

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ СУДЕБНЫХ ЭКСПЕРТИЗ

Для служебного пользования

Экз. №

ПРОБЛЕМЫ
ЭКСПЕРТИЗЫ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Москва — 1972

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ СУДЕБНЫХ ЭКСПЕРТИЗ

ПРОБЛЕМЫ
ЭКСПЕРТИЗЫ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Москва — 1972

Ответственный редактор
канд. юрид. наук М. И. Розанов

Канд биол. наук
С. Г. ШЯТОВ

(Ин-т экологии растений и животных
Уральского научного центра АН СССР)

ДЕНДРОХРОНОЛОГИЯ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ

В настоящее время методы дендрохронологии широко используются при ретроспективном анализе различного рода природных явлений и событий, которые вызвали изменение качественных и количественных характеристик годичных слоев прироста древесины или приводили к гибели целых деревьев либо отдельных их частей. Это связано, во-первых, с долголетием древесных растений и их способностью ежегодно откладывать слои прироста, что обеспечивает высокую точность датировки колец, и, во-вторых, с почти повсеместным распространением деревьев в пределах зон умеренного и холодного климата и широким использованием древесины в качестве поделочного и строительного материала.

Наиболее часто дендрохронологические методы используются при реконструкции климатов прошлого, изучении цикличности природных явлений и при датировке археологической и ископаемой древесины. В последние годы эти методы с успехом применяются при индикации различных природных явлений и решении некоторых космических и геофизических проблем.

Древесно-кольцевой анализ — единственный метод, позволяющий оценивать климатические условия прошлого в широких масштабах с точностью до года. В связи с важностью подобного рода исследований выделилась специальная научная дисциплина — дендроклиматология. Методы ее позволяют производить реконструкцию многих важных климатических показателей за длительные промежутки времени.

Наибольшее количество исследований в области дендрохроноклиматологии проведено на крайних пределах произрастания древесной растительности, где лимитирующие рост факторы проявляют свое действие наиболее полно (южные, нижние, верхние и полярные пределы лесов, переходные зоны между массивами лесов и болот, между лесопокрытой территорией и водной поверхностью) [52, 49, 54, 38]. Однако древесно-кольцевой анализ довольно часто производится и в тех районах умеренного климата, где связь прироста деревьев с климатическими факторами менее выражена [48, 45, 3, 6].

Хотя качественные и количественные характеристики годичных колец деревьев не являются точным мерилем отдельных показателей годового климата, они дают полезную основу для понимания длительных рядов климатических изменений [49]. Установлено, что на верхнем и полярном пределах произрастания древесной растительности индексы ширины годичных колец отражают в основном изменение термического режима вегетационного периода [33, 50, 52, 54, 27, 12, 9], а на нижнем и южном пределах — режим увлажнения [31, 41, 38, 24]. В районах, благоприятных для роста древесных растений, кольца прироста отражают в основном изменение комплексных гидротермических показателей [35, 24]. В отдельных районах, например на юго-западе США, отмечается довольно хорошая корреляция между индексами ширины колец и стоком рек [53]. На основе анализа древесных колец можно также восстанавливать повторяемость поздних весенних и ранних осенних заморозков [42], а также повторяемость особо суровых зим [4].

Наиболее продолжительные серии индексов ширины годичных колец деревьев получены в засушливых юго-западных районах США — бассейнах рек Колорадо (2009 лет), Снейк (1494 года) и Миссури (973 года) [53]. Большим достижением американских дендрохронологов явилось построение дендрошкалы протяженностью 7104 года по сосне остистой на основе изучения колец у ныне живущих старых деревьев и у давно отмерших стволов и сучьев [34]. Довольно длительные древесно-кольцевые хронологии получены для Аляски — за 970 лет [40], для северной Скандинавии — за 780 лет [54]. В ФРГ построены две дендрошкалы протяженностью свыше 1000 лет — по дубу из Шпессарта [46] и по ели [29]. В нашей стране наиболее длительная кольцевая хронология получена для Средней Азии по арче — 930 лет [8].

В районах со сходным режимом атмосферной циркуляции древесно-кольцевые хронологии удовлетворительно коррелируют между собой на удалении до 1750 км, а хорошо — до 500 км [36]. Циркумпольное сопоставление индексов ширины колец, проведенное Р. Хогеном [43], дало высокозначимую корреляцию в пределах 50-летних интервалов с 1650 г. по настоящее время. Оказалось, что хронологии Внутренней Аляски и Полярного Урала очень сходны между собой и, кроме того, с хронологиями Скандинавии и Лабрадора, но лишь при сдвиге последних на 25 лет.

В наиболее изученном с дендроклиматологической точки зрения юго-западном районе США на основе изменения ин-

дексов ширины колец реконструированы пространственные и временные изменения количества осадков [37]. Были вычислены и нанесены на карты 10-летние отклонения индексов начиная с 1500 г. Проведение подобного рода исследований весьма важно.

Делаются попытки найти связь между характеристиками макроциркуляционных процессов в атмосфере и приростом деревьев [1]. Вероятно, что работы в этом направлении сделают возможным реконструкцию циркуляционных процессов в атмосфере за многие сотни лет. Следует отметить, что в настоящее время результаты дендроклиматологических исследований широко используются климатологами для решения многих научных проблем.

Большое количество работ посвящено изучению цикличности в динамике прироста древесных растений. Особенно интенсивно этот вопрос разрабатывался американскими исследователями в 20—40-х годах текущего столетия [31, 28]. В последнее время изучением этого вопроса больше занимаются на Евразийском материке [54, 19, 13, 3, 30, 17, 10]. Неослабевающий интерес к изучению цикличности в древесно-кольцевых сериях связан с возможностью получения длительных и однородных рядов, что позволяет выявлять не только долговременные, но и кратковременные циклы и тем самым более обоснованно подходить к прогнозированию будущих изменений природных условий [54].

Изучение и выявление циклов в древесно-кольцевых сериях, как и вообще во всех природных явлениях, связано со значительными трудностями методического характера. Дело в том, что строгой периодичности в колебаниях ширины колец деревьев не наблюдается.

Во-первых, каждая кольцевая серия это обычно несколько циклов различной продолжительности, наложенных друг на друга, что сильно усложняет их выделение [41, 17]. Во-вторых, необходимо помнить о наличии случайных и самовозбуждающихся колебаний. И кроме того, не следует забывать о том, что существующие методики получения индексов ширины колец несовершенны, так как с их помощью не удастся выявлять сверхвековые циклы.

Циклы, проявляющиеся в росте деревьев, изменчивы по продолжительности, амплитуде и форме. Наиболее часто выявляются 11-летний и 22-летний циклы. Продолжительность циклов может меняться как во времени (т. е. в пределах одной кольцевой серии), так и в пространстве (в кольцевых се-

риях из разных районов за одни и те же промежутки времени).

Многие исследователи указывают на определенную связь циклов, выявленных в росте деревьев, с циклами солнечной активности [31, 13, 3, 16]. В работах показано, что эти циклы довольно часто совпадают по продолжительности, но обычно сдвинуты по отношению друг к другу во времени. В некоторые периоды наблюдается положительная корреляция, в другие она исчезает или становится отрицательной. Прямой зависимости между приростом деревьев и солнечной активностью может и не быть, так как солнечная активность влияет на интенсивность роста в основном не прямо, а косвенно, через изменение форм атмосферной циркуляции.

Интерес к дендрохронологическим исследованиям в последнее время сильно возрос у астрофизиков, изучающих космические лучи и образование радиоактивного углерода в атмосфере Земли [18]. Точная датировка времени формирования годичных колец деревьев позволяет определять содержание радиоактивного углерода в атмосфере в тот или иной прошедший год и тем самым более обоснованно судить о причинах, приводящих к изменению его содержания. Используя древесно-кольцевой анализ, удалось также определить, насколько точен радиоуглеродный метод датировки органических остатков в пределах нескольких тысяч лет [34]. Выяснилось, что в течение последних 2000 лет содержание радиоактивного углерода в атмосфере изменялось незначительно, в то время как в более ранние времена наблюдались сильные его колебания. Поэтому, например, при установлении радиоуглеродным методом возраста древесины, образовавшейся в 3000—4000 гг. до нашей эры, возраст ее занижается примерно на 800 лет [34]. В настоящее время некоторые дендрохронологические лаборатории поставляют точно датированную древесину для изучения остаточного магнетизма, микроэлементов и других изотопных методов.

Разработанный А. Дугласом метод перекрестного датирования впервые был применен для датировки древесины, извлеченной при археологических раскопках или взятой из древних деревянных сооружений. С его помощью производится относительная и абсолютная датировка времени формирования внешнего (или подкоркового) кольца прироста и тем самым устанавливается дата рубки дерева — исходное при определении времени сооружения постройки. Поскольку дата формирования внешнего кольца прироста определяется с точностью до года, а срубленное дерево обычно сразу идет в дело, точность определения времени сооружения

постройки обычно составляет 1—2 года. Столь высокую точность датировки древесины не обеспечивает больше ни один из ныне существующих методов.

На основе изучения годовичных колец у давно срубленной древесины построены дендрошкалы протяженностью до 2000 лет [49]. Одной только Аризонской лабораторией к настоящему времени собрано и датировано свыше 125 000 археологических образцов древесины примерно с 2000 раскопок. Довольно большое количество датировок осуществлено на Аляске [40], в Скандинавских странах [55], в Англии [51] и в ФРГ [44]. В Советском Союзе обширные работы по датировке археологической древесины проведены специальной лабораторией Института археологии АН СССР под руководством Б. А. Колчина. К настоящему времени этой лабораторией датировано свыше 6000 образцов древесины, собранной в Новгороде и других городах Древней Руси [14].

Объекты из древесины часто являются вещественными доказательствами по различным уголовным и гражданским делам. Поэтому дендрохронологические методы получают все более широкое применение и в судебной экспертизе. Применением этих методов для целей судебной экспертизы успешно занимается М. И. Розанов [21, 22, 23].

Дендрохронологические методы широко используются при индикации различного рода природных явлений, которые (1) оказывают влияние на ширину и анатомическую структуру годовичных колец, (2) механически повреждают древесину стволов, ветвей и корней или вызывают гибель деревьев, (3) способствуют появлению деревьев на ранее безлесных субстратах, (4) приводят к наклону стволов и формированию креновой и тяговой древесины и (5) переносят деревья или их части с одного места на другое. Наиболее часто эти методы применяются для индикации следующих природных явлений:

— реконструкции динамики ледников, частоты и времени схода селей и лавин [47, 26, 7];

— датировки склонных, эрозионных и аккумулятивных процессов [58, 46, 25];

— определения времени извержения вулканов и землетрясений [32, 56, 11];

— изучения динамики уровня вод в реках и озерах [5];

— определения направления морских течений [39, 57];

— определения времени образования речных, озерных и морских террас [20].

Эффективно применение дендрохронологических методов при проведении ботанических и лесоводственных исследова-

ний. Особенно перспективно их применение для изучения динамических явлений в лесу, связанных с ритмикой природных условий (сукцессионные смены, взаимоотношение лесных зон и рубежей с безлесными территориями, взаимоотношения и смена пород, лесовозобновление) [15]. Кроме того, они позволяют производить реконструкцию динамики численности некоторых животных, в частности косуль, лосей и насекомых-вредителей, которые в годы массового размножения могут заметно снижать прирост древостоев. Древесно-кольцевой анализ позволяет также определять повторяемость урожайных лет у деревьев, повторяемость и характер распространения пожаров, датировать торфяные горизонты и определять возраст лесных болот. С помощью методов дендрохронологии устанавливают эффективность результатов хозяйственной деятельности человека (рубки, ухода, внесение удобрений, минерализация почвы, осушение болот), определяют ущерб, наносимый древостоям загазованностью территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адаменко В. Н., Ловелиус Н. В. Использование дендрохронологических данных для изучения многолетней изменчивости метеорологических условий последнего тысячелетия. «Материалы Всесоюзного совещания — научной конференции по вопросам дендрохронологии и дендроклиматологии (7—8 июня 1968 г.)». Вильнюс, 1968.
2. Битвинскас Т. Т. Динамика прироста насаждений и возможности ее прогнозирования (в условия Литовской ССР). «Доклады ТСХА». Вып. 99, 1964.
3. Битвинскас Т. Т. Динамика прироста сосновых насаждений Литовской ССР и возможности его прогноза. Автореф. канд. дисс. М., 1966.
4. Большевцев В. Г. Годичные слои дуба как показатель вековых циклов колебаний климата. «Лесоведение», № 1, 1970.
5. Галазий Г. И. Динамика роста древесных пород на берегах Байкала в связи с циклическими изменениями уровня воды в озере. Сб. «Геоботанические исследования на Байкале». М., 1967.
6. Гортинский Г. Б. Опыт анализа погодичной динамики продуктивности еловых древостоев в биогеоценозах южной тайги. Сб. «Экспериментальное изучение биогеоценозов тайги». Л., 1969.
7. Горчаковский П. Л., Шиятов С. Г. Фитоиндикация снежного покрова и снежных лавин в высокогорьях. «Экология», № 1, 1971.
8. Гурский А. В., Каневская И. Б., Остапович Л. Ф. Основные итоги интродукции растений в Памирском ботаническом саду. «Труды Памирского ботанического сада Института ботаники АН Таджикской ССР». Вып. 16, 1953.
9. Ловелиус Н. В. Теплообеспеченность гор Путорана и ледовитость Балтики. «Известия ВГО». Т. 102. Вып. 1, 1970.
10. Ловелиус Н. В. Колебания прироста древесных растений на верхнем пределе распространения. «Известия ВГО». Т. 102. Вып. 2, 1970.

11. Ловелиус Н. В. Влияние извержений вулканов на растительность Камчатки. «Ботанический журнал». Т. 55, № 11, 1970.
12. Колищук В. Г. Морфогенез и динамика прироста зеленой ольхи (*Alnus viridis* D. C.) в Украинских Карпатах. «Бюллетень МОИП, отдел биологический». Т. 7а (1), 1965.
13. Колищук В. Г. Динамика прироста горной сосны (*Pinus tighus* Scop.) в связи с солнечной активностью. «Доклады АН СССР». Т. 167, № 3, 1966.
14. Колчин Б. А. Дендрохронология и археология. «Материалы Всесоюзного совещания — научной конференции по вопросам дендрохронологии и дендроклиматологии (7—8 июня 1968 г.)». Вильнюс, 1968.
15. Комин Г. Е. Лесоведение и дендрохронология. «Лесоведение», № 4, 1968.
16. Комин Г. Е. Динамика прироста сосны в Казахстане в связи с солнечной активностью. «Солнечные данные». Бюлл. № 8, 1969.
17. Комин Г. Е. Цикличность в динамике прироста деревьев и древостоев сосны таежной зоны Западной Сибири. «Известия СО АН СССР» (сер. биол. наук), № 15, вып. 3, 1970.
18. Константинов Б. П., Кочаров Г. Е. Астрофизические явления и радиоуглерод. «Доклады АН СССР». Т. 165, № 1, 1965.
19. Костин С. И. Колебания климата на Русской равнине в историческую эпоху. Сб. «Вопросы общей и синоптической климатологии» (Труды ГГО, вып. 181). Л., 1965.
20. Пакальнис Р. Исследования динамики и экологического оптимума некоторых компонентов озерного ландшафта. Автореф. канд. дисс. Вильнюс, 1971.
21. Розанов М. И. Дендрохронологический метод идентификации древесины. Сб. «Криминалистика и судебная экспертиза». Вып. 2, Киев, 1965.
22. Розанов М. И. О возможностях дендрохронологических исследований в экспертизе древесины. Сб. «Криминалистика и судебная экспертиза». Вып. 3, Киев, 1966.
23. Розанов М. И. Предмет судебной дендрохронологии. «Материалы Всесоюзного совещания — научной конференции по вопросам дендрохронологии и дендроклиматологии (7—8 июня 1968 г.)». Вильнюс, 1968.
24. Рудаков В. Е. Прирост деревьев и элементы климата. «Доклады АН СССР». Т. 137, № 4, 1961.
25. Турманина В. И. Анализ крени для индикации склоновых процессов. «Материалы Всесоюзного совещания — научной конференции по вопросам дендрохронологии и дендроклиматологии (7—8 июня 1968 г.)». Вильнюс, 1968.
26. Турманина В. И. Перспективы применения фитоиндикационных методов в гляциологии. Сб. «Фитоиндикационные методы в гляциологии». МГУ. М., 1971.
27. Шиятов С. Г. Верхняя граница леса на Полярном Урале и ее динамика в связи с изменениями климата. «Доклады первой научной конференции молодых специалистов-биологов». Свердловск, 1962.
28. Abbot C. G. Cycles in Tree-Ring widths. «Smith. Misc. Coll.». V. 95 (19), 1936.
29. Becker B., Giertz V. Eine über 1100-jährige Tannenchronologie. «Flora», B. 159, N 3, 1970.
30. Corona E. Dendrochronologia. Problemi e prospettive. «Annali Accad. Italian sci. forest.», 17, 1968.

31. Douglass A. E. Climatic Cycles and Tree-Growth. V. I—III. Washington, 1919, 1928, 1936.
32. Druce A. P. Tree-Ring dating of recent volcanic ash and lapilli. "Mt. Egmont. New Zealand J. Bot.", v. 4, № 1, 1966.
33. Erlandsson S. Dendro-chronological studies. "Stockholms Högskolas Geokronol. Inst.", Data 23, Uppsala, 1936.
34. Ferguson C. W. A 7104-year annual Tree-Ring Chronology for bristlecone pine *Pinus aristata*, from the White Mountains, California. "Tree-Ring Bull.", v. 29, № 3—4, 1969.
35. Fritts H. C. Recent advances in dendrochronology in America with reference to the significance of climatic change. "Arid. Zone Res.", № 20, 1963.
36. Fritts H. C. Computer programs for Tree-Ring research. "Tree-Ring Buh.", v. 25, № 3—4, 1963.
37. Fritts H. C. Tree-Ring evidence for climatic changes in western North America. "Monthly Weather Rev.", v. 93, № 7, 1965.
38. Fritts H. C. Growth rings of trees: their correlation with climate. "Science", v. 154, № 3752, 1966.
39. Giddings J. L., Jr. Driftwood and problems of arctic sea currents. «Proc. Amer. Philos., Soc., v. 96, № 2, 1952.
40. Giddings J. L., Jr. Development of Tree-Ring dating as an archeological aid. In: "Tree-Growth", Ed. T. T. Kozlowski, New-York, 1962.
41. Glock W. S. Growth rings and climate. "Bot. Review", v. 7, № 12, 1941.
42. Glock W. S., Studhalter R. A., Agarter S. R. Classification and multiplicity of growth layers in the branches of trees. At the extreme lower forest border. "Smith. Misc. Coll.", v. 140, № 1 (Publ. 4421), 1960.
43. Haugen R. K. Tree-Ring indices: a circumpolar comparison. "Science", v. 158, № 3802, 1967.
44. Hollstein E. Die Abhängigkeit des dendrochronologischen Datierfolges von Holzart, Holzqualität und Konservierung. "Mitt. der Bundesforschungsanstalt für Forst-und Holzwirtschaft, Holzbiologie, № 77, 1970.
45. Huber B. Die Jahresringe der Bäume und die Messung der Zeit-Methoden und Ergebnisse der modernen Jahrringchronologie. «Universites». B. 9, № 10, 1954.
46. Huber B., Jazewitsch W., John A., Wellenhofer W. Jahrringchronologie der Spessarteichen. "Forstwiss. Centralbl.", v. 68, 1949.
47. Lamarche V. C., Jr. Rates of slope degradation as determined from botanical evidence, White Mountains, California. «U. S. Geol. Sur. v. Profess. Paper", 352—1, 1968.
48. Lawrence D. B. Estimating dates of recent glacier advances and recession rates by studying tree growth layers. "Trans. Amer. Geophys. Union", v. 31, № 2, 1950.
49. Lyon C. J. Tree-Ring width as an index of physiological dryness in New England. "Ecology", v. 17, № 3, 1936.
50. McGinnies W. G. Dendrochronology. J. "Forestry", v. 61, № 1, 1963.
51. Schove D. J. Tree-Rings and summer temperatures A. D. 1501—1930. "Scott. Geog. Mag.", v. 66, № 1, 1950.
52. Schove D. J., Lowther A. W. G. Tree-Rings and Medieval Archaeology. "Medieval Archaeology", v. 1, 1957.
53. Schulman E. Tree-Ring indices of rainfall, temperature and river flow. "Compendium of Meteorology", New-York, 1951.
54. Schulman E. Dendroclimatic changes in semiarid America. "University of Arizona Press", Tucson, Arizona, 1956.
55. Sirén G. Tree-Rings and climate forecasts. "New Scientist", № 346, 1963.

56. Slåstad T. Arringundersokelser i Gudbrandsdalen. "Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen", B.-14, H. 48, 1957.

57. Smiley T. L. The geology and dating of Sunset Crater, Flagstaff, Arizona. In: "New Mexico Geol. Soc. Guidebook 9th Field Conf., Black Mesa Basin, Northeastern Arizona", 1958.

58. Van Stone J. W. The origin of driftwood on Nunivak Island, Alaska. "Tree-Ring Bull.", v. 22, № 1—4, 1958.

59. Warren J. F. Dating of erosion by growth ring studies. "J. Soil Conservation, Service of n. s. w.", v. 17, № 2, 1961.
