

ФГБУК «Государственный историко-архитектурный и
этнографический музей-заповедник «Кижі»
Всероссийский центр сохранения деревянного зодчества им В.С.
Рахманова



Дендрохронологические исследования памятников

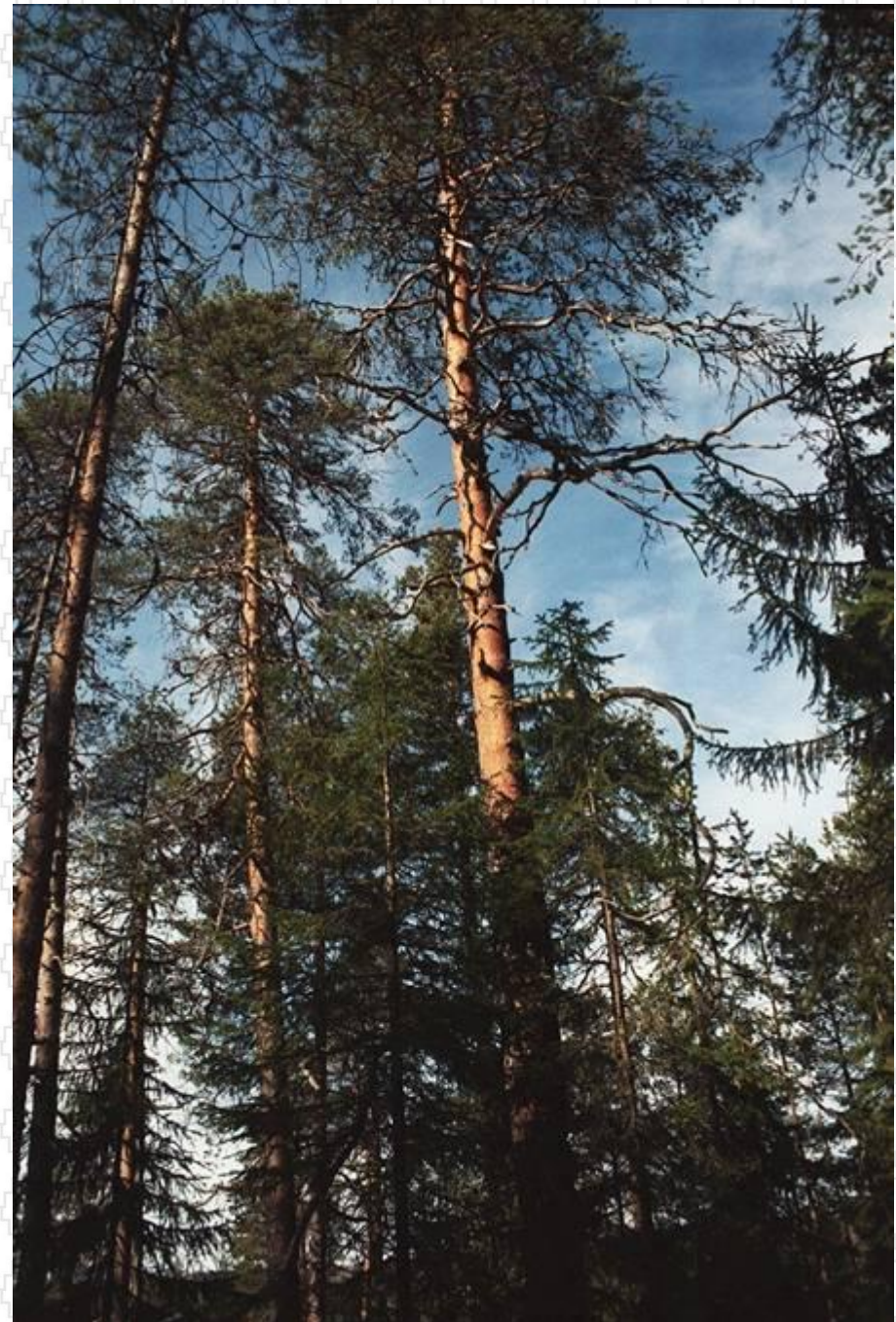
Маргарита Васильевна
Кистерная, к.т.н.

- ДЕНДРО – дерево
(греч.)

- ХРОНО – время

- ЛОГИЯ - учение

Дендрохронология –
научная дисциплина
о методах датировки
событий и природных
явлений, основанная на
анализе годичных колец
древесины.



Древесный ствол и его слои

Древесный ствол и его слои

Древесный ствол служит системой «трубопроводов» и опорой. Самый тонкий слой, камбий, наверное, самый важный, поскольку он производит все остальные. Когда клетки камбия делятся, то наружные становятся флоэмой, по которой ко всем частям дерева

доставляются сахара. Старая флоэма становится корой. Внутренние клетки камбия становятся ксилемой, по которой в дереве движется вода. Молодые клетки ксилемы образуют заболонь, а старые – сердцевину.

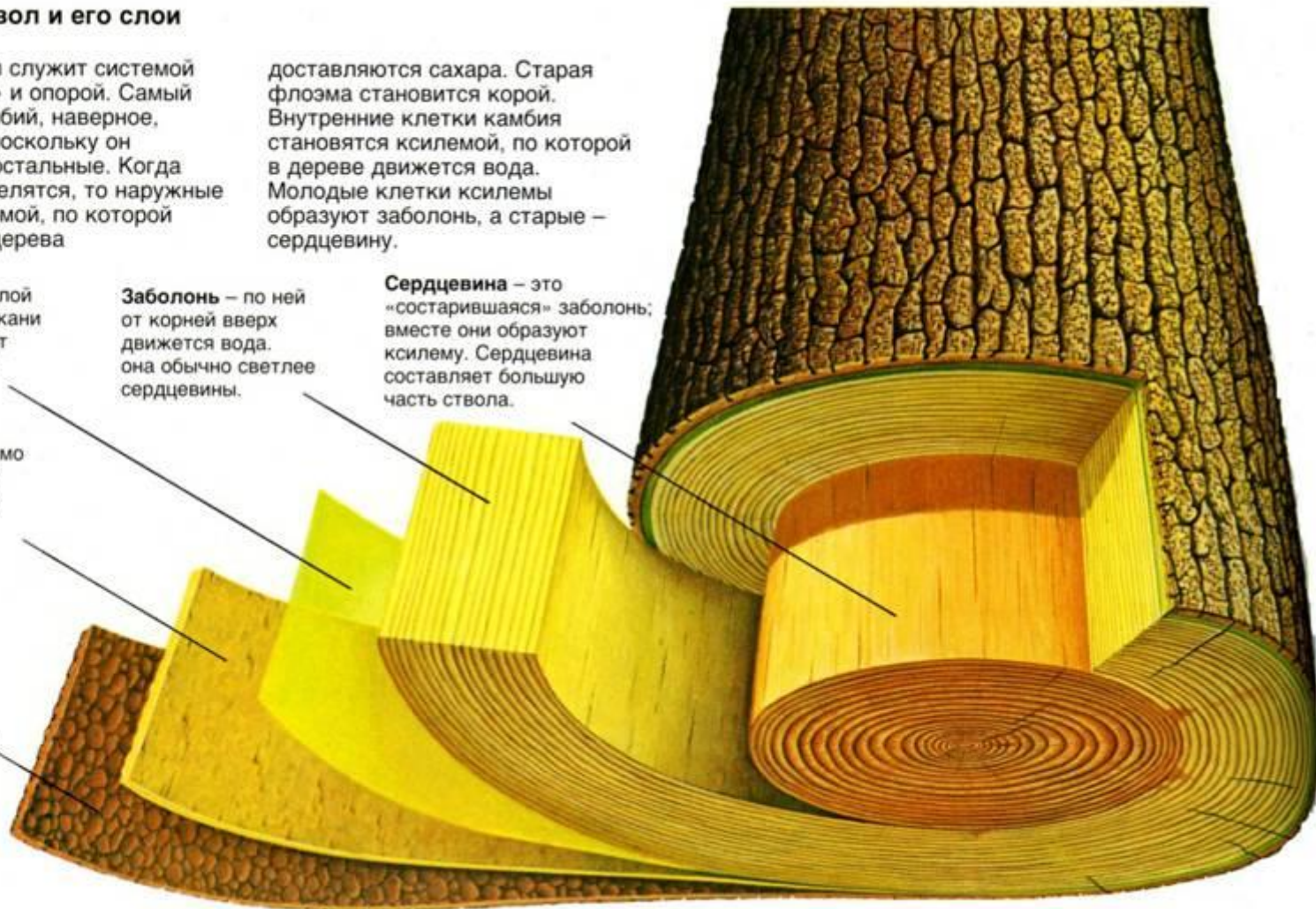
Камбий – тонкий слой образовательной ткани ствола. Здесь берут начало все другие клетки.

Заболонь – по ней от корней вверх движется вода. она обычно светлее сердцевины.

Серцевина – это «состарившаяся» заболонь; вместе они образуют ксилему. Серцевина составляет большую часть ствола.

Флоэма лежит прямо под корой. По этой волокнистой ткани от листьев вниз перемещаются сахара.

Кора покрывает ствол снаружи, изолируя его и защищая дерево от болезней.



Ядро/заболонь

Заболонь

содержит живые
и мертвые
клетки,
основная
функция –
хранение и
обеспечение
питательными
веществами

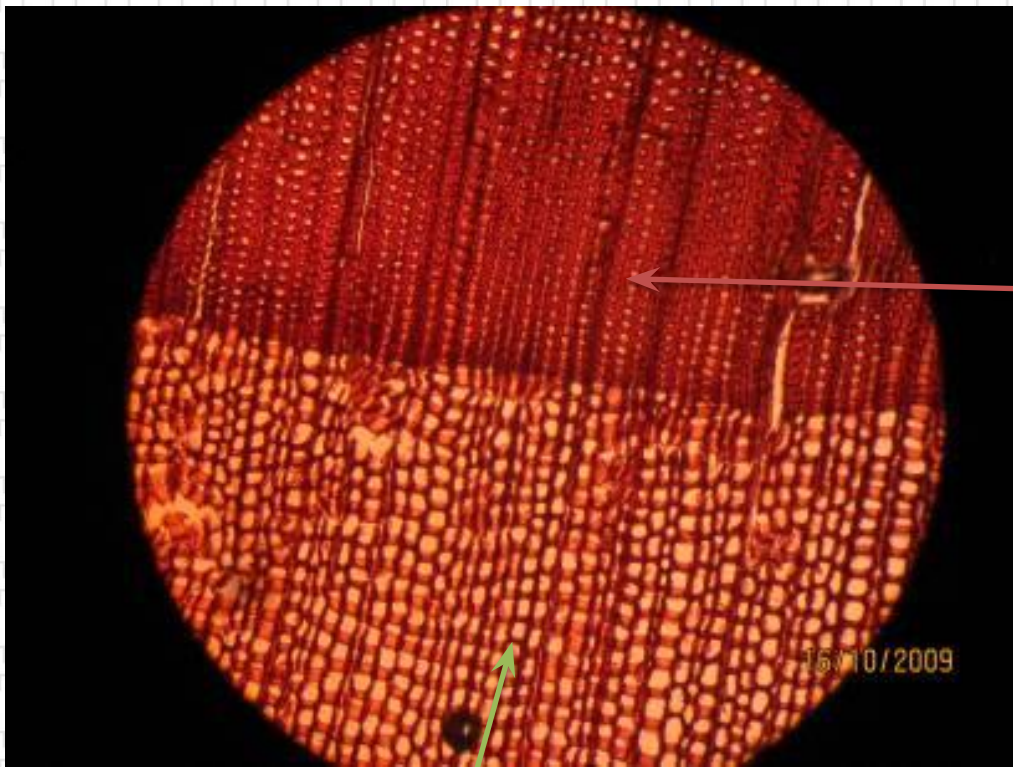


Ядро

состоит из
мертвых клеток,
не участвующих
в хранении
запасных
веществ и
транспорте воды

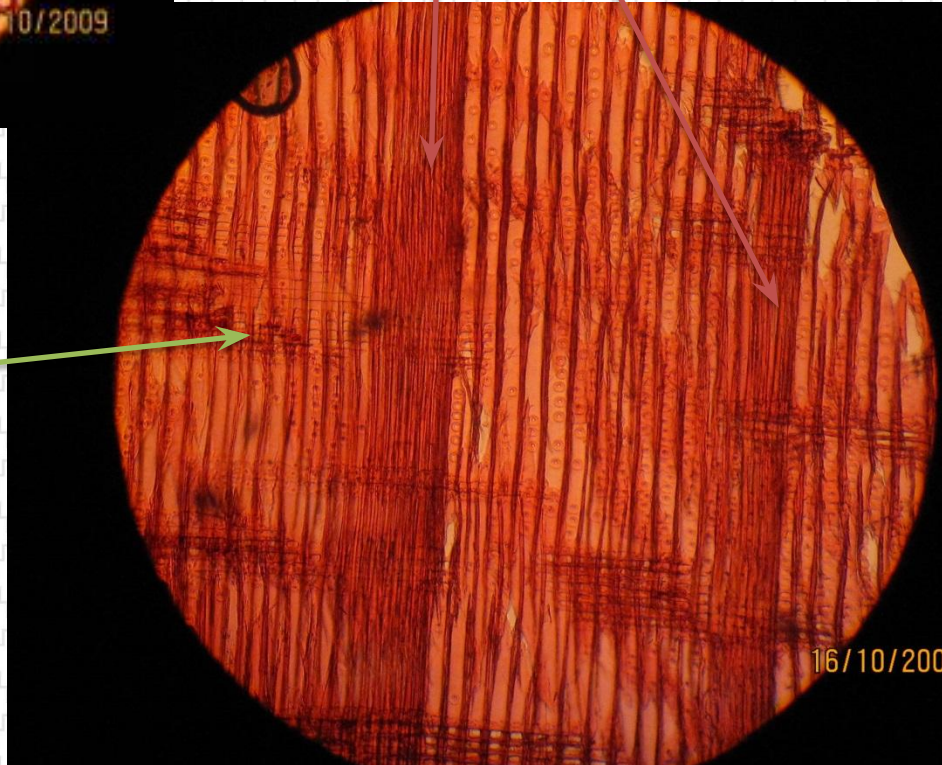
Годичные кольца





Ранняя
древесина

This text is positioned on the left side of the bottom image, with a green arrow pointing towards the lower part of the wood sample.



Факторы, влияющие на ширину годового кольца

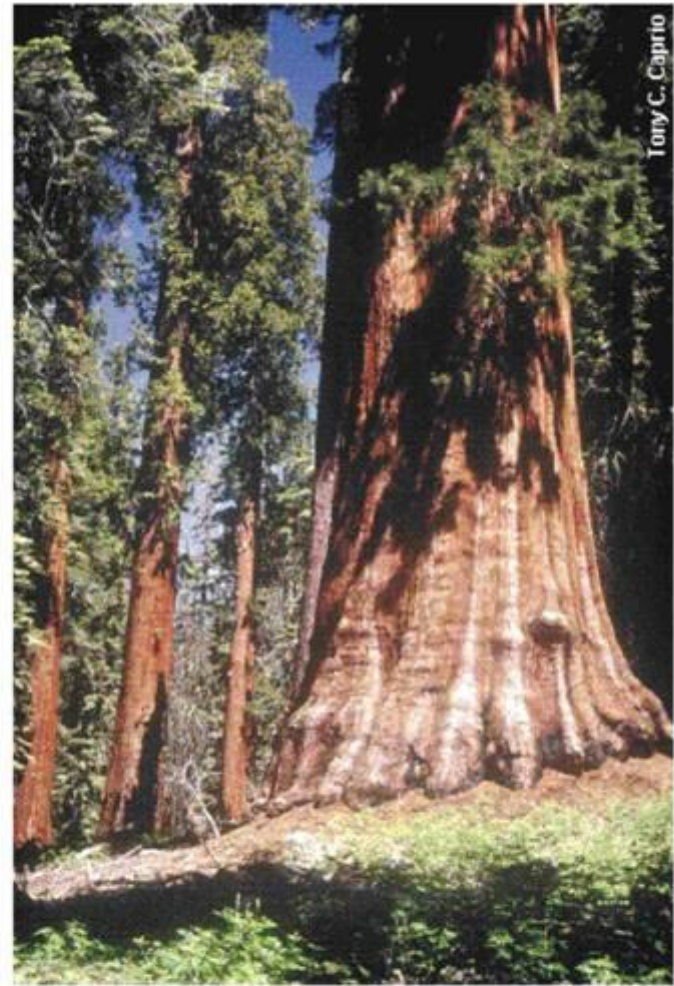
- Внутренние факторы
 - *Генетические*
 - *Возраст дерева*
- Внешние факторы
 - *Физико-географические*
 - *Почвенные*
 - *Погодные*
 - *Болезни*
 - *Пожары*



- Ведущей экологической идеей дендрохронологии является идея закономерной обусловленности (т.е. **неслучайности**) возникновения особенностей анатомического строения годичных древесных колец.
- Причиной возникновения этих особенностей является действие внешних экологических факторов (температуры, влажности, освещенности и т.д.), наложенное на действие внутренних факторов (генетическая обусловленность, гормональная регуляция клеточных делений), в течение вегетационного периода.
- То есть ширина кольца закономерно зависит от характера изменения экологических факторов в год формирования кольца (в данной местности).
- Закономерно возникнув, эти особенности строения годичных колец хранят память о характере экологических факторов, вызвавших их появление.

История

- Первые работы о связи ширины годичного прироста и метеорологических факторов - конец XIX в.
- Эндрю Дуглас (США, Аризона) "Климатические циклы и годичные кольца" (Douglass, 1919)
- 1930-е гг. созданы первые дендрохронологические шкалы протяженностью 1280 лет

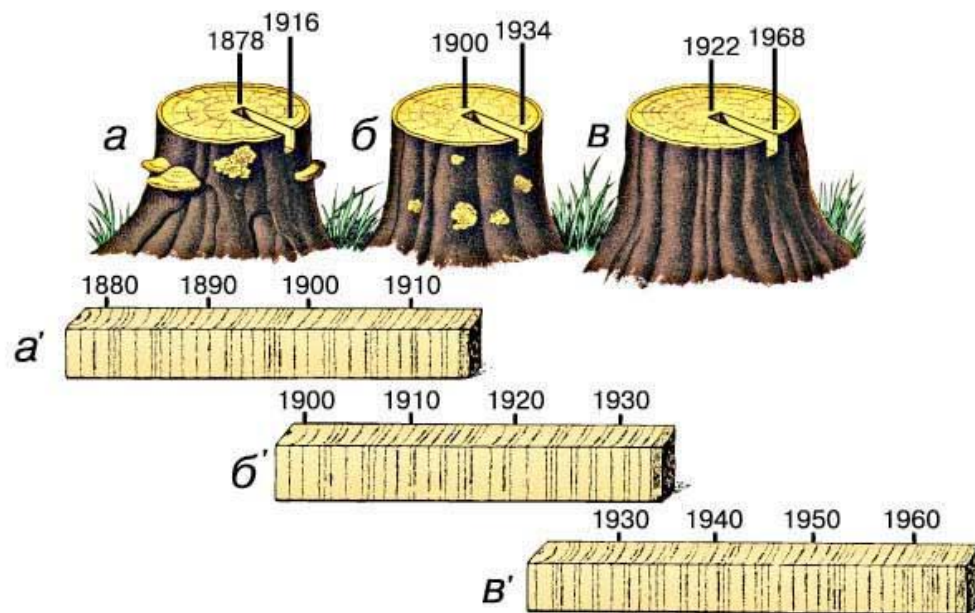
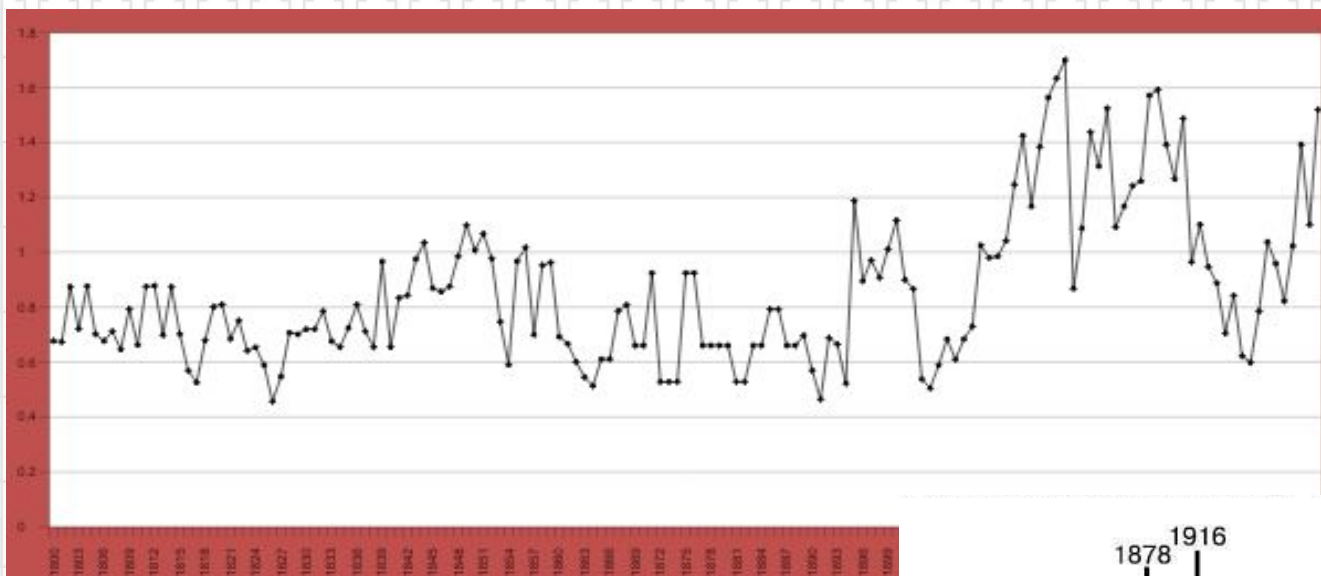


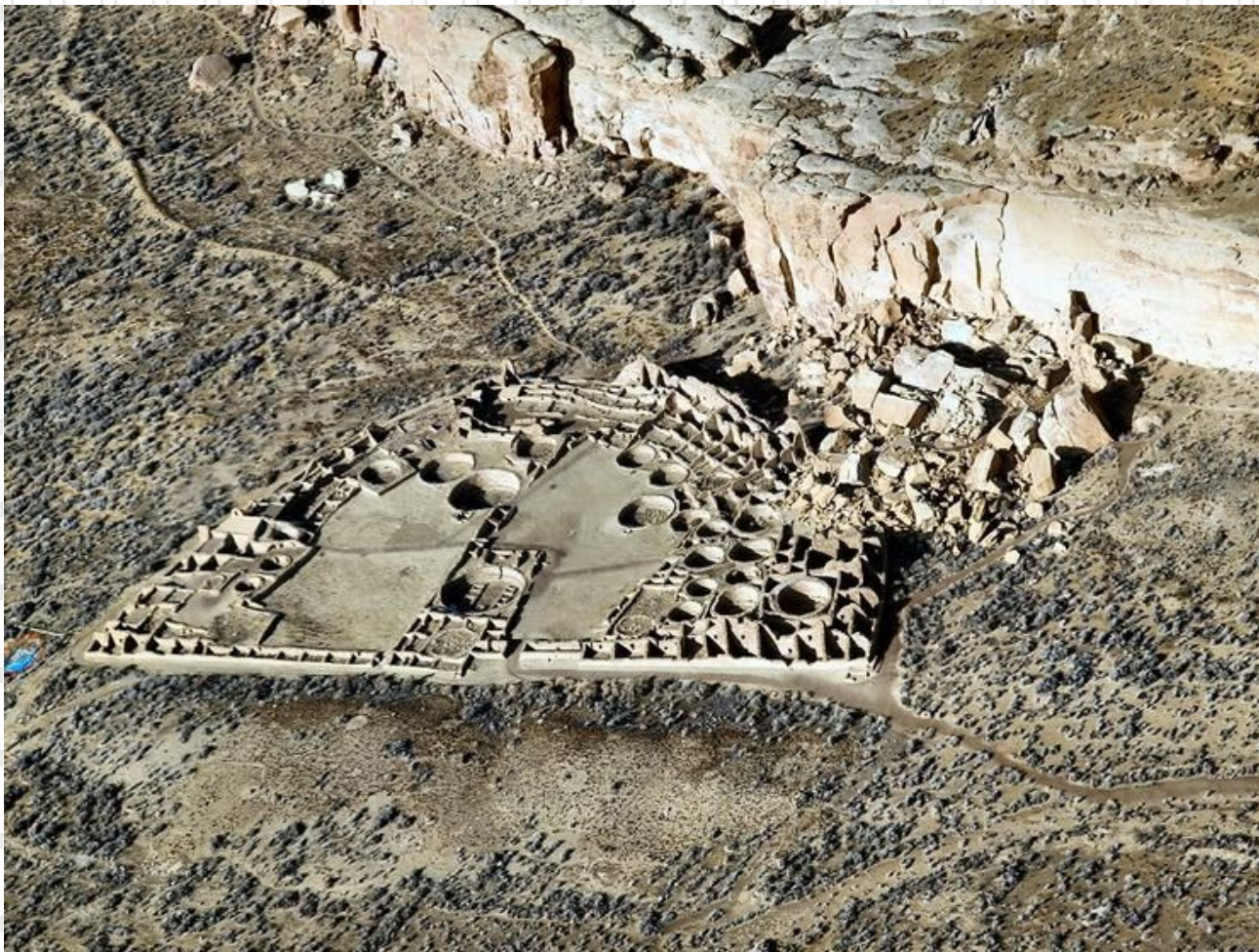
A monstrous giant sequoia tree (*Sequoiadendron giganteum*) in Sequoia National Park, California (photo © A.C. Caprio). A normal-sized person would perhaps be as high as the knot on the lower right side of the tree.



Эндрю Дуглас (слева) одним из первых обратил внимание на повторяемость изменений в приросте деревьев. © Arizona State Museum, lrr.arizona.edu

Древесно-кольцевая хронология

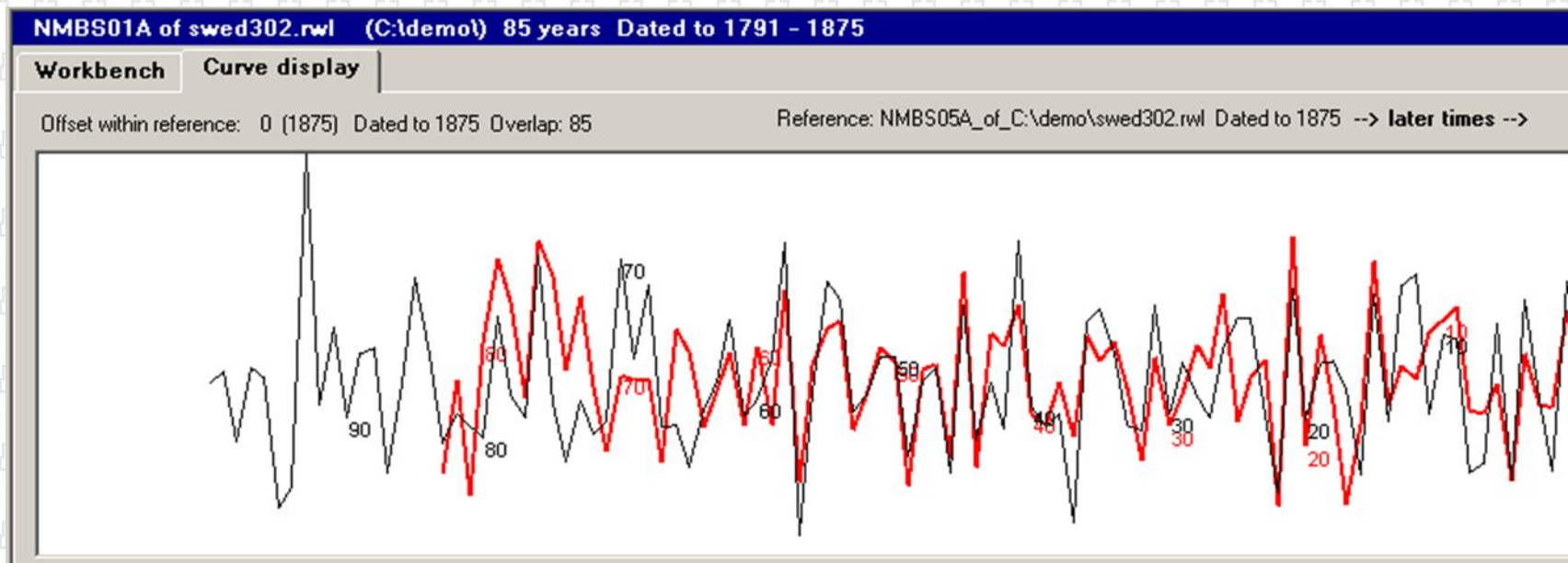




Индейский поселок Пуэбло Бонито
в каньоне Чако в Нью-Мексико на юго-западе США
был построен в девятом веке как ритуальный культовый центр.

Абсолютная кольцевая хронология включает в себя точное определение календарной даты всех годовых колец у исследуемых образцов.

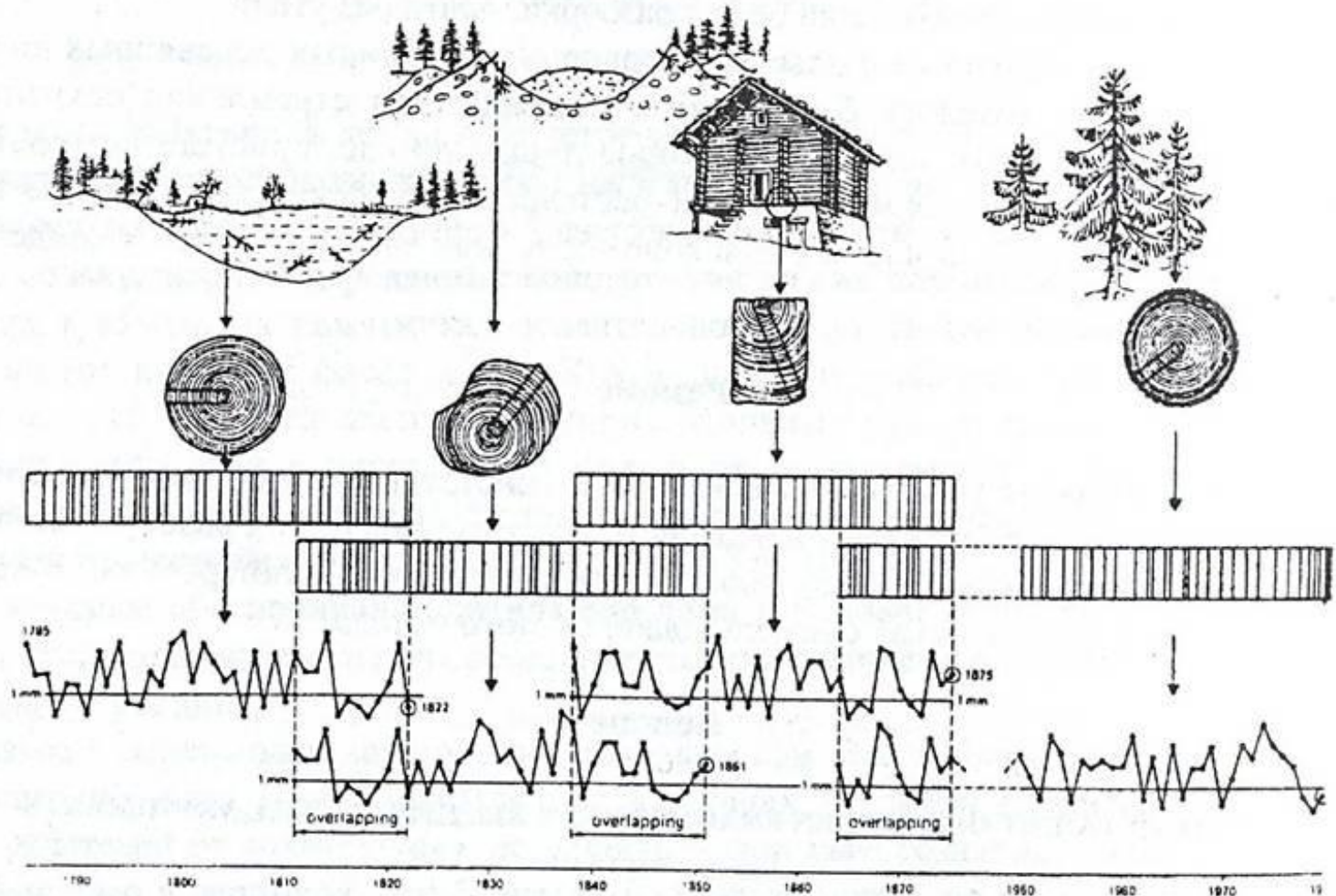
Относительная (плавающая) кольцевая хронология не имеет привязки к определенному году. Обычно такие хронологии получаются при исследовании археологических объектов, деревянных зданий.



Для привязки полученной относительной хронологии к определенному временному периоду выполняется перекрестное датирование.

Европа

- Начало работ в Скандинавии, Германии -1930-40-е гг.

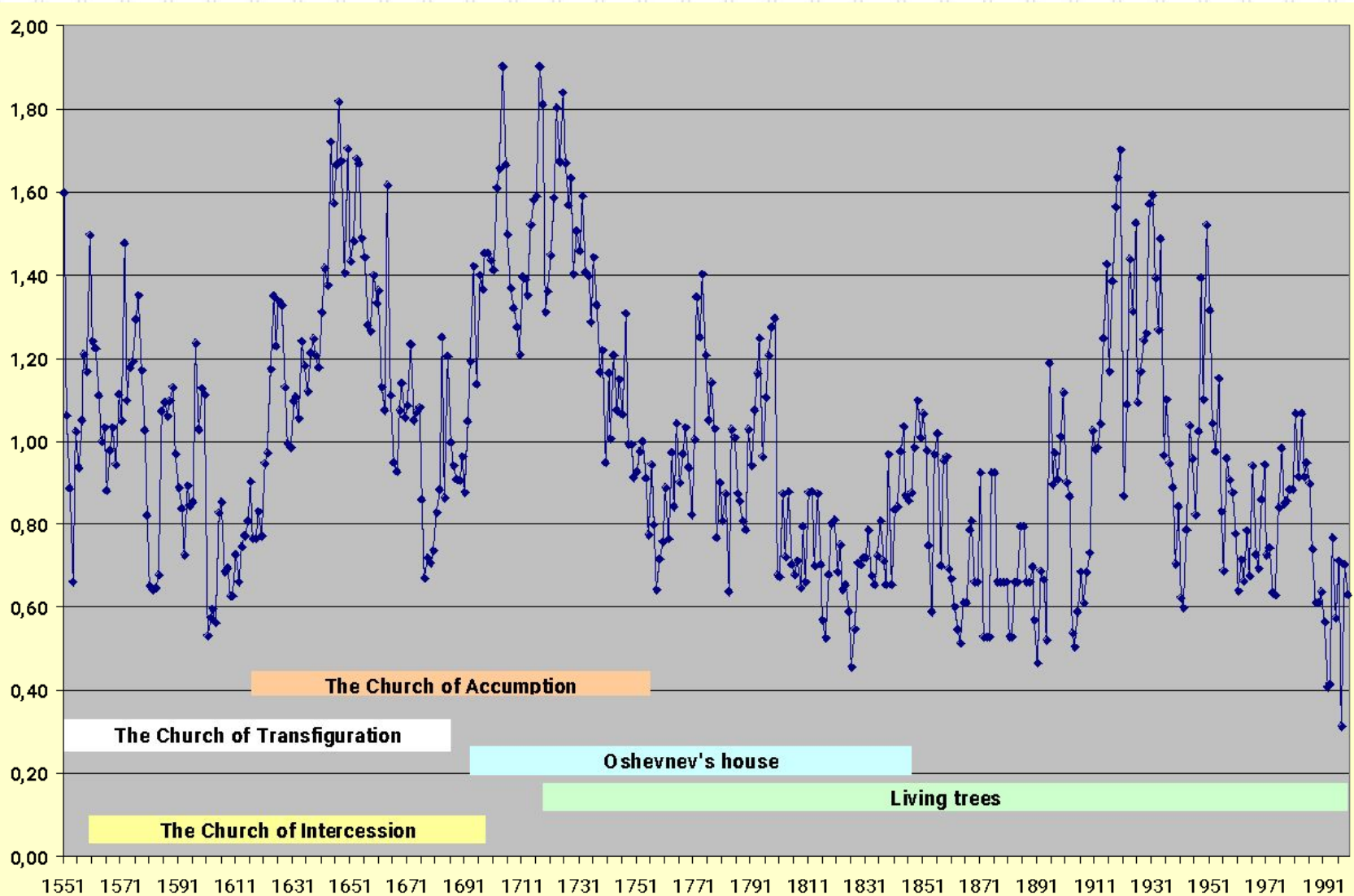


- Первая длительная хронология была построена по сосне остистой, произрастающей на верхней границе леса в горах Юго-Запада США (8,7 тыс.лет), всего на западе США построено около десятка хронологий длительностью более 3 тыс.лет.
- В настоящее время продолжается построение абсолютных шкал в Восточной Европе, Швеции, Ближнем Востоке. Только в Европе над этим работает свыше 20 лабораторий, в мире — свыше 60.

Ирландия — 7300 лет,

- Западная Европа (по дубу) — свыше 7 тыс. лет,
- Центральная Европа (по дубу) — свыше 8 тыс. лет,
- Центральная Европа (по сосне) — свыше 11 тыс. лет,
- Район Великого Новгорода — 1200 лет,
- Северное Приобье — 900 лет.

Шкала для Заонежья



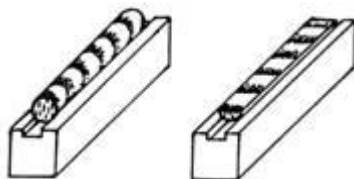
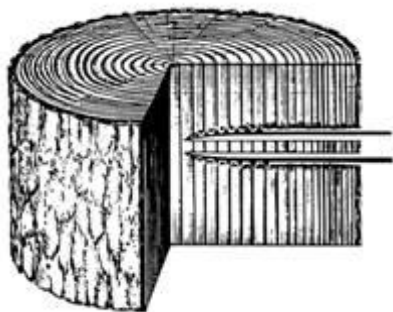
1. Планирование



- Тип и назначение здания
- Примерная дата строительства
- Примерное число строительных периодов
- Порода древесины
- Размер конструктивных элементов
- Планируемые реставрационные (или) консервационные работы

2. Отбор образцов

- Спил
- Керн
- Фото



Спил





Керн

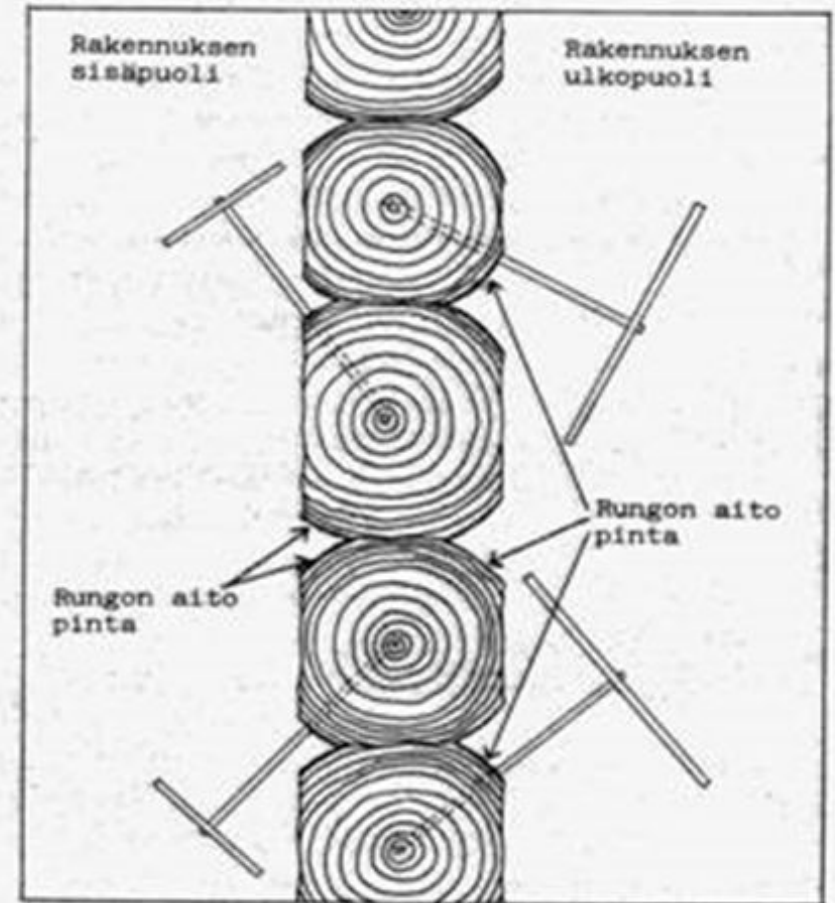




ΦΟΤΟ



Отбор образцов-кернов в памятниках



Подготовка образцов для анализа

1. Выбор радиальных направлений для измерения колец (спил)
Необходимо избегать участки с заросшими сучками, раневой древесиной, гнилью
2. Наклейка кернов на деревянную основу
Торцевая поверхность должна быть параллельна верхней поверхности деревянной основы
3. Полировка и зачистка образцов
4. Увеличение контрастности колец и клеток

Датировка и измерение

Предварительная датировка и маркировка колец

Схема последовательности годовых колец



Рис. 4.1. Маркировка годовых колец на зачищенном радиальном направлении (Stokes, Smiley, 1968)

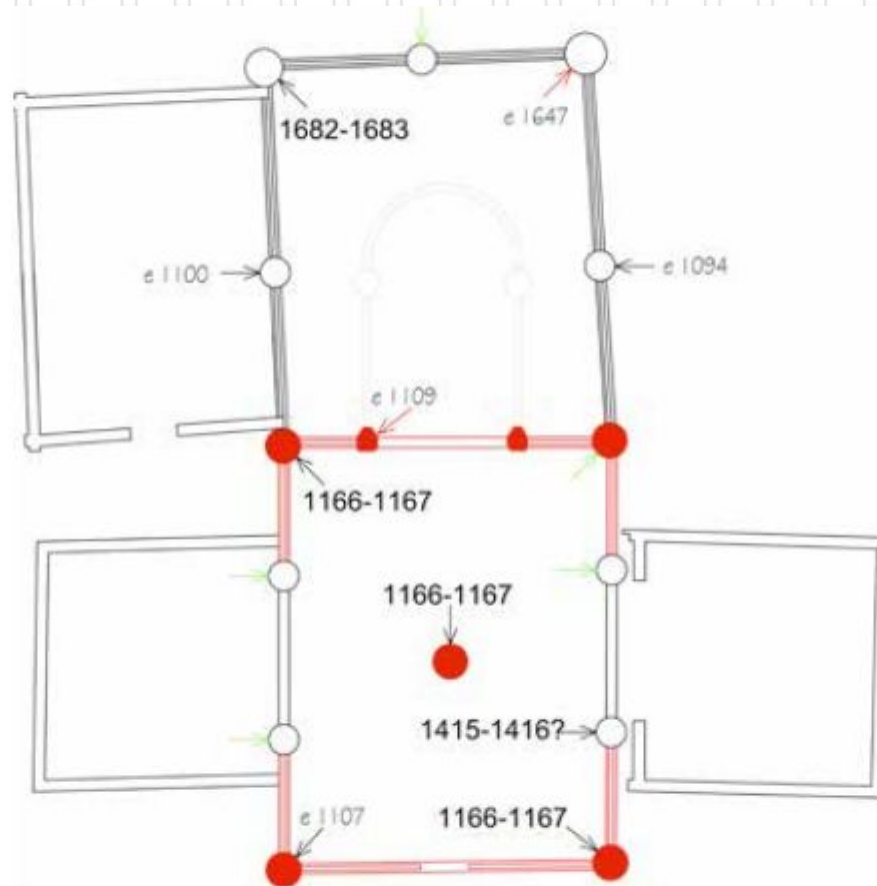




ПО

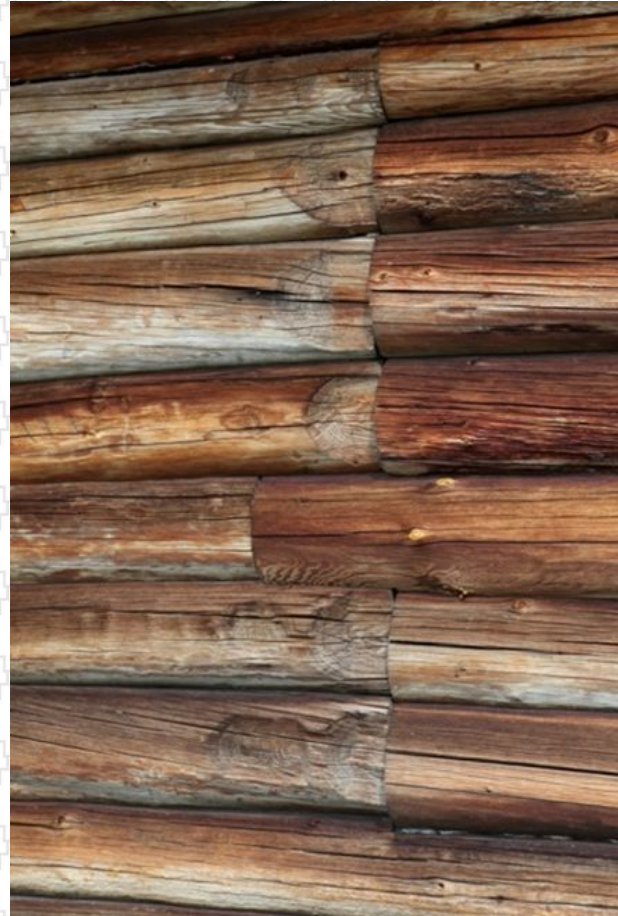
- Программа TSAP - датировка и графический контроль датировки, с целью выявления ложных и выпавших колец (Rinn, 1999).
- СОФЕСНА (Библиотека дендрохронологического программного обеспечения, Holmes, 1983) - контроль качества проведенных датировок.

Результаты



Часовня Кирика и Иулиты в д. Воробьи





Результаты

Строительный период	Дендрохронология	Архитектурно-археологическая шкала
Береговой амбар	1762/63 гг.	
1	1866	Первая половина XVIII в.

Архивные данные

«По рассказу Михаила Дьякова расходы по строительству часовни оплатил петербургский конфектный фабрикант Агат Агатович Воронцов, приблизительно 80 лет назад....»

Suomen Kansallisarkisto. Lars Pettersson. No 13. 27.8.1943

Информация предоставлена Т.Ю. Дудиновой, музей-заповедник «Кижь»

Имя благотворителя указано неверно – его звали Акат Стафеевич. Акат Стафеевич Воронцов был одним из самых богатых жителей деревни, владел соймой «для перевозки разного груза» Сведений о нем как о фабриканте в документах не обнаружено.

НА РК. Ф. 14, оп. 2, д. 1/20, л. 23, 1867 г. Ведомость о судах и лодках, находящихся в Кижской волости.

У Воронцова было два амбара

НА РК. Ф. 14, оп. 1, д. 18/9, 1874-1876.

Информация предоставлена С.В. Воробьевой, музей-заповедник «Кижь»

При реставрации обнаружили фрагмент газеты, за 1865 г.

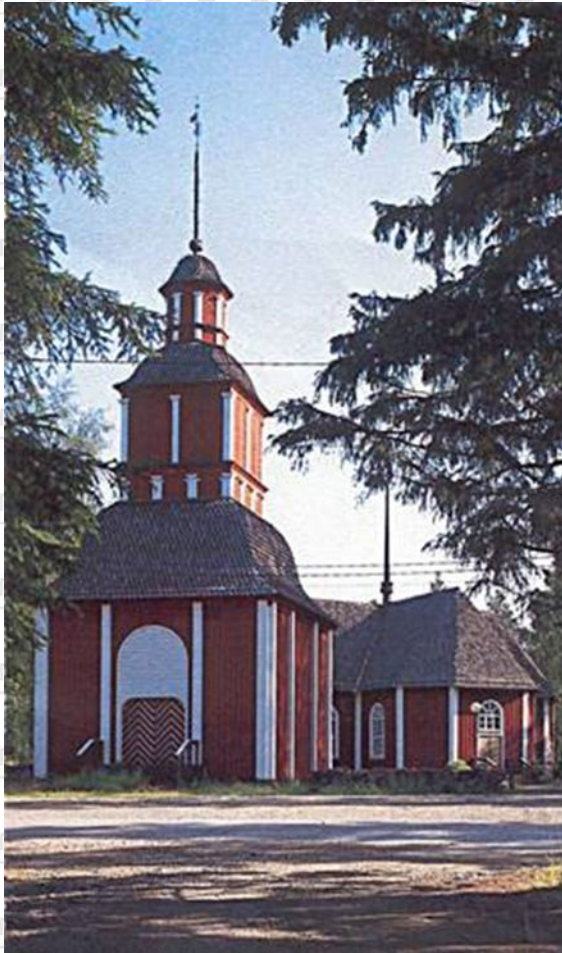
1. Точность анализа

Многие объекты датируются с точностью до 1 года

Значительная часть образцов – с точностью до 3-5 лет



2. Всегда ли удается продатировать памятник с помощью метода дендрохронологии?



- Не всегда
- Недостаточное количество годовичных колец
- Отсутствие абсолютной хронологии
- Разрушенная древесина
- Утрата оригинального материала (замена при ремонтах, реставрациях)

Церковь Иоанна Богослова Ростовского района Ярославской области



Дендрохронологическое исследование
церкви Иоанна Богослова на Ишне/ В. В. Мацковский

<https://www.rostmuseum.ru/upload/iblock/035/0353bfa8205800d3cca2b4caac7356fa.pdf>

3. Можно ли продатировать образцы, в которых не сохранилось последнее прижизненное годичное кольцо?

Дуб $+20 \pm 5$ лет

Сосна

- 100-летнее дерево 50 ± 20 г.к.

- 200-летнее дерево 75 ± 35 г.к.



Формулы для оценки числа годовичных колец в заболони (A_S) по известному количеству годовичных колец в ядре (A_H)

- 2002, Peder Gjerdrum
- 2012 Thomas Seip Bartholin
- 2013, Peder Gjerdrum

$$A_S = 30 + 0.4 * A_H$$

± 1 год, если $23 < A_H < 104$

$$A_S = (\sqrt{A_H + 3})^2 - A_H$$

$$A_S = 100 - 0.35 * B_{50}$$

где B_{50} – средняя шгк внешних 50 г.к. в ядре .

4. Что еще можно узнать с помощью метода дендрохронологии?

- Происхождение материала



Figure 9: Trade of Baltic oak; a: rafting on a river (Scheifele 1996), b: Gdansk harbour (Jastrzevska-Sniezko 1985), c: dendrochronologically derived trade routes

Source: Haneca K, Verheyden A, Beekmann H, Gärtner H, Helle G, Schleser G (eds.) (2007) TRACE - Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology, Vol. 5: Proceedings of the DENDROSYMPOSIUM 2006, April 20th – 22nd 2006, Tervuren, Belgium. Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt Vol. 74, p. 8 - 20. Dendrochronological proof of origin of historic timber – retrospect and perspectives

Датировка картин

Портрет девочки (Магдалена Лютер)

Лукас Кранах Старший

Дата: с.1520; Germany

Стиль: Северное Возрождение

Жанр: портрет

Медиа: масло, панель

Локация: Лувр

Размеры: 41,1 x 26 см





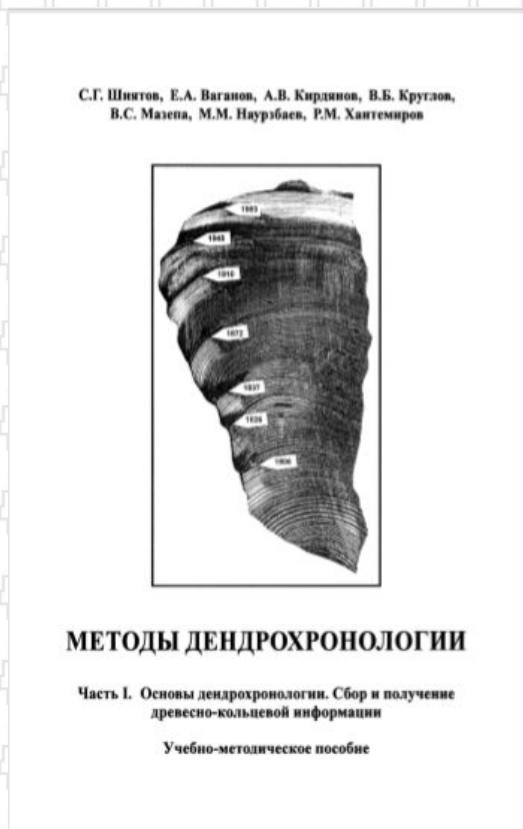
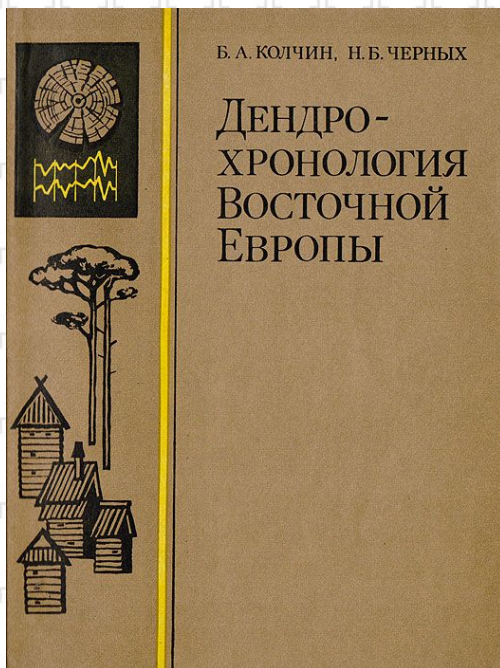
Рогир ван дер Вейден «Алтарь Мирафлорес» (или «Алтарь Богоматери»),

прим. 1441.

Оригинал - Государственная галерея, Берлин.

Копия – музей Метрополитен, Нью-Йорк

5. Что почитать про метод дендрохронологии?





Спасибо за внимание!