

*младший научный сотрудник научно-исследовательской
лаборатории материалов, веществ и изделий
ГУ «Научно-практический центр Государственного комитета
судебных экспертиз Республики Беларусь»,*

Кузменков Д.Е. –

*начальник научного отдела специальных исследований
ГУ «Научно-практический центр Государственного комитета
судебных экспертиз Республики Беларусь»
(г. Минск, Республика Беларусь)*

УСТАНОВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СУДЕБНО- БОТАНИЧЕСКИХ ЭКСПЕРТИЗ

Известно, что любое растение является индикатором условий внешней среды его местообитания. Знания закономерностей возникновения тех или иных свойств в результате внешних воздействий на растительный организм, дифференциация этих воздействий, переход от качественного описания к их количественному выражению – все это позволят сузить групповую принадлежность и осуществить отождествление растений. Такая информация в настоящее время практически не используется в экспертной практике. Поэтому целью проводимых нами исследований было выяснение тенденций изменчивости радиального прироста в зависимости от места произрастания (типа леса, экологических условий). Одним из методов, который может быть успешно использован для решения подобных задач, является дендрохронологический анализ.

Объекты исследования – лесные массивы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на территории ГПУ «Березинский биосферный заповедник».

Всего было заложено 6 пробных площадей (ПП) в разных лесорастительных условиях (С. мш., С. вер., С. кис., С. дм., С. баг., С. сф.), на них составляли таксационные описания. Для дендрохронологического анализа на каждой пробной площади у 20-25 деревьев сосны возрастным буром Пресслера отбирались образцы (буровые керны) – по 2 керны с противоположных сторон ствола в направлении запад-восток на высоте 1,3 м от поверхности земли. Дальнейшая обработка образцов проводилась в лабораторных условиях в соответствии с общепринятыми методическими требованиями древесно-

кольцевого анализа¹. Измерения ширины годовых слоев, зон ранней и поздней древесины выполнены на установке Lintab v 6.0 (модель BM-B) с точностью до 0,01 мм. Для контроля правильности выполненных измерений каждая индивидуальная серия перекрестно датировалась в программе TSAP-Win (version 4.64)² со средней групповой хронологией. Если диагностировался низкий уровень синхронности, образец поступал на повторное измерение.

Ширина годовых слоев у деревьев сосны обыкновенной, как показали измерения, варьирует во всех типах леса в очень больших пределах (от 0,11 до 10,2 мм) (таблица 1). Наиболее широкие годовые слои деревья имеют в сосняке мшистом, а самые узкие – на верховых болотах (сосняк сфагновый). Величина стандартного отклонения ширины годовых слоев наиболее велика у деревьев в сосняках вересковых, а наименьшая – в сосняках сфагновых.

Таблица 1 – Показатели изменчивости ширины годовых слоев деревьев в разных экотопах

Тип леса	Показатели ширины годовых слоев, мм			
	M_x	min	max	S_x
С. мш.	1,65	0,20	10,20	1,13
С. вер.	1,57	0,12	9,10	0,93
С. кис.	1,73	0,15	6,70	0,87
С. дм.	1,52	0,14	4,60	0,81
С. баг.	1,37	0,16	7,80	0,98
С. сф.	0,84	0,05	5,20	0,58

Примечание: M_x – среднее арифметическое значение ширины годовых слоев деревьев в выборке; min, max – минимальное и максимальное значения ширины годовых слоев; S_x – среднее квадратическое (стандартное) отклонение.

Очень важной характеристикой годового слоя является прирост поздней древесины, которая состоит из мелких толстостенных клеток и определяет прочность древесины. Абсолютная величина поздней зоны древесины сама по себе мало характеризует особенности древесины, в связи с чем вычислялся процент поздней древесины в слое (таблица 2).

¹ Шиятов, С. Г. Дендрохронология, ее принципы и методы / С. Г. Шиятов // Зап. Свердлов. отд-ния ВБО. Свердловск. 1973. №. 6. С. 53-81.

² Rinn, F. TSAP-Win: time series analysis and presentation for dendrochronology and related applications. Version 4.64. User reference / F. Rinn. Heidelberg, Germany: Frank Rinn Distribution. 2013. 100 p.

Показано, что доля поздней древесины сосны изменяется в пределах от 26 до 34 %. Наименьшие значения доли поздней зоны годичного слоя отмечаются в сосняке мшистом, наибольшие – в сосняке сфагновом.

Таблица 2 – Изменчивость поздней древесины деревьев сосны в разных экотопах

Тип леса	Доля поздней древесины, в %	S_x
С. мш.	26	0,5
С. вер.	27	1,2
С. кис.	27	2,6
С. дм.	31	0,9
С. баг.	32	2,8
С. сф.	34	3,1

Примечание: S_x – среднее квадратическое (стандартное) отклонение.

Исследование экологических условий произрастания проводилось по обобщенным древесно-кольцевым хронологиям (ДКХ) протяженностью – от 85 (сосняк вересковый) до 155 лет (сосняк кисличный), составленным по индексам годичных слоев, на которых отображаются особенности условий места произрастания дерева¹

Традиционные дендрохронологические показатели, рассчитанные для обобщенных ДКХ, по общей ширине годичного слоя свидетельствуют о хорошем качестве полученной информации и возможности ее использования для проведения экспертных исследований. Показатель EPS (выраженный сигнал популяции) равен 0,89-0,95; RVAR (среднее значение коэффициента корреляции между индивидуальными сериями) – 0,65-0,83, SD (среднеквадратичное отклонение) – 0,297-0,365. Наибольшей чувствительностью к внешним факторам отличаются сосняки сфагновые (0,375) и багульниковые (0,329). Кроме того, сосняки сфагновые отличается от других наличием выпавших годичных слоев в особо неблагоприятные годы, что затрудняет их верификацию, но позволяет чётко фиксировать неблагоприятные годы. Все древесно-кольцевые хронологии имеют небольшую автокорреляцию 1-го порядка. Что свидетельствует о том, что радиальный прирост сосны в значительной степени связан с изменением климатических факторов (таблица 3).

¹ Cook, E. A time series analysis approach to tree ring standartisation / Doctoral dissertation Philosophy with a major in Watershed Management / E. Cook. // The University of Arizona. 1985. 183 p.

Таблица 3 – Основные статистические характеристики древесно-кольцевых хронологий

Характеристики	ДКХ 1	ДКХ2	ДКХ3	ДКХ4	ДКХ5	ДКХ6
Количество деревьев	23	25	24	24	23	25
Expressed population signal (EPS)	0,96	0,89	0,98	0,99	0,98	0,87
Среднеквадратическое отклонение (SL)	0,325	0,351	0,297	0,324	0,313	0,365
Межсерийный коэффициент корреляции (RBAR)	0,707	0,680	0,83	0,702	0,652	0,716
Автокорреляция 1-го порядка	0,051	0,045	0,021	0,061	0,071	0,078
Коэффициент чувствительности	0,020	0,027	0,047	0,022	0,329	0,375
Выпадающие слои, %			-	-	-	1,242

В целом форма ДКХ позволяет судить о типе леса, в котором выросло дерево, так как динамика радиального прироста одновозрастных деревьев, росших в одинаковых условиях, во многом сходна. Это связано со спецификой прироста, обусловленной в основном составом почвы, колебаниями уровня грунтовых вод, а также взаимными отношениями деревьев.

Для определения параллельности изменения прироста сосны обыкновенной в разных условиях произрастания рассчитаны коэффициенты корреляции (таблица 4).

Таблица 4 – Коэффициент корреляции (r) между сериями годовичных слоев сосны в разных типах леса

Тип леса	С.мш.	С.вер.	С.кис.	С.дм.	С.баг.	С.сф.
С. мш.	1	-	-	-	-	-
С. вер.	0,69	1	-	-	-	-
С. кис.	0,60	0,42	1	-	-	-
С. дм.	0,25	0,28	0,12	1	-	-
С. баг.	0,13	0,16	0,19	0,44	1	-
С. сф.	-0,031	0,14	0,06	0,11	0,27	1

Значимые коэффициенты корреляции (выделены в таблице 4 жирным шрифтом) ($>0,4$) наблюдаются в сосняке мшистом и сосняке кисличном $r = 0,60$, в сосняке вересковом и сосняке кисличном $r = 0,42$, в сосняке долгомошном и сосняке багульниковым $r = 0,44$. Самый высокий – между сосняком мшистым и вересковым – составил $r = 0,69$, что дает основание утверждать, что в многолетнем ходе радиальный прирост сосны в данных типах леса лимитировался в основном сходными факторами среды, на фоне которых и происходило формирование прироста¹. Данный факт не позволяет дифференцировать ДКХ этих деревьев без сопоставления их со сравнительными (контрольными) образцами.

Для выявления сопряженности в изменчивости индексов ширины годичного слоя, ширины слоя ранней древесины и ширины слоя использовался корреляционный анализ (таблицы 5-6).

Таблица 5 – Изменчивость разных видов индексов у сосняка мшистого

Индекс	ширина годичного слоя	ширина зоны поздней древесины	ширина зоны ранней древесины
ширина годичного слоя	1	-	-
ширина зоны поздней древесины	0,78	1	-
ширина зоны ранней древесины	0,91	0,25	1

Как видно из таблицы 6, наблюдается сильная связь в изменчивости индекса ширины ранней древесины и индекса ширины годичного слоя ($r = 0,91$). Значительная связь наблюдается между индексом ширины слоя поздней древесины и шириной годичного слоя ($r = 0,78$). Но особенно важно отметить, что между кратковременной изменчивостью поздней и изменчивостью ранней древесины связи нет ($r = 0,25$). Этого связано с тем, что ранняя и поздняя древесина формируются в разное время и на камбий при формировании этих слоев действуют разные погодные условия. Аналогичные результаты получены для сосняка верескового, кисличного и долгомошного и багульникового

¹ Ellenberg, H. Unkrautgemeinschaften als Zeiger für Klima und Boden / H. Ellenberg // Landwirtschaft. Pflanzensoziol. Stuttgart: Ulmer, 1950. № 1. 141 S.

(закономерности взаимной сопряженности всех рассматриваемых показателей у них сходны).

Таблица 6– Изменчивость разных видов индексов у сосняка сфагнового

Индекс	ширина годового слоя	ширина зоны поздней древесины	ширина зоны ранней древесины
ширина годового слоя	1	-	-
ширина зоны поздней древесины	0,92	1	-
ширина зоны ранней древесины	0,91	0,78	1

На основе анализа данных таблицы 7 можно отметить, индекс ширины слоя поздней древесины сильно связан как с индексом ширины годового слоя ($r = 0,92$). При этом индекс ранней древесины сильно связан как с индексом ширины годового слоя ($r = 0,91$), так и с индексом ранней древесины ($r = 0,78$).

Таким образом, в работе доказано, что реакция деревьев одной породы, произрастающих в одинаковых условиях, на изменения комплекса экологических факторов сходна. Поэтому в ряде случаев возможна уверенная диагностика того, действительно ли деревья были срублены на указанной в сопроводительных документах лесосеке.

В целом полученные данные об особенностях динамики радиального прироста сосны обыкновенной в зависимости от экологических условий произрастания могут использоваться как справочные или ориентировочные сведения в исследованиях, направленных на решение задач, связанных с поисками возможностей сужения групповой принадлежности при выяснении вопроса о принадлежности древесных растений к определенному участку местности.

© Хох А.Н., Кузменков Д.Е., 2016.