



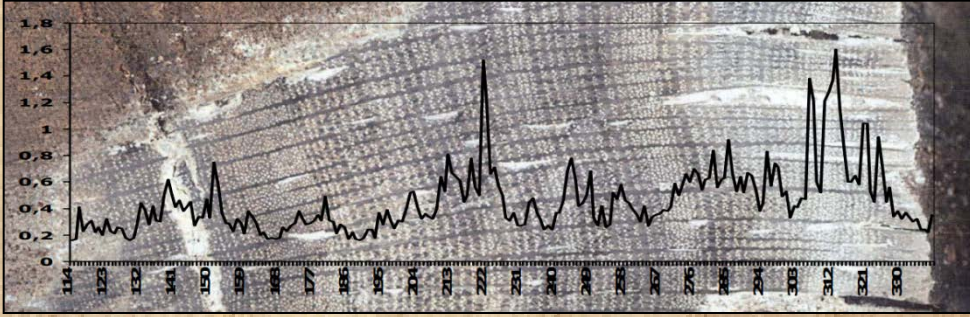
# СУДЕБНО-БОТАНИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРТИЗЫ ДЕРЕВЬЕВ И ДРЕВЕСИНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ДЕНДРОХРОНОЛОГИИ



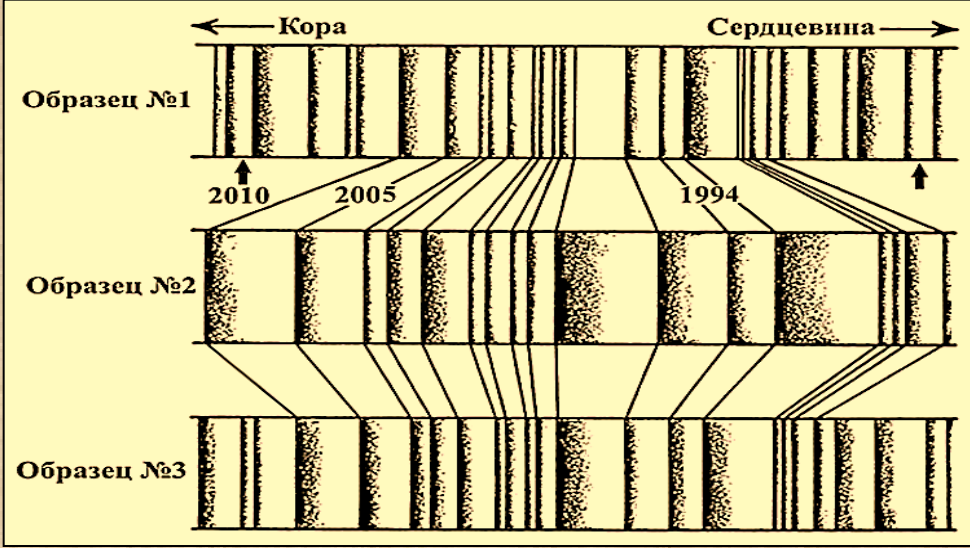
*Начальник отдела специальных исследований Д.Е. Кузменков,  
Науч.сотр. НИЛ материалов, веществ и изделий Е.А. Прохорова  
Млад.науч.сотр. НИЛ материалов, веществ и изделий А.Н. Хох*



# ВОПРОС №1: Возможности производства экспертиз и исследований объектов растительного происхождения дендрохронологическим методом

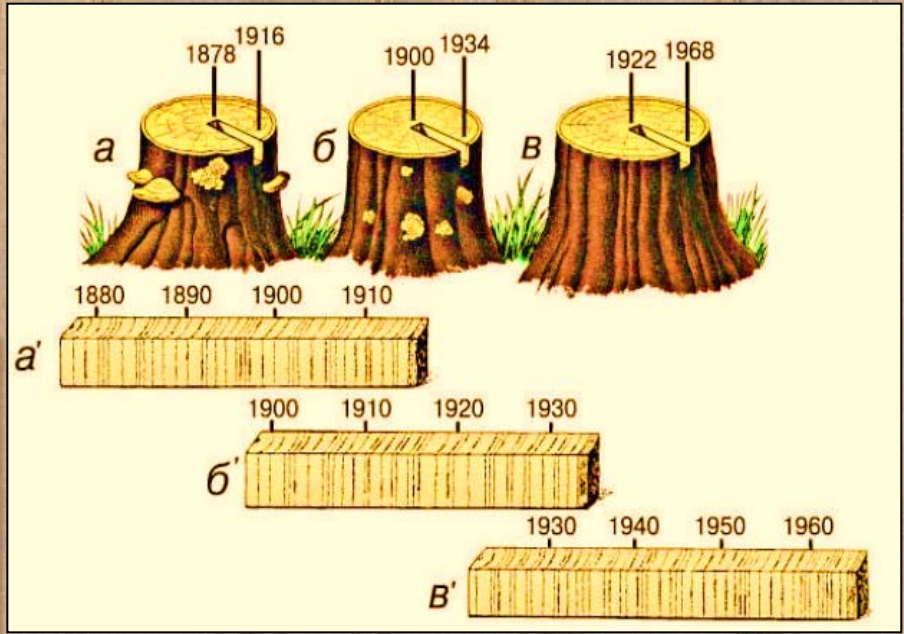


**Датировка древесины путем сравнения годовичных слоев**



**Принцип перекрестного датирования** - древесные растения, произрастающие на одном участке в одном древостое со сходными лесотипологическими условиями, одинаково реагируют на изменения внешних факторов и имеют схожие закономерности в колебаниях величины годовичного прироста.

Деревья находятся в тесной связи со всем, что их окружает



# Для дендрохронологического анализа используются :

1) **Спилы** – круговые поперечные образцы, взятые с пня, порубочных остатков, от обработанного или необработанного бревна на делянке).

2) **Фрагменты** – образцы древесины шириной не менее 10 см, выпиленные или вырубленные из спила с хорошей сохранностью физико-механических свойств, с сохранившимися центральными годовыми слоями и корой в случае ее наличия.

Спилы  
березы  
повислой



Фрагмент  
березы  
повислой



3) **Буровые керны** – образцы древесины цилиндрической формы диаметром 4-5 мм и длиной 10-50 см (в зависимости от типа бура и диаметра ствола или бревна).



Буровые керны  
сосны  
обыкновенной

## Основные экспертные задачи :

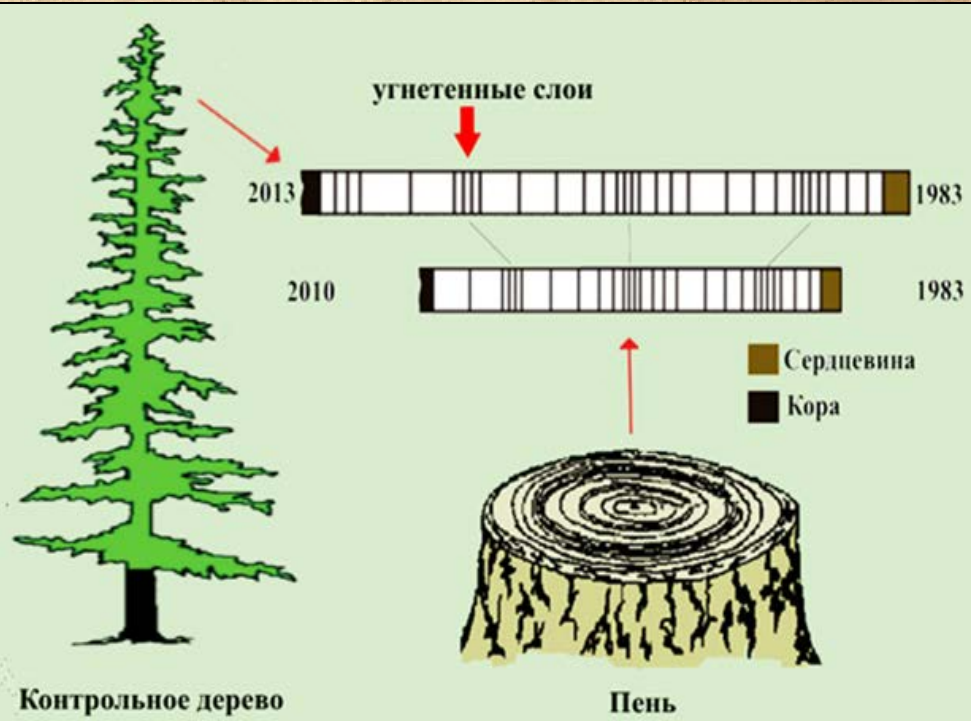
- **установление** возраста дерева;
- **определение** даты рубки/гибели дерева ( календарный год и сезон года);
- **установление** экологических условий произрастания дерева и типов лесных формаций;
- **установление** жизненного состояния срубленных/живых деревьев;
- **установление** принадлежности образцов древесины одному дереву;
- **отождествление** участка местности, на котором выросло исследуемое дерево.



Образцы-керы древесины березы повислой

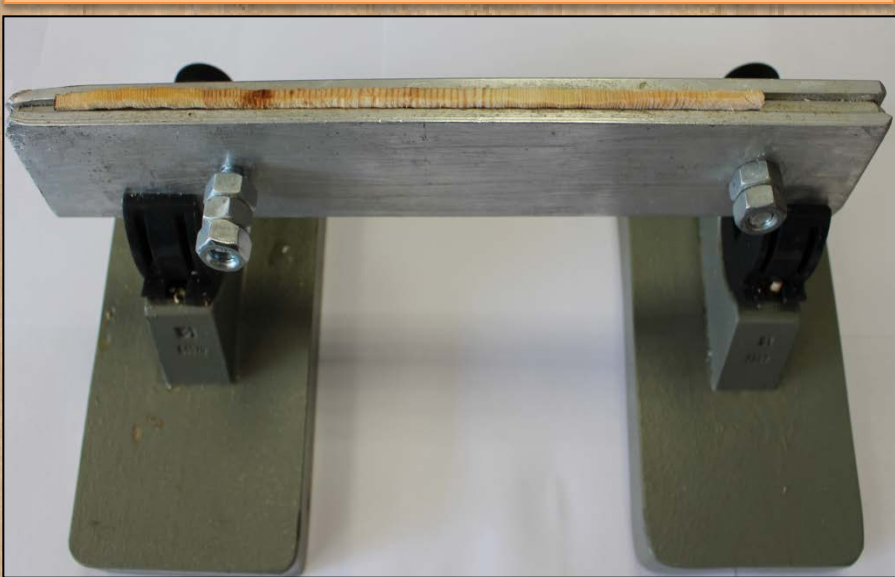


Образцы-керы древесины сосны обыкновенной



Для удобства обрезки и предотвращения разлома керн можно закрепить при помощи винтов на деревянной/металлической основе (кернодержателе), являющей собой прямоугольную рейку шириной и высотой примерно 1 см, с одной стороны которой выточен паз под керн глубиной около 2 мм и длиной немного превышающей длину образца.

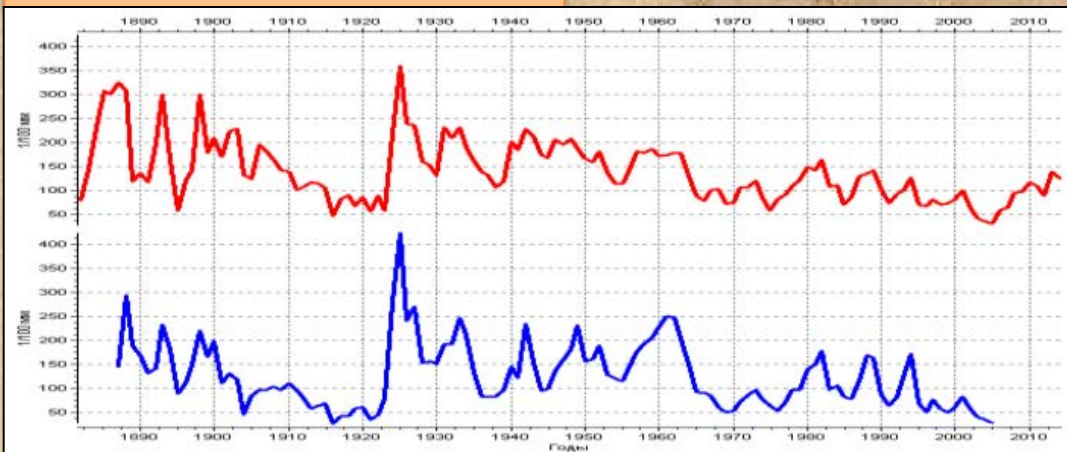
Сравнение 2-х образцов древесины и выбор точного места, где соответствие между ними максимально по тонким угнетенным слоям



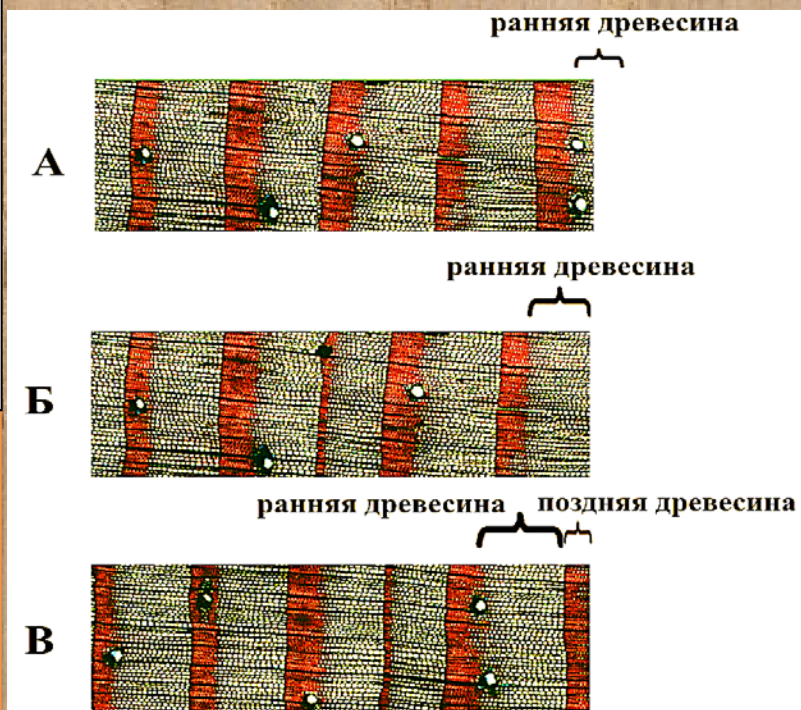
Возрастной бур Haglof: 1 – ручка, 2 – бур, 3 – экстрактор

Металлический кернодержатель

Годом рубки/гибели дерева считается год, предшествующий тому, в котором у дерева отсутствует прирост, или год в котором прирост сформирован не полностью.



Особенности структуры последнего годичного слоя деревьев, погибших в разное время года: А – в начале вегетационного сезона, Б – в середине вегетационного сезона, В – в конце вегетационного сезона или в период покоя



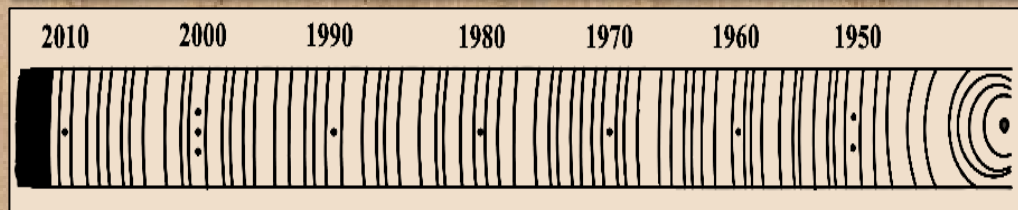
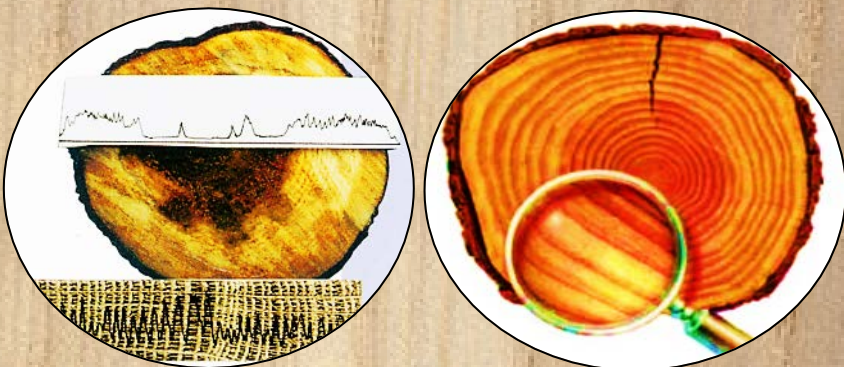
На сегодняшний день судебно-ботаническая экспертиза с использованием дендрохронологического анализа (СБЭ ДА) является одним из формирующихся видов судебных экспертиз в Республике Беларусь.

**Предмет СБЭ ДА** – это фактические данные о динамике радиального прироста, устанавливаемые экспертами на основе специальных научных знаний в области ботаники, дендрохронологии и криминалистики.

**Объектами СБЭ ДА** являются как живые, так и мертвые деревья хвойных и лиственных пород, пни, валеж, порубочные остатки, хлысты, круглые лесоматериалы, пиломатериалы, изделия из древесины.



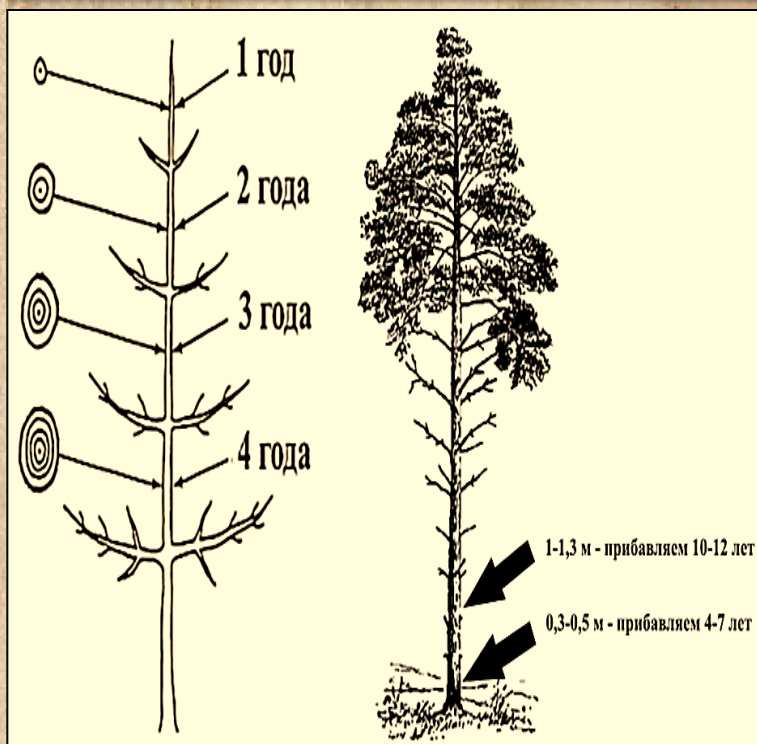
ГУ «Научно-практически центр Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь», Кальварийская 43



Маркировка годичных слоев

# МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИМ МЕТОДОМ В СУДЕБНО-БОТАНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ

единый подход к подготовке и проведению дендрохронологических экспертных исследований лесоматериалов, в выделении и оценке криминалистически значимых признаков



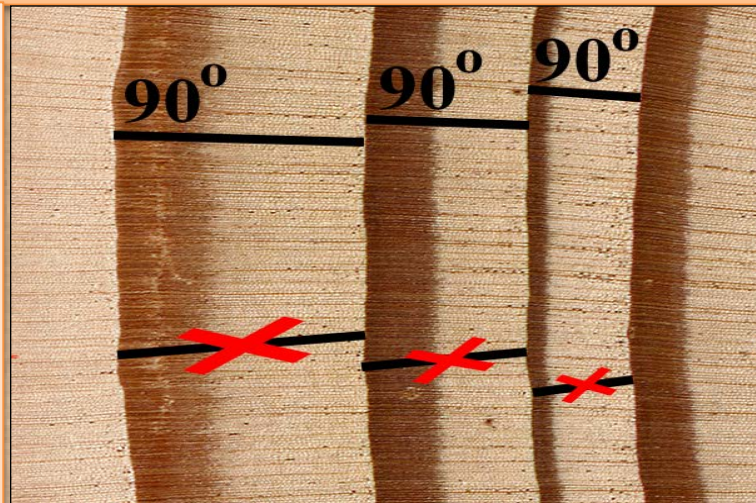
**Возраст достижения деревом  
высоты отбора образца**

Эффективность и результативность действий правоохранительных органов по борьбе с незаконной лесохозяйственной деятельностью во многом зависит от возможностей судебно-экспертного сопровождения, поскольку подавляющее большинство правонарушений в сфере лесопользования происходит в условиях неочевидности.

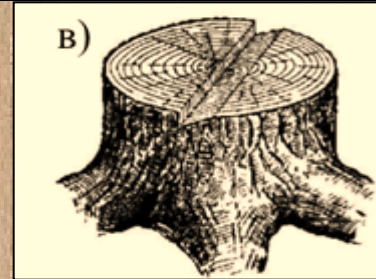
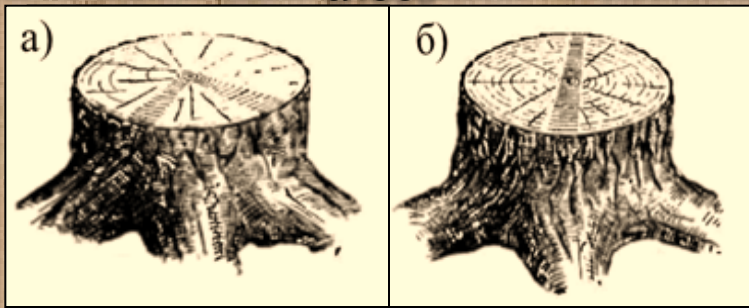


# ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЗАМЕРАМ ШИРИНЫ ГОДИЧНЫХ СЛОЕВ:

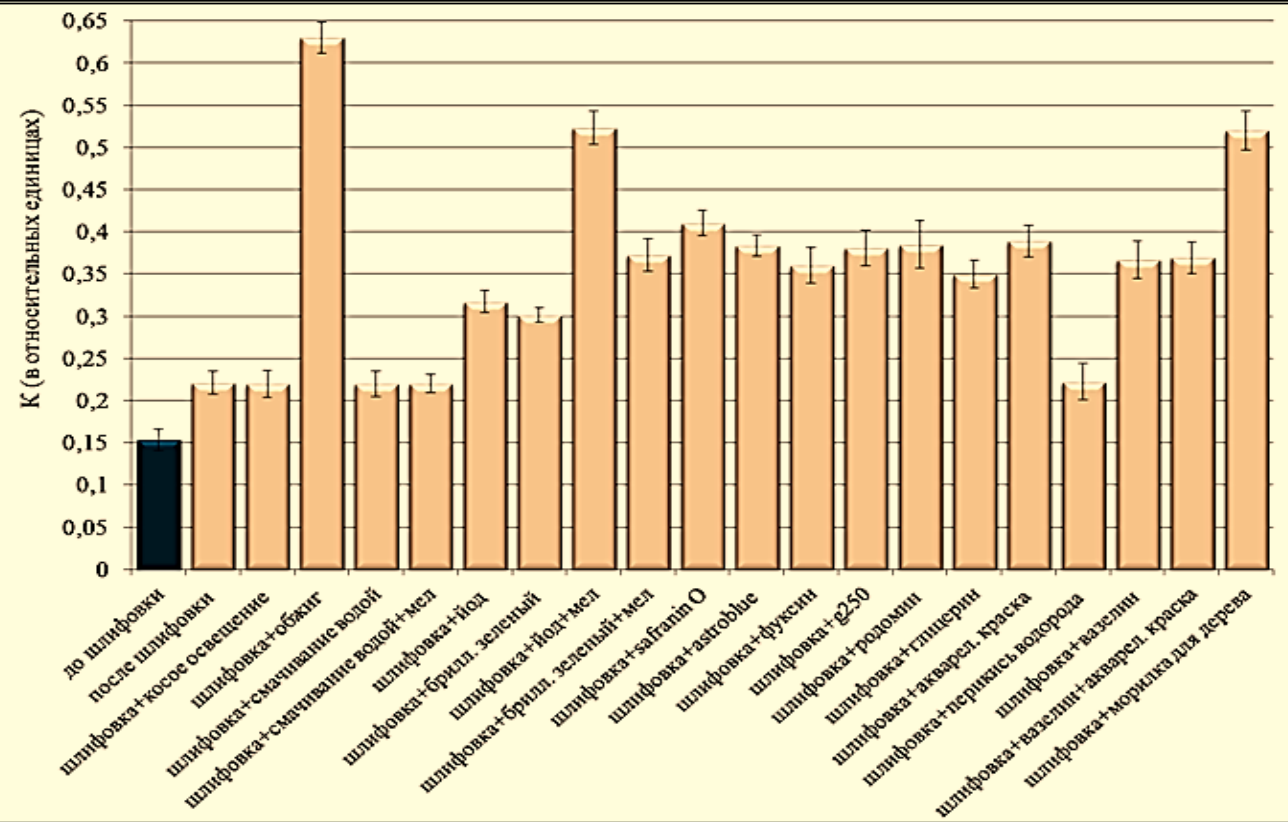
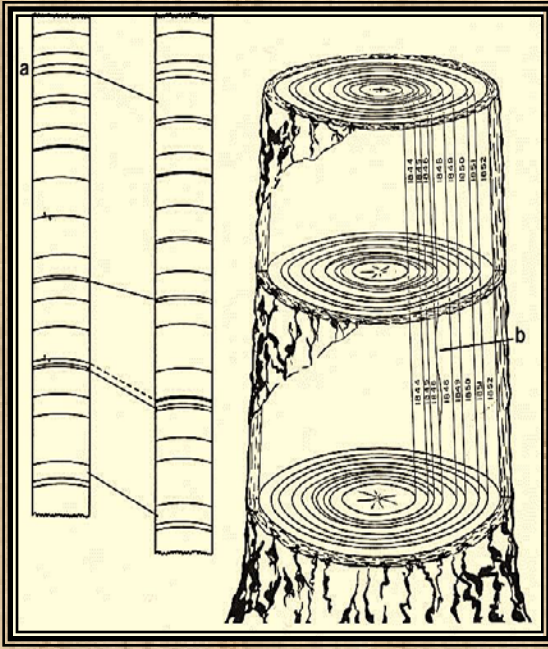
- 1) При измерении абсолютных размеров годичных слоев их относительная ширина по сравнению с остальными слоями данного образца остается постоянной.
- 2) Замеры обычно начинают с внешнего годичного слоя в направлении от периферии к сердцевине.
- 3) В случае отсутствия периферической части ствола, измерения можно начинать от сердцевины.
- 4) Если образцы древесины взяты с живого дерева в **январе-июле**, то первый полный слой датируется прошлым годом, а если изъятие образцов проводили в **июле-декабре**, то первый полный слой датируется текущим годом.
- 5) Ширину годичных слоев измеряют строго  $\perp$  их границам (оптимально – перпендикуляр к сердцевинным лучам).
- 6) У каждого годичного слоя выделяют две границы – зона начала роста (ранняя древесина) и конечная граница (поздняя древесина).



Измерения ширины годичных слоев



Подсчет годичных слоев на пнях ели обыкновенной: а) по 2 радиусам под углом; б) по диаметру; в) на косом зарубе



## Сравнение контрастности годичных слоев *Alnus glutinosa* L.

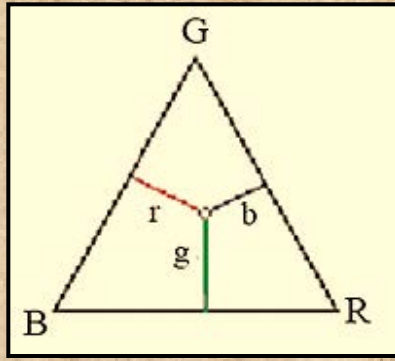
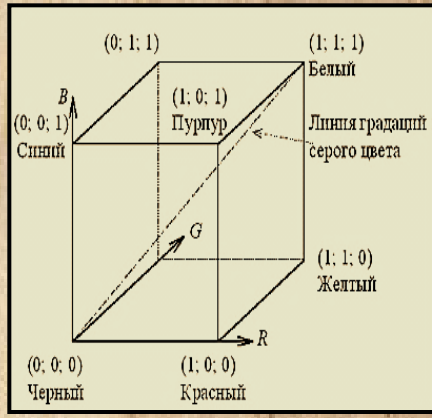


Схема цветового Треугольник Максвелла

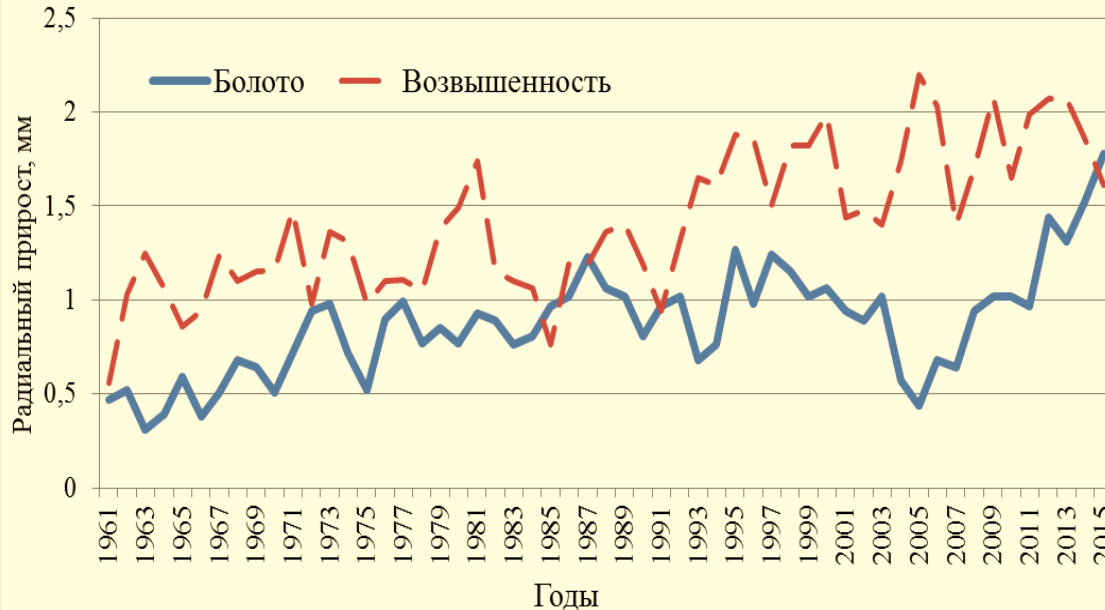


Модель цветового куба

При проведении дендрохронологических экспертных исследований из-за недостаточной визуальной различимости зон поздней и ранней древесины могут возникать ошибки в датировке, связанные как с неверным подсчетом числа видимых слоев, так и с невозможностью выявления...

Древесно-кольцевые хронологии обладают групповыми свойствами, по которым могут быть классифицированы.

На сегодняшний день в Республике Беларусь имеются лишь разрозненные дендрохронологические ряды с узким территориальным охватом по отдельным породам, и отсутствует единая система их учета и анализа, что затрудняет установление места происхождения лесоматериалов.



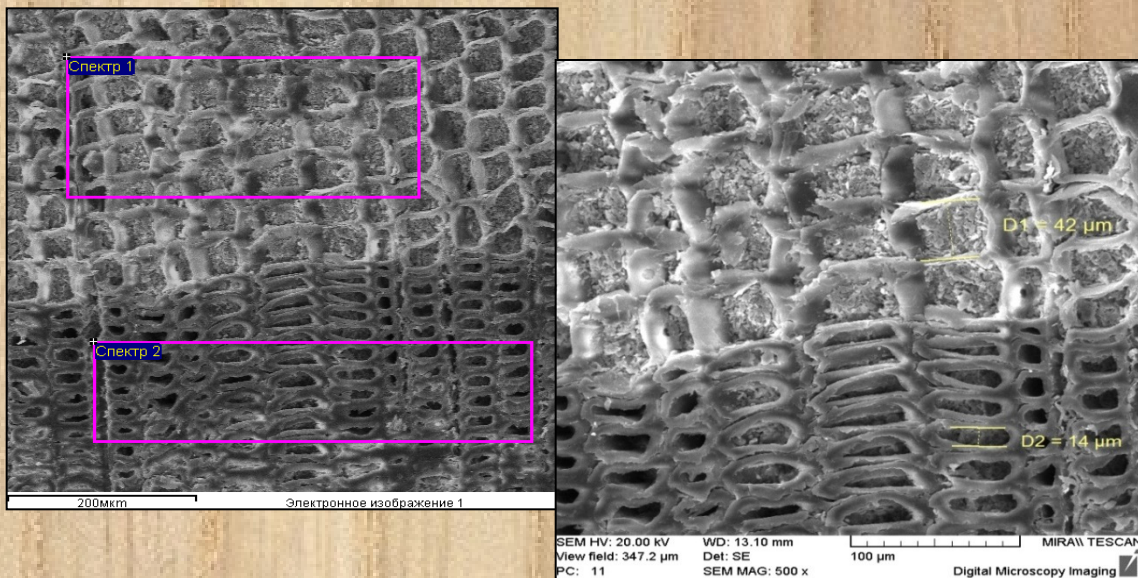
Древесно-кольцевые хронологии деревьев, выросших в наиболее сухих (ксерофитных) условиях, имеют форму синусоиды. По мере увеличения увлажненности почвы кривые роста трансформируются в ломаные.

The image displays the NOAA International Tree Ring Data Bank (ITRDB) website interface. The main content area lists various data resources and tools available for researchers, such as the Tree Ring Search Engine, Paleoclimate Sites GIS Map, and Tree-Ring Proxy Data. A browser window in the foreground shows the 'Ultimate Tree-Ring Web Pages' site, which provides a comprehensive resource for dendrochronology, including a welcome message, a list of links, and a gallery of tree-ring images.

# Ограничения дендрохронологического анализа:

1. Экспертные заключения часто, особенно при сравнении не разных частей одного дерева, а частей разных деревьев одного или нескольких лесных массивов, носят статистический (вероятностный) характер.
2. Отсутствуют общепринятые пороговые значения коэффициентов корреляции и синхронности при оценке полученных результатов, что может привести к противоречию заключений разных экспертов.
3. При малых размерах исследуемых объектов (при наличии у них всего лишь 3-4-годичных слоев) вследствие недостаточной информации выяснить поставленные перед экспертизой вопросы не представляется возможным. Однако при большем количестве годичных слоев (5-7) на некоторые из них, например, идентификация целого по частям при отсутствии общей линии разделения, уже можно ответить.

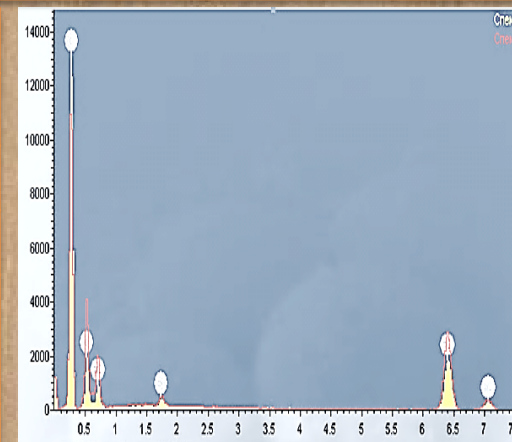
# Новые возможности исследования древесины :



Изображения годичного слоя сосны обыкновенной, сделанные на электронном микроскопе TESCAN VEGA-3 LMU с рентгенофлуоресцентным анализатором Bruker

Общий вид измерительного комплекса LINTAB (BM-B) немецкой фирмы «RINNTech»

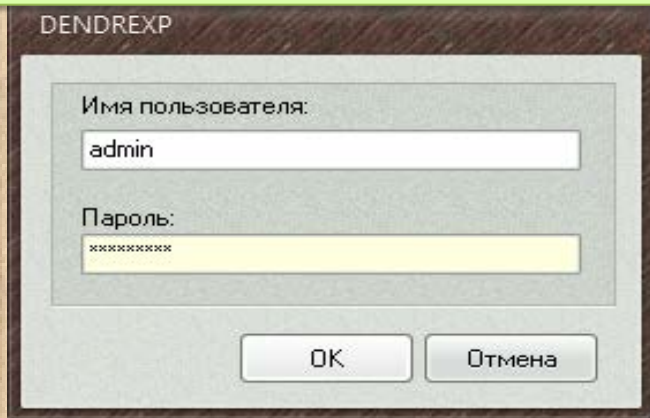
Спектр	C	O	Al	Si	S	K	Ca	Pb
Спектр 1	40.2	46.6	0.2	0.4	5.6	0.1	0.2	0.1
Спектр 2	49.3	47.2	0.1	0.3	1.0	0.2	0.1	0.0
Среднее	44.7	46.9	0.2	0.3	3.3	0.2	0.2	0.0
Станд. отклонение	6.5	0.4	0.1	0.1	3.3	0.1	0.5	0.6
Макс.	49.3	47.2	0.2	0.4	5.6	0.2	0.2	0.1
Мин.	40.2	46.6	0.1	0.3	1.0	0.1	0.1	0.0



Вид спектра

# ВОПРОС №2: Ключевые аспекты автоматизации дендрохронологических экспертных исследований. Автоматизированное рабочее место «DendroExp»

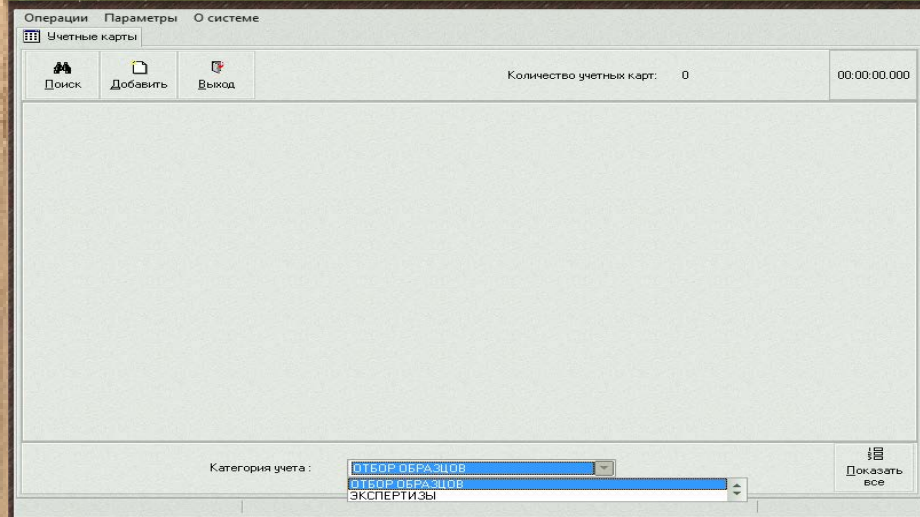
**ВЫЧИСЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА – ЭТО ОЧЕНЬ ДЛИТЕЛЬНЫЙ И ТРУДОЕМКИЙ ПРОЦЕСС.**



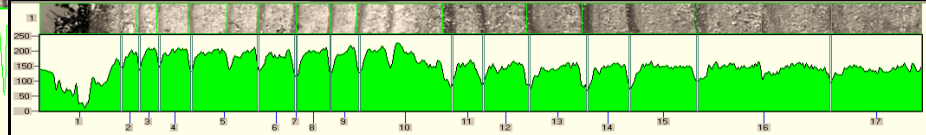
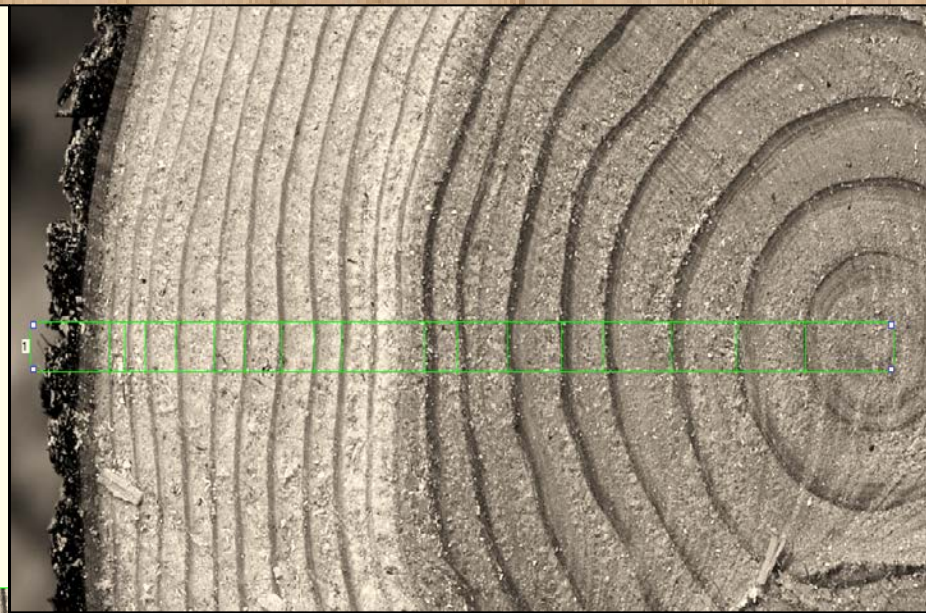
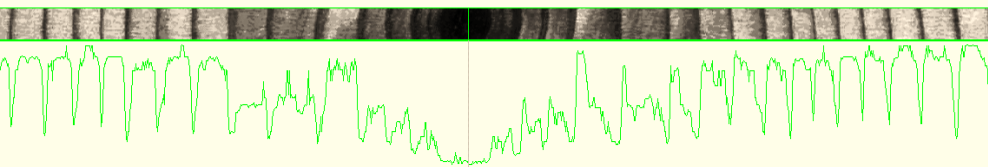
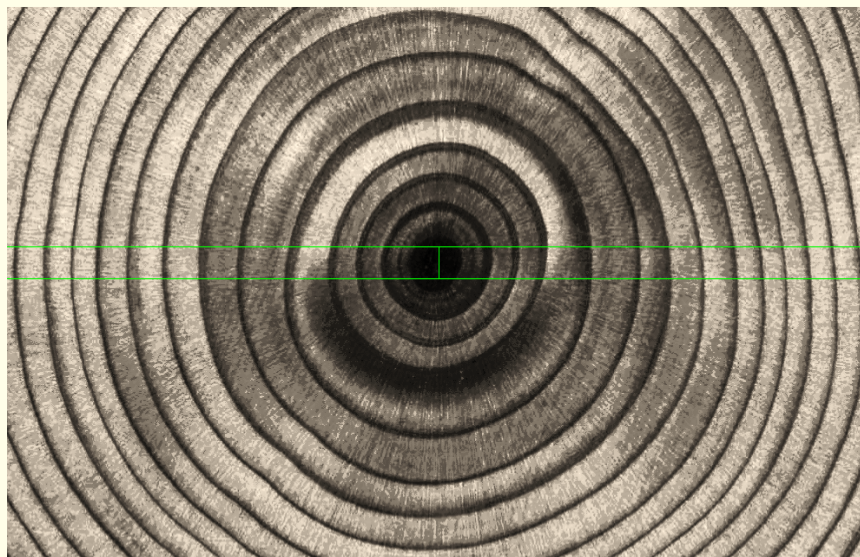
**Форма входа в систему**

На сегодняшний день создание автоматизированных рабочих мест (АРМ) – это одно из наиболее актуальных направлений в области автоматизации экспертных исследований.

**Автоматизированное рабочее место (АРМ) – комплекс средств вычислительной техники и программного обеспечения, располагающийся непосредственно на рабочем месте эксперта и предназначенный для автоматизации его работы в рамках конкретной специальности.**

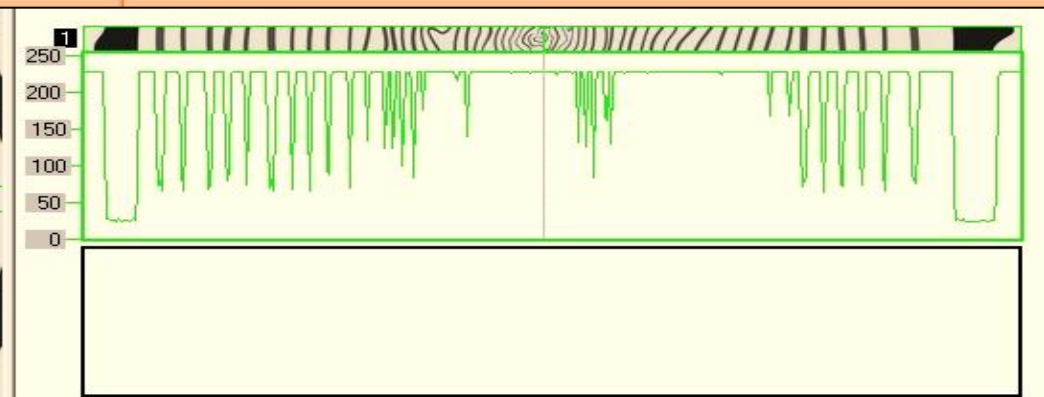
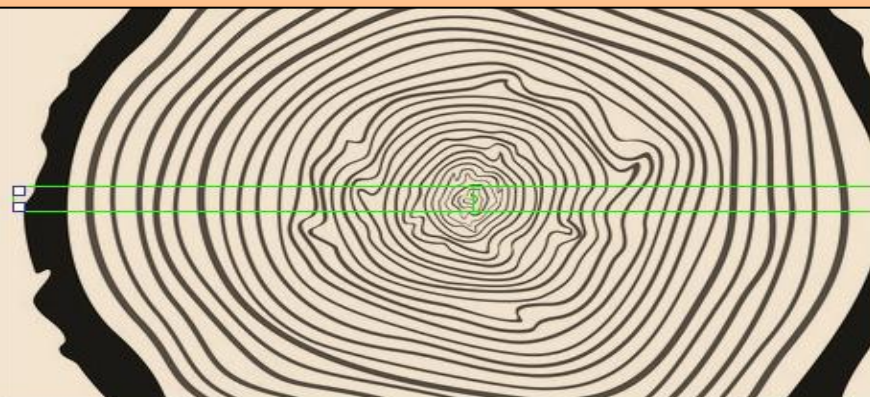


**Главная форма программного приложения**



**Шлифованный спил (анализ через центр), ширина полосы для измерения максимально заужена**

**Нешлифованный спил (анализ через центр) – «менее ярко + более контрастно»**

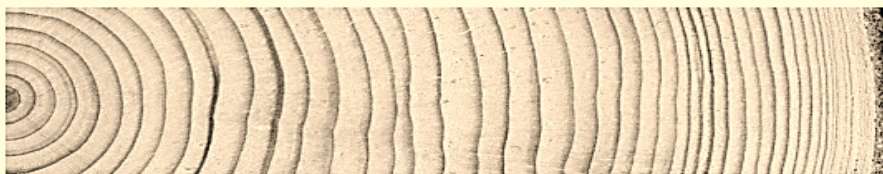
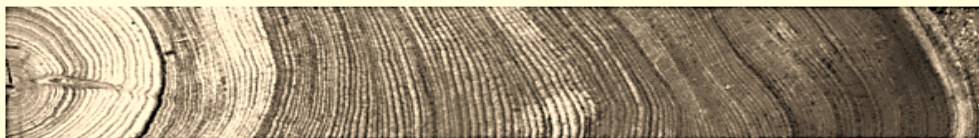


**Шлифованный спил с корой (анализ через центр), годовичные слои сердцевины сильно искривлены и неинформативны**

АРМ «DendroExp» базируется на концепции открытых систем и представляет собой единое средство ввода, обработки, анализа и хранения первичной дендрохронологической информации.

Программное обеспечение АРМ состоит из двух частей:

- 1) серверная часть, обеспечивающая хранение информации в базе Sybase Adaptive Server Anywhere 9.0;
- 2) клиентская часть, в которой реализован ряд основных функций.



Поперечные спилы древесины  
разных видов древесины

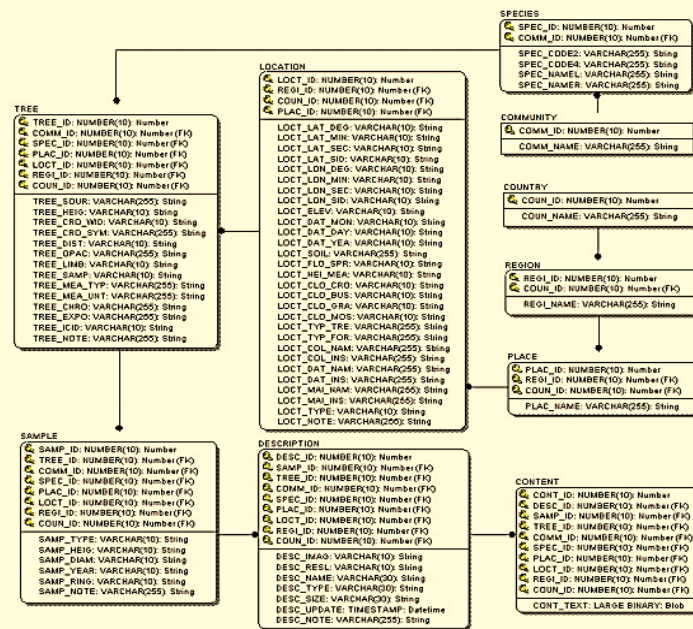


Диаграмма структуры таблиц  
дендроданных



# ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ АРМ:

- ввод сопроводительной информации об объектах, направленных на исследование;
- ввод цифровых изображений образцов древесины и улучшение их характеристик;
- выполнение автоматизированного ввода и обработки первичных дендрохронологических данных;
- статистическая и математическая обработка дендрохронологической информации в зависимости от решаемых задач;
- проведение сравнительных исследований по установлению принадлежности двух отрезков древесины к одному целому путем функции наложения с указанием коэффициента корреляции;
- опредмечивание полученных результатов в тексте заключения или фототаблице;
- создание специализированных банков данных, необходимых для работы информационно-поисковых систем различного профиля.

The screenshot shows the 'Экспертизы' (Expertise) form. It features a top navigation bar with 'Операции' and 'Параметры' tabs, and a 'Поиск' (Search) section with 'Поиск', 'Очистить поля поиска', and 'Выход' buttons. The main area is titled '1. Основные данные' (1. Main data) and contains several input fields for recording expert information:

- № экспертизы (Expertise number): search range (с: ... по: ...)
- Заключение/справка (Conclusion/extract): dropdown menu
- Дата поступления (Date received): date range (с: ... по: ...)
- Дата выдачи эксперту (Date issued to expert): date range (с: ... по: ...)
- Исполнил (Executed by): text input
- Предоставленные в распоряжение эксперта объекты (Objects provided to the expert): text input
- Дата поступления дополнительных материалов (Date of receipt of additional materials): date range (с: ... по: ...)
- Дата завершения экспертизы (Date of completion of expertise): date range (с: ... по: ...)

Форма «Экспертизы»

The screenshot shows the 'Отбор образцов' (Sample selection) form. It has a top navigation bar with 'Операции' and 'Параметры' tabs, and a 'Поиск' (Search) section with 'Поиск', 'Очистить поля поиска', and 'Выход' buttons. The main area is titled '1. Основные данные' (1. Main data) and contains a tree view on the left and a list of input fields on the right:

- Дата отбора образцов (Date of sample selection): date range (с: ... по: ...)
- Количество (Quantity): text input
- Порода (Species): dropdown menu
- Координаты (Coordinates): text input
- № гр. (Group number): date range (с: ... по: ...)
- лес. (Forest): date range (с: ... по: ...)
- Е. гр. (Subgroup): date range (с: ... по: ...)
- лес. (Forest): date range (с: ... по: ...)
- Высота над уровнем моря (Height above sea level): text input
- ГТЛРКО (GTLRKO): dropdown menu
- Лесное (Forest): dropdown menu
- Лесничество (Forestry): text input
- Парки и заказники (Parks and reserves): dropdown menu
- Формация (Formation): dropdown menu
- Тип леса (Forest type): dropdown menu
- ТИМ (Тип условий местопроизрастания) (TIM (Type of growing conditions)): table with columns 'Полоса' and 'ТИМ'
- Состав (Composition): text input
- Средний возраст (Average age): date range (с: ... по: ...)
- Класс возраста (Age class): text input
- Пределы выростов с (Limits of growth with): date range (с: ... по: ...)
- Пределы выростов по (Limits of growth by): date range (с: ... по: ...)
- Классиф. (Classification): text input
- Класс Крафта (Kraft class): date range (с: ... по: ...)
- Полоса (Strip): date range (с: ... по: ...)
- Средняя высота деревьев (м) (Average tree height (m)): date range (с: ... по: ...)

Форма «Отбор образцов»

# АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ РАДИАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ

Полный алгоритм вычисления радиального прироста дерева состоит из пяти этапов, каждый из которых реализует отдельную операцию обработки исследуемого сигнала.

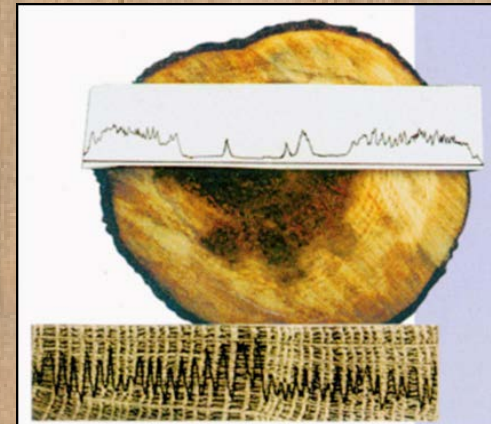
1. Подготовка образца:  
Сканирование.  
Выбор радиуса исследования.  
Выбор участка исследования.

2. Предварительная фильтрация:  
Продление выбранного ряда.  
Медианная фильтрация.  
Полиномиальная фильтрация.  
Медианная фильтрация нижней и верхней частей ряда.

3. Вычисление функции фазы.  
Слайн интерполяция.  
БПФ, фильтрация.  
Вычисление функции фазы.  
Фильтрация функции фазы.

4. Восстановление функции роста  
Вычисление обратной функции фазы.  
Операция «сжатие-растяжение».  
БПФ, фильтрация.  
Восстановление функции роста.

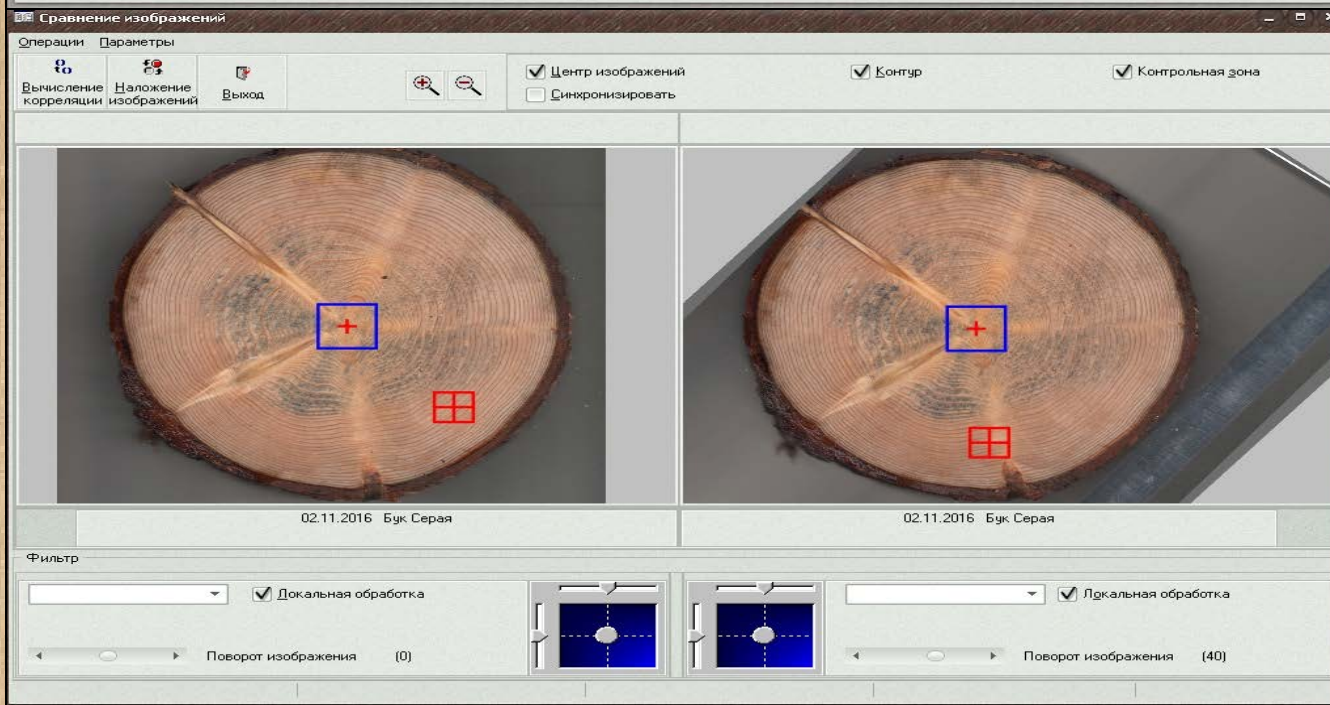
5. Получение сезонных изменений роста



**Пример работы  
функции  
автоконтрастирования  
в модуле «TMContrast»**



**Пример сравнения 2-х  
спилов древесины ели  
обыкновенной при  
выделении  
доминирующего  
элемента**



**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ  
МАТЕРИАЛОВ, ВЕЩЕСТВ И ИЗДЕЛИЙ**

**Научного отдела специальных  
исследований**

***ТЕЛ. ОТДЕЛА (017) 308 62 41***

**Начальник отдела: Кузменков Дмитрий Евгеньевич**

**Заведующий лабораторией: Прокопович Ирина Владимировна**

A photograph of a tree trunk cross-section lying on a forest floor covered in moss and twigs. The wood shows clear growth rings. The text "Спасибо за внимание!" is overlaid in green with a white outline.

Спасибо  
за  
внимание!