

Для служебного пользования Экз. №

164

Б. П. Константинов, Г. Е. Кочаров, К. К. Янкиявичус,
Т. Т. Битвинкас, В. А. Дергачев

**ВАРИАЦИИ
СОДЕРЖАНИЯ РАДИОУГЛЕРОДА В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ
И ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ И ДЕНДРОКЛИМАТОЛОГИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ**

О г л а в л е н и е

Вводные замечания	2
Источники временных вариаций концентрации C^{14} в атмосфере Земли	4
О состоянии дендрохронологических и дендроклиматологических исследований в СССР и за рубежом	13
Итоги дендроклиматологических исследований в Литовской ССР до 1968 года	20
Цели и задачи дендроклиматохронологической лаборатории Института ботаники АН Литовской ССР	34
Результаты исследований дендроклиматохронологической лаборатории в 1968-1970 гг.	37
Заключение	48
Литература	50
Приложение № 1. Программа Всесоюзного совещания по дендрохронологии и дендроклиматологии	55
Приложение № 2. Резолюция совещания	59

Вводные замечания

Академик Б.П. Константинов и Г.Е. Кочаров рассмотрели [1,2] возможности исследования различных астрофизических и геофизических явлений путем изучения временных вариаций содержания радиоуглерода в атмосфере Земли. Было показано, что имеются принципиальные возможности определения характерных особенностей вспышек сверхновых звезд, временного хода солнечной активности и магнитного поля Земли и т. д. Была сформулирована [1, 2] программа исследований по комплексной проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", которая в своей экспериментальной части может быть представлена в следующем виде:

1. Датировка и получение углеродосодержащих образцов в необходимых для экспериментов количествах.

2. Измерение относительного содержания изотопов C^{14} и C^{13} с высокой точностью.

3. Составление временной зависимости концентрации C^{14} в атмосфере Земли и сравнение с теорией с целью получения информации об особенностях различных астрофизических и геофизических явлений.

Сразу же после опубликования статьи [1] Б.П. Константинов и Г.Е. Кочаров приступили к выяснению практических возможностей организации систематических исследований по изучению временных вариаций C^{14} в атмосфере Земли. Оценка величины ожидаемых корреляционных эффектов в сочетании с желанием за относительно короткий промежуток времени начать экспериментальные исследования определили необходимую точность измерения концентрации радиоуглерода в датированных образцах - $(0,3 \pm 0,5) \%$. Анализ состояния исследований по получению датированных углеродосодержащих образцов и по измерению относительного содержания C^{14} и C^{13} показал необходимость существенного развития исследований.

В настоящей работе мы не считаем целесообразным рассмотрение всего хода развития исследований по различным вопросам проблемы "Астрофизические явления и радиоуглерод". Мы коснемся лишь вопросов постановки и проведения исследований по дендрохронологии и дендроклиматологии в Институте ботаники АН Литовской ССР.

Следует особо подчеркнуть, что эти исследования представляют большой самостоятельный научный и практический интерес, хотя и непосредственной причиной их постановки в Институте ботаники АН Ли-

товской ССР послужила проблема "Астрофизические явления и радиоуглерод". Такая особенность естественно нашла свое отражение в общей программе исследований и в характере развития. В настоящей работе рассмотрим главным образом те вопросы, которые непосредственно связаны с исследованиями временных вариаций C^{14} в атмосфере Земли. Интересующихся проблемой дендрохронологических и дендроклиматологических исследований в целом отсылаем к монографии [3] одного из авторов настоящей работы.

Для полноты изложения мы вначале рассмотрим основные аспекты проблемы временных вариаций C^{14} , что позволит как понять важность исследований, так и конкретные задачи в дендрохронологическом и дендроклиматологическом плане.

Источники временных вариаций концентрации C^{14} в атмосфере Земли

Более двадцати лет назад Либби предложил метод радиоуглеродной датировки [4], в основе которого было положено предположение о постоянстве во времени концентрации C^{14} в углероде атмосферы Земли. Путем измерения содержания радиоуглерода в образцах с известным возрастом Либби и др. [4] показали, что удельная активность C^{14} с точностью до нескольких процентов постоянна в течение нескольких периодов полураспада. Тем самым была доказана надежность метода датировки и положено начало многочисленным исследованиям.

С развитием техники измерения C^{14} обнаружилось наличие флуктуации концентрации радиоуглерода в атмосфере Земли. В 1954 году Зьюсс [2] показал, что за последние сто лет имело место непрерывное уменьшение концентрации C^{14} за счет поступления в атмосферу древнего углерода, практически не содержащего C^{14} , в результате сжигания миллиардов тонн ископаемого топлива (нефти, газа, каменного угля). Оценки показали, что за период с 1860 по 1954 гг. в атмосферу добавлено "старого углерода" 13% от общего содержания углерода в атмосфере. Если бы перемешивание между различными резервуарами происходило мгновенно, то концентрация C^{14} в атмосфере должна была меняться всего на 0,13% и эффект разбавления (эффект Зьюсса) не был бы обнаружен. Зьюсс [5] показал однако, что на самом деле концентрация C^{14} за счет эффекта сжигания уменьшилась на 2%. Исходя из этих данных, Фергюссон [6] определил среднее время пребывания молекулы углекислого газа в атмосфере Земли, которое оказалось равным менее 7 лет. Зависимость эффекта Зьюсса от времени учитывается при определении концентрации радиоуглерода в молодых (<100 лет) образцах.

В последние два десятилетия содержание C^{14} в атмосфере и растениях значительно возросло из-за испытаний термоядерного оружия. Начиная с 1954 года концентрация радиоуглерода непрерывно росла и в 1964 году достигла своего максимального значения ~200% [7]. Затем концентрация C^{14} стала монотонно падать и к 1968 году уменьшилась до уровня ~150%. Знание временного хода концентрации радиоуглерода на разных широтах и высотах позволило определить характерные особенности процессов перемешивания в атмосфере и обмена радиоуглеродом между различными резервуарами [7]. Кроме взрывов бомб и эффекта Зьюсса

имеются другие источники вариаций, которые могут быть разделены на два класса:

1. Изменение во времени объема резервуаров и скорости перемешивания радиоуглерода в различных резервуарах.

2. Изменение во времени скорости (Q) образования радиоуглерода в атмосфере Земли.

Первый класс был предложен в 1958 г. Фризом [8], который путем измерения концентрации C^{14} в образцах с известным возрастом показал наличие вариации в содержании C^{14} в атмосфере Земли за последние несколько сот лет. Он предположил, что эти вариации связаны с климатическими изменениями во всем мире и сравнил их с наступлением и отступанием ледников с 17-го столетия до настоящего времени. Работа Фриза послужила началом нового направления в радиоуглеродных исследованиях: изучение временных вариаций концентрации радиоуглерода в атмосфере Земли.

Что же касается второго класса вариаций, то к настоящему времени предложены и рассмотрены следующие источники:

1. Изменение во времени магнитного поля Земли приводит к изменению интенсивности космических лучей, достигающих земной атмосферы и, следовательно, к вариации концентрации радиоуглерода [9].

2. В 1960 г. Симсон [10] указал на возможность генерации радиоуглерода в атмосфере Земли под действием протонов солнечных вспышек.

3. В 1961 г. Стувер [11] предложил и качественно рассмотрел связь между солнечной активностью и концентрацией C^{14} в атмосфере Земли. Модулирующее действие Солнца сводится к тому, что с ростом солнечной активности скорость образования C^{14} уменьшается и наоборот.

4. В 1965 г. Коуэн, Этлури и Либби [12] высказали гипотезу, в соответствии с которой может иметь место изменение концентрации C^{14} при вхождении в атмосферу Земли антител. В качестве примера было указано на антивещественную природу Тунгусского тела. В связи с тем, что в настоящей работе вопрос об изменении концентрации радиоуглерода в период Тунгусской катастрофы практически не будет рассмотрен, целесообразно здесь высказать нашу точку зрения. Авторы работы [12] в качестве подтверждения своей гипотезы указали на повышение активности C^{14} на 1% в кольце дерева за 1909 г. по сравнению с 1908 и 1910 гг. Следует однако заметить, что это повышение находится в пределах ошибок измерения, и поэтому сделать вывод о

том, что имеется подтверждение высказанной антивещественной гипотезы, во всяком случае, рискованно [2, 13]. В радиоуглеродной лаборатории Института геохимии и аналитической химии им. Вернадского АН СССР А.П. Виноградовым, А.Л. Девирцем и Э.И. Добкиной [14] были проведены детальные исследования по определению содержания C^{14} в годовичных кольцах дерева из района взрыва Тунгусского тела. Объектом исследования служила 140-летняя лиственница, срубленная осенью 1961 года. Вегетационный период этого вида дерева длится с конца мая до середины сентября, и поэтому увеличение C^{14} следует ожидать в кольце 1908 года. По данным экспериментов, содержание C^{14} в кольцах 1908 г. выше, чем в 1909 и 1910 гг. Однако, как и в работе Коуэна и др. [12], ошибка измерения перекрывает разницу между концентрациями за 1908, 1909 и 1910 гг. Поэтому единственный вывод, который можно сделать из имеющихся данных, заключается в том, что экспериментальные данные по C^{14} не исключают возможности антивещественной природы Тунгусского тела. Имеется другое существенное возражение против антивещественной природы Тунгусского тела, заключающееся в том, что вероятность проникновения антитела в атмосферу на столь большую глубину очень мала [2, 13]. К тому же изменение содержания C^{14} в атмосфере Земли вблизи 1908 г. может быть обусловлено циклической деятельностью Солнца [15]. Так или иначе, вопрос о связи содержания C^{14} с Тунгусской катастрофой никак нельзя считать решенным. Необходимы дальнейшие исследования с лучшей точностью.

5. В 1965 г. Б.П. Константинов и Г.Е. Кочаров [1] показали, что вспышки сверхновых звезд могут быть причиной существенных вариаций скорости образования C^{14} в земной атмосфере. Ими же [2], а впоследствии также Лингенфельтером и Рамати [16] была подробно рассмотрена вся проблема вариаций концентрации радиоуглерода в атмосфере.

В связи с открытием близких пульсаров, соответствующих сверхновым звездам, вспыхнувшим за интервал времени, доступный радиоуглеродному методу датировки (таблица 1), возникает необходимость учета не только γ -излучения сверхновых, но и корпускулярного излучения [16, 17]. Поэтому вариация за счет вспышки сверхновой может быть разделена на две части: быстрая и медленная компоненты. Быстрая компонента обусловлена гамма-излучением сверхновой, она начинается через время $t = z/c$ (z — расстояние от Земли до сверхновой, c — скорость света), имеет длительность, определяемую процессами перемешивания радиоуглерода в природных резервуарах. Медленная же компо-

Таблица 1

Рассчитанные энергии корпускулярного и γ -излучения для различных источников

№ п/п	И с т о ч н и к и	t_0 , лет	z , парсек	ε_p , эрг	ε_γ , эрг
1.	PSR 0833-45	$8 \cdot 10^3$	410	$4 \cdot 10^{51}$	$4 \cdot 10^{50}$
2.	PSR 1929+10	$6 \cdot 10^4$	140	$4,22 \cdot 10^{50}$	$4,47 \cdot 10^{49}$
3.	MP 0835	$7 \cdot 10^4$	420	$5,60 \cdot 10^{52}$	$5,94 \cdot 10^{51}$
4.	PSR 1451-68	$8 \cdot 10^4$	250	$1,77 \cdot 10^{51}$	$1,80 \cdot 10^{50}$
5.	PSR 1642-03	$2 \cdot 10^5$	200	$1,65 \cdot 10^{51}$	$1,75 \cdot 10^{50}$
6.	MP 0254	$2 \cdot 10^5$	250	$2,20 \cdot 10^{51}$	$2,33 \cdot 10^{50}$
7.	JP 2022	$3 \cdot 10^5$	250	$3,07 \cdot 10^{51}$	$3,25 \cdot 10^{50}$
8.	PSR 0950+08	$4,5 \cdot 10^5$	50	$3,85 \cdot 10^{51}$	$4,08 \cdot 10^{50}$
9.	MP 1706	$5 \cdot 10^5$	250	$5,29 \cdot 10^{51}$	$5,60 \cdot 10^{50}$
10.	MP 1359	$6 \cdot 10^5$	500	$1,38 \cdot 10^{52}$	$1,46 \cdot 10^{51}$
11.	Крабовидная туманность	1054 г.	1600	$1,28 \cdot 10^{52}$	$1,28 \cdot 10^{51}$
12.	Тихо-Браге	1572 г.	5000	$1,25 \cdot 10^{53}$	$1,25 \cdot 10^{52}$
13.	Кеплера	1604 г.	8000	$3,20 \cdot 10^{53}$	$3,20 \cdot 10^{52}$
14.	Кассиопея	1700 г.	3400	$5,76 \cdot 10^{52}$	$5,76 \cdot 10^{51}$

нента обусловлена корпускулярным излучением сверхновой и имеет характерное время, определяемое диффузионным движением частиц на участке пути от источников до Земли. В качестве примера укажем, что для расстояния ~ 100 парсек это время составляет примерно десять тысяч лет. Уместно заметить, что известные сверхновые: Кассиопея (1700), Кеплера (1604), Тихо Браге (1572) и сверхновая в Крабовидной Туманности (1054) находятся на таком расстоянии, что время, прошедшее с момента их вспышек, существенно меньше времени диффузионного распространения корпускулярного излучения. И поэтому при рассмотрении флуктуации концентрации C^{14} вследствие вспышек указанных сверхновых следует учитывать только быструю компоненту. В связи с открытием пульсаров интерес к медленной компоненте резко возрос, так как появились указания [18, 19] на вспышки таких близких сверхновых, корпускулярное излучение которых могло играть важную роль в вариации концентрации C^{14} в атмосфере Земли.

Действительно, на рис. 1 представлены теоретические зависимости скорости образования радиоуглерода [19] в атмосфере Земли для ряда пульсаров. При вычислении делалось естественное предположение о

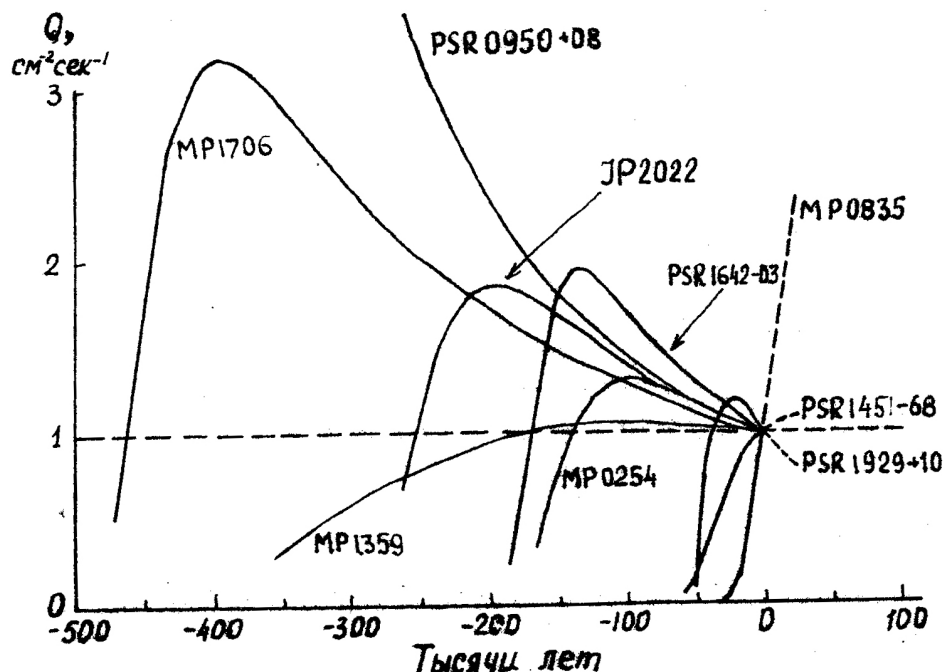


Рис. 1. Скорость образования радиоуглерода в атмосфере Земли для различных пульсаров.

том, что величина Q для каждого пульсара в настоящее время ~ 1 атом на $\text{см}^2 \cdot \text{сек.}$

Существенно отметить, что данные рис. 1 уже дают возможность оценить важнейшую характеристику вспышек сверхновых — энергию корпускулярного излучения. Соответствующие данные приведены в таблице 1. Интересные сведения можно получить также при сравнении теории с имеющимися экспериментальными данными по содержанию радиоуглерода в атмосфере Земли (рис. 2). На рис. 2 представлена также вычисленная

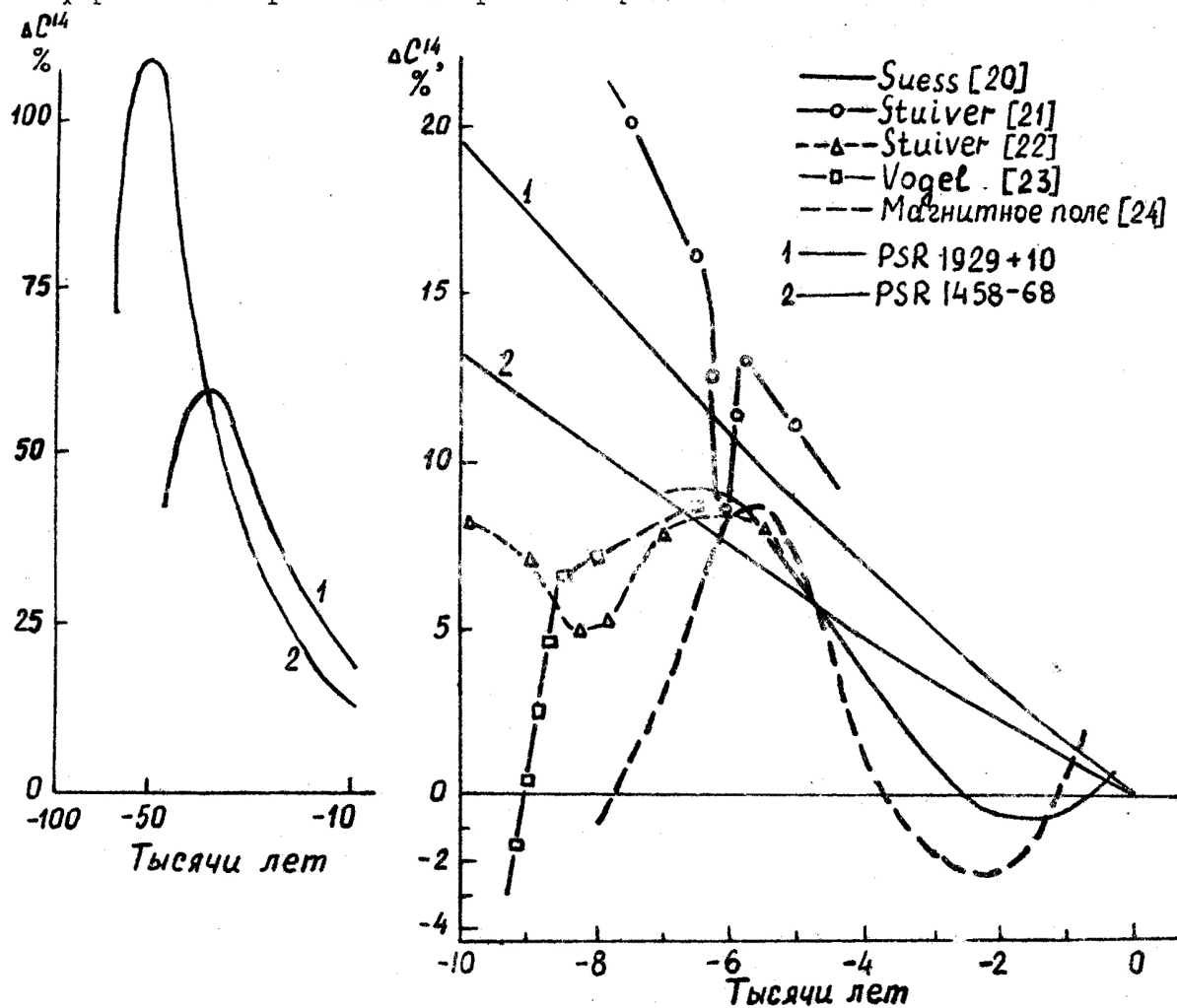


Рис. 2. Зависимость концентрации C^{14} от времени для двух пульсаров в сравнении с экспериментальными данными [20-24].

зависимость концентрации C^{14} от времени с учетом временных вариаций магнитного поля Земли. Видно, что наиболее интересная область приходится на интервал времени в районе (6 ± 8) тысяч лет назад.

Имеющиеся экспериментальные и теоретические данные допускают две возможности: вариации за счет вспышек сверхновых PSR 1929+10 и PSR 1458-68 и вариации за счет магнитного поля Земли. Решающей проверкой возможных вариаций могут быть детальные исследования содержания C^{14} в образцах с известным возрастом в районе (6±8) тысяч лет назад. Существенно отметить, что любой надежно установленный результат будет исключительно важным. Если скажем выяснится, что основным источником вариации окажется изменение магнитного поля, то станет ясно, что энергия корпускулярного излучения вспышек сверхновых может оказаться ниже, чем обычно предполагается, либо отождествление пульсаров со вспышками сверхновых звезд не является правильным и т. д. Если же окажется, что вариации обусловлены вспышкой сверхновых, то получим важнейшие сведения о магнитном поле Земли в прошлом, об энергии и времени вспышек и т. д. Следует также отметить, что знание всей зависимости концентрации C^{14} в атмосфере (рис. 2) позволит не только получить сведения о времени вспышек, энергии и характере диффузии космических лучей, но и улучшить точность радиоуглеродного метода датировки. Проведенное краткое рассмотрение основных источников вариации, по-видимому, достаточно для данной работы и поэтому мы перейдем к сжато изложению вопроса о том, какие же образцы и в каком количестве нужны для исследований. Для краткости и четкости позволим себе некоторую категоричность.

1. Для проверки эффекта вспышек сверхновых, определения энергии γ -компоненты и характерных параметров образования C^{14} и перемешивания в природных резервуарах необходимо проводить детальные, желательно погодичные, исследования концентрации C^{14} в образцах за интервал времени в районе вспышек сверхновых звезд вообще и, в первую очередь, известных: Крабовидная туманность (1054 г.), Тихо-Браге (1572 г.), Кеплера (1604 г.), Кассиопея А (1700 г.). Исходя из точности ~ 0,3%, получаем, что для проведения этого эксперимента требуется несколько сот грамм древесины для каждого образца. Для измерений в нескольких лабораториях и для повторных экспериментов, количество древесины возрастает в соответствующее число раз.

2. Для изучения медленной компоненты вспышек сверхновых достаточно проводить измерения через каждые 100 лет. При этом нет необходимости использовать годичные слои древесины, можно проводить усреднение скажем за 50 - 100 лет. Что касается необходимого для экспериментов количества образца, то справедливо отмеченное выше замеча-

ние с тем лишь дополнением, что чем старше образец, тем требуется большее количество образца из-за радиоактивного распада C^{14} . Если скажем используется образец возрастом ~ 60000 лет, то необходимо в $2^{10} \approx 1000$ раз больше образца. Отметим, что в конечном итоге необходимы образцы за интервал времени, доступный радиоуглеродному методу датировки (десятки тысяч лет).

3. При изучения корреляционных эффектов типа деятельность Солнца - вариации C^{14} в атмосфере Земли, безусловно характер исследования зависит от того, какая конкретная задача поставлена. Если мы изучаем 11-летнюю цикличность, то необходимо охватить хотя бы несколько циклов, т. е. 40-50 лет. Причем желательно, чтобы исследования проводились погодишно. Для цикла с периодом 100 лет необходимо охватить интервал 400-500 лет с шагом скажем 5 лет и т. д. С точки зрения фазики Солнца и прогнозирования солнечной активности исключительно важно охватить как можно больший интервал времени. В предельном случае этот интервал определяется возможностями радиоуглеродного метода.

4. Для изучения временной вариации магнитного поля Земли, как уже отмечалось, очень важно изучать образцы с большим возрастом (6-8 тысяч лет и более).

5. Эффекты типа вспышки Солнца, вулканические извержения, анти-метеоры и т. д., которые характеризуются небольшими временами в методическом плане аналогичны быстрой компоненте сверхновых звезд.

На Земле находится примерно 60 т радиоуглерода, который распределен в биосфере и в океане. Растения синтезируют углекислый газ из атмосферы, животные поглощают углекислый газ через растения. Из атмосферы CO_2 поступает в океан в виде растворенного карбоната. Таким образом, животный и растительный мир, а также раковины и осадки, образуемые карбонатом, должны обладать радиоактивностью, обусловленную наличием в них радиоактивного C^{14} . Один атом C^{14} приходится примерно на 10^{12} атомов нормального углерода C^{12} , период полураспада C^{14} составляет 5730 ± 40 лет [25].

Для радиоуглеродной датировки огромное значение имеют древесные кольца. По кольцам мы получаем эталонные датированные образцы варьированного известного возраста. Считая, что положение атомов углерода остается неизменным в клетчатке дерева, можно вычисленную дату по годовым кольцам сопоставить с датой, определенной радиоуглеродным методом.

По годичным кольцам на поперечном срезе дерева можно изучать закономерности изменения климата за большие промежутки времени (тысячелетия и более). Возраст отдельных деревьев желтой сосны, секвой гигантской, сосны остистой и др., произрастающих в Америке достигает 4-6 тысяч лет. В Средней Азии возраст некоторых видов арчи достигает 2 тысяч лет и более. Возраст лиственниц, Средней Сибири достигает 1000-1200 лет. Долгожителями является пихты и можжевельники.

Изучением закономерностей колебаний ширины годичных слоев отдельных деревьев, насаждений деревьев и совокупностей насаждений занимается дендрохронология. При этом проводится точная датировка времени образования годичного кольца и выявляются факторы, вызывающие изменение в характере прироста деревьев.

Расшифровкой по изменениям годичных слоев древесины климатических условий прошлого, истории солнечной активности занимается дендроклиматология. Установление связи между климатическими условиями и приростом насаждений дают основания для прогнозирования будущих климатических условий и изменчивости самого прироста. Опыт дендроклиматологических и дендрохронологических исследований показывает, что только комплексное изучение прироста насаждений и годичных колец древесины с точки зрения различных специалистов (лесоводов, ботаников, экологов, палеоботаников, почвоведов, физиологов древесных растений, климатологов, гелиогеофизиков, астрофизиков, болотоведов с одной стороны; археологов, этнографов, строителей-реставраторов, с другой стороны) может дать достоверные, длительные по времени и массовые материалы, позволяющие судить об изменчивости во времени интересующих нас природных явлений.

Уже сейчас созданные хронологии годичных колец имеют очень важное значение для выявления истории климата, закономерных его изменений, для изучения динамики солнечной активности, для исследования периодичности и ритмичности природных явлений.

О состоянии дендрохронологических и дендроклиматологических исследований в СССР и за рубежом

Работа основоположника отечественной дендрохронологии и дендроклиматологии Ф.Н. Шведова "Дерево как летопись засух" [26], опубликованная в 1892 г., положила начало многочисленным исследованиям природных процессов и явлений.

Наибольшее развитие дендрохронология и дендроклиматология сначала получила в США. Еще в 1901 г. американский астроном Э. Дуглас заинтересовался вопросом о связи циклов солнечной активности и климатических циклов (рис. 3). Э. Дуглас [27, 28] положил начало об-

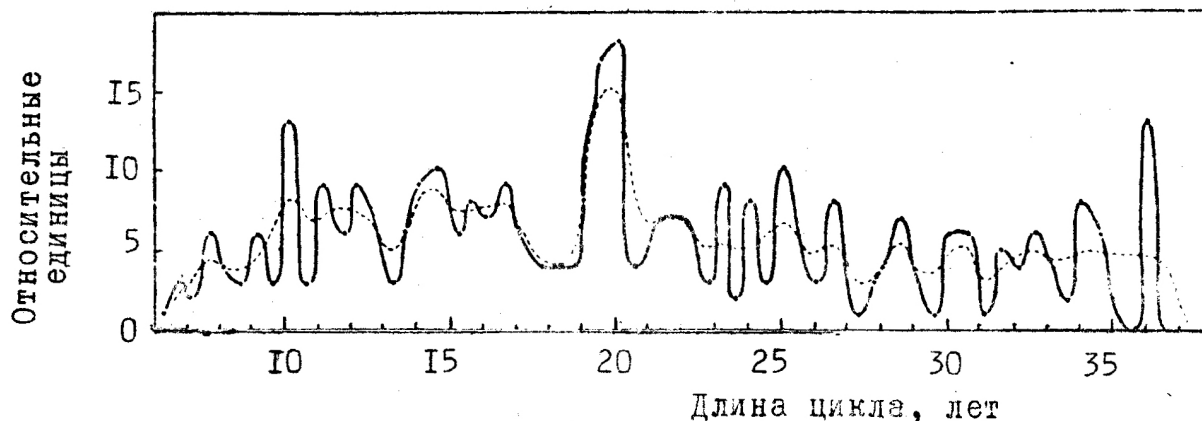


Рис.3. Цикличность радиального прироста секвой по данным Э.Дугласа.

ширным и многообразным исследованиям в Северной Америке. Юго-Запад США оказался наиболее благоприятным районом для проведения дендрохронологических и дендроклиматологических исследований: долговечные виды хвойных деревьев, хорошая сохранность древесины в древних постройках. Это позволило составить достаточно полную картину по истории на Юго-Западе США на протяжении нескольких тысяч лет.

Внимание основателей дендрохронологии Ф.Н. Шведова и Э. Дугласа обращалось на изменчивость ширины годовичных колец деревьев от количества осадков. Анализируя прирост годовичных колец в засушливых районах, можно установить ряды осадков за прошлые периоды и тем самым установить возможность их прироста.

Важнейшее значение для развития дендрохронологии имел разработанный Э. Дугласом метод перекрестного датирования, что позволило

расширить хронологию далеко в глубь веков.

В крупнейшей дендрохронологической лаборатории Аризонского университета США, созданной Э. Дугласом, работали и работают его многочисленные ученики и последователи [29-36 и др.]. Следует отметить работу Хубера и др. [36], построившим дендрошкалу по дубу (рис. 4).

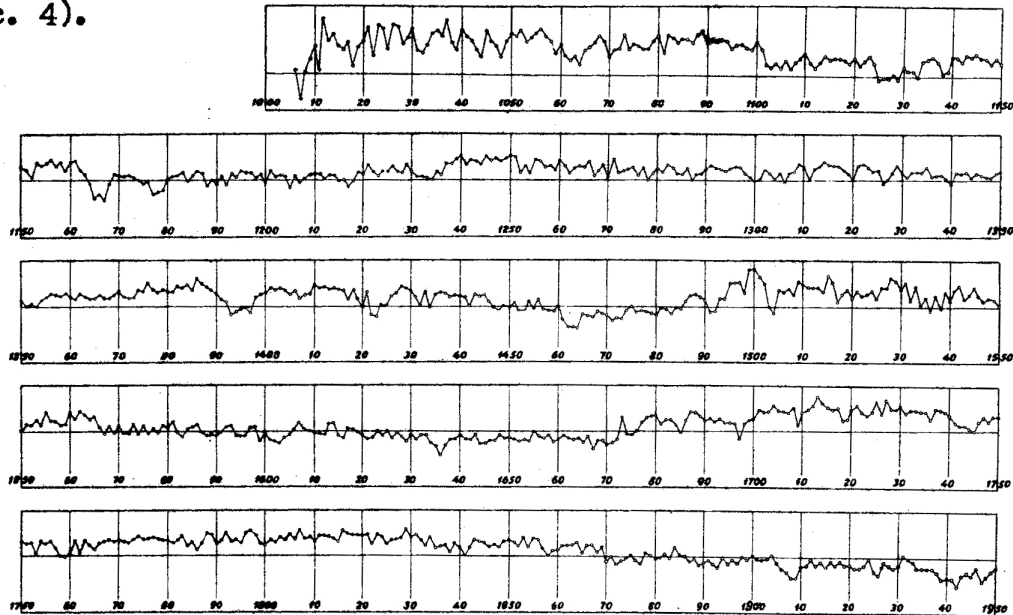


Рис. 4. Дендрошкала Хессинских дубов, построенная Хубером и др. [36], с использованием моделей растущих деревьев и образцов древесины из различных строений.

В настоящее время разрабатываются методы получения индексов прироста. Идет разработка более производительных методов анализа за древесных колец, опираясь на массу материала и электронно-вычислительные машины. Много нового в методику анализа древесных колец внес Шульман [34]. Для достоверности результатов исследований широко применяется статистический анализ [37, 38].

Более сложные климатические факторы, отсутствие многовековых деревьев привели к тому, что в Европе дендрохронологические и дендроклиматологические исследования стали осуществляться несколько позднее [39-46 и др.].

Примерно в середине 30-х годов стали разрабатываться теоретические и методические вопросы дендроклиматологии в нашей стране [47-49 и др.].

В работах В.Е. Рудакова [50-52] разработан математический метод анализа годичных колец, позволяющий получить не только качественные характеристики метеорологических условий в прошлом, но и количество осадков, выраженное в миллиметрах. Сопоставляя модульные коэффициенты годичного прироста (годовые индексы) с

метеорологическими факторами, В.Е. Рудакову удалось установить зависимость прироста от метеорологических факторов. Эти теоретические расчеты, построенные на анализе отдельных деревьев, безусловно следует проверить на большом количестве образцов.

В 50-е годы латвийские исследователи [53, 54] начали изучать влияние климатических факторов на отдельных пробных площадях сосны и ели. В 1962 г. была завершена большая работа [55] по исследованию закономерности колебаний ширины годовых слоев сосны, ели и березы за 30-летие (1931-1960 гг.) в лесах Латвии. Авторы, [56] указывают на необходимость корректирования текущего прироста с учетом влияния метеорологических факторов в изучаемом периоде времени. Чтобы полнее учесть те изменения, которые вызваны воздействием комплекса метеорологических условий текущего и ряда предшествующих лет А.И. Звиедрис и А.Я. Калнинш [56] продлили созданные ими ранее дендрошкалы древесных пород в Латвийской ССР на пять лет (1961-1965 гг.).

В 1959 г. в Институте археологии АН СССР была организована лаборатория дендрохронологии, что позволило проводить широкие планомерные исследования. Большая работа Б.А. Колчина [57, 58], посвященная датировке деревянных построек древнего Новгорода, дала обширный материал историкам, климатологам, гидрологам, биологам. По обилию материала и достоверности результатов дендрохронологические исследования Б.А. Колчина не уступают лучшим зарубежным работам. Основным материалом для исследования послужили деревянные мостовые, водоотводные системы, ближние бревна зданий, которые хорошо сохранились во влажных культурных слоях. Глубина культурного слоя достигает 7-9 метров, а число деревянных настилов мостовых на отдельных участках раскопок - 26-34 рядов [59, 60]. Б.А. Колчину впервые в Европе удалось построить абсолютную дендрохронологическую шкалу на новгородском материале за период с 884 года до 1595 года. На обработанных 1431 торцовых спилах лаг, плах и бревен проведено более 200 тысяч замеров годовых колец (рис. 5). Этот материал охватывает длительное время и может быть продлен, как в глубокое прошлое, так и до наших дней.

Исследованный материал удалось сопоставить (привязать) к сохранившимся до сего времени зданиям церквей в Новгороде, абсолютный возраст которых был известен и в которых сохранились деревянные конструкции. В последнее время новгородская дендрошкала уже увя-

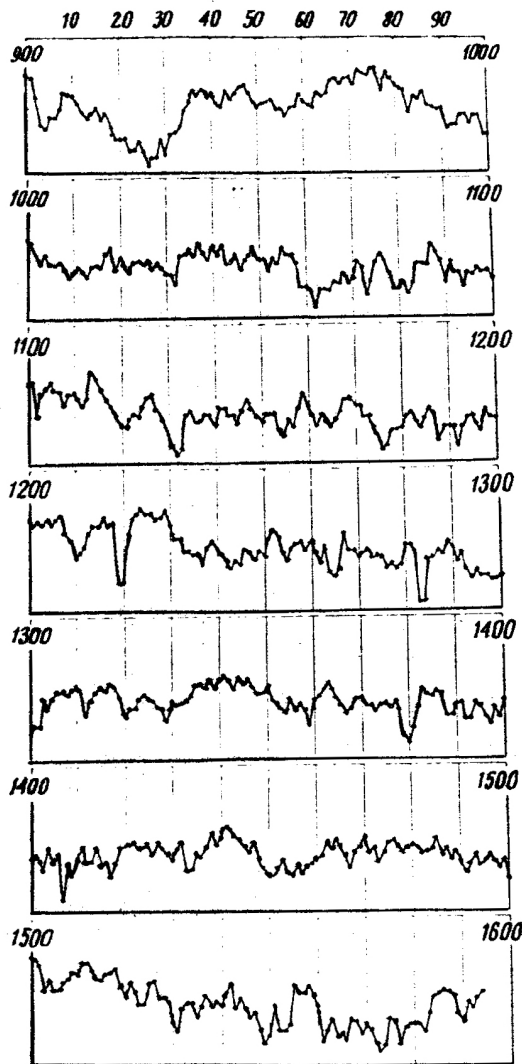


Рис.5. График колебания
роста годовичных
колец деревьев
из лесов Новго-
родчины с 900 по
1600 г.

зана и с динамикой прироста современного соснового леса.

Работа в дендрохронологической лаборатории Института археологии Академии наук СССР продолжается, накапливаются обширные материалы, которые должны представить интерес не только для археологов как хронологический материал, но и в качестве ценной информации, сохраняющей записи закономерных изменений годовичных колец в зависимости от климатических условий. В настоящее время абсолютная дендрохронологическая шкала Новгорода простирается от IX века до современности, т. е. протяжением в 12 столетий. Дендрохронологические материалы Новгорода могут быть широко использованы и для климатологических исследований, о чем свидетельствуют работы [61, 62].

Важно отметить, что Д. Шоув [61] подтвердил новгородскую дендрохронологическую шкалу Б.А. Колчина независимым методом клима-

тологических сопоставлений, который он ранее применял в английской дендрохронологии.

В.Г. Колишук [63-65] создал оригинальную методику изучения закономерностей динамики ширины годовых слоев стланиковых пород (горной сосны) - *Pinus mughus* и других). Он также установил тесную зависимость годового прироста древесных растений в высокогорьях Карпат от гидротермического режима в вегетационном периоде. Годичный прирост обнаруживает прямую корреляцию с температурой мая - августа и обратную с осадками мая - августа. Исследования В.Г. Колишука показывают, что на протяжении XVII-XX столетий климат в исследуемом районе изменился в сторону большей его континентальности, а биоклиматические процессы, прослеженные по кривым ширины годовых колец стелящихся древесных форм, находятся в прямой связи с солнечной активностью.

Динамика прироста насаждений отражает изменчивость лесорастительных условий. Вопросам динамики лесорастительных условий на юге нашей страны посвящены работы С.И. Костина [66, 67], С.П. Скрыбина [68-70] и др. С.Г. Шиятов [71, 72], исследуя динамику верхней границы леса на восточном склоне Полярного Урала, установил, что причина смещения границы леса объясняется в основном изменениями климатических условий, т. е. прирост сибирской лиственницы обусловлен повышением температуры воздуха. Проведенные С.Г. Шиятовым исследования подтвердили, что верхняя граница леса периодически смещается вверх или вниз. Например, до 20-х годов нашего столетия происходило снижение верхней границы, после чего началось ее поднятие в связи с потеплением климата.

Г.Е. Комин [73] изучал влияние циклических колебаний климата на рост и возрастную структуру девственных насаждений заболоченных лесов. В последнее время Г.Е. Комин и С.Г. Шиятов работают над усовершенствованием методики дендроклиматологических исследований и составляют дендрошкалы современных лесов на Урале и в Западной Сибири.

Важные работы выполнены советскими ученым в Средней Азии. Исследование балок арчи, вложенных в кладку зданий Самарканда в XI-XV вв. показало, что на каждое столетие приходится по три влажных и засушливых периода. К.Д. Мухамедшин [74] установил связь возрастной структуры арчи с солнечной активностью.

Интересные исследования по динамике роста древесных пород на берегах Байкала проведены Г.И. Галазием [75].

Большое внимание изучению изменчивости прироста и лесорастительных условий в центральных областях России уделял Н.С. Нестеров [76]. Некоторые предложения по определению влияния климатических факторов на объемный прирост деревьев сделал А.С. Лисеев [77]. А.А. Молчанов в своих монографиях о лесе и климате [78, 79] уделял много внимания взаимосвязи леса и климата, обобщил по существу уникальные по продолжительности и широте исследований данные о климате леса, изучал причины изменчивости прироста молодняков сосны и дуба.

В нашей стране дендрохронологические и дендроклиматологические исследования ведутся в основном в Европейской части и на Урале. На Кавказе, в Средней Азии, в Сибири и на Дальнем Востоке произрастают наиболее долголетние деревья и эти районы являются наиболее перспективными для подобных исследований. К сожалению, деревьев большого возраста становится все меньше и меньше в связи с развёртыванием эксплуатации лесов. Необходимо ускорить развёртывание дендрохронологических и дендроклиматологических исследований в этих районах, чтобы не потерять ту огромную информацию, которая имеется в годичных кольцах долгоживущих деревьев.

Возможности дендрохронологии и дендроклиматологии велики. Дендрохронологические методы используются для выяснения характера загрязнения территории и учета ущерба, наносимого лесу промышленными газами [80]. С помощью этих методов можно определять эффективность результатов хозяйственного воздействия на лес [81-83].

Можно развивать абсолютную и относительную дендрощкалу вглубь и вширь на новые территории. Весьма перспективны для этих целей торфяные горизонты и лесные болота, в которых хорошо сохраняются пни и целые стволы различных деревьев.

7 - 8 июня 1968 г. в гор. Вильнюсе Литовской ССР состоялось первое Всесоюзное совещание по вопросам дендрохронологии и дендроклиматологии. Оно было организовано ордена Ленина Ленинградским физико-техническим институтом им. А.Ф. Иоффе АН СССР, Институтом ботаники АН Литовской ССР и Литовским НИИ лесного хозяйства по инициативе академика Б.П. Константинова - руководителя проблемы "Астрофизические явления и радиоуглерод". В работе совещания приняли участие представители свыше 40 научно-исследовательских институ-

тов, вузов, учреждений из восьми союзных республик. Программа совещания и выработанная совещанием резолюция прилагаются.

Совещание - показатель того, что времена энтузиастов-одиночек в дендрохронологической науке уже кончаются, пришло время дать дендрохронологическим и дендроклиматологическим исследованиям гражданские права, лаборатории и специальное оснащение.

Итоги дендроклиматологических исследований в Литовской
ССР до 1968 года

Дендроклиматологические исследования в Литовской ССР проводились Т.Т. Битвинскасом до 1958 г. в Литовском НИИЛХе, а с 1958 г. - в Литовском леспроекте [84]. С 1968 г. широкую программу исследований проводит специально созданная лаборатория дендроклимато-хронологических исследований в Институте ботаники АН Литовской ССР, руководимая Т.Т. Битвинскасом. За истекший период в насаждениях сосны, ели, черной ольхи, березы, ясеня и дуба заложено 180 временных и постоянных пробных площадей (рис. 6). На каждой из них

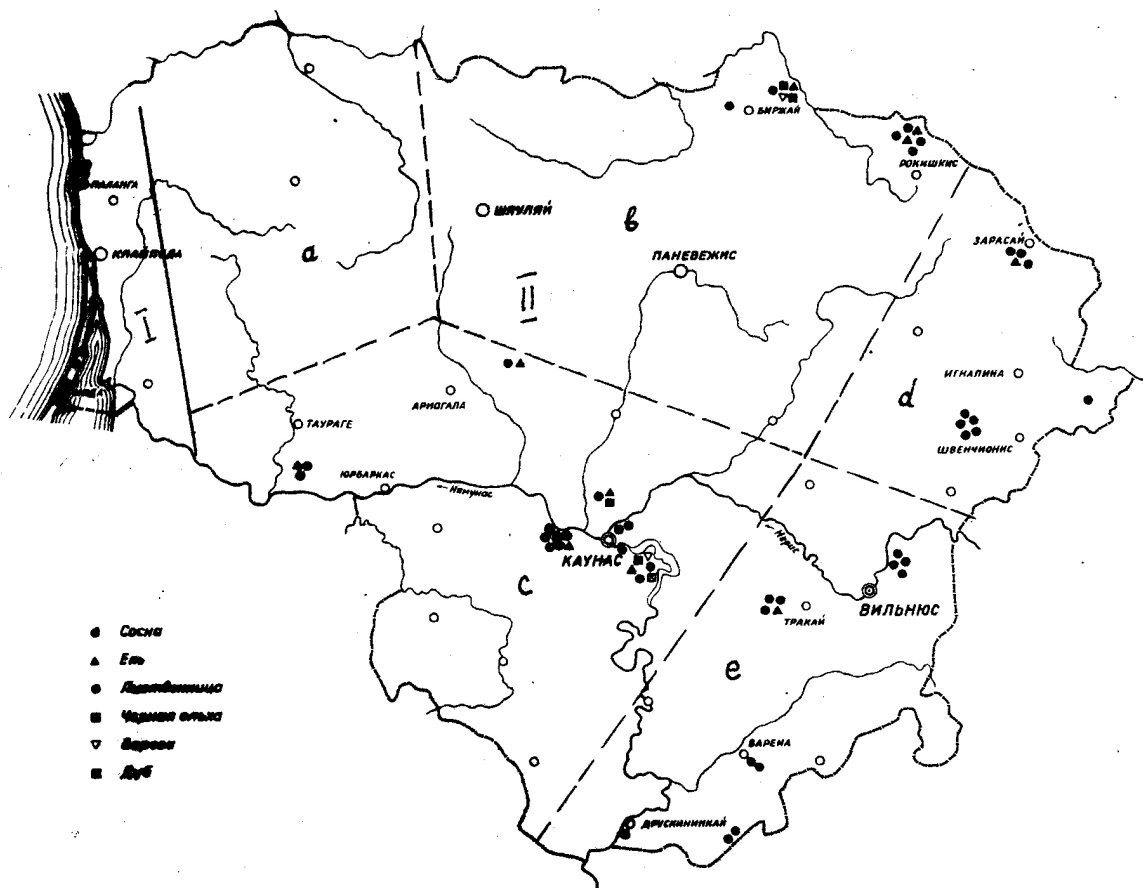


Рис. 6. Дендроклиматологические районы I и II и подрайоны (а, в, с, d, e) района II Литовской ССР по данным изучения прироста сосны на свежих - нормально увлажненных - типах местопроизрастаний.

Условными знаками показаны основные пункты дендроклиматологических исследований. Сплошной линией показана предполагаемая граница районов, пунктирной - границы подрайонов.

взято возрастным буравом от 20 до 100 образцов древесины. На временных и постоянных пробных площадях срублено около тысячи модельных деревьев, по которым был определен периодический текущий прирост за последнее десятилетие. Изучен также годичный прирост по высоте и динамика прироста по относительным высотам на десяти пробных площадях (рис. 7).

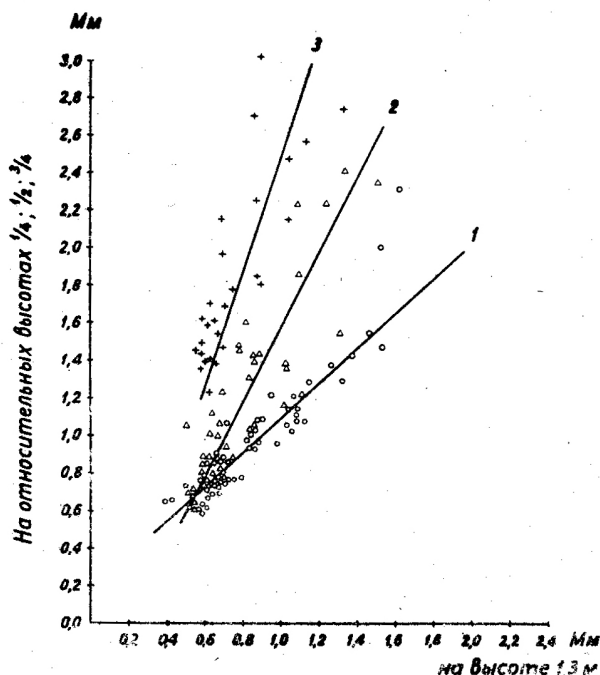


Рис. 7. Связь ширины годичных слоев насаждения сосны на высоте 1,3 м с шириной годичного слоя на других относительных высотах ($1/4, 1/2, 3/4$ ствола). Средние данные по 12-ти моделям (Рокшиский лесхоз, Вижутовской ССР. Пробная площадь №58, сосняк чернично-сфагновый, условия местопроизрастания В₄).

Ширину годичных слоев камерально измеряли стереоскопическим микроскопом МБС-1 с точностью до 0,05 мм. Для вычисления средней ширины годичных слоев в целом по насаждению показатели ширины годичных слоев учетных деревьев суммировали по отдельным календарным годам и полученную сумму делили на число образцов древесины для каждой пробной площади. По данным средней ширины слоев насаждений были построены графики (рис. 8), которые наглядно показали колебания годичного прироста по годам. Всего за 1953-1965 гг. было сделано более 320000 измерений на 5000 образцах древесины.

На основе многократной проверки Т.Т. Битвинскас [85] пришел к выводу, что зависимость годичного прироста по диаметру от возраста наиболее объективно отображается не 5, 10 и 15-летними скользящими, а 20-летними скользящими прироста по диаметру (с шагом по пятилетию и последующим графическим нахождением средней многолетней для каждого года).

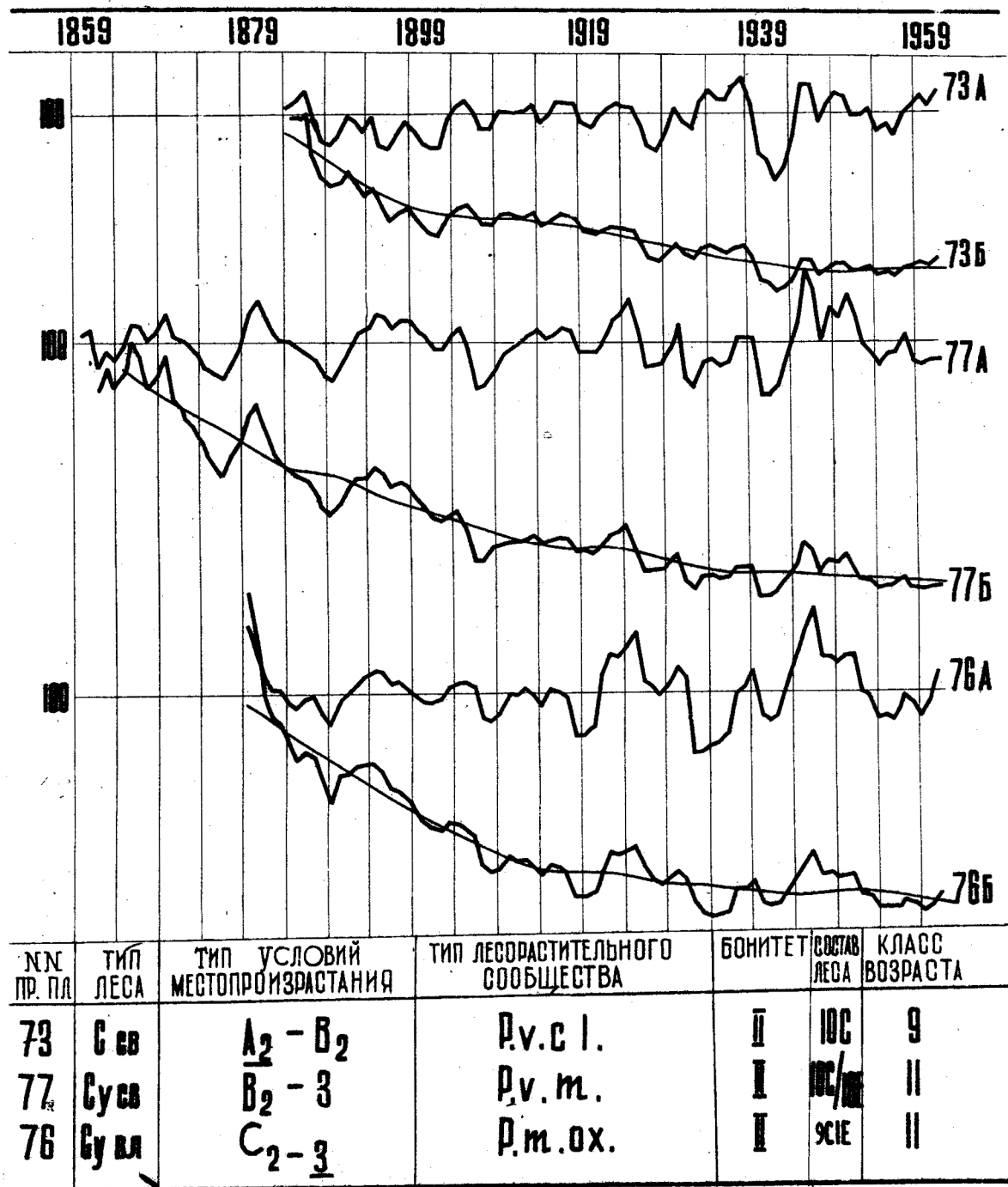


Рис. 8. Динамика прироста сосны по диаметру на свежих и влажных местопроизрастаниях (Зарасайский лесхоз Гражутское лесничество).
 А - годовичные индексы, Б - ширина годовичных слоев и средняя многолетняя (возрастная) кривая.

Проценты отклонений годичного прироста по диаметру от средних многолетних величин в дендроклиматологической литературе принято называть индексами годичного прироста. Благодаря вычислению годичных индексов изменения в приросте насаждений фиксируются в относительных величинах. Одновременно исключается фактор возраста и частично другие случайные факторы. Индексы годичного прироста легко сравниваются и обобщаются по породам, типам леса (типам условий местопроизрастания), а также по отдельным климатическим (географическим) районам. Прирост отдельных сосновых деревьев проанализирован за период 240-260 лет в Нерингском лесхозе (рис. 9), в

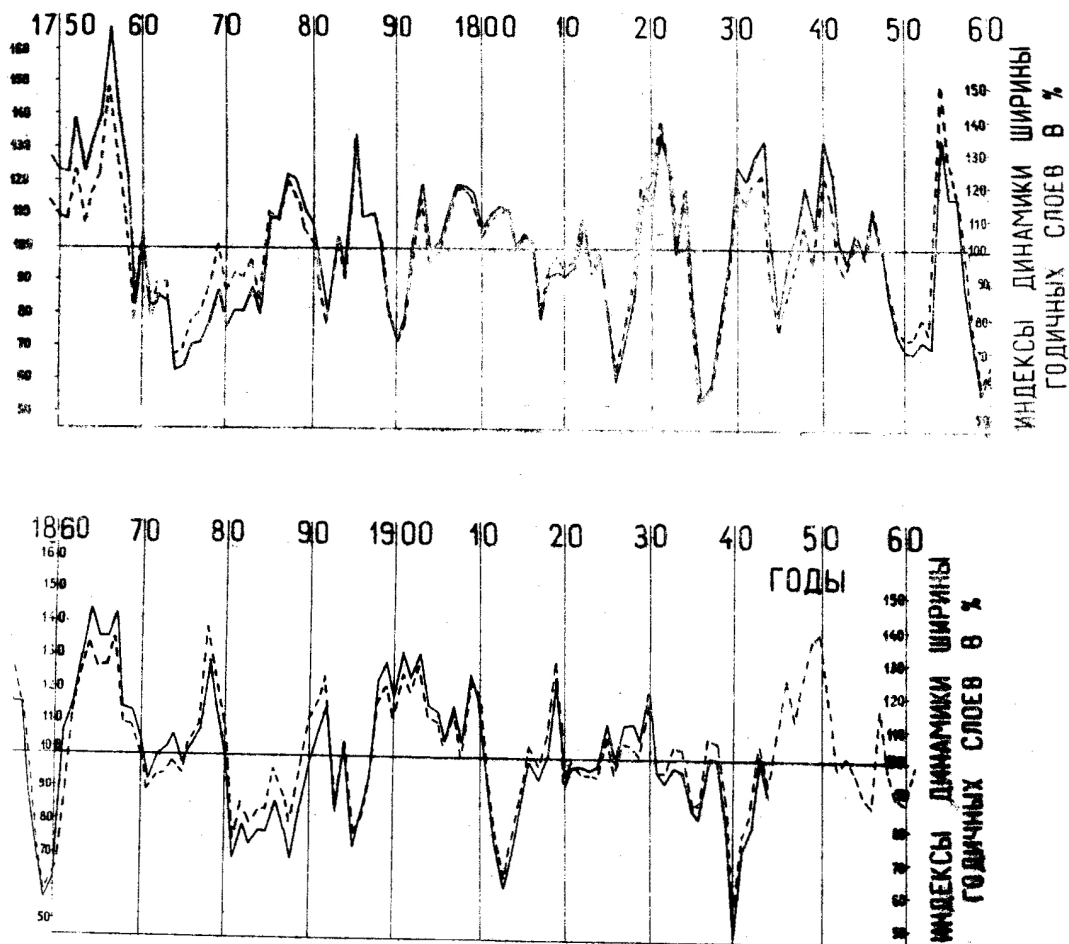


Рис.9. К методике расчета годичных индексов.

Сплошная линия - индексы, рассчитанные по 35-летиям, пунктирная - по 20-летиям. За 100% принимаются скользящие 20 и 35-летние средние ширины годичных слоев насаждения (лесничество Иодкрантес Нерингского лесхоза).

среднем - за 80 лет. Была подготовлена методика, и материалы по 60 пробным площадям обработаны на счетно-перфорационных вычислительных машинах (рис. 10).

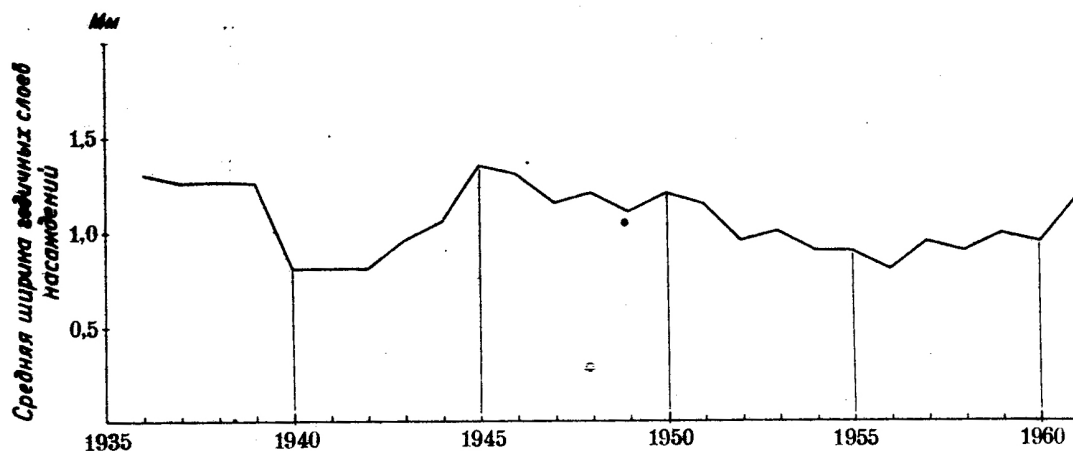


Рис. 10. Средняя ширина годовых слоев насаждений сосны, рассчитанная на счетно-перфорационных машинах по данным Кретингского, Каунасского, Швенчонельского, Неменчинского, Тракайского, Варенского лесхозов и Дубравской лесной опытной станции.

О правильности выбранного метода расчета средней многолетней (двадцатилетней скользящей по пятилетиям) и рассчитанных по ней годовых индексов свидетельствуют сходные величины годовых индексов, рассчитанные по разновозрастным пробным площадям, в отдельных календарных годах, и связи, полученные между годовыми индексами, климатическими показателями и солнечной активностью (рис. 11).

Средний коэффициент вариации (C_v) годового прироста по диаметру сильно меняется в зависимости от числа используемых образцов, разнообразия классов прироста учетных деревьев, а также условий календарного года. Так, в годы с наиболее благоприятными условиями роста деревьев коэффициент C_v увеличивается. В среднем C_v чистых одновозрастных насаждений сосны составляет около 50% (при колебании в отдельные годы от 30 до 70%).

Для вычисления средней ширины годовых слоев насаждений с заданной точностью на основе экспериментальных данных построена таблица (при среднем коэффициенте вариации 50%).

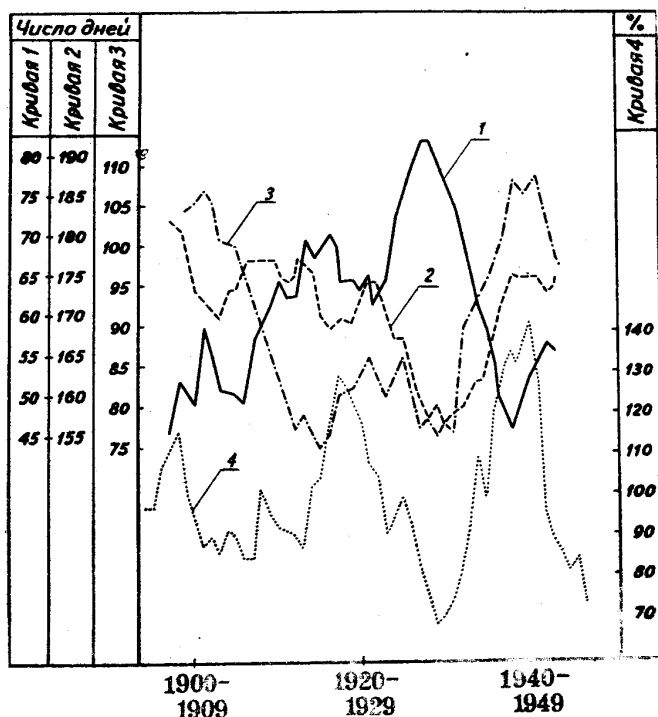


Рис. II. Многолетняя изменчивость атмосферы по данным [92]:
1 и 2 - меридиональной и зонально-западной атлантического сектора; 3 - меридиональной северной Европейского сектора; 4 - динамика прироста сосны в годичных индексах на болотных местопроизрастаниях в центральном и северо-восточном районах Литвы.

Основные переломы атмосферной циркуляции соответствуют переломам в ходе годичного прироста в данном районе.

Таблица 2

Показатель точности (σ) средней величины годичного слоя насаждения (%) в зависимости от числа учетных деревьев (n)

n	5	10	15	20	25	30	40	50	100	200	500	1000
σ	21,8	15,4	12,6	10,6	9,7	8,9	7,7	6,9	4,9	3,4	2,2	1,5

Для правильного использования отдельных образцов древесины в дендроклиматологических исследованиях разработана схема классификации прироста деревьев сосны (рис. 12). Она учитывает среднюю величину ширины годичных слоев изучаемых деревьев по сравнению с другими одновозрастными деревьями, растущими в аналогичных местопроизрастаниях, за последний и прошлые периоды (классы 1, II, III), а также четкость реакции годичного прироста на изменения климатических факторов. Особенностью классификации является выбранный критерий - сравнение прироста отдельных деревьев с приростом насаждений. Группа а - деревья, четко реагирующие на изменение климатических факторов; в - менее четко реагирующие; с - деревья, нечет-

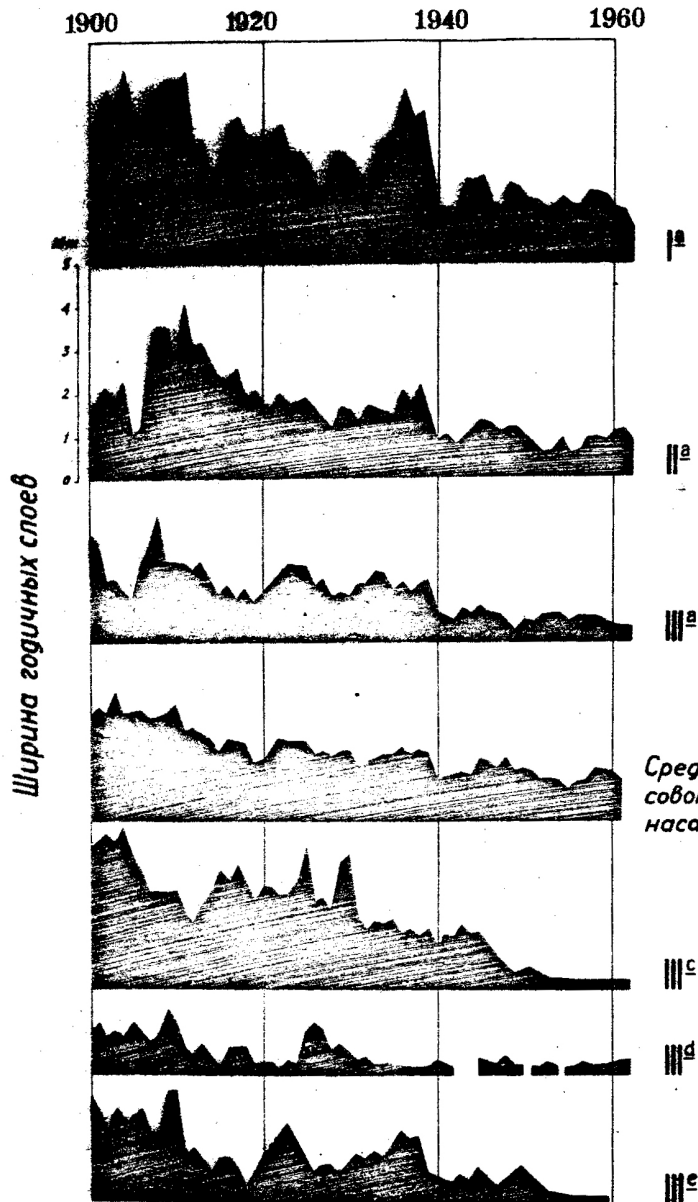


Рис. 12. Изменчивость ширины годовичных слоев различных деревьев сосны в сравнении с изменчивостью радиального прироста совокупности деревьев в условиях местопроизрастания В₂. Класс Ia - прирост четкий и относительно большой, IIa - средний по величине и достаточно четкий, IIIa - малый по величине и достаточно четкий, IIIc - прирост малый и нечеткий, IIId - имеются выпадающие кольца, IIIe - прирост в последние годы прекратился.

ко реагирующие на изменения среды. В отдельные группы выделяются также деревья, у которых в некоторых в некоторые годы выпадают годовичные кольца (группа d), а также деревья, прирост которых по диаметру в последние годы прекратился (e).

Годичный прирост деревьев и насаждений можно рассматривать как индикатор условий среды и выделять группы и подгруппы типов леса и типов условий местопроизрастаний, имеющих сходную динамику прироста.

Были выделены следующие группы типов условий местопроизрастаний (типы леса), в пределах которых динамика прироста насаждений (сосны) в зависимости от климатических факторов сравнительно однородна:

1. A_1 (сосняки лишайниковые).
2. а) A_2, B_2 (сосняки-брусничники, сосняки-вересчатники, сосняки чернично-брусничные).
- б) C_2 (сосняки чернично-кисличные, сосняки кисличные, сосняки сложные).
3. A_3, B_3, C_3 (сосняки-черничники, сосняки чернично-кисличные, сосняки травяные).
4. а) A_4, B_4, C_4 (сосняки долгомошниковые, сосняки чернично-сфагновые).
- б) A_5, B_5, C_5 (сосняки пушицево-сфагновые, сосняки сфагновые).

Достоверные дендрошкалы, необходимые для оценки прироста лесонасаждений и изменений климата, могут быть составлены только на биологически и экологически однородном материале. Это значит, что не следует при дендроклиматологических и дендрохронологических исследованиях осреднять данные динамики ширины годовых колец различных пород, а также осреднять экологически резко различные дендрохронологические данные. Конечно, это составляет определенные трудности, особенно при дендрохронологических исследованиях с неизвестными археологическими материалами. В этих случаях динамика прироста части полученных спилов просто "не сходится" с закономерностями колебаний годовых колец создаваемой дендрошкалы, хотя весь материал явно является одновозрастным.

Наши исследования показали, что изучать динамику прироста ранней и поздней древесины целесообразно в том случае, если мы хотим выявлять комплекс факторов, влияющих в том или ином году на формирование годового слоя, который в свою очередь зависит от:

а) возраста насаждений (с возрастом процент поздней древесины увеличивается);

б) типа условий местопроизрастания (в одновозрастных насаждениях сосны, начиная со среднего возраста в относительно хороших условиях местопроизрастания, наблюдается больший процент поздней древесины, чем в сравнительно плохих условиях);

в) относительной высоты ствола (процент поздней древесины уменьшается в направлении от основания ствола к вершине).

Особое значение в дендроклиматологических исследованиях, а тем более дендрохронологии, имеет правильная верификация - сопоставление измеренных годовичных слоев по календарным годам.

Для верификации могут служить:

а) дендрошкалы - таблицы индексов прироста совокупности насаждений (таблица 3),

б) спектры изменчивости годовичных слоев насаждений, вычисляемые на основе дендрошкал; они графически изображают степень изменчивости интервалов годовичного прироста в индексных процентах (рис. 13),

в) процент сходства [86] сравниваемого дендроклиматологического и дендрохронологического материала по формуле:

$$C_x = \frac{n^+ \cdot 100}{n - 1},$$

где C_x - процент сходства сравниваемых данных;

n - число годовичных слоев;

n^+ - число сходных по направлению интервалов соседних годовичных слоев.

Процент сходства прироста нормально растущих отдельных деревьев с приростом целых насаждений в большинстве случаев колеблется от 50 до 90%. При неправильной верификации по годам, а также при верификации годовичных слоев деревьев, явно выросших в резко различных условиях местопроизрастаний, а также в местах, отдаленных географически, процент сходства снижается до 30-40%.

Таблица 3.

Таблица годовичных индексов сосны, рассчитанная для отдельных пробных площадей в различных типах леса в различных пунктах исследований. (Каунасский лесхоз, лесничество Курас Лит. ССР по данным 4-х пробных площадей, сосняк брусничник, условия местопроизрастания В₂)

Годы	- 0	- 1	- 2	- 3	- 4	- 5	- 6	- 7	- 8	- 9
1960	- 100	112								
1950	- 113	108	85	94	93	83	80	100	108	106
1940	- 70	73	79	87	91	123	116	101	128	103
1930	- 107	83	88	103	108	111	117	109	122	115
1920	- 80	92	113	113	112	117	95	100	97	107
1910	- 121	95	103	70	74	86	98	94	69	72

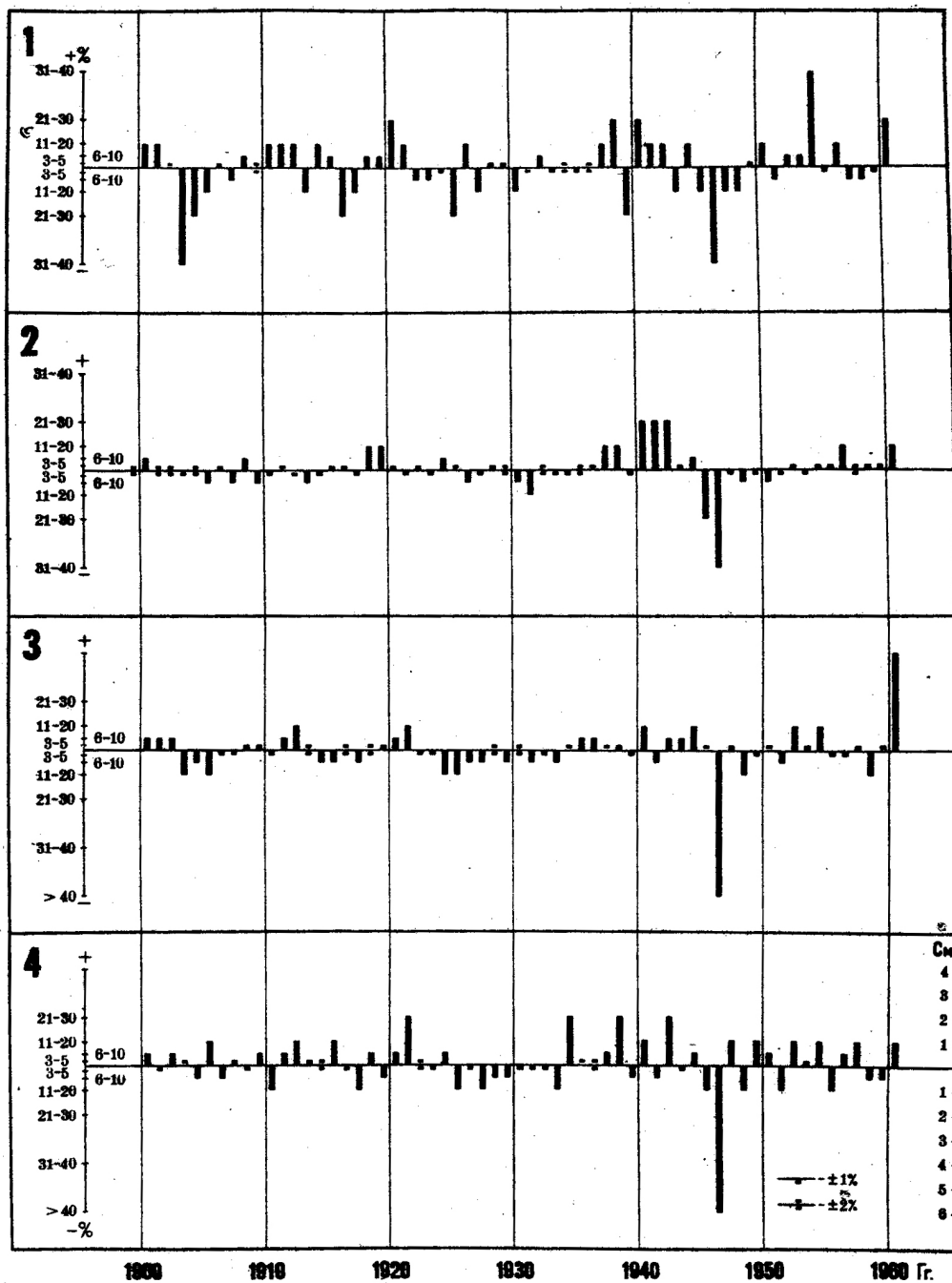


Рис. 13. Спектры изменчивости ширины годовых слоев в болотных сосняках (Р.м.sph.; А4-5-В4-5) Литовской ССР: 1 - Рокишский лесхоз (лесничество Вижуна); 2 - Зарасайский лесхоз (лесничество Гражутес); 3 - Швенчионельский лесхоз (лесничество Анталедес); 4 - Каунасский лесхоз и Дубравская лесопытная станция.

Годы	- 0 -	1 -	2 -	3 -	4 -	5 -	6 -	7 -	8 -	9
1900	- 91	101	91	120	103	106	107	102	106	112
1890	- 100	117	140	138	127	102	101	94	91	95
1880	- 104	92	8	69	68	87	104	88	74	68
1870	- 94	91	100	90	108	121	135	115	102	105
1860	- 116	126	109	97	97	101	123	98	80	78
1850	- 111	115	86	72	91	108	103	92	78	90
1840	- 114	107	93	78	70	66	90	91	92	100
1830	- 107	107	99	98	101	93	107	105	98	103
1820	- 90	92	95	98	128	112	101	117	120	104
1810	- 90	82	115	85	88	101	122	126	83	105
1800	-						130	140	89	91

Изучение годовичного прироста насаждений сосны последних 40 лет подтвердило правильность предположений о том, что именно температурный режим является главным, решающим (и ограничивающим) фактором, определяющим прирост насаждений. Вместе с тем следует указать и на то, что наибольшее сходство кривые годовичных индексов имели с кривыми средних температур не по отдельным месяцам или сезонам, а по двенадцатимесячному циклу в целом, началом которого является сентябрь, а концом - август.

Если динамику годовичного прироста сосны в целом определяет температурный режим, то особенности динамики прироста по сосновым типам условий местопроизрастания зависят, главным образом, от режима влажности (рис. 14).

Изучение динамики прироста сосны по различным типам условий местопроизрастаний и сопоставление ее с соответствующими климатическими факторами позволяют определить комплекс факторов, влияющих на изменение текущего прироста в разных условиях среды [87].

Построение комплексных климатических показателей позволяет характеризовать общие причины изменчивости условий среды и использовать эти показатели в целях прогноза прироста насаждений.

Составление таблиц годовичных индексов прироста насаждений [84] и использование некоторых упрощенных методов определения текущего прироста по натурным данным и таблицам позволяет оценить текущий прирост с учетом и элиминированием динамических процессов в связи с изменчивостью климатических факторов и возраста насаждений. Разработанные приемы дают возможность оценить по текущему приросту эффективность лесохозяйственных мероприятий [86], степени влияния

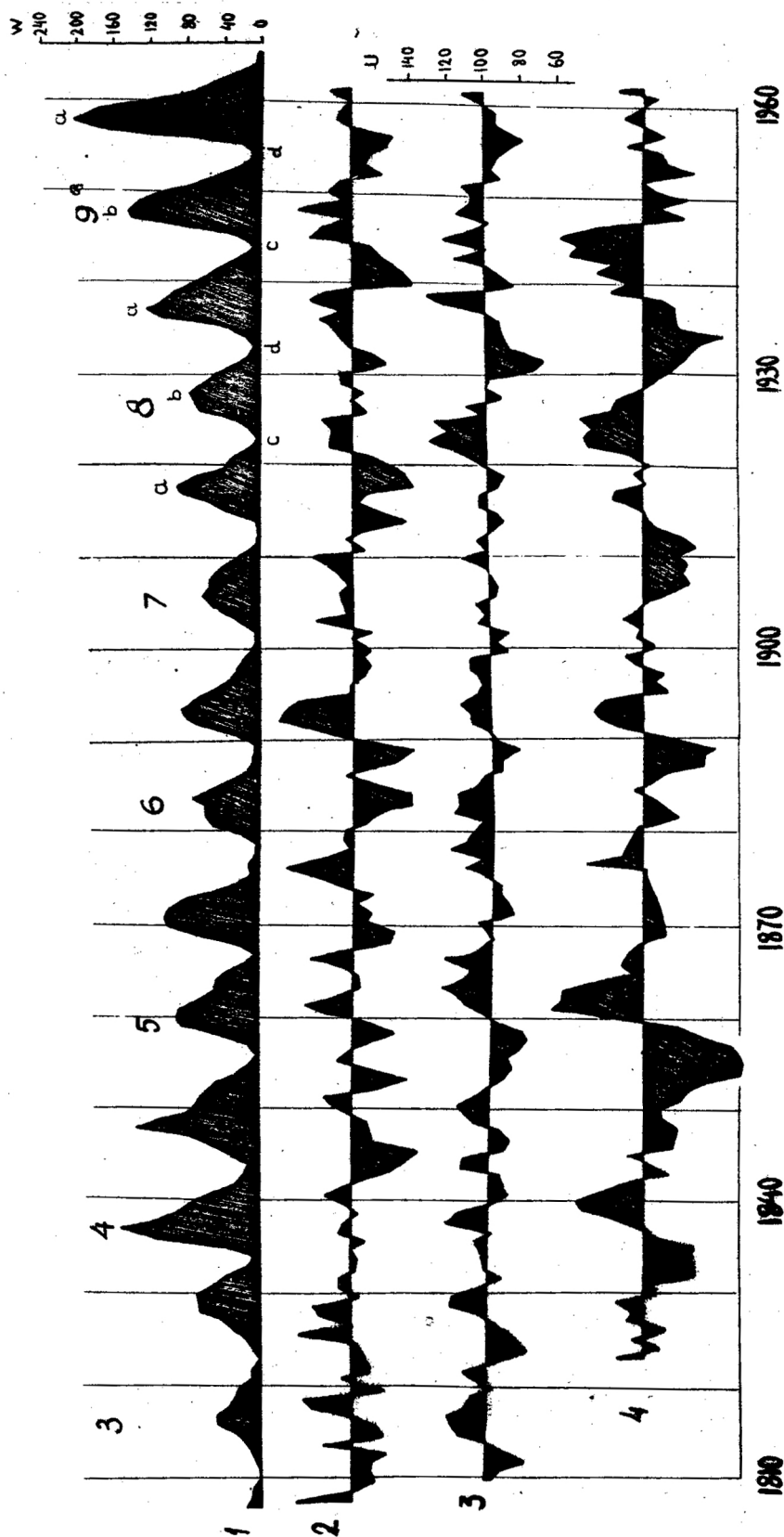


Рис. 14. Ход солнечной активности (с числа Вольфа) - I и прироста насаждений сосны (в годичных индексах) в Каунасских окрестностях на свежих - В₂-С₂, влажных - В₃-С₃ и болотных - А₄-5-В₄-5 - С₄ условиях местопроизрастания. Верхние цифры - номера 22-летних циклов.

на текущий прирост вредных и полезных природных явлений.

Была установлена и выражена в математической форме связь прироста сосновых насаждений с солнечной активностью. Для этого сначала определяли величину амплитуд прироста по элементам фаз солнечной активности. Затем из них находили среднюю годовичную амплитуду прироста (y). Наряду с этим устанавливалась средняя амплитуда солнечной активности как разница между средней величиной максимумов за 22-летний период и средней величиной ее минимумов за тот же период (x). Связь выразилась уравнением прямой:

$$y = 0,86x + 18.$$

Среднеквадратичное отклонение пяти исследованных конкретных 22-летних периодов от прямой уравнения определяется 6 % (рис. 15).

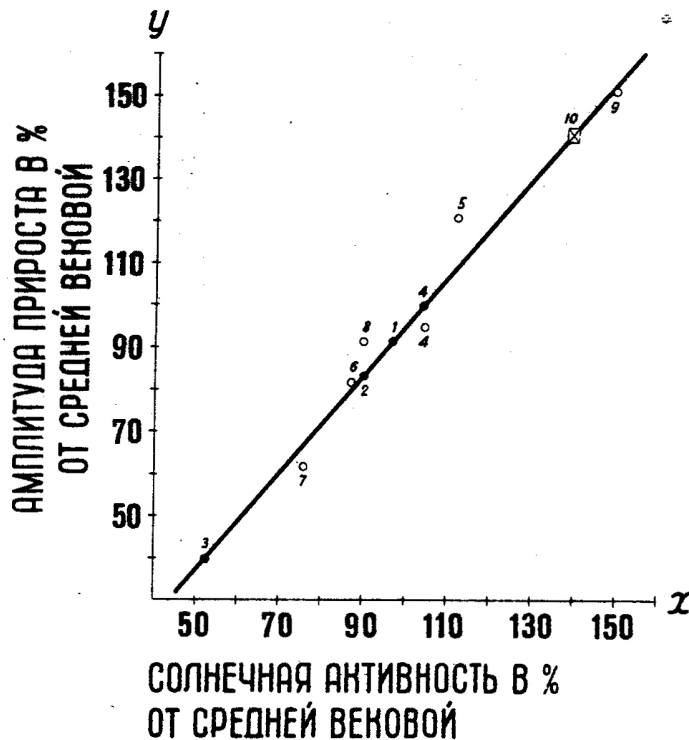


Рис. 15. Связь амплитуд прироста сосны по диаметру совокупности различных типов местопроизрастаний с амплитудой вековой солнечной активности.

Данная формула характеризует изменчивость прироста древесины в среднем для всех типов сосновых лесов в связи с изменчивостью солнечной активности, определяемой числами Вольфа. Линейные связи, характеризующиеся сходными величинами, также найдены и между амплитудами колебаний солнечной активности и амплитудами колебаний прироста деревьев на разных местопроизрастаниях (свежих, влажных и болотных). Пользуясь этими и другими приемами, можно осуществлять изучение динамики солнечной активности и климата в прошлом по дан-

ным анализа прироста древесины, а вместе с тем и делать прогнозы изменения прироста леса по прогнозам солнечной активности и климатических условий [81, 88].

Статистическое изучение закономерностей колебаний прироста насаждений также наиболее перспективно по фазовым отрезкам солнечной активности (рис. 16). Некоторые из них, например, второй минимум

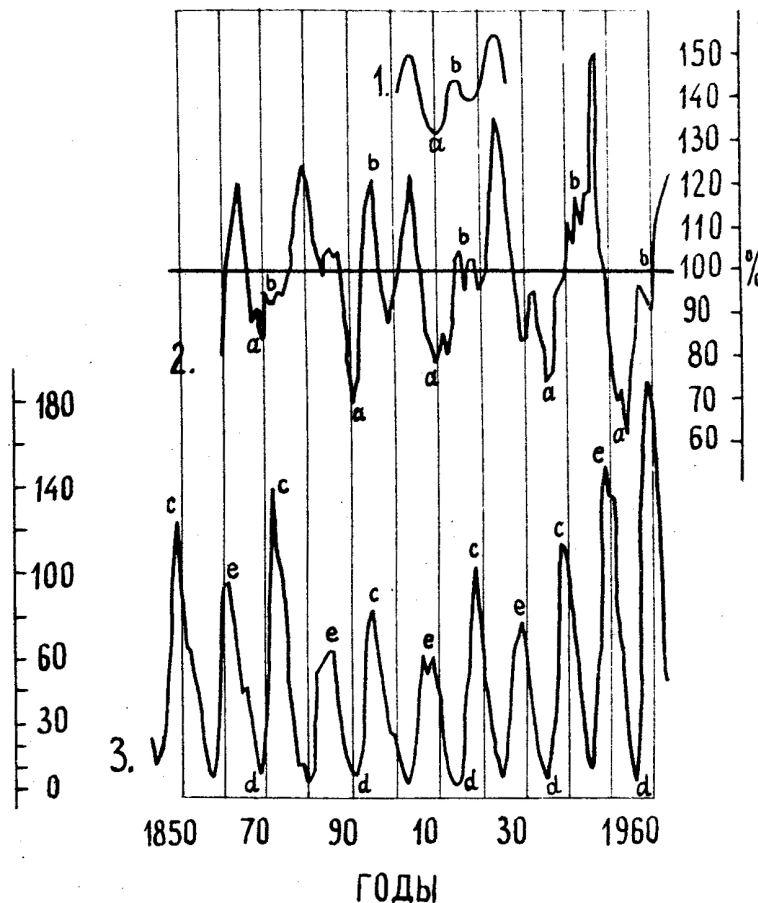


Рис. 16. Ход прироста древесины сосны на болотных почвах и солнечная активность.

1. Модель 20-летнего цикла годичного прироста по диаметру в сосновых насаждениях (болотных, Северо-Восток Литвы, последнее столетие).

2. Изменение прироста основных пород в разных индексах (Швенгельский из Лит.

3. Изменчивость солнечной активности в числах Вольфа за гидрологический год (сентябрь-август).

22-летнего цикла солнечной активности, также имеют важное прогностическое значение.

В будущем, с накоплением массового дендроклиматологического материала не только по сосне, но и по другим основным лесным породам, можно будет районировать леса Литвы и другие районы СССР по особенностям динамики прироста совокупностей насаждений.

Цели и задачи дендроклиматохронологической
лаборатории Института ботаники АН Литовской ССР

Дендроклиматохронологические исследования в Институте ботаники АН Литовской ССР начаты с января 1968 г. по инициативе и поддержке руководителей проблемы "Астрофизические явления и радиоуглерод" Б.П. Константинова, Г.Е. Кочарова, Президиума АН Литовской ССР и дирекции Института ботаники АН Литовской ССР.

Перед лабораторией поставлены следующие задачи:

1. Изучать колебания ширины годичных слоев древесных пород Европейской части СССР, выявить основные закономерности их колебаний в зависимости от изменений климата, солнечной активности и других факторов.

Исследования должны охватить возможно больший период времени с учетом: влияния условий местопроизрастаний изучаемых деревьев и насаждений, биоэкологических особенностей древесных пород, пространственного фактора, а в горных условиях - и с учетом высоты. Использовать для этих целей не только прирост современных лесов, но и древесину, полученную во время этнографических и археологических исследований, а также пни болотной сосны путем специальных исследований в торфяных залежах. На основании исследований лабораторией должны быть созданы дендрошкалы по достоверности пригодные не только для датирования древесины, но и для палеоклиматических исследований.

2. Обеспечивать радиоуглеродные лаборатории СССР, участвующие в проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод" достаточным количеством древесины, датированной по календарным годам, составляющей статистически и биоэкологически достаточно разнообразную и надежную выборочную среднюю, проверенную по соответствующим дендрошкалам, тщательно и чисто разделенную по отдельным годам [89].

Дендроклиматохронологическая лаборатория сотрудничает не только с лицами, занимающимися дендроклиматологическими и дендрохронологическими исследованиями, но также и с исследователями и научными коллективами, имеющими интерес к научным результатам этой лаборатории. Успех работы лаборатории в будущем в известной степени будет зависеть от направления и успехов работы археологов, особенно в Литовской и Латвийской ССР.

В итоге работ представляется возможным создать дендрошкалы по сосне, росшей на свежих и влажных минеральных местопроизрастаниях в Литве до 13-12-го века нашей эры и по сосне, росшей на верховых торфяных залежах - длиной до 6000-8000 лет. Сопоставление данных этих обеих дендрошкал несомненно позволит довольно детально выявить сложную картину влияния комплекса климатических факторов на прирост насаждений, тем самым проследить климат за последние тысячелетия, а также выявить динамику осадков за несколько последних тысячелетий. По данным латвийских археологов, реально создание дендрошкалы в Латвии по сосне от 8-го века нашей эры до наших дней. Литовская дендроклиматохронологическая лаборатория также использует дендрохронологические материалы Калининградской области.

Несомненно то, что на Северо-Западе Европейской части СССР для создания дендрошкал имеется много положительных моментов: хорошая изученность природных условий, интенсивная работа этнографов и археологов, нуждающихся в точном датировании древесных материалов и объектов, относительно хороший рост сосны, ели и дуба - основных древесных пород, используемых в Европе для дендрохронологических целей. К сожалению, в северо-западной части СССР для дендрохронологических работ имеются некоторые затруднения: мало высоковозрастных деревьев и насаждений, сохранившихся, как правило, только в парках, в лесопарках, в труднодоступных для лесоэксплуатации местах Карельской АССР, а также сложные связи между приростом деревьев - насаждений и комплексом климатических факторов.

Большая и интересная работа, в которой лаборатория участвует, - это создание дендроклиматологических профилей по сосне. Первый из них должен быть получен созданием ряда дендрошкал на сходных местопроизрастаниях сосны по линии: Карпаты - Белорусская ССР - Литовская ССР - Латвийская ССР - Псковская - Новгородская - Ленинградская области - Карельская АССР - Мурманская область. Вторым профилем дендрошкал сосны следовало бы создать по линии: Калининградская область - Литовская ССР - Белорусская ССР - Смоленская - Московская - Владимирская - Горьковская области - Марийская АССР - Приуралье. Эти работы выполняются пока что только с помощью местных лесоводов. Необходимо включение в исследования многих дендрохронологов, при единой методике обработки собранных дендроклиматологических материалов.

В конечном итоге, сопоставлением данных изменения ширины годич-

ных слоев совокупностей насаждений на больших пространствах, установлением связей колебаний прироста насаждений от изменяющихся комплексов климатических факторов и солнечной активности можно разрабатывать методы прогноза изменений условий среды.

На Всесоюзном совещании по дендрохронологии и дендроклиматологии, состоявшемся в Вильнюсе в 1968 г., отмечалось недостаточно удовлетворительное положение в СССР по дендрохронологическим и дендроклиматологическим исследованиям. В резолюции совещания (см. приложение) дан ряд рекомендаций относительно дальнейшего развития этих исследований в нашей стране.

Результаты исследований дендроклиматохронологической
лаборатории в 1968-70 гг.

В состав главных задач 1968 года входили следующие работы:

а) поиск деревьев, необходимых для экспериментальной проверки эффекта вспышек сверхновых, и закладка временных лесных пробных площадок с целью взятия образцов возрастными буравами для создания необходимых дендрошкал. Было заложено 15 пробных площадок, взяты древесные спилы с 30-ти деревьев и 400 образцов древесины возрастными буравами;

б) камеральная обработка взятых образцов. В эти работы вошли: распиливание модельных деревьев на 2-6 см спилы древесины; шлифовка древесных образцов; подсчет, измерение и запись данных по ширине годовичных колец; расчет годовичных индексов прироста деревьев и насаждений и верификация измеренных годовичных колец. В 1968 году измерено и обработано около 30000 годовичных колец под микроскопом, сделаны шлифы около 60м^2 спилов древесины. Накопленный запас модельных деревьев составил около 9 м^3 .

Для получения точно датированной древесины были выбраны две модели. Первая модель Л-1-1968 (рис. 17) - сосна, возрастом 302 года, взятая в Литовской ССР, лесхоз Марцинконио, лесничество Мустейкос. С этой модели получены строганные, точно датированные образцы в виде стружек за 1688-1712 гг. (вспышка сверхновой Кассиопея А) общим весом 23 кг.

Вторая модель сосны (рис. 18) возрастом 525 лет, была выбрана в Карельской АССР, в 180 км северо-западнее Петрозаводска (район Суоярви, лесничество Лахтколампи). С этой модели получены годовичные слои за 1593-1615 гг. (вспышка сверхновой Кеплера).

Карельская модель, нами условно названа К-1-1968, узкослойная. Если в Литовской модели Л-1-1968 годовичные слои в зоне разделения имели ширину от 2 до 6 мм, то в карельской модели в зоне разделения ширина годовичных слоев составляла в среднем от 0,4 до 1,0 мм. Поэтому, если в первом случае навеска представленных образцов составляла до 1,0 кг и более, то средняя навеска по карельской модели за 1593-1615 годы составляла в среднем 525 г.

Обе использованные модели являлись господствующими в местных насаждениях. Для верификации годовичных слоев взяты образцы - цилиндрики древесины в высоковозрастных насаждениях (не менее 25-ти в

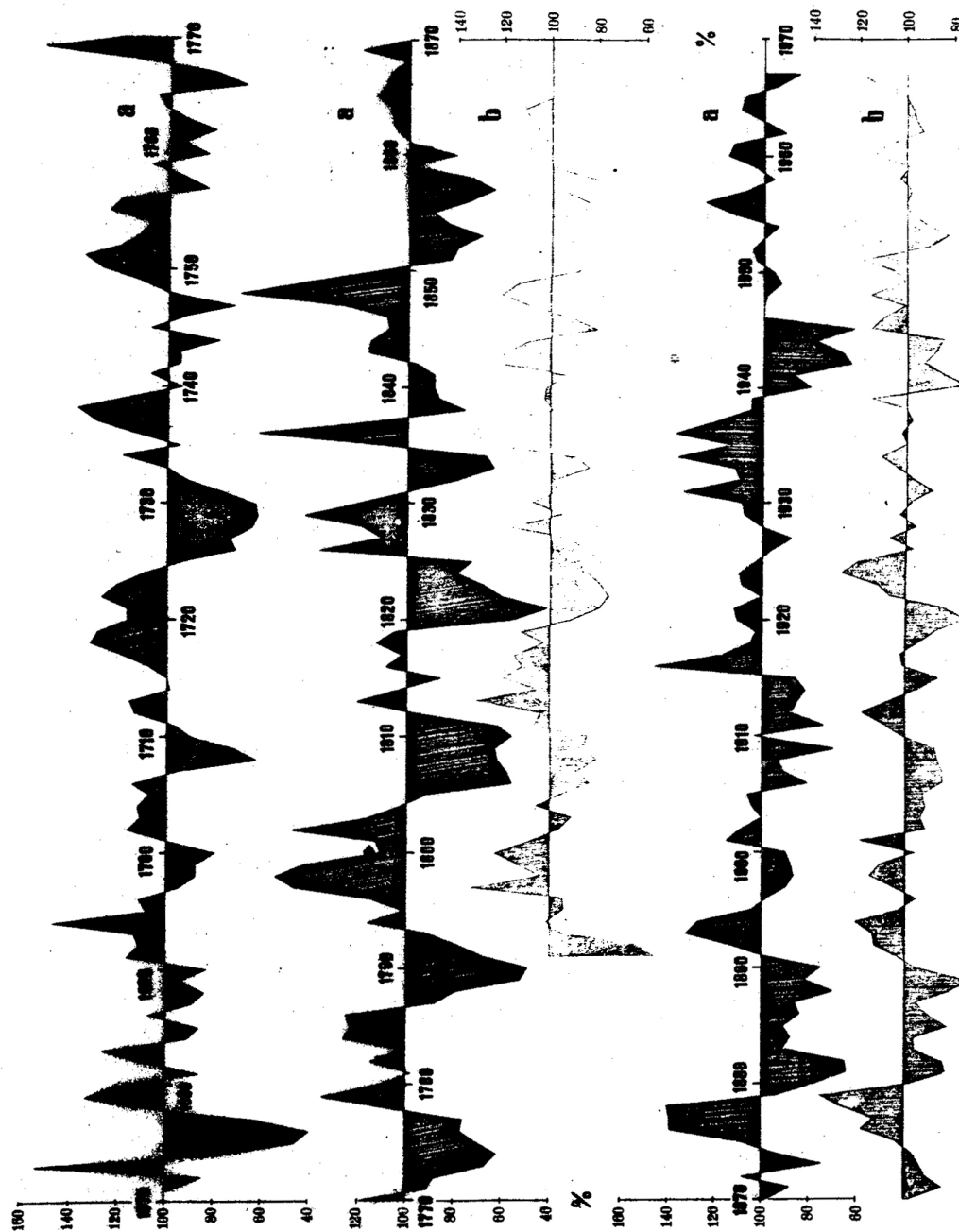


Рис. 17. Пример верификации дендрохронологического материала.
 а - динамика прироста модели сосны Л-1-1968, использованной для радиоуглеродных исследований в зоне вспышки сверхновой 1700 г. в.з.
 б - дендрошкала из 25 деревьев, росших в сходных условиях среды на суходолах болота "Чапкелий" в том же лесхозе.

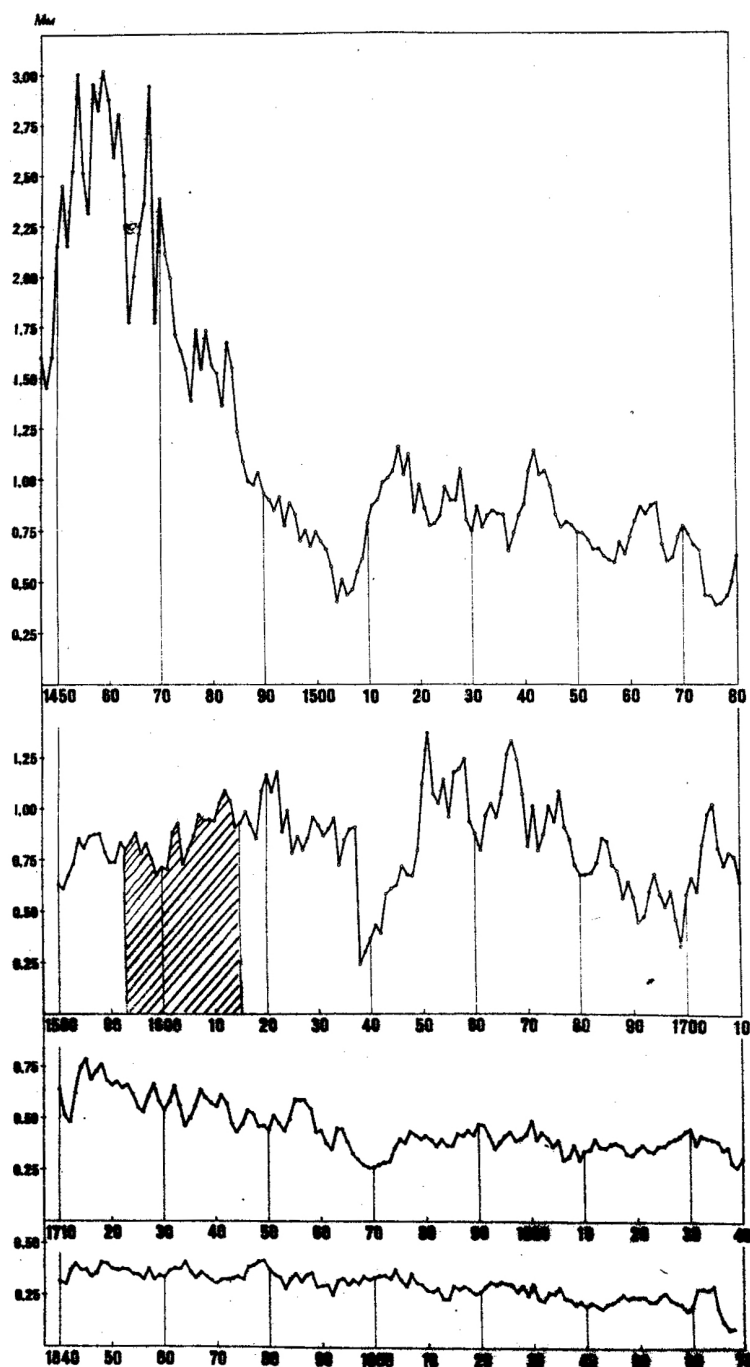


Рис. 18. Средняя ширина годовых слоев модели сосны К-1-1968, росшей в сосняке-черничнике (В₂), использованной для радиоуглеродных исследований в зоне вспышки сверхновой 1604 г.

каждом). Созданные дендрожкалы и расчет процента сходимости сравниваемых данных позволяют уточнить даты разделенных годовых слоев взятых моделей. Литовская модель Л-1, датирована точно по годам (рис. 17). Карельская модель К-1 датируется с точностью одного года.

Обследование - поиск, подходящих для дендрохронологических исследований, объектов, в первую очередь, высоковозрастных деревьев,

был нами проведен в следующих районах Советского Союза (работа проводилась изучением картографических и лесотаксационных лесных материалов, опросом лесных работников, обследованием объектов в натуре):

1. Литовская ССР

- 1) Нерингский лесхоз, лесничество - Кюдикрантес, Нидос;
- 2) Кретингский лесхоз, лесничество Палангос;
- 3) лесхоз Марцинконию, лесничество - Зервину, Марцинконию, Катрос, Мустейкос;
- 4) лесхоз Друскининку, лесничество Друскининку;
- 5) лесхоз Вейсею, лесничество - Анчес, Балташишкес, Лейпалинге, Палепе, Пертакю;
- 6) лесхоз Алитус, Пунский бор;
- 7) лесхоз Прену, Пренайский бор.

11. РСФСР

- 1) г. Новгород, осмотр и ознакомление с археологическими раскопками древнего Новгорода.
- 2) Новгородская область, лесхоз Валдайский, лесничество Валдайское.
- 3) Карельская АССР, камеральное изучение лесотаксационных материалов и изучение насаждений в натуре в следующих лесхозах: а) в Слонецком, б) Суоярвском, в) Поросозерском.

111. Белорусская ССР

Обследование и взятие дендрохронологических образцов с дубовых стволов, извлеченных с песчано-гравийных карьеров в отложениях р. Нерис около г. Сморгонь (13 образцов).

В 1969 году решались следующие вопросы:

Изучалась закономерность динамики прироста сосны в северо-западной части Европейской ССР в связи с изменчивостью ширины годовичных колец на больших пространствах. Для этого была организована специальная экспедиция, во время которой были взяты дендрохронологические образцы в нормально увлажненных чернично-брусничных и бруснично-черничных сосняках Латвийской ССР, Псковской, Ленинградской областей, в Карельской АССР (взяты образцы древесины в 9-ти пунктах исследований, всего около 600 образцов). Самый северный пункт исследований - Сегежа (Карельская АССР).

Были проведены дополнительные дендрохронологические исследования

в тех пунктах, которые раньше уже использовались, например, Папанга Литовской ССР (взяты образцы древесины для радиоуглеродных исследований), лесхозы Кретингос, Плунгес, Ретава, Алитусский и др. (собирался дендрохронологический материал для создания дендрошкал по сосне и ели).

Для получения дендрохронологического материала (точно датированных годовичных колец) в 1969 г., были использованы следующие модели:

- Модель К-2 (рис. 19), взятая в 1968 г. в лесничестве Совдозе-

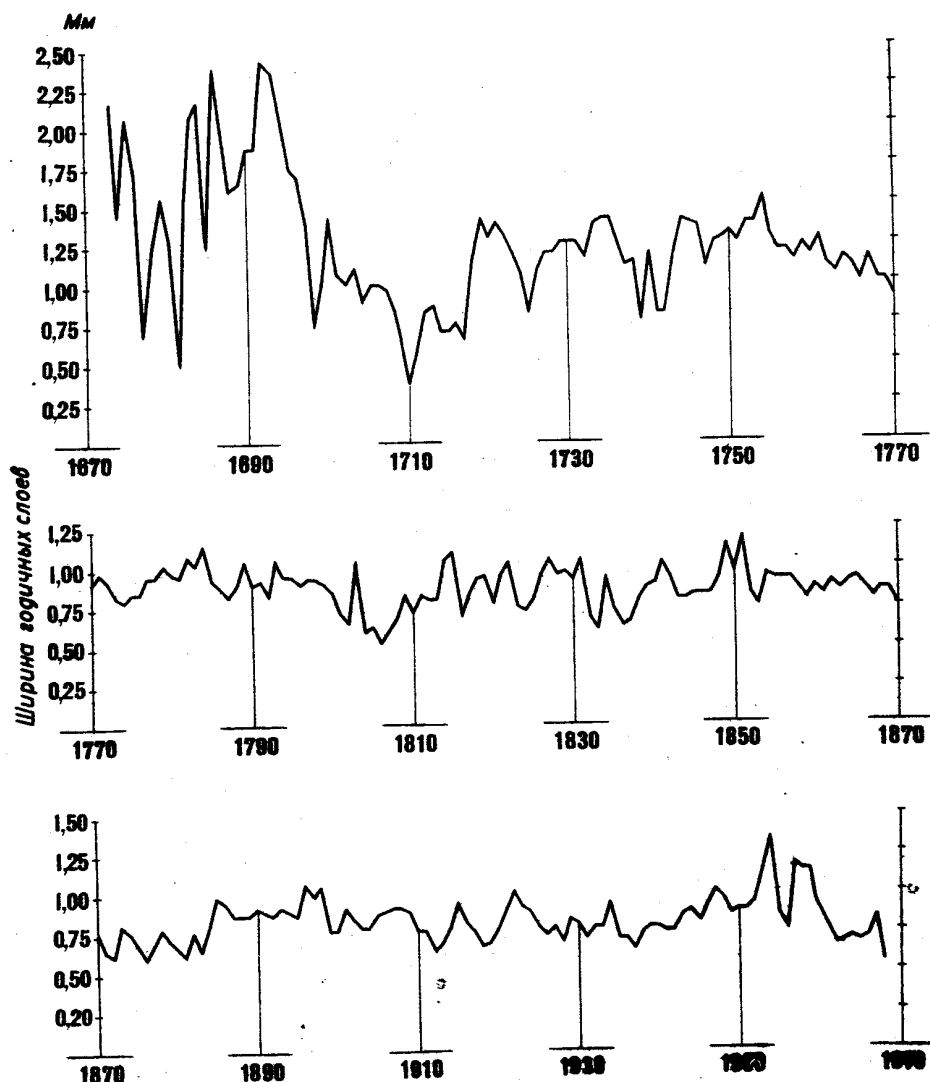


Рис. 19. Средняя ширина годовичных слоев насаждения (Лесничество Совдозеро, лесхоз Наросозеро Карельской АССР) в котором была взята модель К-2-1968. Годичные слои насаждения были использованы для верификации годовичных слоев моделей К-1-1968 и К-2-1968.

ро, лесхоз Паросозеро, Суоярвского района Карельской АССР для получения годовичных колец за 1564-1583 гг. (время вспышки сверхновой звезды Тихо Браге). Данная модель в отличие от других моделей простояла в сухом состоянии примерно 35 лет. Навеска с этой модели составляла от 250 до 500 г.

- Модель Л-2 (рис. 20) - ствол сосны, взятый после ветровала в

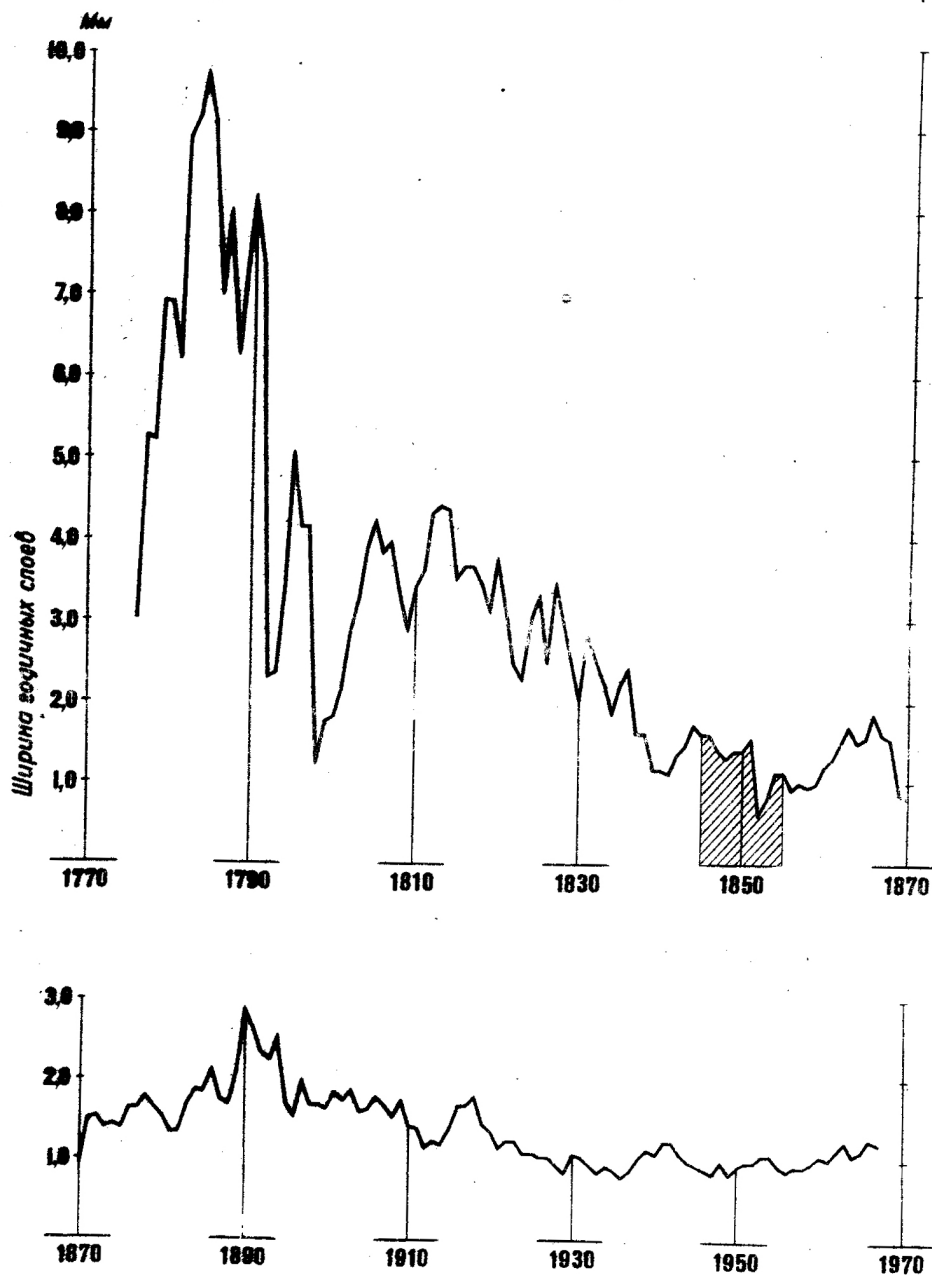


рис. 20. Ширина годовичных слоев модели Л-2-1969.
Заштрихованная область - эталон для
радиоуглеродных исследований.

1967 г. в Палангском лесопарке (Кретингский район Литовской ССР). Возраст дерева - 193 года. Высота 23 м. Тип леса - сосняк чернично-кисличный. Тип условий местопроизрастания C_{2-3} . Диаметр дерева на высоте 1,3 м - 85 см. С модели Л-2 получен эталон - датированная древесина за 1845-1855 гг. весом 10,5 кг. С этой модели также предоставлена точно датированная древесина для изучения динамики C^{14} в отдельные годы за промежуток времени 1777-1844 гг.

- Модель Л-3 взята после ветровала в 1967 г. в Куршю Неринге, около курортного поселка Юодкранте, таксационная и типологическая характеристика аналогична модели Л-2. С этой модели взята древесина отдельных годовичных колец за 1744-1773 гг.

- Поиск подходящих для дендрохронологических исследований объектов был проведен в Скуодском, Кретингском, Плунгском районах Литовской ССР в мае и в августе месяцев, в окрестностях гор. Сморгонь БССР в июле месяце и по маршруту: Вильнюс - Резекне - Петрозаводск - Сегежа - Псков - Вильнюс в сентябре - начале октября 1969 г.

В 1970 году проводились следующие работы:

Поиск модельных деревьев сосны для предоставления датированных годовичных колец радиоуглеродным лабораториям. В план 1970 года вошло получение годовичных колец за 1845-1969 гг. Для этого использованы две модели сосны. Обе модели взяты в Пренайском лесничестве Пренайского лесхоза. Первая модель - Л-4-1970, высотой 25 метров, диаметром на высоте 1,3 м - 70 см, возрастом 180 лет (тип леса - сосняк-черничник, условия местопроизрастания - B_3-C_3), использована для получения годовичных колец за 1845-1899 гг. Вторая модель сосны Л-5-1970, высотой 28 метров диаметром на высоте 1,3 м 63 см, возрастом 94 года (сосняк чернично-кисличный, условия местопроизрастания C_2), использована для получения годовичных колец от 1899 до 1969 г.

Модель дуба Л-6-1970 взята для получения эталона дубовой древесины за промежуток времени 1845-1855 гг.. Высота модели Л-6-1970 28 м, диаметр 90 см, возраст 212 лет, взята в дубняке широколиственном (условия местопроизрастания B_{2-3}) в лесничестве Стаклишкю Пренайского лесхоза Литовской ССР.

Подготовлены 10 образцов дуба из Сморгоньских карьеров для определения относительного возраста дуба радиоуглеродным методом.

Проводились дендрохронологическое исследование дуба в лесах Литовской ССР (в Алитусском, Пренайском, Каунасском и в некоторых

других районах), всего 14 пробных площадей, взяты 800 образцов древесины, обследованы дубы в Сморгонских окрестностях, заложены пробные площадки и созданы дендрошкалы для проверки точности датирования годовичных колец моделей Л-4-1970 и Л-5-1970.

Проведена экспедиция по Куршской косе и по Калининградской области с целью ознакомления с возможными дендрохронологическими объектами в этих районах.

Проведены две экспедиции в Сморгонский район БССР.

Подведем краткие итоги исследований за 1968-1970 гг.

1. Выработана методика получения образцов древесины за отдельные годы для радиоуглеродных лабораторий [90].

2. Собран и большей частью обработан материал для получения высоковозрастных дендрошкал.

По деревьям и насаждениям сосны созданы следующие дендрошкалы:

- в Литовской ССР: а) Марцинконский лес (возрастом до 300 лет), б) Палангский парк (возрастом до 200 лет), в) лесничество Кудкрантес (возрастом до 260 лет) и другие;

- в Карельской АССР: а) лесничество Лахтколампи Суоярвского лесхоза (возраст до 525 лет), б) лесничество Совдозеро Поросозерского лесхоза (возрастом до 450 лет - по отдельным моделям; возраст до 300 лет - по массовым данным); в) Самосозерские дендрошкалы (Есойла, Сярги-Ляхти и другие - до 300 лет);

- в Новгородской области: Валдайские острова (до 260 лет).

3. Начаты работы продления дендрошкал в Литовской ССР по методу перекрестного датирования. Материалом для таких исследований являются старые деревянные (сосна и ель) постройки Литовской ССР. Если по древесине растущих деревьев можно создать дендрошкалы ели в Литовской ССР возрастом не более 150-200 лет, то методом перекрестного датирования их можно продлить до 300-400 лет (по древесине старых деревянных церквей, часовен, мельниц, жилых домов, амбаров и прочих строений) (рис. 21). До настоящего времени по методу перекрестного датирования получены абсолютные даты только за 200 последних лет.

4. Проведена работа по созданию дендрохронологического профиля: Литовская ССР, Латвийская ССР, Псковская, Ленинградская обл., РСФСР, Карельская АССР.

5. Найден объект для создания высоковозрастной дендрошкалы по пням болотной сосны в верховом типе залежи торфа (район Плунгес, сельсовет Плателай, торфяник "Ужпелкю тирелис"). По предваритель-

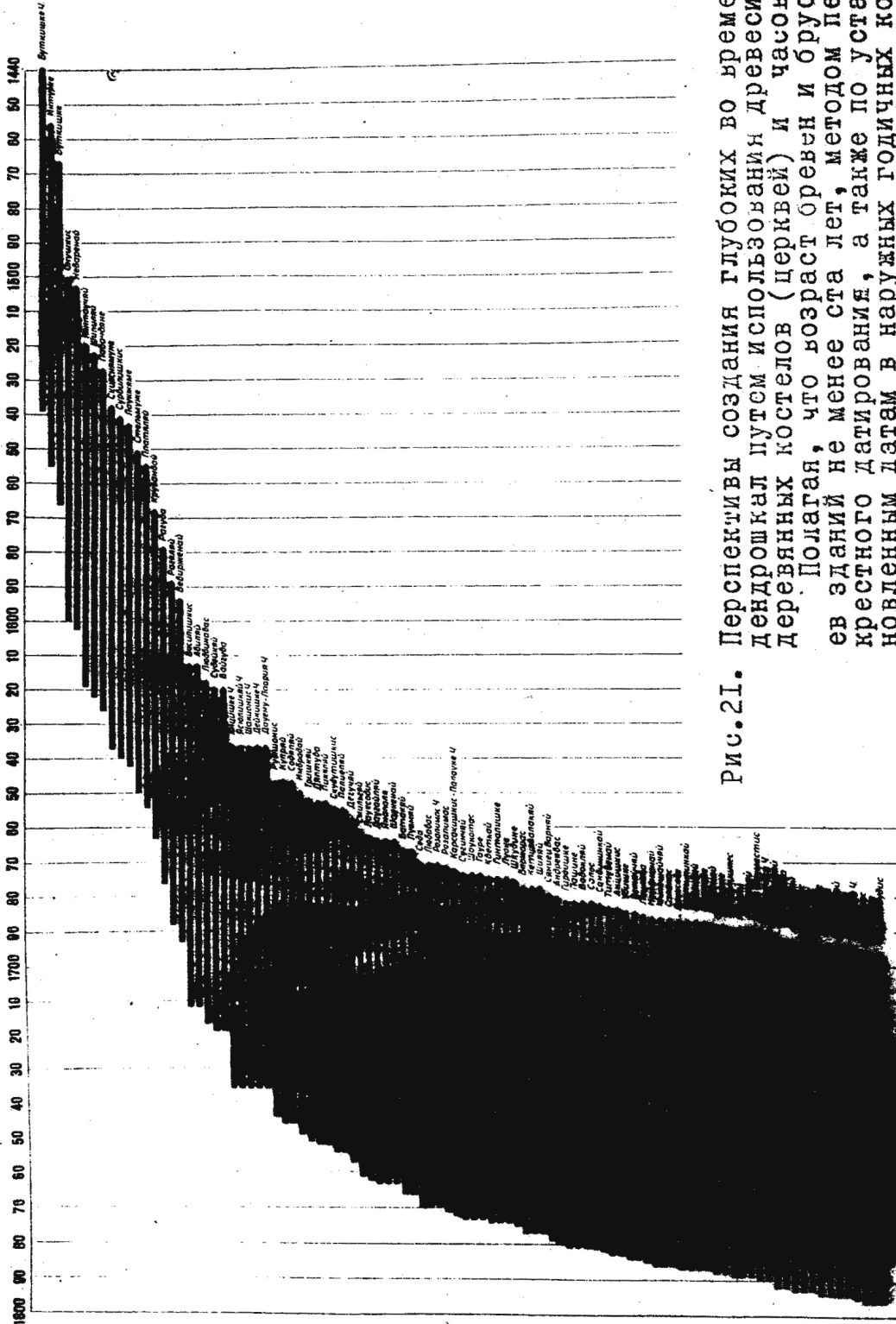


Рис. 21. Перспективы создания глубоких во времени дендрохронологических последовательностей древесинных костяков (церквей) и часовен. Полагая, что возраст бревен и брусьев зданий не менее ста лет, методом перекрестного датирования, а также по установленным датам в наружных годовых кольцах под корой можно создать надежные дендрохронологические последовательности 500-550 лет.

ным данным радиоуглеродных исследований, разработка торфяного пласта залежи толщиной до 2,3 метров должна дать погодичную информацию не менее, как за последние 2500 лет.

6. Предоставлены для относительного радиоуглеродного датирования первые 20 образцов дуба со Сморгоньских карьеров, что даст понятие об их возрастном составе, в какой-то степени о причинах погребения стволов дуба в иллювиальных отложениях реки Нерис, а также выяснится возможность создания абсолютной высоковозрастной дендрошкалы дуба. Начаты исследования закономерностей изменчивости радиального прироста дуба в Литовской ССР, которая даст дендрохронологическую информацию не менее чем за последние 250-350 лет.

7. Изучены особенности изменчивости некоторых комплексных гидротермических показателей (рис. 22), рассчитанных по метеорологи-

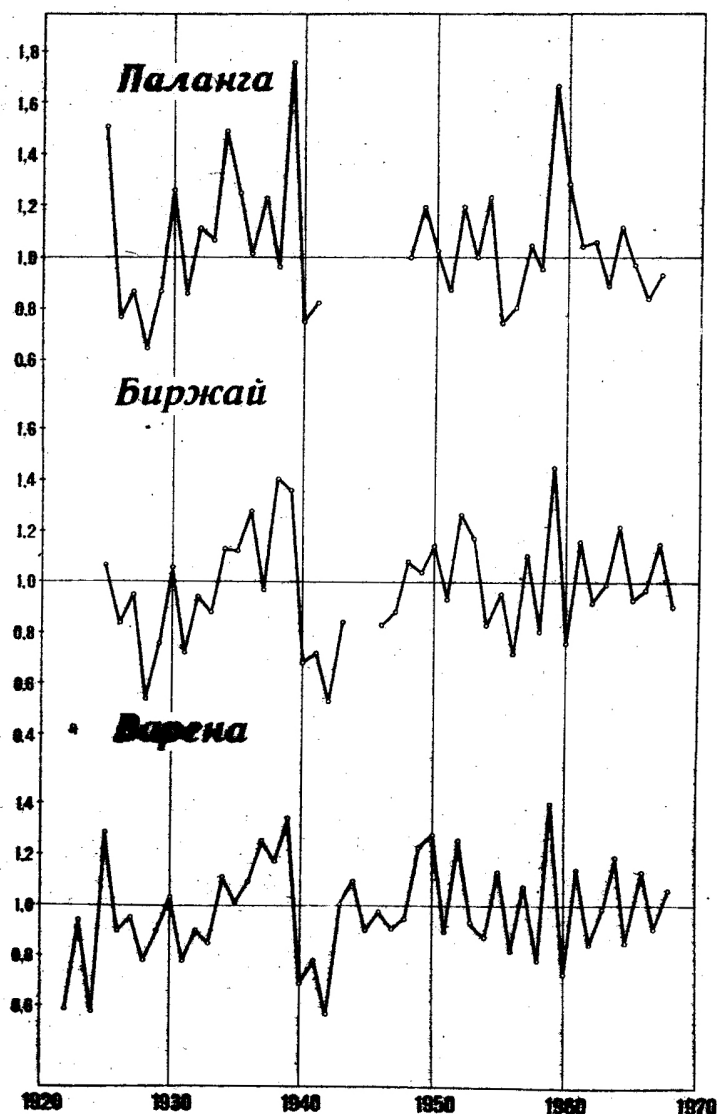


Рис. 22. Изменчивость комплексного показателя $(t \cdot 100)/V_0$, рассчитанная по данным метеостанций Паланга, Биржай, Варена.

ческим станциям Каунас, Биржай, Варена и Паланга.

8. Предоставленные образцы древесины сосны радиоуглеродным лабораториям за периоды 1712-1688, 1615-1593 и 1583-1564 гг. позволят определить влияние вспышек сверхновых звезд, которые появлялись в эти периоды в нашей галактике, на атмосферу Земли.

Предоставленные образцы древесины за период 1744-1890 гг. позволят определить динамику C^{14} в атмосфере в период, когда еще не было сильного влияния промышленных выбросов на количество C^{14} в атмосфере. Кроме того, определение и изучение C^{14} в образцах позволит изучить некоторые особенности магнитного поля Земли, влияние крупных вспышек солнечной активности на атмосферу Земли, динамику вековой солнечной активности и др. По образцам древесины за период 1890-1970 гг. можно определить динамику C^{14} в атмосфере в период промышленного сжигания топлива и загрязнения воздуха искусственными изотопами.

Эталон древесины сосны и дуба за 1845-1855 гг., предоставленные тем же самым лабораториям, позволит им увеличить точность и согласованность радиоуглеродных исследований, проводимых по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод".

Заключение

Как уже отмечалось выше, дендрохронологические и дендроклиматологические исследования представляют большой самостоятельный научный интерес и поэтому естественно, что в конечном итоге изучение вопросов, связанных с проблемой "Астрофизические явления и радиоуглерод", должно составлять часть общей программы. В связи с этим целесообразно в заключении данной работы привести некоторые соображения относительно дальнейшей интенсификации и расширения фронта работ.

По нашему мнению, уже сейчас необходимо создание сверхдолгосрочных дендрошкал с целью получения информации о погодичной изменчивости природных условий в послеледниковый период, о закономерностях ежегодной изменчивости климатических условий голоцена (4-6 тысяч лет назад) и получения материала по долгосрочному прогнозированию климатических трендов Южной Прибалтики. Такие дендрошкалы в условиях северо-западной Европейской части СССР целесообразнее всего создать по пням и прочей древесине сосны, находящейся в достаточном количестве в торфяных залежах верхового и переходного типа. Как правило, древесина в таких условиях хорошо сохраняется. В исследованиях Мунаута [91] показано, что этот материал пригоден для создания сверхдлинных по времени дендрошкал. Сейчас имеются условия для создания сверхдолгосрочной шкалы также по дубу обыкновенному (*Quercus robur*), извлекаемому в большом количестве из аллювиальных отложений реки Нерис. Как для построения дендрошкал сосен, росших на болотах, так и для Сморгонских дубов следует широко использовать радиоуглеродный метод, спорово-пыльцевой и др.

Фронт работы и производительность труда безусловно в сильной степени зависят от технической оснащенности лаборатории. В ближайшее время необходимо обеспечить лабораторию простейшими счетными приборами, прибором типа Эклунда для измерения ширины колец, денситометрическим прибором и др. С помощью денситометрических исследований можно получить важнейшую информацию о связи плотности годовичных колец с условиями среды, в которой растет дерево. Создание денситометрического прибора оправдано не только необходимостью для указанных исследований, но и тем, что в нем нуждаются многие лесохозяйственные, ботанические и др. институты. Срочно необходимо обес-

печение лаборатории шлифовальным станком и универсальным станком для обработки древесины.

Привлечение широкого круга специалистов (математиков, физиологов и анатомов растений, палеоботаников, климатологов и инженеров-конструкторов) к дендрохронологическим и дендроклиматологическим исследованиям резко расширило бы возможности расшифровки ценнейшей информации, заключенной в годовичных кольцах древесины.

Л и т е р а т у р а

1. Б.П.Константинов, Г.Е.Кочаров, ДАН СССР, 165, 61, 1965.
2. Б.П. Константинов, Г.Е.Кочаров, Препринт ФТИ, 064, 1967.
3. Т.Т.Битвинскас, Дендроклиматические исследования, 1971, в печати.
4. J.R.Arnold, W.F.Libby, Science, 110, 678, 1949; W.F.Libby, E.C.Anderson, Phys. Rev., 81, 64, 1951.
5. H.E.Suess, Proc. William Bay Conf., September, NAS,NSF, Publ., p. 52, 1954.
6. G.J.Fergusson, Proc. Roy. Soc. London, 243A, 561, 1958.
7. D.Lal, Rama, J. Geophys. Res., 71, 2865, 1966.
8. H.de Vries, Koninkl. Ned. Akad. Wetenschap.Pros.,B61, 94, 1958.
9. W.Elsasser, E.P.Ney, J.R.Winkler, Nature, 178, 1226, 1956.
10. J.A.Simpson, J.Geophys.Res., 65, 1615, 1960.
11. M.Stuiver, J. Geophys. Res., 66, 273, 1961.
12. C.Cowan, C.R. Atluri, W.F.Libby, Nature, 206, 861, 1965.
13. Н.А.Власов, Антивещество, Атомиздат, Москва, 1966.
14. А.П.Виноградов, А.Л.Девирц, Э.М.Добкина, ДАН СССР, 168, 900, 1966.
15. V.S.Venkatavaradan, Nature, 206, 772, 1965.
16. R.E.Lingenfelter, R.Ramaty, The report at the XII-th Nobel Symposium, Uppsala, Sweden, August, 11-15, 1969.
17. В.А.Дергачев, Г.Е.Кочаров, С.А.Румянцев, Труды Всес. сов. по проблеме "Астрофизические явления и радио-углерод", изд. Тбилисского университета, стр. II, 1970.
18. R.Lingenfelter, Nature, 224, 1182, 1969.
19. В.А.Дергачев, Г.Е.Кочаров, С.А.Румянцев, Доклад на Всес. конф. по физике космических лучей, 1970, в печати.
20. H.E.Suess, The report at the XII-th Nobel Symposium, Uppsala, Sweden, August, 11-15, 1969.

21. M.Stuiver, Radioactive Dating and Methods of Low Level Counting, Symposium Monaco, March, Proc. IAEA, Vienna, p. 27, 1967.
22. M.Stuiver, The report at the XII-th Nobel Symposium, Uppsala, Sweden, August, 11-15, 1969.
23. J.C.Vogel, The report at the XII-th Nobel Symposium, Uppsala, Sweden, August, 11-15, 1969.
24. D.Lal, V.S.Venkatavaradan, The report at the XII-th Nobel Symposium, Uppsala, Sweden, August, 11-15, 1969.
25. H.Godwin, Nature, 195, 984, 1962.
26. Ф.Н.Шведов, Метеорологический вестник, № 5, 1892.
27. A.E.Douglass, Month. Weath. Rev., 37, No. 6, 1909.
28. A.E.Douglass, Climatic Cycles and Tree-Growth, I-III, Washington, 1919, 1928, 1936.
29. E.Huntington, Carnegie Inst. of Washington, Publ., 352, 1925.
30. R.Marshall, J. Forestry, 25, No. 4, 1927.
31. E.Antevs, Amer. Geograph. Soc. Special. Publ., No. 21, 1938.
32. W.S.Glock, Carnegie Inst. Wash., Publ., 486, 1937.
33. W.S.Glock, Botan. Rev., 7, No. 12, 1941; 21, No. 1-3, 1955.
34. E.Schulmann, Dendroclimatic changes in semiarid America, Univ. Ariz. Press., Tucson, 1956.
35. W.G. McGinnies, J. Forestry, 61, No. 1, 1963.
36. B.Huber, V.Siebenlist, W.Nies, Budinger Geschichtslatter, 5, 29, 1964.
37. H.C.Fritts, Monthly Weather Rev., 93, 421, 1965.
38. H.C.Fritts, H.Matalas, Annales of the New York Akademy of Sciences, 95, art 1, 1961.
39. E.Eide, Meddelelse fra Det Norske Skogforskvesen, Oslo, Nr.2/7, 87, 1926.

40. S.Erlandsson, Dendro-chronological studies, Stockholms Högskolas Geokronol. Inst., Uppsala, 1936.
41. I.Hustich, Fennia, 72, No. 2, 1947.
42. B.Huber, Mitt. Hermann-Görling Akademie Deutsch, Forstwiss, Bd. 1, 1941.
43. D.J. Schowe, Scot. Geograph. Magazine, 66, No. 1, 1950.
44. P.Mikola, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae, Helsinki, 38(6), 1950.
45. W.von Jahzewitsch, Nachwort. Forstwiss. Gbl., 80, No. 5-6, 1961.
46. B.Eklund, Med. Fran. Statens Skogsforskningsinstitut, Stockholm, XVII, No. 4, 1957.
47. С.Г.Заозерский, Сб. "Вопросы ирригации", Самарканд, 1934.
48. А.П.Тольский, Тр., по с.х.метеорологии, вып.24, 1936.
49. С.И.Костин, Записки Воронеж.с.х. ин-та, вып.19, I, 1940.
50. В.Е.Рудаков, Доклад АН Арм. ССР, №3, 1951.
51. В.Е.Рудаков, Ботан., журнал № 12, 1958.
52. В.Е.Рудаков, Изв., ВГО, 101, вып., 6, 1969.
53. S.Zviedris, Latvijas PSR ZA Vestis, Nr. 9, 1950.
54. А.И.Звиедрис, Р.Я.Сацениекс, Изв., АН Латв.ССР, №3, 1960.
55. А.И.Звиедрис, Я.К.Матузанис, Изв., АН Латв. ССР, № 8, 1962.
56. A.Zviedris, A.Kalnins, Jaunakais Mežsaimniecība, N 8, 43, 1966.
57. Б.А.Колчин, "Труды Новгородской археологической экспедиции", т.III, МИА, №117, 5, 1963.
58. Б.А.Колчин, "Труды Новгородской археологической экспедиции", т.IV, МИА, №133, 166, 1963.
59. В.Е.Вихров, Труды ин-та леса АН СССР, т.XXXV, 1958.
60. В.Е.Вихров, Б.А.Колчин, Труды ин-та леса и древесины АН СССР, Сибирское отделение, т.I, 1962.
61. D.Schowe, Medieval Archaeology, London, 1964.
62. В.Н.Адаменко, Н.В.Ловелиус, Материалы Всес.совещания-научн. конференция по вопросам дендрохронологии и дендроклиматологии, 7-8 июня 1968г, Вильнюс.
63. В.Г.Колишук, Доклад АН СССР, 167, № 3, 1966.

64. В.Г.Колищук, Проблемы ботаники, 8, "Наука", М.Д., 1966.
65. В.Г.Колищук, Материалы Всес. совещания-научн. конф. по вопросам дендрохронологии и дендроклиматологии, 7-8 июня 1968, Вильнюс.
66. С.И.Костин, Зап., Воронеж., с.х. ин-та, 19 вып.1, Воронеж, 1940.
67. С.И.Костин, Лесн. х-во, №4, 1965.
68. М.П.Скрябин, Тр. Воронеж., гос., заповедника, вып.3, 1949.
69. М.П.Скрябин, Астрономический сборник, вып.3, Львов, 1960.
70. М.П.Скрябин, Ботанический журнал, №2, 1965.
71. С.Г.Шиятов, Доклад.первой научной конференции молодых специалистов биологов (ин-т биологии УФ АН СССР), Свердловск, 1962.
72. С.Г.Шиятов, Труды ин-та биологии УФ АН СССР, вып.42, Свердловск, 1965.
73. Г.Е.Комин, Зап. Свердловск., отд., ВБО, вып.4, Свердловск, 1966.
74. К.Д.Мухамедшин, Научно-производст. конференция по вопросам лесного х-ва в Казахстане (рефераты докладов), "Кайнар", Алма-Ата, 1966.
75. Г.И.Галазий, В кн. "Геоботанические исследования на Байкале", "Наука", Москва, 1967.
76. Н.С.Нестеров, Очерки по лесоведению, Сельхозгиз, М., 1960.
77. А.С.Лисеев, В сб., "Лесовосстановление и лесные культуры", вып.,42, Сельхозиздат, М., 1962.
78. А.А.Молчанов, Гидрологическая роль сосновых лесов на песчаных почвах, М., 1952.
79. А.А.Молчанов, Лес и климат, Изд-во АН СССР, М., 1962.
80. B.Vinš. Wiss. Z. Techn. Univ. Dresden, 11, N 3, 1962.
81. Т.Т.Битвинскас, "Доклады ТСХА", вып.,99, 1964.
82. А.Г.Міхович, Наукові праці, вип124, 1967. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації, Київ, 1963.
83. В.Г.Волычевцев, Доклады ТСХА, вып., 124, 1967.

84. Т.Т.Битвинскас, Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук, ТСХА, М., 1965.
85. T.Bitvinskas, *Mūsų girios*, Nr. 9(158), 12-16 pusl., 1961.
86. Т.Т.Битвинскас, Доклады ТСХА, вып., II5, часть II, М., 1965.
87. Т.Т.Битвинскас, Доклады ТСХА, вып., IO3, 1965.
88. Т.Т.Битвинскас, Всесоюзная конференция по научным итогам международного года спокойного Солнца, Тезисы докладов, М., 1967.
89. Т.Т.Битвинскас, "Матер, всес., совещания-науч.конф., по вопросам дендрохронологии и дендроклиматологии 7-8 июня 1968, Вильнюс.
90. А.И.Аудицкас, Т.Т.Битвинскас, Труды Всесоюзного совещания по проблеме "Астрофизические явления и радиоуглерод", Изд. Тбилисского Госуниверситета, 3I, 35, 1970.
91. A.V.Munaut, *Agricultura*, 14, 2^e serie Septembre, No. 3, 361, 1966.
92. И.А.Игнатавичене, Труды АН Лит.ССР, сер. Б., I (36), I7I, 1964.

Приложение № 1

ОРДЕНА ЛЕНИНА ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ.
А. Ф. ИОФЕ АН СССР
ИНСТИТУТ БОТАНИКИ АКАДЕМИИ НАУК ЛИТОВСКОЙ ССР
ЛИТОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕСНОГО
ХОЗЯЙСТВА
ГОСКОМИТЕТА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА СМ СССР



П Р О Г Р А М М А
Всесоюзное совещание
по дендрохронологии
и дендроклиматологии

Бильнюс, 1968 г.

ПРОГРАММА РАБОТЫ СОВЕЩАНИЯ

1-е заседание — пятница, 7 июня (10.00—13.30)

Открытие совещания

Академик-секретарь отделения химических и биологических наук АН Лит. ССР В. И. ГИРДЗИЯУСКАС
Выступление вице-президента АН СССР академика
Б. П. КОНСТАНТИНОВА

Итоги дендроклиматологических исследований в Литовской ССР

БИТВИНСКАС Т. Т. Институт ботаники АН Лит. ССР
Дендрохронология и археология

КОЛЧИН Б. А. Институт археологии АН СССР

Применение данных о колебании ширины годичных слоев деревьев в лесном хозяйстве Латвийской ССР

ЗВИЕДРИС А. И., МАТУЗАНИС Я. К. Лат. НИИ лесохозяйственных проблем

Итоги и задачи дендрохронологических исследований в восточных районах страны

КОМИН Г. Е., ШИЯТОВ С. Г. Институт экологии растений и животных УФ АН СССР

Предмет судебной дендрохронологии

РОЗАНОВ М. И. Всесоюзный НИИ судебной экспертизы

Исследование дендрохронологических данных для изучения многолетней изменчивости метеорологических условий последнего тысячелетия

АДАМЕНКО В. Н. Главная геофизическая обсерватория,
ЛОВЕЛИУС Н. В. Ленинградский государственный педагогический институт

2-е заседание — пятница, 7 июня (16.00—20.00)

Методика исследования прироста древесных растений

КОЛИЩУК В. Г. Институт ботаники АН УССР

К вопросу о некоторых методических приемах выявления метеорологических факторов на прирост деревьев

РУДАКОВ В. Е. инж.

Введение в дендроклиматический анализ ельников южной тайги

ГОРТИНСКИЙ Г. Б. Центральный лесной государственный заповедник

Годичные слои древесины дуба как показатель проявления крайних метеорологических условий в вековых циклах колебаний климата

БОЛЫЧЕВЧЕВ В. Г. Тимирязевская с/х академия

- Индикация частоты схода лавин и селей методом дендрохронологии
АКИФЬЕВА К. В., ПЕРОВ В. Ф., ТУРМАНИНА В. И. Московский государственный университет
- Результаты дендрохронологических исследований в Хибинах и их значение в изучении режима лавинной и селевой деятельности
ВОЗОВИК Ю. И., ЛУКЬЯНОВА Л. М., МЯГКОВ С. М. Московский государственный университет
- К вопросу о применении дендроклиматических методов для выявления эффективности удобрений в лесном хозяйстве
ШЛЕЙНИС Р. И. Лит. НИИ лесного хозяйства
- Исследования лаборатории дендрохронологии Института археологии АН СССР за период 1962—67 годов
ЧЕРНЫХ Н. Б. Институт археологии АН СССР
- О цикличности и прогнозе климата Литвы
ЩЕМЕЛЕВАС В. М. Вильнюсский государственный университет

3-е заседание — суббота, 8 июня (9.30—13.30)

- О долгосрочных и сверхдолгосрочных прогнозах солнечной активности
БИТИНСКИЙ Ю. И. Главная астрономическая обсерватория АН СССР
- Современный этап векового и многовекового циклов природных условий, влияние его на лес и задачи изучения
СКРЯБИН М. П. Воронежский государственный заповедник
- К вопросу влияния климатических факторов на восстановление лесов Западной Сибири
ТАЛАНДЦЕВ Н. К. Биологический институт СО АН СССР
- Исследование точности определения возраста деревьев по годичным кольцам
СЕМЕЧКИН И. В., СЕМЕЧКИНА М. Т. Институт леса и древесины СО АН СССР
- Резкие изменения солнечной активности и переломы многолетнего хода годичных приростов деревьев и других природных процессов на Земле
ДРУЖИНИН И. П. Сибирский энергетический институт СО АН СССР
- Сезонный рост деревьев и зависимость интенсивности роста от климатических факторов
КАЙРЮКШТИС Л. А., ЮОДВАЛКИС А. И. Литовский НИИ лесного хозяйства

Влияние экологических условий на формирование годичных колец древесины

ЛОБЖАНИДЗЕ Э. Д. Тбилисский институт леса

О перспективах совместного применения дендрохронологии и лихенометрии для познания динамики оледенения горных стран

МАРТИН Ю. А. Институт экологии растений и животных

Наиболее долголетние древесные породы Средней Азии как объект дендрохронологических исследований

МУХАМЕДШИН К. Д. Институт биологии АН Кирг. ССР

Обзор дендроклиматологических и дендрохронологических работ в Северной Америке

СССР

ШИЯТОВ С. Г. Институт экологии и животных УФ АН

Солнечная активность и рост деревьев

КОСТИН С. И. Воронежский лесотехнический институт

Дендроклиматологическая характеристика ельника-черничника северной тайги (Архангельская обл.)

ТАРАСОВ А. И. Ботанический институт АН СССР

4-е заседание — суббота, 8 июня (15.00—20.00)

Динамика прироста деревьев и древостоев и солнечная активность

КОМИН Г. В. Институт экологии растений и животных УФ АН СССР

Использование дендрохронологических данных в гляциологических исследованиях

АДАМЕНКО В. Н. Главная геофизическая обсерватория

Дендрохронологические данные сосны болотной как показатель условий среды

ЛОВЕАЙУС Н. В. Ленинградский государственный педагогический институт

Дендроклиматологическая характеристика ельника-кисличника в условиях Центрального лесного государственного заповедника

КУЗМИНА К. Н. Центральный лесной гос. заповедник

Анализ крени для индикации склоновых процессов

ТУРМАНИНА В. И. Московский гос. университет

Цели и задачи дендро-климато-хронологической лаборатории Института ботаники АН Лит. ССР

БЕЛШИНСКАС Т. Т. Институт ботаники АН Лит. ССР

Презисия

Обсуждение и принятие резолюции.

9 июня будет организован выезд в г. Каунас и Тракай.

Ордена Ленина ленинградский физико-технический

институт им. А.Ф. Иоффе АН СССР

Институт ботаники АН Литовской ССР

ВАРИАЦИИ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОУГЛЕРОДА В АТМОСФЕРЕ
ЗЕМЛИ И ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ И ДЕНДРОКЛИМАТО-
ЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Отв. редактор В.А. Дергачев

Тираж 200 экз.,

Ротопринт типографии "Райде"

заказ № 14750