

Т.Т. Битвинскас

О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ СИНХРОНИЗАЦИИ (ВЕРИФИКАЦИИ) В ДЕНДРОКЛИМАТОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ И О ПРИНЦИПАХ КЛАССИФИКАЦИИ И ОТБОРА ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКОГО  
МАТЕРИАЛА

Высокий уровень современных дендроклиматохронологических исследований позволяет проводить поиски и находить удачные теоретические решения, помогающие с помощью математизации и механизации камеральных исследовательских процессов, глубже изучить связи между природными явлениями и закономерностями изменений в радиальном приросте деревьев. Необходимость построения сверхдолгосрочных дендрошкал заставляет нас пересмотреть пригодность методов синхронизации дендрохронологических материалов, поскольку в европейских условиях построить тысячелетние дендрошкалы можно только методом перекрестного датирования. А это значит, что от отбора дендрохронологического материала и удачного решения вопросов синхронизации (сопоставления годичных колец во времени) зависит весь успех задуманных исследований. Попробуем оценить пригодность некоторых методов и конкретные трудности, связанные с их применением в исследовательской практике.

Известно [1], что высокие корреляционные связи получаются между сопоставленными сериями ширины годичных колец частей (спилы) ствола одного и того же дерева (коэффициенты корреляции 0,88-0,97), динамика же прироста сучьев со стволовой древесины, а тем более динамика прироста различных деревьев характеризуются низкими корреляционными коэффициентами, не превышающими, как правило, величины +0,6.

Для синхронизации годичных колец оказывается приемлемым использование метода процента противоположных интервалов „G“ - *Gegenlaufigkeit* Хубера [2]:

$$G = \frac{n^+ \cdot 100}{n - 1} \quad (1)$$

В настоящее время [3, 4] с успехом применяется несколько измененная форма (1) - формула процента сходства кривых  $C_x$ , которая отличается от [1] тем, что рассчитывается не количество противоположных, а сходных интервалов:

$$C_x = \frac{n^+ \cdot 100}{n - 1} \quad (2)$$

В формулах (1) и (2)  $n^+$  - число противоположных сопоставленных интервалов,  $n$  - число сходных интервалов,  $n$  - число сопоставленных годичных колец.

Процент сходства широко используется как для синхронизации дендрохронологических данных, так и при сопоставлении данных изменчивости радиального прироста с данными других природных явлений, например, с изменчивостью отдельных климатических факторов. Если амплитуда изменчивости сравниваемых кривых или цифровых рядов одинакова, можно провести параллель между процентом сходимости и коэффициентом корреляции сравниваемых данных. В случаях, когда  $C_x$  равен или близок 100 %, то  $C_r$  (коэффициент корреляции) приближается к 1. В случае, если  $C_x = 50$  %, коэффициент корреляции близок к нулю, а в случаях, когда  $C_x$  стремится к 0 %,  $C_r \rightarrow -1$ .

Большой интерес представляет и изучение вопроса о том, насколько изменчивость

ширины годичных слоев отдельных деревьев по определенным календарным годам совпадает с изменчивостью средней ширины годичного слоя насаждения.

Изучение нами погодичной изменчивости ранней и поздней древесины между отдельными деревьями на пробной площади № 3 (Палангское лесничество Кретингского лесхоза, условия местопроизрастания В<sub>2</sub>-С<sub>2</sub>), и сравнение ее с изменчивостью ранней и поздней древесины насаждения, позволило определить, что процент схождения в семи случаях из 16-ти составлял величины от 68 до 92 %. В пяти случаях процент сходимости был ниже 50 %; в четырех случаях высокий процент сходимости по интервальной изменчивости годичных слоев имел связь с повышением радиального прироста, в трех случаях – с понижением.

Небезынтересно сопоставить величины процента сходимости поинтервальной изменчивости радиального прироста определенных календарных годов со статистическим критерием „t” – достоверностью разности средней ширины годичных слоев насаждения (табл. I).

Таблица I

Процент сходимости и достоверность разности по данным ранней древесины сосняка чернично-кисличника (в условиях местопроизрастания В<sub>2</sub>-С<sub>2</sub>) в Палангском лесничестве, Кретингского района Литовской ССР (пр.пл. 3).

| Годы    | 1948 | 1949 | 1950 | 1951 | 1952 | 1953 | 1954 | 1955 | 1956 | 1957 | 1958 | 1959 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $C_x$ % | 76   | 76   | 56   | 40   | 84   | 52   | 56   | 92   | 80   | 48   | 44   |      |
| t       | 2,20 | 1,87 | 0,89 | 0,91 | 2,98 | 1,34 | 0,42 | 2,44 | 1,22 | 1,09 | 1,02 |      |

Как видим по сопоставленным данным, высокому проценту сходимости поинтервальной изменчивости, как правило, соответствует высокая достоверность разности и наоборот – малому проценту схождения соответствует малая достоверность разности. Поскольку процент схождения вычислять гораздо проще и легче, очевидна и полезность его расчета в целях определения межслойных интервалов, наиболее пригодных для синхронизации годичных слоев древесины, особенно в тех случаях, когда даты отложения годичных слоев нам неизвестны или сомнительны.

Общую сходимость ряда кривых, сопоставленных за определенный промежуток времени, можно определять следующим путем:

$$C_{x_n} = \frac{C_{x_1} + C_{x_2} + C_{x_3} + \dots + C_{x_{n-1}} + C_{x_n}}{n} \% , \quad (3)$$

где n – число сопоставленных кривых.

На пробной площади № 3 общая сходимость годичного прироста составляла 62,0 %. Эта цифра свидетельствует о том, что изменчивость годичного прироста у отдельных деревьев все-таки очень большая и сравнительно мало сходная с изменчивостью радиального прироста целого насаждения. Аналогичные результаты  $C_x = 61,5$  %, получаются непосредственным сравнением кривой радиального прироста насаждения с кривыми прироста отдельных деревьев при использовании обычной формулы процента схождения.

Слиг всех кривых радиального прироста отдельных деревьев в отношении средней ширины годичных слоев насаждения на год или нескольких лет – то есть "сознательная" ошибка при сопоставлении годичных слоев по календарным годам приводит к тому, что  $C_x$  годичных слоев деревьев в отношении эталона резко падает и в подавляющем большинстве случаев бывает равен или ниже 50 %. Поэтому процент схождения кривых является одним из наиболее объективных способов синхронизации годичных слоев деревьев. По нашему опыту, следует сопоставлять для одновременной синхронизации не менее 20-ти годичных слоев. Если приходится прослеживать на образцах древесины участки, в которых явно находятся двойные или выпадающие годичные

кольца, целесообразно сопоставлять дендрохронологические данные способом скользящих через каждые 5–10 лет.

Сотрудники известного дендрохронолога Губера предложили проект синхронизационной машины, которая была построена и успешно использована [5]. Теперь известны и другие модели таких машин.

Методика синхронизации кривых по методу определения сходимости кривых себя оправдала в условиях Западной Европы, где динамика ширины годовых колец имеет, как правило, довольно плавный характер. На континенте Северной Америки, где дендрохронологические работы были начаты в засушливых районах страны, синхронизация древесных образцов производилась с использованием так называемых минимум-диаграмм. Они основаны на том положении, что при довольно резких (континентальных) изменениях климатических условий для синхронизации годовых колец особенно пригодны наиболее узкие годовые слои, отмечающиеся на специальных диаграммах в виде линий. Так были построены для синхронизации "скелетные графики", широко использованные Дугласом и его учениками [6].

Своеобразные рисунки минимум-диаграмм (скелетных графиков), характеризующие изменчивость радиального прироста деревьев в определенных периодах времени, стали довольно удобным шаблоном для проверки точности синхронизации дендрохронологических данных. Особенно хорошо было оправдано их использование в тех природных районах, где отдельные климатические факторы (осадки или температурные условия) ограничивали темпы и величину годового прироста.

В.Е. Вихров и Б.А. Колчин [7] в дендрохронологических исследованиях древнего Новгорода сочетали использование полулогарифмических графиков со скелетными графиками. Если Глок [6] относительно узкие годовые кольца отмечал в виде линий относительных масштабов (чем уже кольцо, тем длиннее линия), которые часто имели субъективный характер, то Б.А. Колчин начал составлять скелетный график, или как он назвал, спектр угнетений, на основании всех изученных графиков роста; в нем фиксировались лишь те угнетения, которые повторяются десятки и сотни раз в большинстве сопоставленных графиков. Масштаб линий в спектре должен отражать два значения: первое – это повторяемость данного угнетения и второе – относительную величину этого угнетения. При максимальном сочетании этих двух значений, т. е. большое угнетение и наличие его абсолютно на всех соответствующих графиках, на спектр наносится 100 %-ая жирная линия. В зависимости от изменений этих значений, линия спектра уменьшается в пропорциях  $3/4$ ,  $1/2$ ,  $1/4$ ,  $1/8$ . Как подчеркивают В.Е. Вихров и Б.А. Колчин [7], такой спектр может быть универсальным шаблоном для быстрого определения календарной даты рубки любого бревна, после замера на нем величины годовых колец.

До сих пор среди дендрохронологов преобладает мнение, что именно узкие (угнетенные) годовые кольца являются наилучшими указателями календарных годов. Но это мнение неправильное. Дело в том, что при достаточно большом дендрохронологическом материале, если дендрошкала создана по многим десяткам и сотням образцов древесины, собранных в сравнительно однородных условиях местопроизрастаний, сам график индексов или график средней ширины годовых колец является достаточно надежным средством синхронизации кривых прироста деревьев. Если сравниваются деревья с одинаковых или сравнительно сходных условий местопроизрастания, все методы для синхронизации хороши: и процент сходимости, и скелетные графики, и спектры угнетений. Однако первичным средством сравнения пока остаются графики ширины годовых слоев древесных образцов, другие же методы, являясь производными первого, только исключают некоторые мешающие дендроклиматологическому изучению факторы (например, возраст), облегчают синхронизацию образцов и позволяют установить количественные связи с климатическими

## ДЕНДРОКИМАТОЛОГИЧЕСКОЕ КЛАССИФИКАЦИОННОЕ ПРИРОСТА ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ

| Четкость реак-<br>ции годичного<br>прироста на<br>изменение кли-<br>матических<br>факторов |                                                               |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                         | Классы величины прироста (по относительной ширине годичных слоев) |              |             | За прошлые периоды |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|--------------------|
|                                                                                            |                                                               |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                         | За последнее 20-30-летие                                          |              |             |                    |
|                                                                                            |                                                               |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                         | I (большой)                                                       | II (средний) | III (малый) |                    |
| а                                                                                          | Четкая реакция                                                | большой                                                                                                                                                                   | большой или средний                                                                                                                                                       | большой или средний                                                                                                                                                     | Прирост за прошлое время<br>Методы верификации                    |              |             |                    |
|                                                                                            |                                                               | Процент сходства ( $C_x$ ) 90-70<br>По общей изменчивости ширины годичных слоев дерева и данным соот-<br>ветствующих дендрошкал или скелетных графиков                    | Процент сходства ( $C_x$ ) 90-70                                                                                                                                          | Процент сходства ( $C_x$ ) 90-70<br>По наибольшим интервалам ширины<br>г. сл. дерева и соответствующим<br>дендрошкалам и скелет-<br>ным графикам.                       |                                                                   |              |             |                    |
| б                                                                                          | Менее четкая<br>реакция                                       | очень хорошо                                                                                                                                                              | хорошо                                                                                                                                                                    | хорошо                                                                                                                                                                  | Прирост за прошлое время<br>Методы верификации                    |              |             |                    |
|                                                                                            |                                                               | Неравномерный, возрастающий                                                                                                                                               | Неравномерный, возрастающий или<br>снижающийся                                                                                                                            | Малый                                                                                                                                                                   |                                                                   |              |             |                    |
| с                                                                                          | Реакция не-<br>четкая                                         | хорошо                                                                                                                                                                    | удовлетворительно                                                                                                                                                         | удовлетворительно                                                                                                                                                       | Прирост за прошлое время<br>Методы верификации                    |              |             |                    |
|                                                                                            |                                                               | Процент сходства ( $C_x$ ) 65-55<br>По наибольшим интервалам ширины г. сл. дерева и соответствующими дендрошкалами и скелетными графиками                                 | Процент сходства ( $C_x$ ) 65-55                                                                                                                                          | Процент сходства ( $C_x$ ) 65-55<br>По наибольшим интервалам ширины<br>г. сл. дерева и соответствующими дендрошкалами и скелет-<br>ными графиками                       |                                                                   |              |             |                    |
| д                                                                                          | Имеется случаи<br>выпадения го-<br>дичных слоев               | удовлетворительно                                                                                                                                                         | удовлетворительно                                                                                                                                                         | верифицируется неудовлетворительно                                                                                                                                      | Прирост за прошлое время<br>Методы верификации                    |              |             |                    |
|                                                                                            |                                                               | Как правильно большой или средний<br>По некоторым наибольшим интервалам ширины г. сл. дерева периодов относительно хорошего роста и соответствующими скелетными графиками | Как правильно большой или средний<br>По некоторым наибольшим интервалам ширины г. сл. дерева периодов относительно хорошего роста и соответствующими скелетными графиками | Как правильно средний или малый<br>По некоторым наибольшим интервалам ширины г. сл. дерева периодов относительно хорошего роста и соответствующими скелетными графиками |                                                                   |              |             |                    |
| е                                                                                          | Прирост по-<br>длинству в по-<br>следних годах<br>прекратился | хорошо                                                                                                                                                                    | хорошо                                                                                                                                                                    | удовлетворительно                                                                                                                                                       | Прирост за прошлое время<br>Методы верификации                    |              |             |                    |
|                                                                                            |                                                               | Как правильно-большой                                                                                                                                                     | Как правильно-большой или средний                                                                                                                                         | Как правильно - средний или малый                                                                                                                                       |                                                                   |              |             |                    |
|                                                                                            |                                                               | Процент сходства ( $C_x$ ) 50                                                                                                                                             | Процент сходства ( $C_x$ )                                                                                                                                                | Процент сходства ( $C_x$ ) 50                                                                                                                                           |                                                                   |              |             |                    |
|                                                                                            |                                                               | По некоторым большим интервалам годичных слоев в периодах хорошего роста и скелетными графиками, по проценту сходства - в более ран-<br>ний период                        |                                                                                                                                                                           | Верифицируется только при нали-<br>чии широкой амплитуды колебаний<br>годичных слоев в более ранних<br>периодах с помощью скелетных<br>графиков                         |                                                                   |              |             |                    |

факторами. Дело несколько усложняется, когда в дендрошкалу попадает сравнительно неоднородный по типологическому происхождению дендрохронологический материал, или когда с дендрошкалой сравниваются древесные образцы деревьев, росших в резко отличающихся местопроизрастаниях. У дендрохронологов, работавших с образцами древесины неизвестных дат рубки, таких образцов древесины, "не находящих себе места" в созданной дендрошкале, всегда имеется не менее 15-20-ти %. Опыт нашей работы позволяет определить, что в синхронизации подходит большинство дендрохронологических образцов с деревьев росших когда-то на сухих, свежих и влажных минеральных почвах (в пределах, понятно, одной древесной породы). Не поддаются сравнению (синхронизации) образцы древесины и дендрошкалы с резко различных местопроизрастаний. Для болотной сосны, например, необходимо создавать специальные дендрошкалы.

На основании созданных дендрошкел, мы рассчитали спектры изменчивости годовых слоев для совокупностей насаждений, растущих на различных местопроизрастаниях [3]. В отличие от спектров угнетений Б.А. Колчина, в спектрах изменчивости годовых слоев совокупностей насаждений довольно детально (погодинно) графически отмечается средняя степень изменчивости (величина интервалов) ширины годовых слоев в каждом году, независимо от того, являются ли они снижающимися или повышающимися. Нами было выделено 7 степеней изменчивости в интервалах годовых слоев. Степень изменчивости выражена, как разность годовых индексов в %: 1) 0-1 %, 2) до 2 %, 3) 3-5 %, 4) 6-10 %, 5) 21-30 %, 6) 31-40 %, 7) более 40 %.

На рис. 1. показаны спектры изменчивости годовых слоев сосны, растущих на свежих (нормально увлажненных) условиях местопроизрастаний В<sub>2</sub>-С<sub>2</sub>. Как видно из рис. 1 (графики 1, 2, 3) особенно сильно выделяется резкое падение прироста с 1939 на 1940 год. Именно этот интервал годовых приростов служит верным признаком того, правильно ли датируются годовые кольца сосны с 1940 года до наших дней. Спектр изменчивости годовых слоев сосны, взятой в Воронежской области (Воронежская лесная опытная станция) (рис. 1, график 4), хотя со сходных условий местопроизрастания, ничего общего с графиками 1, 2, 3 не имеет, кроме повышенной амплитуды колебаний радиального прироста в определенных периодах времени.

Для сосны обыкновенной, растущей на болотах (рис. 2), безошибочно проверить датированные годовые кольца помогает резкий интервал (падение прироста) с 1946 к 1947 году.

Можно ли классифицировать прирост деревьев по особенностям его изменчивости? Известно, что годовые кольца отдельных деревьев неодинаково отражают закономерности изменчивости прироста совокупностей лесонасаждений. Четкость реакции радиального прироста дерева на влияние комплексов климатических факторов для дендрохронологов и дендроклиматологов наиболее желательное свойство выбранных ими для исследования деревьев. Не менее желательным свойством для дендроклиматохронологических исследований является и относительно широкая, или хотя бы удовлетворительная, ширина исследуемых годовых колец. Процент сходства может быть тем критерием, который помогает определить пригодность дерева (вернее пригодность изменчивости радиального прироста) для дендроклиматологических исследований.

В предложенной нами схеме [3] дендроклиматологической классификации прироста деревьев сосны (табл. 2) по величине радиального прироста за настоящий и прошлый периоды выделяются классы прироста: I, II, III. По четкости реакции прироста дерева на изменение климатических факторов выделяются также три группы - а) деревья, четко реагирующие на изменение климатических факторов, б) менее четко реагирующие; в) деревья нечетко реагирующие на изменение макросреды (климатических факторов). В отдельные подгруппы выделяются также деревья, у которых в некоторые годы выпадают годовые кольца (d), а также деревья, прирост которых по диаметру

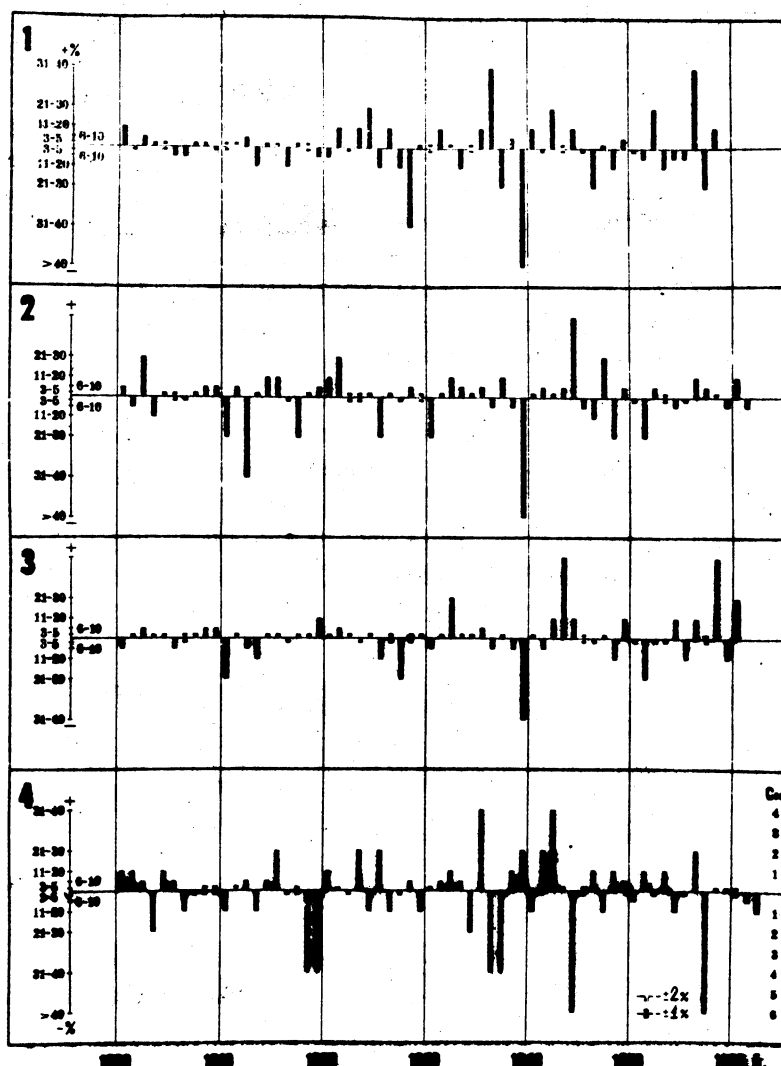


Рис. 1. Спектры изменчивости ширины годичных слоев на почвах нормального увлажнения (сосняков чернично-брусничных,  $A_2-B_2$ ): в лесничестве Палаангос Крестинского лесхоза (1); в лесничестве Курас Каунасского лесхоза (2); в лесничестве Глушо Варонайского лесхоза Литовской ССР (3); спектр изменчивости прироста сосняка черничного-кисличника ( $B_2-C_2$ ) в Воронежском гос. заповеднике (4).

в последние годы прекратился (е). Таким образом, в зависимости от целей исследований, по предложенной нами схеме дендроклиматологической классификации прироста, можно выделять до 18-ти подгрупп учетных деревьев.

Поскольку динамика прироста у разных древесных пород, в различных местопроизрастаниях, в разных районах страны несомненно имеет свои особенности, выделять отдельные классы прироста можно только при наличии некоторого опыта изучения дендрохронислогических образцов древесины. Средством изучения сходства радиального прироста деревьев к выбранным эталонам (дендрощкалам) в первом приближении может служить очевидное сходство изменчивости прироста. Уточнение класса прироста дерева производится камерально, оценкой процента сходства прироста, синхронизацией годичного прироста по созданным скелетным графикам, по некоторым наибольшим интервалам ширины годичных слоев или спектрам изменчивости годичных слоев. Во многих случаях при наличии массового исследова-

тельного материала целесообразно сомнительные образцы древесины или неподходящие по классу прироста образцы не учитывать.

Рассмотрим практические возможности применения схемы дендроклиматологической классификации прироста деревьев для тех или других целей<sup>х)</sup>.

Для исследований изменения и колебания климатических условий по средней из-

<sup>х)</sup> Во всех обсуждаемых ниже возможностях в первую очередь имеется в виду использование деревьев сосны обыкновенной

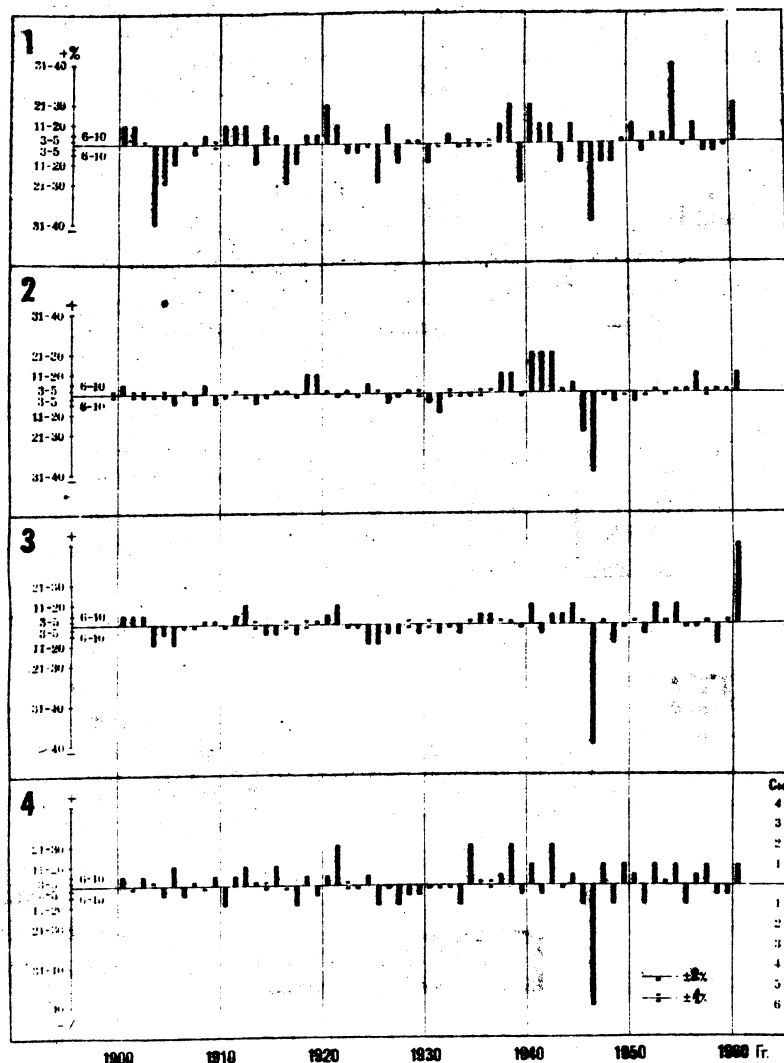


Рис. 2. Спектры изменчивости ширины годичных слоев в болотных сосняках (*P.m.sph.* A<sub>4-5</sub>-B<sub>4-5</sub>) Литовской ССР: в лесничестве Вижуну Рокишского лесхоза (1); в лесничестве Грамутес Зарасайского лесхоза (2); в лесничестве Анталелес Швенчонельского лесхоза (3); в Каунасском лесхозе и в Дубравской лесоопытной станции (4).

ции почв, удобрений, различных рубок и изреживания древостоев, посева липина и т. п.) следует изучать деревья с классами прироста Ia, Ib, IIa, IIb, Ic, IIc, IIIa.

Для исследований отрицательного влияния среды на прирост древесины: энтомофитовредителей и болезней, увоза лесной подстилки, лесных пожаров, влияния дыма и газов, для установления периодов интенсивного самоизреживания древостоев, следует использовать классы прироста Ia, Ib, Ic, IIa, IIb, IIc, IIIa, IIIb, а также деревья с выпадающими годичными кольцами и деревья, прекратившие радиальный прирост — классы Iad, Iae, IIad, IIae, IIIad и другие. Как видим, в данных исследованиях приходится учесть закономерности изменчивости прироста всех групп деревьев и в этом отношении они являются наиболее сложными и можно сказать, прецизионными исследованиями.

Для дендрохронологических исследований, проводимых в археологических раскопках или в старинных зданиях и т. п., используются образцы древесины с классами

менчивости ширины годичных слоев (без специальной обработки приростных данных принятыми в дендроклиматологии методами) целесообразно использовать классы прироста деревьев Ia, Ib, IIa, IIb. В исключительных случаях — чувствительные к условиям среды деревья класса прироста IIIa. Следует указать, что этот класс деревьев особенно ценится американскими дендрохронологами при изучении и выявлении наиболее длинных вековых и многовековых климатических ритмов и именно этому классу принадлежит большинство многовековых и тысячелетних деревьев.

Для составления дендрошкала (расчета годичных индексов) целесообразно исследовать образцы древесины классов прироста Ia, Ib, IIa, IIb (Ic).

Для исследования влияния лесохозяйственных мероприятий на прирост деревьев (мелиора-

прироста Ia, IIa, (IIIa), реже - классы прироста Ib, IIb, совсем непригодны образцы древесины подкласса "е" с "выпадающими" годовыми кольцами.

Дендроклиматохронологическая лаборатория в счетно-вычислительном центре АН Литовской ССР синхронизирует дендрохронологические материалы на ЭВМ марки БЭСМ-4. Для одного из опытов были использованы 9 образцов дубовой древесины - спилов, взятых из старинной мостовой, открытой при проведении газопровода на Вильнюсской улице г. Каунас, во второй сравниваемой серии образцов - 16 образцов древесины сосны - спилов досок той же самой мостовой. Синхронизировались данные радиального прироста также 27 спилов еловых и 4 спила сосновых бревен, взятых во время капитального ремонта здания Ратуши г. Каунас и 10 спилов, взятых из стволов дубов, извлеченных из песчанно-гравийных отложений реки Нерис около г. Сморгонь.

Синхронизировались данные средней ширины годовых колец каждого образца по методу процента сходимости. Первым приемом сопоставлялись 20 интервалов годовых слоев одного и другого ряда. Вторым приемом второй ряд данных годовых слоев будет сдвинут в отношении другого на 22 годовых слоя или 21 интервал, третьим приемом - на 23 годовых слоя или 22 интервала и т. д. Последним приемом сравниваются первые двадцать один годовых слоев первого ряда с последними 21 годовыми слоями второго ряда годовых слоев.

По составленной программе процент сходимости рассчитывается скользящим образом с шагом в один год для каждого 21-летия. Таким образом, исчерпывающие данные о величине связи сравниваемых кривых можно получить для любых отрезков сравниваемых данных радиального прироста продолжительностью за 21 год и среднее за весь период.

К примеру, были сопоставлены два образца сморгонских дубов. Наибольшие проценты сходимости были при 60, 159 и 180 сопоставлении. В сопоставлении № 60 средний процент сходства имел среднюю величину 59,2 %, в № 159 - 62,0 %, № 180 - 57,5 %. В сопоставлении № 60 из 60 возможных случаев в 40 случаях  $S_x$  по скользящим двадцатилетним интервалам были выше 60 %, а 14 выше 70 %, в то время как в сопоставлении № 159 случаев  $S_x$  выше 60 % было 62, выше 70 % - 25 раз, а для периода 27 лет  $S_x$  был выше 80 %. При сопоставлении № 180 21-летние проценты сходства выше 60 % были в 56 случаях и выше 70 % - в 27 случаях а для периода 47 лет выше 80 %.

Необходимо отметить, что из 307 возможных сопоставлений средний процент сходства был выше 50 % в 60 случаях. Действительное совпадение по годам может быть только один раз (может даже случиться так, что все годовые кольца возникли в разные календарные года). Однако синхронизируя годовые кольца с помощью метода процента сходства встречаемся со случаями псевдосходимости или псевдосходства. В дендрохронологической литературе встречаемся с утверждениями, что закономерности изменчивости радиального прироста хронологически (одинаковыми ритмами) не повторяются, что всегда в том или ином цикле, большом или малом, имеются какие-то варианты сочетаний узких и широких колец-микроциклы, делающие циклы непохожими друг на друга и которые ни через 400 или даже 500 лет не повторяются [8].

Как было указано выше, высокий процент сходства показывают сопоставленные дендрохронологические материалы из деревьев росших одновременно, в том самом районе и в одинаковых условиях среды. Но к сожалению, наиболее часто дендрохронологам приходится синхронизировать цифровые материалы, полученные из отдельных или небольших групп образцов древесины, с неизвестных условий местопроизрастаний и неизвестных периодов времени. Изучение внутренних связей этих материалов часто не дает желаемых высоких процентов сходства. С другой стороны, при изучении численных материалов с помощью ЭВМ было обнаружено, что псевдосходимость или

псевдосинхронность кривых есть настолько распространенная статистическая закономерность, что с ней нельзя не считаться.

Сопоставление данных 26 образцов древесины еловых бревен, полученных во время ремонта Каунасской Ратуши (67000 вариантов) показало, что средние  $C_x$  сопоставляемых кривых довольно закономерно распределяются по кривой Гаусса (рис. 3).

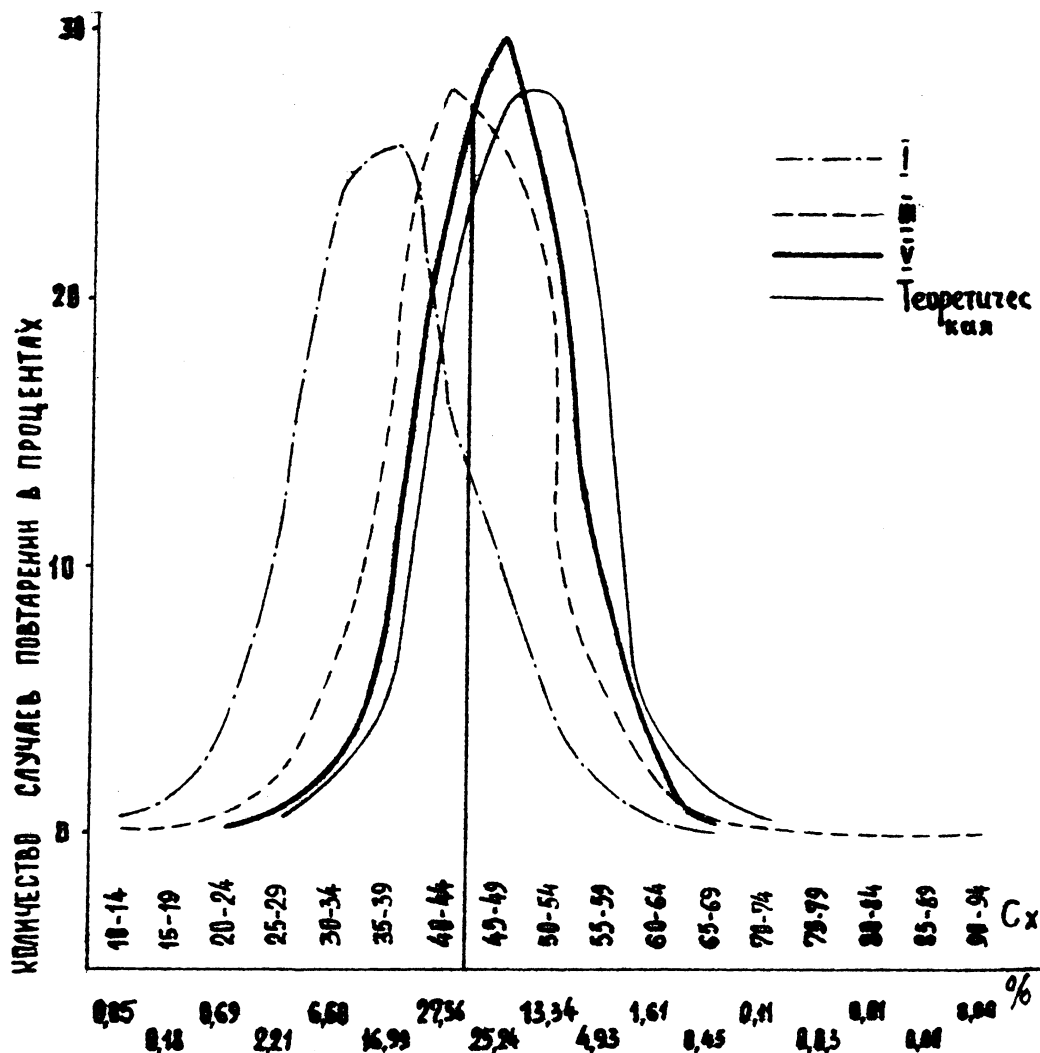


Рис. 3. Количество повторений величин процентов сходства при машинном сопоставлении (синхронизации) образцов древесины: дубовой (древняя мостовая Вильнюсской улицы в г. Каунасе) (I); еловой древесины, взятой из бревен после ремонта Каунасской Ратуши (II); дубовой – спилов стволов деревьев из песчано-гравийных карьеров около реки Вилия (Сморгонский район БССР) (III).

Данные рис. 3 говорят о том, что в действительности существует явный сдвиг "налево", то есть преобладающее количество средних процентов сходства падает на величины 40–44 процентов (почти 53 % случаев), в то время как 45–55 процентов **средней сходимости** были только в 38,5 % случаев. Среднее распределение данных идет примерно через 43–44 процента сходимости, когда теоретически линия среднего распределения должна идти через 50–51 %. Также часть сопоставлений явно показывают довольно значительную положительную корреляцию изменчивости дендрохронологических данных (свыше 2 % сопоставлений имеет средний процент сходимости 60–69 %, 0,15 % – свыше 70 % (т. е. большинство из них – псевдосинхронны) и большая часть

- отрицательную ( $C_x$  величиной 30-39 % было более 33 % из 100, больше 3 % случаев имели проценты сходимости ниже 29 %).

Еще более влево сдвинута кривая, представляющая данные процентов сходства дубовых образцов из старой мостовой г. Каунаса. Также сильно сдвинут влево и максимум процентов сходства при сопоставлении "сморгоньских" дубов. С другой стороны, и в этих сопоставлениях во многих случаях замечена псевдосходимость кривых.

Как видим, верификация (синхронизация) дендрохронологически ценных образцов является довольно трудной задачей. Использование методики "процента сходимости (сходства) кривых" из-за "эффекта псевдосходимости", должно быть подкреплено другими методами. Во первых, при перекрестном датировании должны быть широко использованы методы радиоуглеродного датирования, а также принципы верификации по спектрам изменчивости годовичных колец деревьев и насаждений. Желательно в дальнейшем при использовании ЭВМ ввести новые синхронизационные показатели, учитывающие принцип синхронности по проценту сходства, а также спектры изменчивости годовичных колец одновременно.

В дендроклиматологических исследованиях, кроме понятия "четкость изменчивости прироста к климатическим условиям", еще используется понятие "чуткость дерева к условиям среды" [9]. Чуткость дерева к условиям среды можно выразить следующей формулой:

$$Ч_k \% = \frac{(i_1 - i_2) + (i_2 - i_3) + \dots + (i_{n-1} - i_n) \cdot 100}{i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_{n-1} + i_n} \quad (4)$$

где  $i_1, i_2, \dots, i_n$  - ширина очередных годовичных слоев,  $Ч_k$  - чуткость дерева к условиям среды.

Упрощенно эту формулу можно выразить так:

$$Ч_k \% = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta i \cdot 100}{\sum_{i=1}^n i}, \quad (5)$$

где  $\Delta i$  - разности ширины соседних годовичных слоев дерева, независимо от того, положительной или отрицательной она является;  $\sum_{i=1}^n i$  - сумма годовичных слоев деревьев за весь исследуемый период.

На пробной площади сосны № 129 (лесничество Глукас Варенского лесхоза) была изучена чуткость 54-х деревьев к условиям среды по выше приведенной формуле и процент сходимости ширины годовичных слоев этих деревьев к эталону - дендрошкале сосновых насаждений Варенского лесхоза.

Наивысшая чувствительность (чуткость) деревьев определилась цифрой 29,6 % наименьшая - 13,8 %. Наивысшей чувствительностью отличались деревья с наибольшей амплитудой погодичной изменчивости годовичных колец по отношению к их общей ширине. Можно было бы предполагать, что наиболее чувствительные деревья должны были бы наиболее четко отобразить влияние климатических условий. Оказалось, что это не совсем так.

Из 54 деревьев на пробной площади № 129 четко (процентом сходства выше 60 %) и чутко ( $Ч_k$  выше 25 %) реагирующих оказалось только 3 дерева. Деревьев же чутко реагирующих на изменение среды, но нечетко реагирующих на изменчивость климатических условий ( $C_x = 55$  %) было найдено 11. Деревьев, которые сравнительно хорошо реагировали на изменение климатических условий, но были мало чувствительными к среде ( $Ч_k = 17,5$  %) было только 2, а 4 дерева плохо реагировали на изменения как макро, так и микроусловий (были малы как  $C_x$ , так и  $Ч_k$ ). Явных связей между чуткостью и четкостью деревьев различной крупности и различных по величине продуцируемого прироста было не обнаружено.

При сопоставлении величин сумм радиального прироста деревьев и их чуткости к условиям среды явной связи не обнаружилось. Наибольшую и наименьшую чувствительность

все-таки показали деревья со средним приростом, но это только тенденции, не позволяющие сделать каких-либо более достоверных выводов. Значит можно выделить чуткие деревья, четко реагирующие на изменчивость радиального прироста целых совокупностей насаждений, а также деревья, чутко реагирующие на условия среды, но нечетко реагирующие своим приростом на изменение макроклиматических условий.

Как видно из сказанного выше, нельзя смешивать понятия чуткости дерева к условиям микросреды и понятия четкости годичных колец к изменчивости климатических условий (макросреды). Желательно конечно, чтобы деревья, выбираемые для дендроклиматологических исследований отличались и высокой чуткостью и высокой четкостью. Этими свойствами могут отличаться деревья различных рангов как по возрасту, по диаметру, положению в древостое, так и по величине прироста. Но только небольшая часть деревьев в древостое обладают этими признаками в высокой степени. Поэтому при работе с ограниченным количеством дендроклиматологического материала нужно научиться объективно оценивать пригодность его для получения достоверных научных выводов.

#### Литература

1. М. И. Розанов. Криминалистика и судебная экспертиза, 2, Киев, 1965.
2. В. Huber. Holz als Roh-und Werkstoff, 6, 263, 1943.
3. Т.Т. Битвинскас. Динамика прироста сосновых насаждений Литовской ССР и возможности его прогноза. Автореферат диссертации, М., 1966.
4. D. Eckstein und J. Bauch. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 114, Hamburg, 1969.
5. W. Jazewitsch, H. Siebenlist und G. Bettag. Ber.Dtsch.Bot., 69, Berlin, 1956.
6. W. Glock, Principles and methods of tree-ring analysis. Carnegie Inst. Wash., Publ. 486, 1937.
7. В.Е. Вихров, Б.А. Колчин. Советская археология, № I, М., 1962.
8. Б.А. Колчин. Дендрохронология восточной Европы, Институт Археологии АН СССР, Изд-во Наука, М., 1965.
9. J. Weitland. Jahringchronologische Untersuchungen an Laubbaumarten Norddeutschlands, Diss., Hamburg, 1960.