЦХВАРИШВИЛИ, С.Л.ЦЕРЕТЕЛИ, В.П.ШАХОВ. 11-ти и 22-летние циклы до, во время и после маундеровского минимума солнечной активности	5
2. В.М.ОСТРЯКОВ. Проявления долговременных вариаций космических лучей в радиоуглеродных данных.	25
3. В.А.ЛЕВЧЕНКО, А.В.БЛИНОВ. Расчёт скорости образования радиоизотопов в атмосфере Земли	61
4. Т.Т.БИТВИНСКАС. Дендрохронология на службе проблемы "Астрофизические явления и радиоуглерод"	75
5. Т.Т.БИТВИНСКАС, Р.Я.МЕНЦХВАРИШВИЛИ, А.В.СТУПНЕВА. Солнечная активность, радиоуглерод и радиальный прирост.	84
6. В.И.ЧЕСНОВ, Хронология проведения работ по поиску образцов точно датированной древесины и проведению радиоуглеродных измерений в рамках общей проблемы "Астрофизические явления и радиоуглерод"	106
7. В.А.АЛЕКСЕЕВ, А.И.ИВЛИЕВ, А.К.ЛАВРУХИНА. Применение радиоуглерода для измерения малых количеств азота нейтроноактивационным методом в природных объектах.	121
8. Я.Д.ЯНСОНС, А.А.КРИСТИН. Послеимпульсы в фотоэлектронных умножителях, применяемых в оцинтилляционной технике.	129
9. А.А.КРИСТИН. Устройство отбора для оцинтилляционных установок	145

Под общей редакцией Г.Е.Кочарова

C o n t e n t s

1. G.E.KOCHAROV, N.I.AKATOVA, V.B.ALEKSEEV, T.T.BITVINSKAS, V.A.VASILIEV, A.N.KONSTANTINOV, Yu.N.MARKOV, R.Ya.METSKHVARISHVILI, S.L.TSERETELI, B.P.SHACHOV.	11- and 22-years cycles before, during and after Maunder Minimum of Solar activity.	5
2. V.M.OSTRYAKOV.	Display of the long-term cosmic ray variations in the radiocarbon data.	25
3. V.A.LEVCHENKO, A.V.BLINOV.	The production rate of cosmogenic radionuclides in the atmosphere of the Earth.	61
4. T.T.BITVINSKAS.	Dendrochronology in the research the problem "Astrophysical phenomena and radiocarbon.	75
5. T.T.BITVINSKAS, R.Ya.METSKHVARISHVILI, A.V.STUPNEVA.	Solar activity, radiocarbon and tree increment.	84
6. V.I.GHESNOKOV.	The chronology of research on obtaining the high accuracy dated wood samples and radiocarbon measurements in the framework of the national problem "Astrophysical phenomena and radiocarbon".	106
7. V.A.ALEXEEV, A.I.IVLIEV, A.K.LAVRUKHINA.	Use of radiocarbon for measurements of small quantities of nitrogen by neutron activation method in neutral objects.	121
8. Ya.L.YANSONS, A.A.KRISTIN.	Afterpulses in the photo-multipliers used in scintillation counting.	129
9. A.A.KRISTIN.	Selection device for scintillation counting.	145

УДК 634.942+551.583

ДЕНДРОХРОНОЛОГИЯ НА СЛУЖБЕ ПРОБЛЕМЫ "АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И РАДИОУГЛЕРОД"

Т.Т.Битвинская

А н н о т а ц и я

Обсуждается вопрос разделения годовых колец деревьев с целью получения образцов для радиоуглеродных исследований. Отмечена перспективность использования в этих работах древесных пород с узкими годовыми кольцами.

DENDROCHRONOLOGY IN THE RESEARCH THE PROBLEM "ASTROPHYSICAL PHENOMENA AND RADIOCARBON"

T.T.Bitvinskaya

A b s t r a c t

Separation problem of year tree rings for radiocarbon investigations is discussed. Outlook for using in this research of wood species with narrow tree rings is given.

ДЕНДРОХРОНОЛОГИЯ НА СЛУЖБЕ ПРОБЛЕМЫ
"АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И РАДИОУГЛЕРОД"

Т.Т.Битвинокас

Успех проблемы "Астрофизические явления и радиоуглерод" в большой степени зависит от исходного материала - годичных колец древесины. Точная датировка и получение необходимого количества древесины для каждого годичного кольца проводятся в Институте ботаники АН Литовской ССР. В дендроклиматохронологической лаборатории, руководимой автором настоящей статьи, работы проводятся широким фронтом: поиск высоковозрастных моделей деревьев, пригодных для разделения годичных колец древесины; нахождение соответствующих моделей, опиление, взятие образцов древесины соседних деревьев для синхронизации и датировки годичных колец, транспортировка древесины, высушивание, подготовка поверхности спилов, датировка годичных колец, расчёт индексов и построение соответствующих таблиц; разделение годичных колец, их упаковка, взвешивание и распределение образцов по радиоуглеродным лабораториям.

Сложность нахождения моделей определяется рядом факторов.

В настоящее время по используемым методикам подготовки бензола сцинтилляционным методом требуется относительно много древесины - от 40 до 150 грамм для одного анализа. Определённое количество древесины оставляется в запасе или для проверки результатов на другой аппаратуре. В итоге, желательно получение древесины с годичного кольца до 500 грамм.

Успех погодичного разделения древесины зависит от структуры древесины, древесной породы, особенно от чёткости границ древесного образца и ширины годичного слоя.

В связи с этими двумя выше названными причинами, не каждое дерево или древесный образец пригодны для разделения годичного кольца - в распоряжении исследователей должно быть достаточно ствольной древесины для получения необходимой навески годичного кольца. Опыт лаборатории дендроклиматохронологии Института ботаники АН Лит.ССР показывает, что древесина сосны и лиственницы разделима, когда средняя ширина годичных колец модели не уже

0,3-0,4 мм. Спилы должны быть хорошо обструганы и отшлифованы. Для этого используются ленточные шлифовальные станки древесины ШЛПС-2, в некоторых случаях ручные шлифовальные приборы. Оптимальная ширина спилов не более 10 см. Обычно с 2+3-метрового отрезка ствола получаем от 50 до 600 граммов воздушно-сухой древесины в зависимости от ширины, радиуса годичного слоя и его относительного веса.

Наиболее часто объектом исследования остаются современные деревья и насаждения. Но очень сложной проблемой остается поиск и приобретение высоковозрастных моделей. Дело в том, что в настоящее время во многих лесистых районах страны трудно найти 200-летние сосны, ели, лиственницы и тем более 400+500-летние. В поисках высоковозрастных деревьев сотрудниками лаборатории изучены высоковозрастные насаждения во многих районах страны: в Мурманской области, в Карельской АССР, Ленинградской, Псковской областях, Латвийской, Литовской ССР, Западной Белоруссии и Западной Украине, предгорьях Кавказа (Ставропольский край) - Кавказский заповедник, центральных районах РСФСР, Башкирской АССР, районах Дальнего Востока. Оказалось, что некоторые древесные виды, например, род *Juniperus* - арчевые деревья непригодны из-за узкослойности, хотя некоторые виды арчи имеют большой возраст 1500-2000 лет. Подобная ситуация складывается и для некоторых других хвойных - например, *Taxus baccata* (Тисс), достигающий 800-1000-летнего возраста, также узкослойное дерево. В процессе исследований были испытаны такие широко распространенные древесные породы, как сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.), ель обыкновенная (*Picea excelsa* L.), лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb), ель восточная (*Picea orientalis* Carr).

Найденные модели с наиболее высоким возрастом следующие: К-1 (Карелия) - сосна обыкновенная 525 лет, КК-3 (Северный Кавказ) - ель восточная 600 лет, Б-3 (Башкирия) - лиственница Сибирская 400 лет, Л-1 (Литва) - сосна обыкновенная 302 года.

Такой возраст моделей конечно не удовлетворяет потребностям проблемы. С другой стороны, названный возраст - почти предел возможностей в современных лесах. Деятельность человека, эпитомо-фитовредители, изменения климатических условий, лесные пожары

безжалостно уничтожают островки и "маяки" реликтовых (старых) деревьев и насаждений. Так, чтобы дать ряд достаточной ширины годовичных колец по лиственнице в условиях Башкирии, были использованы три модели лиственницы - Б-1 возрастом 415 лет, Б-2 - возрастом 225 лет, Б-3 - возрастом также 405 лет. Контрольный ряд годовичных колец дан по модели Б-4 сосны обыкновенной, включает 200 годовичных колец.

Аналогичная методика была использована и для получения других серий годовичных колец древесины в других районах страны. Так, для получения ряда древесины сосны обыкновенной в средней Карелии используется 5 моделей сосны обыкновенной; в Литовской ССР - 6 моделей; для получения серии годовичных колец по древесине восточной ели на Северном Кавказе - 3 модели.

Таким образом, в современных лесах в Советском Союзе можно найти модели деревьев, пригодные для радиоуглеродных исследований только до 500-600 лет. Конечно, и эта информация достаточно ценна и главное, по независимым рядам годовичных колец мы можем проверять локальные и глобальные закономерности изменчивости ^{14}C во времени и пространстве.

По накопленным дендрохронологическим рядам можно заключить, что наиболее удобно работать с моделями сосны и лиственницы, имеющими скалистую древесину и четко выраженную, выделяющуюся коричневым цветовым оттенком позднюю древесину. Эти два древесных вида являются основными во всем пространстве Советского Союза - от Прибалтики и Карелии до Дальнего Востока, где сосну обыкновенную заменяет кедровая сосна. Существуют реальные возможности удлинения рядов годовичных колец, носящих информацию о древесине этих видов, получаемой при реконструкции старых строений, археологических находках и в водных бассейнах.

Одной из наиболее удачных попыток создания продолжительных шкал методом перекрестного датирования является шкала восточной Европы, построенная Б.А. Колчиным и его сотрудниками по сосновой древесине древнего Новгорода и других городов средневековья. Дендрохронологическая информация этих шкал достаточно длинна - с IX века до нашего времени. В очень хорошем состоянии обычно находятся древние сосновые мостовые Новгорода, информативно очень

хорошо накладывающиеся друг на друга. По длине основные плахи мостовых составляют в среднем 3-х метровые отрубки и являются материалом, достаточным в количественном отношении для получения необходимых навесок древесины. Хуже сохранена в Новгородских условиях древесина конца I-го тысячелетия и древесина нового времени (XVI, XVII века). Предоставленная Б.А. Колчиным древесина XII-XIV веков из древнего Новгорода, а также полученные нашей лабораторией древесные материалы с подкладок стен Тракайского острожного замка (XII-XIV века) позволили убедиться, что в основной древесине относительно хорошо сохраняется ядровая и плохо - заболонная древесина. Поэтому внешние годовичные кольца археологических раскопок, как правило, для разделения годовичных колец не пригодны.

Кроме древесины хвойной, перспективной для радиоуглеродных исследований, является древесина дуба. Правда, она на средних широтах имеет иногда даже очень широкие годовичные кольца - до 10 мм и более, но отделить раннюю от поздней древесины труднее - здесь приходится руководствоваться только различиями в структуре древесного кольца - в ранней древесине дуба явно выделяются кольцевидные крупные сосудистые системы; в поздней - мелкоклеточные структуры, хотя цветовым оттенком обе эти системы не различаются.

Дубовая древесина особенную ценность приобретает в исследованиях динамики условий среды. Оказалось, что именно дубовая древесина очень хорошо сохраняется в условиях полной увлажненности, особенно песчано-гравийных отложениях рек и озер. Дубовая древесина в таких условиях с течением времени приобретает все более темную окраску, из светло-коричневой окраски превращаясь в темно-коричневый, почти черный цвет. Набор такой древесины, собранной около г. Сморгонь, извлеченный из речных отложений реки Нарис (Вилии) и датированный методом ^{14}C , представляет всю гамму оттенков древесины и имеет датированный возраст залегания (консервации) от 300 до 5500 лет. Конечно, погодичное разделение "черных" дубовых спилов еще более сложное и трудное дело, решаемое в дендроклиматохронологической лаборатории в настоящее время.

Высушенная древесина становится очень твердой, блестящей, трудно раскалываемой. Однако, ею мы занимаемся из-за возрастной уникальности дуба. Есть сведения, что подобно смогонским дубам, много дубовых стволов было найдено в реке Припять.

В Западной Европе много стволов дуба найдено в речных отложениях Дуная, Везеля, в затопленных прибрежных районах Англии.

Имея в виду перспективу, что через 5-10 лет для радиоуглеродных исследований будут требоваться навески только 5-20 г, сможем погодишно разделять узкослойные стволы древесины - такие как, *Taxus baccata*, болотная сосна и др. Очень распространенные верховые комплексы болот, обросшие узкослойной сосной обыкновенной в Европейской части СССР, а в Сибири и лиственницей, в торфяных залежах хорошо сохраняют древесину и в будущем послужат хорошей службой для получения датированной древесины прошлых тысячелетий. Так, опыт исследований в Литовской ССР позволяет судить, что I метр осушенного среднепнистого торфяника дает дендрохронологическую информацию не менее 1000 лет. Конечно, нахождение подходящих объектов тоже выдвигает своеобразную проблему - многие большие и средние по величине торфяные месторождения в последние десятилетия интенсивно разрабатываются в энергетических и в сельскохозяйственных целях. Современные методы разработки торфяников исключают использование таких объектов для научно-исследовательских дендрохронологических целей. Правда, остаются окраины торфяников, не тронутые из-за высокой влажности или зольности. Также очень благоприятные условия взятия древесины создаются при рытье осушительных каналов. В общем, торфяные месторождения, как и отложения водных бассейнов, являются ценными кладовыми информации о прошлых условиях среды. Эта информация тем более важна, что её можно найти почти во всех районах средней полосы нашей страны - от Прибалтики до Дальнего Востока. Особенно ценной (продолжительной) может стать информация из районов, не тронутых последними оледенениями. Чрезвычайно интересные результаты могла бы дать древесина, извлеченная из таких глубоководных и многие тысячелетия существующих водных бассейнов, как Байкал. Кроме того, такой древесины должно быть много в местах отложений древних селей в определённых лесистых горных условиях, на границе леса -

- в наслоениях вечной мерзлоты, в старых запущенных копях.

Следует отметить, что методы перекрестного датирования позволяют датировать годовичные кольца с небывалой точностью - с точностью до одного года. Уже имеется много удачных высоковозрастных шкал, построенных именно этим методом. Самые замечательные результаты пока - 7-тысячелетняя шкала *Pinus aristata* в Соединённых штатах Америки, дубовые тысячелетние шкалы Западной Европы (*Quercus*), сосновые шкалы Восточной Европы.

Относительное датирование древесины проводится радиоуглеродным методом.

Радиоуглеродное датирование позволяет планомерно определить возраст неизвестной древесины. Дальнейший путь - математическая взаимная верификация (синхронизация) образцов древесины. Следует отметить, что выгодно использовать для верификации ширину не только годичной древесины, но и раннюю и позднюю древесинный отделы. В нашей лаборатории наиболее широко используется для верификации процент сходства дендрохронологических рядов и коэффициент корреляции " r ". Замеченные нами ранее и опубликованные данные о псевдосходимости кривых " C_x " подтверждаются и на новых материалах. Особенно много подобных данных накоплено при изучении сходимости кривых пней болотной сосны.

При математической верификации, как правило, выделяется не один - даже два-три варианта сопоставленных кривых с относительно высоким процентом сходства и корреляцией, различающихся временем. Для определения действительной даты приходится использовать новые приёмы верификации, известные в дендрохронологической литературе. Во-первых, это изучение сходимости скелетной структуры дендрохронологических рядов, обращая особое внимание на, так называемые, реперные годы. Во-вторых, проверка сходимости общего рисунка кривых. Приходится еще обращать внимание на такие элементы верификации, как достаточное перекрытие образцов древесины в отношении друг друга и статистическая представительность одновременных кривых.

Все эти задачи на современном уровне могут быть решены только комплексно: удачный поиск и выбор объектов, автоматизация измерений и передачи информации для обработки на ЭВМ, про-

граммы обработки дендрохронологических данных на ЭВМ, графическое изображение сравниваемых и подсчитываемых рядов и т.д.

Для дальнейшего развития проблемы "Астрофизические явления и радиоуглерод" необходимы:

1. Широкие полевые исследования лесных насаждений во всей лесной и лесостепной зонах Советского Союза, включая и лесистые горные районы с целью поисков высоковозрастных деревьев и насаждений, пригодных для взятия модельных деревьев в целях получения определенного количества точно датированной годичной древесины.

2. Северные и высокогорные районы, дающие узкослойную древесину, пока не пригодны для этих целей. Но имея в виду, что в будущем новые методики и приборы позволят использовать и годичную узкослойную древесину с малыми навесками, следует проводить инвентаризацию такой древесины и накапливать её.

В табл. I статьи Битвинскаса и др. данного сборника даны характеристики моделей, использованных для радиоуглеродных исследований по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод".

Плановый поиск высоковозрастных древостоев деревьев помог ДКХ лаборатории параллельно осуществить задачи, выдвинутые совместно с задачами по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод". Это, во-первых, создание дендрохронологических профилей Север-Юг (Мурманск-Литва-Закарпатье) и Запад-Восток (Литва-Дальний Восток).

В профилях были использованы дендрохронологические ряды от 100 до 350 (400) лет, что позволяет восстановить картину изменений условий среды за сравнительно продолжительный период времени.

Лаборатория приобрела и хороший опыт в разработке методик и создании высоковозрастных шкал по ископаемой (болотной) древесине, получаемой с речных залежей, археологически и этнографически ценной древесины старых строений и раскопок.

При решении задач существенно помогают автоматизированные системы измерения структуры годичных колец и использование ЭВМ для подсчёта индексов годичных слоев, корреляций с климатическими факторами и т.п.

Осваиваются новые приборы для изучения детальной структуры годичных слоев (созданный в сотрудничестве лаборатории с Московским объединением "Спектр" рентгенографический денситометр РД-01, изготовленный Институтом физики им. Киренского СО АН СССР, микрофотометрический анализатор слоистых структур древесины).

Оба прибора имеют преимущество перед обычными денситометрами, изготавливаемыми отечественной и иностранной промышленностью в том, что информацию о структуре древесины получаем непосредственно рентгенографическим способом (РД-01) или способом отраженного света, исключая сложный путь фотографического процесса.

Опыт кадров ДКХ лаборатории, вооруженность новыми приборами, поддержка и понимание нужд лаборатории руководителями проблемы и руководством ИБ АН Литовской ССР позволяют надеяться, что наш труд будет и в дальнейшем верно служить целям и задачам проблемы "Астрофизические явления и радиоуглерод". Достижения радиоуглеродных лабораторий являются хорошим стимулом для нас.

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ИЗОТОПОВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ
И АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ
(Тематический сборник)

Печатается по решению ученого совета ФТИ от
21/1-1983г.

Лит. редакторы: Н.С.Морозова, И.А.Слободян

РТП ЛИИФ, зак. 1023, тир. 500, уч.-изд. л. 7; 12/ХП-1984г., М-11654
формат 60x84 ¹/₁₆
Цена 1 руб.