

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ГОДИЧНЫЕ КОЛЬЦА ДЕРЕВЬЕВ

И.А.Карпавичус

ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ И ГРУППОВОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ДЕРЕВЬЕВ ПРИ ПОМОЩИ ПРОЦЕНТА СХОДСТВА (Сх)

Одним из основных методов в дендроклиматохронологии является перекрестное датирование (синхронизация) дендрохронологических рядов. Перекрестное датирование дендрохронологических данных используется при относительной и абсолютной датировки времени образования древесных колец, для создания долговременных дендрошкал, используемых для восстановления бывших условий среды, и точного датирования исторически и этнографически ценных деревянных строений и конструкций. По этому принципу сравнивается синхронность изменчивости деревьев растущих в разных или сходных типах местопроизрастаний, с целью найти наиболее пригодные деревья для дендроклиматохронологических целей и наилучше понять закономерности. Наиболее часто он применяется при датировании древесины археологических объектов.

Особенно этот принцип пригоден для определения участков выпадающих и сдвоенных годовичных колец.

Для перекрестного датирования кривых используется много методов, которые можно выделить в две группы:

1. Перекрестное датирование кривых при помощи скелетных графиков, и графического материала;

2. Перекрестное датирование при помощи математических расчетов.

Из методов первой группы наиболее распространен метод выражения изменчивости годовичного прироста в виде кривой. В зарубежной, особенно в американской, дендрохронологической практике для перекрестного датирования применяется так называемые скелетные графики. Они строятся для каждого изучаемого образца в виде вертикальных линий для узких годовичных колец (В.Глок, 1937, 1950, 1967, Э.Шульман 1956, Ц.Фергусон 1968, 1969, Г.Фритс 1969, 1976 и др).

В 1962 году В.Викров и Б.Колчин предложили строить скелетные графики - назвав их спектрами угнетений. В основу графика берутся две величины - повторяемость данного угнетения во многих сериях и его относительное значение.

Польские археологи М.Дембровский и К.Тык (1972) для перекрестного датирования предложили модифицированное изображение скелетного графика.

Линии скелетного графика рассчитываются как отношения b/a где b - абсолютный прирост данного года, a - абсолютный прирост предыдущего года. Для построения скелетного

графика взяты отношения от 0,71 и менее.

Для построения скелетных графиков Т.Витвинскас (1974) предложил использовать годовые индексы. Линии скелетного графика рассчитываются как разница между годовыми индексами из года в год в процентах.

Для синхронизации данных кривых по календарным годам в 1943 Б.Губер, предложил следующую формулу

$$G = \frac{n^- \cdot 100}{n - 1}$$

n^- - число противоположных сопоставленных интервалов

n - число сопоставленных годовых колец.

В настоящее время с успехом применяется несколько измененное выражение для оценки сходства кривых G_x , отличающиеся от формулы Б.Губера тем, что рассчитывается количество не противоположных интервалов, а сходных.

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

где: n^+ - число сходных интервалов.

По этим формулам легко посчитать синхронность между кривыми, но обе имеют один недостаток - не учитывается величина изменчивости из года в год между кривыми. Для избежания этого недостатка П.Фелистов (1978) предложил следующую формулу

$$k_{\text{синх}} = \frac{\sum_{i=1}^n |A+B|^+}{\sum_{i=1}^n |A| + |B|}$$

где: A - разница в величине прироста между соседними годами в одном ряду,

B - разница в величине прироста между соседними годами (этими же) в другом

ряду,

$|A+B|^+$ - вес однонаправленных интервалов (модуль - суммы 2-х разниц с одним знаком),

$|A| + |B|$ - общий вес всех интервалов,

n - общее число сравниваемых интервалов.

Для синхронизации кривых В.Рудаков предложил коэффициент синхронности, который рассчитывается по формуле $C = \frac{m}{n}$ или $C = \frac{n-d}{n}$ где:

m - число преобладающих конечных знаков произведений исследуемых пар отклонений,

n - общее число исследуемых пар,

d - число не преобладающих конечных знаков произведений исследуемых пар отклонений.

Довольно оригинальную формулу 1973 году предложил Г.Комин, Д.Пьянков и С.Шиятов

$$S = \frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^{N-1} \cos \varphi_n$$

где: N - продолжительность сравниваемых рядов,

φ - угол между векторами изменений величин индексов в двух рядах между соседними годами.

Кроме этих формул для синхронизации кривых используются коэффициенты корреляции (М.Розанов, 1965, П.Древет, Д.Фрек 1974, Г.Фритс 1976). По мнению М.Розанова коэффициент корреляции наиболее пригоден, когда синхронизируется образцы одного дерева. Коэффициент корреляции тогда колеблется от +0,88 до +0,97. При синхронизации образцов разных деревьев этот коэффициент не был выше +0,60 (М.Розанов 1965).

Перекрестное датирование деревьев возможно из-за того, что комплексы изменяющихся климатических факторов в сходных условиях среды, для множества деревьев вызывают одинаковые колебания годовичных колец. (Г.Фритс 1969).

Но не все деревья синхронизируются методом перекрестного датирования, хотя они росли в сходных условиях среды. Хорошо перекрестно датируются только деревья имеющие одинаковую генетическую, патологическую и физиологическую историю (В.Глок 1967). При изменении любого компонента роста синхронность между исследуемыми объектами уменьшается (Б.Колчин, В.Черных 1977). Что синхронность между исследуемыми объектами различается и зависит от условий местопроизрастания пишут также К.Ермих и др. (1976).

При перекрестном датировании приходится учитывать уменьшение синхронности кривых в зависимости от расстояния между исследуемыми объектами (Т.Битвинскас 1974, Б.Колчин, Н.Черных 1977). По данным Т.Битвинскаса при расстоянии между исследуемыми объектами 35-80 км, синхронность колеблется от 75 до 85%, при расстоянии 100-160 км - 62-72% и при расстоянии 200-350 - 55-60%. Но Г.Фритс (1969) хорошие связи получил при сравнении дендрощкал в белых горах, со шкалами деревьев растущих на расстояние до 1600 км к востоку и к югу и свыше 400 км к северу.

Наилучшие результаты при синхронизации кривых получается при сравнении рядов ширины годовичных колец не отдельных деревьев а по данным осредненным из нескольких деревьев (Б.Губер, В.Гирц 1970, Т.Битвинскас 1964, 1974). При перекрестном датировании синхронность зависит и от длины сравниваемых кривых. Чем длинее кривые, тем их синхронность ниже (Д.Экштейн 1972).

По данным Э.Шульмана (1956), Б.Колчина (1963, 1977) для надежной датировки необходимо наложение одной кривой на другую на отрезке не менее чем в 50 колец.

Асинхронными кривыми многие исследователи считают когда процент сходства между кривыми меньше или равно 50% (Д. Экштейн 1972, Т. Битвинскас 1974, Б. Колчин, Н. Черных 1977 и др.).

Синхронными кривыми считаются кривые, синхронность между которыми 80% и более (В.Глок, С.Агертер 1964, П.Пенчев, М.Георгиев 1968).

Д.Шове (1959) используя формулу Б.Губера синхронными кривыми считает когда несоответствия между кривыми не более 40%. Т.Битвинскас (1974) для синхронизации кривых выделил три группы: 1) четкая, когда S_x колеблется от 70% до 100%, 2) менее четкая - S_x - 55%-65% и 3) нечеткая - S_x - 30%-50%. В.Мунаут синхронными кривыми считает, когда S_x - около 68% (от 50% до 82%).

Из сказанного выше видно, что для синхронизации кривых используется много методов или приемов и что синхронизируемые деревья показывают индивидуальную изменчивость. Для

выяснения взаимной синхронности радиального прироста отдельных деревьев площадях, отдельно для каждой пробной площади, был посчитан процент сходства каждого дерева со всеми остальными (только по годичной древесине). Данные описаны И.Карпавичюсом (1978). Процент сходства посчитан по методике предвинскасом (1974) для чего была составлена программа для ЭВМ (И.Карпавичюс, Д.Чепоните 1978). После подсчета дендроданных на ЭВМ на ЦПУ выводились полученные сходимости между деревьями 60% и выше. Такой Сх считали достаточным для синхронизации кривых. При камеральной обработке полученных данных Сх между деревьями, было посчитано сколько из сравнений имели процент сходства $\geq 60\%$ и сколько $\geq 75\%$. Как синхронизируются отдельные деревья между собой видно из таблицы I. Наибольшее сходство показывает радиальный прирост деревьев растущих в нормальных условиях местопроизрастания в сравнении с болотными условиями. Если в нормальных условиях местопроизрастания из всех сопоставлений Сх $\geq 60\%$ показывают большинство деревьев, то в болотных условиях как правило сходство Сх $\geq 60\%$ показывают менее чем половина деревьев. В нормальных условиях местопроизрастания часть деревьев показывают Сх $\geq 75\%$. Для выяснения, какие деревья наилучше синхронизируются между собой в каждой пробной площади они были распределены на селекционные категории по методике описанной И.Карпавичюсом и В.Раманаускасом (1978). Как показали исследования, деревья отдельных селекционных категорий, имеют неодинаковый процент сходства. Плохо между собой синхронизируются минусовые деревья. В других селекционных категориях деревья синхронизируются почти одинаково, но надо особо выделить средние деревья, так как они составляют подавляющее большинство деревьев, и несмотря на то, хорошо между собой синхронизируются. Чуть хуже между собой синхронизируются деревья из разных селекционных категорий. Необходимо отметить, что в нормальных и болотных условиях можно выделить группу деревьев, которые между собой имеют Сх $\geq 75\%$. Такие деревья составляют только 6-8% от общего числа деревьев на пробной площади. Радиальный прирост групп составленных из таких деревьев показывает такие же самые корреляционные связи с климатическими факторами как радиальный прирост пробной площади в целом. Это может быть одним из приемов для отбора деревьев для дендрохронологических целей, но по своей трудоемкости, используем только при применении ЭВМ.

По фенотипическим признакам распознавать деревья с высоким взаимным сходством $\geq 75\%$ годичного прироста очень трудно, потому, что в такую группу относятся деревья из всех селекционных категорий. Но хорошо то, что почти все деревья отмечены высокосходной динамикой прироста относятся производительным и средним по производительности классам деревьев. Так, практически, можно рекомендовать эти селекционные группы деревьев в первой очереди использовать для построения новых дендрошквал, и в нормальных и в болотных условиях место произрастания.

Одним основным фенотипическим признаком позволяющим распознавать деревья с высокосходной динамикой радиального прироста $\geq 75\%$ является крона. Большинство всех деревьев, около 80% имеющих высокосходную динамику радиального прироста, имеют высоко или средне-поднятые широкие или средней ширины, пирамидные кроны. Из других фенотипических

Таблица I

Сх отдельных деревьев по селекционным категориям (в%)

Селекционные категории	Пробные площади																	
	3		4		5		6		7		8							
	число сравнений $\geq 60\%$	число сравнений $\geq 75\%$	число сравнений $\geq 60\%$	число сравнений $\geq 75\%$	число сравнений $\geq 60\%$	число сравнений $\geq 75\%$	число сравнений $\geq 60\%$	число сравнений $\geq 75\%$	число сравнений $\geq 60\%$	число сравнений $\geq 75\%$								
производительные	190	89,5	14,2	231	72,7	5,2	36	50,0	-	105	41,0	1,9	561	22,4	0,7	3003	52,9	3,1
средние	2278	81,2	-	3570	79,2	8,6	276	54,3	3,2	171	45,6	4,6	496	14,9	-	820	38,0	1,0
условно минусовые	3	100,0	13,3	300	75,6	11,0	253	40,3	0,3	45	47,0	-	163	22,8	0,6	496	61,0	3,2
минусовые	120	75,0	21,7	253	56,9	6,3	45	11,1	-	78	15,4	1,2	21	28,5	-	780	25,7	1,4
производительные с средними	1360	81,8	12,3	1870	66,8	3,9	216	55,1	2,3	285	33,4	2,1	1088	19,4	0,4	3198	41,4	2,0
производительные с условно минусовыми	60	86,7	18,3	550	70,5	5,4	207	45,4	0,9	150	48,0	-	612	22,8	0,9	2496	48,0	2,0
производительные с условно минусовыми	320	76,5	13,4	506	57,7	3,9	90	27,7	1,1	195	22,0	-	238	22,7	0,8	3120	30,0	2,0
средние с условно минусовыми	204	88,2	17,1	2125	74,7	8,3	552	47,4	1,9	190	42,1	1,5	567	18,4	0,1	1312	45,0	2,0
средние с условно минусовыми	1088	73,4	17,6	1965	65,0	6,6	240	27,0	-	247	25,9	0,4	224	18,8	-	1640	61,0	-
условно минусовые с условно минусовыми	48	87,5	25,0	575	70,0	9,2	230	23,5	-	130	23,0	0,7	126	13,4	-	1250	31,0	2,0

признаков можно упомянуть толщину сучьев и высоту грубой коры. Высокоходную динамику имеют деревья с тонкими и средней толщины сучьями и мало поднятой грубой корой. Данные упомянутых фенотипических признаков приведены в таблице 2.

Таблица 2

Фенотипические признаки	Нормальные условия местопроизрастания	Болотные условия местопроизрастания
ширина кроны в м	$\geq 5,2$	$\geq 2,9$
Форма кроны (соотношение между длиной и шириной кроны)	$\geq 2,0$	$\geq 1,6$
Высота ствола до зеленых сучьев в %	≥ 67	≥ 53
Толщина сучьев в см	≤ 7	≤ 3
Высота грубой коры в % от высоты ствола	≤ 30	≤ 30

Для выяснения, как изменяется динамика радиального прироста в разных высотах ствола, деревья на пробной площади № 6 были спилены и взяты спилов с разных высот ствола. Перед этим, деревья были пробурены по двум направлениям, для сравнения данных динамики, полученных из цилиндров, с данными спилов. Спилов взяты с прикомлевой части, в 1,3 м, в 1/4 и 1/2 высотах ствола. Полученные данные Сх между деревьями на разных высотах ствола приведены в таблице 3. По данным таблицы 3 видно, что динамика радиального прироста неодинакова на разных относительных высотах ствола. В частности некоторое несоответствие динамики прироста на разных относительных высотах ствола можно объяснить тем, что цилиндрики взяты и спилов измерены не строго по тем же самым направлениям. Но все таки для синхронизации отдельных деревьев более пригодны данные получаемые при измерении спилов в сравнении с информацией полученной из цилиндров. Использование данных цилиндров, особенно, если взят только один цилиндр с дерева, у сосен произрастающих на болотах, усложняет обнаружение выпадающих годовичных колец и умножает количество ошибок при синхронизации одного дерева с другим по сравнению с соответствующими данными, полученными из спилов. Наиболее хорошо между собой синхронизируются данные спилов из прикомлевой части ствола. Данные полученные из спилов взятых из других частей ствола между собой синхронизируются почти одинаково. Хуже между собой синхронизируются данные полученные из цилиндров. Это можно объяснить тем, что деревья часто имеют асимметрический ствол. Разница между самым большим и самым маленьким радиусом иногда достигает до 50% (в среднем 20-30%). Как показали исследования спилов, самый маленький прирост на болотах Литвы, не всегда бывает с северной стороны. По внешности ствола не всегда возможно установить эту ассиметричность. Поэтому при бурении буровым цилиндром одинаково часто попадают как со стороны с относительно малым приростом так и с относительно большим приростом. При измерении спилов, как правило, подбираются направления с наибольшим приростом, что помогает избежать выпадающих годовичных колец. Этим объясняется, почему данные получен-

Таблица 3

Сравнение Сх в % между деревьями, пробной площади № 6 полученных при использовании цилиндров
и спилов из разных высот ствола

Селекционные категории	цилиндрики	спилы с прикорневой части ствола			спилы с 1,3 м высоты ствола			спилы с 1/4 высоты ствола		
		число срав- нений	$\geq 60\%$	$\geq 75\%$	число срав- нений	$\geq 60\%$	$\geq 75\%$	число срав- нений	$\geq 60\%$	$\geq 75\%$
производитель- ные		105	41,0	1,9	120	61,7	1,6	120	52,5	4,2
средние		171	45,6	4,6	171	58,5	11,1	171	45,6	3,5
условно мину- совые		45	47,0	-	45	57,8	2,2	45	46,6	-
минусовые		78	15,4	1,2	66	53,0	6,0	55	32,7	-
производитель- ные с средними		285	33,4	2,1	304	60,8	6,2	304	44,4	3,3
производитель- ные с условно минусовыми		150	48,0	-	160	51,8	2,0	160	40,6	3,7
производитель- ные с минусовы- ми		195	22,0	-	192	47,4	3,1	176	35,3	5,6
средние с услов- но минусовыми		190	42,1	1,5	190	56,3	8,3	190	49,5	5,2
средние с мину- совыми		247	25,9	0,4	228	60,1	5,7	209	36,8	1,9
условно минусо- вые с минусовы- ми		130	23,0	0,7	120	55,0	0,8	110	32,7	0,9

ные из цилиндров синхронизуются между собой хуже по сравнению с данными спилов. Для избежания ошибок получаемых при синхронизации из-за выпадающих годовичных колец рекомендуется брать по два цилиндрика с одного дерева, особенно в болотных условиях местопроизрастания. При синхронизации двух цилиндров одного дерева из-за более сходной динамики прироста удается легче найти выпадающие годовичные кольца по чем, когда синхронизируются отдельные цилиндрики разных деревьев.

Из сказанного выше можно сделать вывод, что радиальный прирост отдельных деревьев показывает довольно большую индивидуальную изменчивость, особенно в болотных условиях местопроизрастания, неодинаково реагирует на изменения условий микросреды и по этому в дендроклиматологических исследованиях надо использовать не ряды годовичных колец индивидуальных деревьев, а их группы. Это подтверждает и корреляционный анализ радиального прироста с климатическими факторами. Индивидуальные деревья с теми же климатическими факторами показывают то положительные, то отрицательные связи (И.Карпавичюс 1978). По фенотипическим признакам отличить как меняются данные годовичные кольца дерева очень трудно, поэтому при построении дендрошкал из отдельных деревьев для дендроклиматологических целей, могут быть включены деревья с различной реакцией на те же самые условия среды и такая шкала приводит к ложным выводам. Такая возможность исключается, когда шкалы составлены из множества деревьев.

Для изучения как синхронизируются группы деревьев с не одинаковыми фенотипическими признаками, был посчитан Сх между средними кривыми радиального прироста селекционных групп и средней кривой радиального прироста пробной площади. Полученные данные Сх между кривыми селекционных категорий и средней кривой пробной площади приведены на таблице 4.

Таблица 4

Процент сходства (Сх) между селекционными категориями деревьев и пробной площади (в числителе процент сходства, в знаменателе число деревьев)

Селекционные категории	Пробные площади (№)							
	I	2	3	4	5	6	7	8
Производительные	97	97	92	93	97	83	97	95
	28	24	20	23	24	15	37	60
Средние	98	90	100	100	92	83	98	81
	57	32	69	86	24	19	32	41
Условно минусовые	69	76	86	93	-	91	68	90
	3	6	3	24	-	10	19	32
Минусовые	59	76	90	92	71	59	63	90
	3	4	16	22	10	13	6	43

По данным таблицы 4 видим, что процент сходства между рядами повышается когда для исследований берутся не-индивидуальные деревья, а их группы. Но хорошо синхронизируются только ряды групп, если они составлены из достаточного количества деревьев.

Сколько должно войти деревьев в одну группу чтоб получили синхронные данные с данными пробной площади в целом видно из рис. 1 и рис. 2.

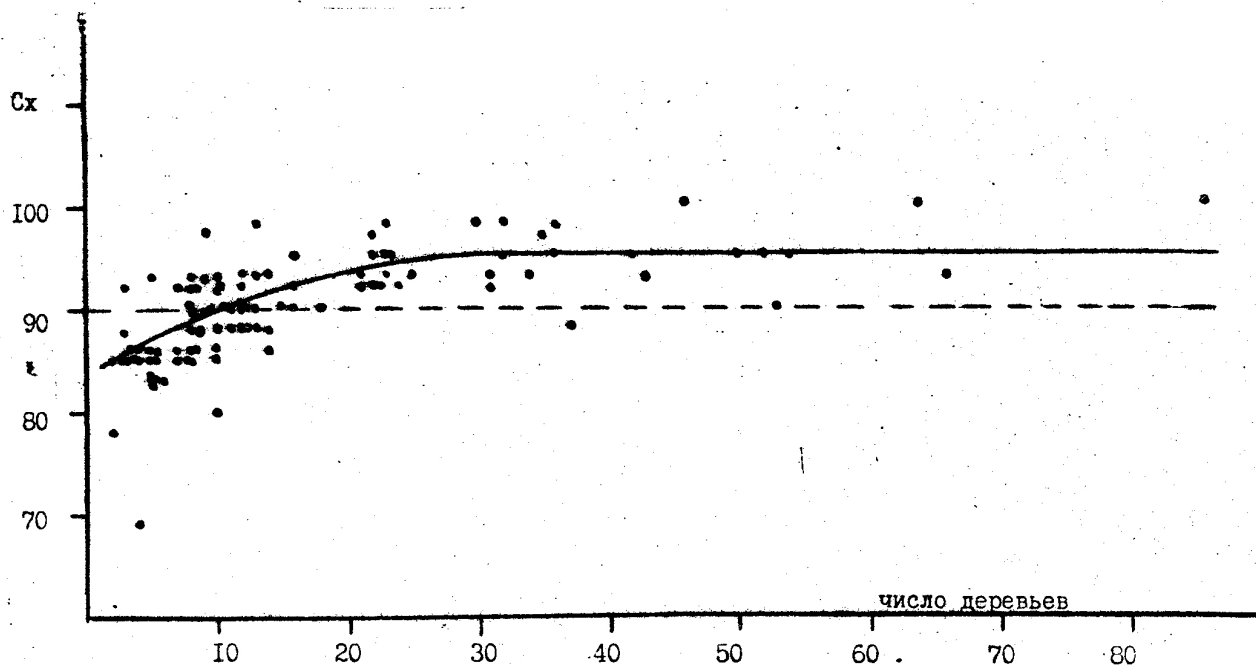


Рис.1. Зависимость процента сходства от числа деревьев
(пр.пл. № 4, нормальные местопроизрастания)

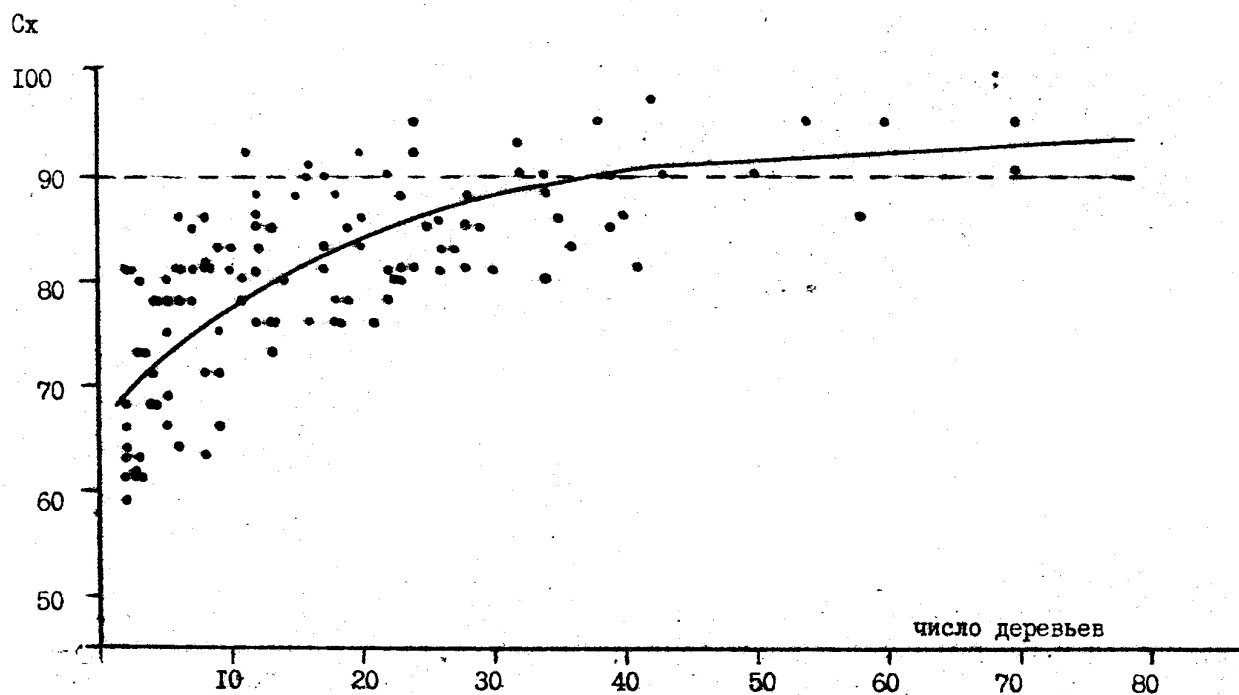


Рис.2. Зависимость процента сходства от числа деревьев
(пр.пл. № 8 болотные местопроизрастания)

Как в нормальных, так и в болотных условиях местопроизрастания с увеличением числа деревьев входящих в группы, увеличивается и процент сходства радиального прироста с пробной площадью. С болотных условий для получения синхронных результатов, относительно необходимо больше деревьев в сравнении с деревьями нормальных условий местопроизрастания. Если в нормальных условиях местопроизрастания $Sx \geq 90\%$ показывают группы из 20 и более деревьев, то в болотных условиях только группы из 24 и более деревьев показывает $Sx \geq 90\%$ и только группы из 42 и более деревьев показывает $Sx \geq 90\%$. Необходимо отметить, что в обеих условиях местопроизрастания были найдены группы деревьев показывающие синхронность рядов годовичных колец с рядами пробных площадей и с меньшим числом деревьев. Это как правило группы деревьев с однородными фенотипическими признаками, но не во всех пробных площадях те же самые группы показывают синхронность с пробной площадью и поэтому их нельзя рекомендовать для других исследователей.

Выходя из выше сказанного, для дендрохронологических исследований в условиях Литвы, рекомендуется использовать дендрошкалы, составленные из не менее 20 деревьев для нормальных и не менее 45 деревьев - болотных условий местопроизрастания. Для создания дендрошкал лучше брать по два цилиндрика (углом не менее 90°) с меньшего числа деревьев, чем по одному с большего числа деревьев.

Довольно одинаковую синхронность показывают и группы деревьев составленные как и по измерениям на цилиндриках, так и измерениям на спилах в разных высотах ствола со соответствующими данными пробной площади в целом (таблица 5).

Таблица 5

Сравнение Sx между селекционными категориями и пробной площадью в целом по данным цилиндров и спилов в разных высотах ствола (пробная площадь № 6)

Селекционные категории	Цилиндрики	Спилы с прикомлевой части ствола	Спилы в 1,3 м высоты ствола	Спилы в 1/4 высоты ствола
Производительные	83	86	83	92
Средние	83	85	73	85
Условно минусовые	91	85	85	88
Минусовые	59	85	78	76

Данные таблицы 5 еще раз подтверждает правило, что для дендроклиматологических исследований надо брать не индивидуальные деревья, а их группы. Результаты исследования коэффициента чувствительности, процента сходства и корреляционного анализа прироста с климатическими факторами показали, что погодичный прирост деревьев зависит не только от климатических факторов, но большую роль играет и взаимоотношение между деревьями. Это и вызывает индивидуальную реакцию в колебаниях г.к. отдельных деревьев. Но так же всегда встречаются очень суровые, или очень благоприятные для радиального прироста годы, на которые почти все деревья реагируют одинаково (например минимум 1940-41 года в условиях Литвы). Поэтому для синхронизации индивидуальных деревьев наиболее пригодны

так называемые скелетные графики, в которых и изображаются так называемые угнетенные годы.

Методики построения скелетных графиков предложены М.Дембровским, К.Тюком (1972), Т.Битвинскасасом (1974) имеют один недостаток. Они хорошо отображают переходы из максимумов в минимумы, или наоборот. Но в минимуме, радиальный прирост бывает и несколько лет, а скелетные графики построенные по этим методикам, как раз этого и не отображают. Этот недостаток исключается, когда скелетные графики строятся по методикам предложенным В.Глоком и Б.Колчиним – по угнетенным годам. Но не менее информативным может быть и максимумы. Поэтому при синхронизации кривых индивидуальных деревьев рекомендуется использовать максимумы радиального прироста.

По полученным данным в условиях Литвы для построения скелетных графиков рекомендуется брать годовичные индексы $\geq 115\%$ и $\leq 85\%$ для нормальных условий местопроизрастания. В условиях болотных местопроизрастаний из-за более высокой чуткости деревьев, годовичные индексы рекомендуем брать $\geq 120\%$ и $\leq 80\%$; особое внимание обращая на совпадение самых сильных минимумов и максимумов. Таким способом построенные скелетные графики позволяют быстрее синхронизировать образцы между собой, так как уже отмечено выше, самые сильные минимумы или максимумы зависящие от климатических факторов, отмечаются почти у всех деревьев.

Оговоренные выше математические формулы хоть и ускоряют синхронизацию кривых, особенно при применении ЭВМ, но ни одна из них вполне не учитывает хода роста между двумя кривыми.

Используя для синхронизации любую из всех ранее упомянутых формул, можно получить ложные выводы, особенно когда анализируется археологический материал. Все эти формулы показывают те места где наилучшее совпадение между кривыми. Но как показал наш проведенный опыт, при сколжении одной кривой в отношении другой, часто находим несколько вариантов имеющих высокий процент сходства. К сожалению, при посчете процента сходства между двумя скользящими кривыми с точно датированным годовичным приростом, наилучший процент сходства не всегда получали при совмещении известных точных календарных дат в обеих кривых. Значит, высокий процент сходства, между кривыми, посчитанный по формулам, не всегда показывает точные календарные даты, а показывает только места, на которые наиболее выгодно обратить внимание при графическом сравнении кривых. Создавая дендрошкалы, только по наибольшему проценту сходства мы иногда можем получить ошибочные шкалы и даты, особенно когда используются одиночные археологические образцы. Поэтому для более точной синхронизации кривых по формулам нужно создать новые методы, или усовершенствовать предложенные, вводя новые дополнительные показатели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Битвинскас Т.Т. Динамика прироста сосновых насаждений Литовской ССР и возможности его прогноза. – Диссертация на соискание ученой степени к.с/х.н., М. 1965, 224 с.

2. Битвинскас Т.Т. Дендроклиматические исследования Л., 1974, 172 с.
3. Вихров В.Е., Колчин Б.А. Основы и метод дендрохронологии.- Сов. археология, № 1, 1962, с.95-112.
4. Карпавичюс И. Сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.) в Литовской ССР.- В сб.: Условия среды и радиальный прирост деревьев, Каунас, 1978, с.12-18.
5. Карпавичюс И., Раманаускас В. Селекционная оценка сосны обыкновенной и индивидуальная изменчивость радиального прироста деревьев (в условиях нормального увлажнения и на болотах).- В сб.: Условия среды и радиальный прирост деревьев, Каунас, 1978, с.81-86.
6. Колчин Б.А. Дендрохронология Новгорода.- МИА СССР, т.3, № 117, 1963, с.5-103.
7. Колчин Б.А., Черных Н.Б. Дендрохронология Восточной Европы.- М., Наука, 1977, 128 стр.
8. Комин Г.Е., Пьянков Ю.А., Шиятов С.Г. Определение сходства между дендрохронологическими рядами.- Экология, № 4, 1973, с.29-34.
9. Пенчев П., Георгиев Н. Дендрохронология метод при изследванията на многогодитните отогни вариации.- Известия на Българското географско дружество, т.VIII (XVIII), 1968, с.117-131.
10. Розанов М.И. Дендрохронологический метод идентификации древесины.- В сб.: Криминалистика и судебная экспертиза, вып.2, 1965, с.259-271.
11. Рудаков В.Е. О некоторых методах установления сходства в колебаниях годовичного прироста деревьев в дендрохронологических и дендроклиматологических целях. - В сб.: Радиоуглерод, Вильнюс, 1971, с.67-69.
12. Феклистов П.А. К методике установления сходства дендрохронологических рядов.- в сб.: Дендроклиматические исследования в СССР, Архангельск, 1978, с.71-72.
13. Dabrowski M., Ciuk K. Materialy do dendrochronologie - znej stratygrafii osady na ostrowku w Opolu.- Archeologia Polski, t.XVII, z.2, 1972, p.445-462.
14. Drewett P.L., Freke D.J. Dendrochronological dating of oak from old Windsor, Berkshire, C.A.D. 650-906.- Medieval Archeology, vol.18, 1974, p.165-172.
15. Ekstein D. Tree-ring research in Europe.- Tree-ring bull., Vol.32, 1972, p.1-18.
16. Ermiš K et al. The degree of similarity of dendrochronological curves as an indicator of site conditions.- Tree-ring bull. Vol.36, 1976, p.1-8.
17. Ferguson C.W. Bristlecone pine. Science and esthetics.- Science, Vol.159, № 3817, 1968, p.839-846.
18. Ferguson C.W. A 7104-year annual treering chronology for bristlecone pine (*Pinus aristata*) from the white mountains.- Tree-ring bull., Vol.29, № 3-4, 1969 p.3-29.
19. Fritts H.C. Tree ring analysis: A tool for water resources research.- IHD bull., № 1, 1969, p.22-29.
20. Fritts H.C. Tree rings and climate.- Academic press, London, New York, San

Francisco, 1976, 567 p.

21. Glock W.C. Principles and methods of tree-ring analysis.- Carnegie Inst.Wash., Publ.486, 1937, 100 p.

22. Glock W.C. Tree growth and rainfall - a study of correlation and methods.- Smithsonian miscellaneous coll., Vol. 111, N 18, 1950, p.1-47.

23. Glock W.C., Agerter S.R. Tree ring dating and reading.- Tree-ring research laboratory, Macalester College, 1964, p.1-15.

24. Glock W.C. Dendrochronology.- Mc Graw-Hill encyclopedia science and technology, Copyright, 1967, p.59-60.

25. Huber B. Über die Sicherheit Jahrringchronologischer Datierung.- Holz als Roh- und Werkstoff, 1943, Jg.6, H 10/12, p.263-268.

26. Huber B., Gieritz V. Central European dendrochronology for the middle ages.- Medieval and renaissance studies contributions, Vol4, 1970, p.201-212.

27. Schove D.J. Cross-dating of Anglo-saxon timbers at old Winsor and Southampton. Medieval Archaeology, Vol. 111, 1959, p.288-290.

28. Schulman E. Dendroclimatic changes in Semi - arid America.- Tucson, 1956, 142 p.