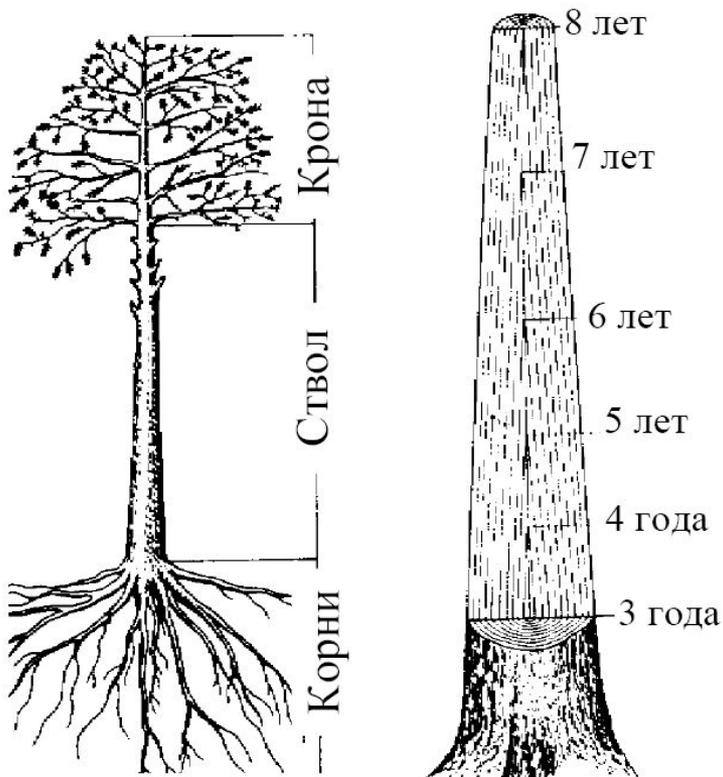


*Дерево и его ствол.
Строение древесины.*

Дерево и его ствол



- Растущее **дерево состоит** из: кроны, ствола и корней.
- **Крона** состоит из ветвей и листьев или хвои.
- **Ствол** это часть дерева от корней до вершины, несущая на себе ветви.
- Ствол растущего дерева проводит воду с растворенными минеральными веществами вверх (восходящий поток), а с органическими веществами - вниз по лубу к корням (нисходящий ток).
- Тонкая верхняя часть ствола называется вершиной, толстая нижняя часть – комлем.
- **Корни** проводят воду с растворенными минеральными веществами вверх к стволу, хранят запасы питательных веществ и удерживают дерево в вертикальном положении.

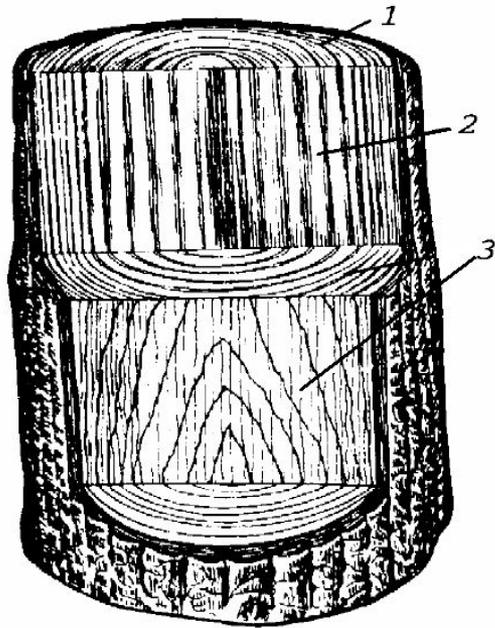
Строение древесины

- В результате растительного происхождения древесина имеет **трубчатое слоисто-волокнистое строение**.
- **Основную массу древесины** составляют **древесные волокна**, расположенные вдоль ствола. Они состоят из удлинённых пустотелых оболочек отмерших клеток (трахеидов, длиной порядка 3 мм) и органических веществ (целлюлозы и легнины).
- Древесные волокна **располагаются концентрическими слоями** вокруг оси ствола, которые называются годовыми слоями.

Строение древесины

- В древесине только лиственных пород **имеются сосуды** – элементы структуры, имеющие форму трубок.
- По сосудам из корней в крону поднимается вода с питательными веществами.
- Ширина крупных сосудов измеряется в пределах 0,2-0,4 мм , мелких сосудов – 0,016 – 0.1 мм. Длина сосудов достигает 10 см.
- По расположению сосудов в годичном слое различают **породы кольце-сосудистые** и **рассеянно-сосудистые**.
- У кольце-сосудистых пород (дуб, ясень и др.) крупные сосуды расположены в ранней зоне годичного слоя, а мелкие в поздней зоне.
- У рассеянно-сосудистых пород крупные сосуды (хурма) или мелкие сосуды (береза, осина и др.) равномерно распределены по годичному слою.

Макроструктура а древесины



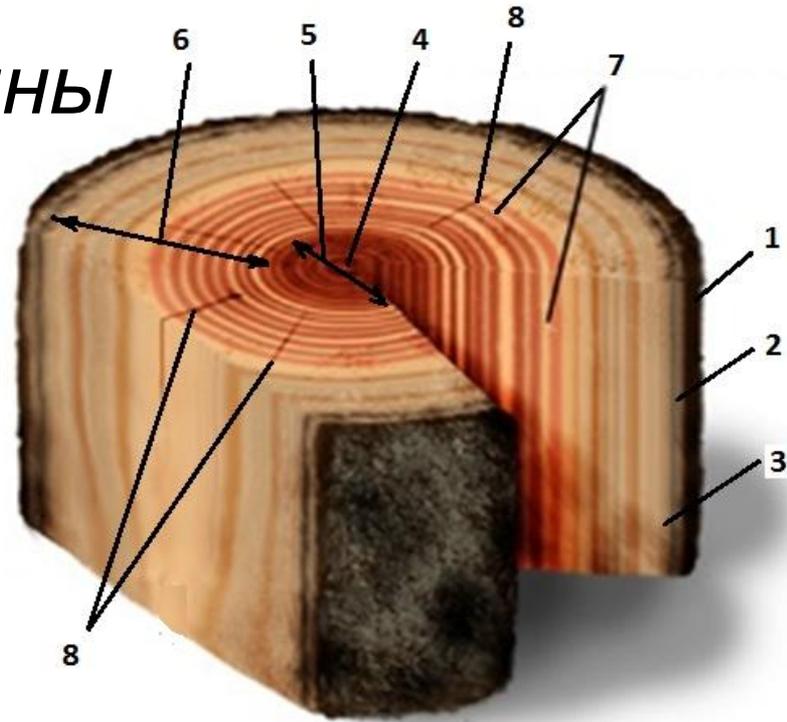
- Полное представление о структуре древесины дают три разреза ствола.
- **ПОПЕРЕЧНЫМ** называется разрез, который проходит поперек ствола дерева.
- **РАДИАЛЬНЫМ** называется продольный разрез, в результате которого, плоскость разреза проходит через сердцевину ствола.
- **ТАНГЕНЦИАЛЬНЫМ** называется продольный разрез, при котором плоскость разреза проходит на расстоянии от сердцевины, по касательной к годичному слою ствола.

- **Разрезы ствола:**
- 1- поперечный (торцовой);
- 2- радиальный;
- 3- тангенциальный.



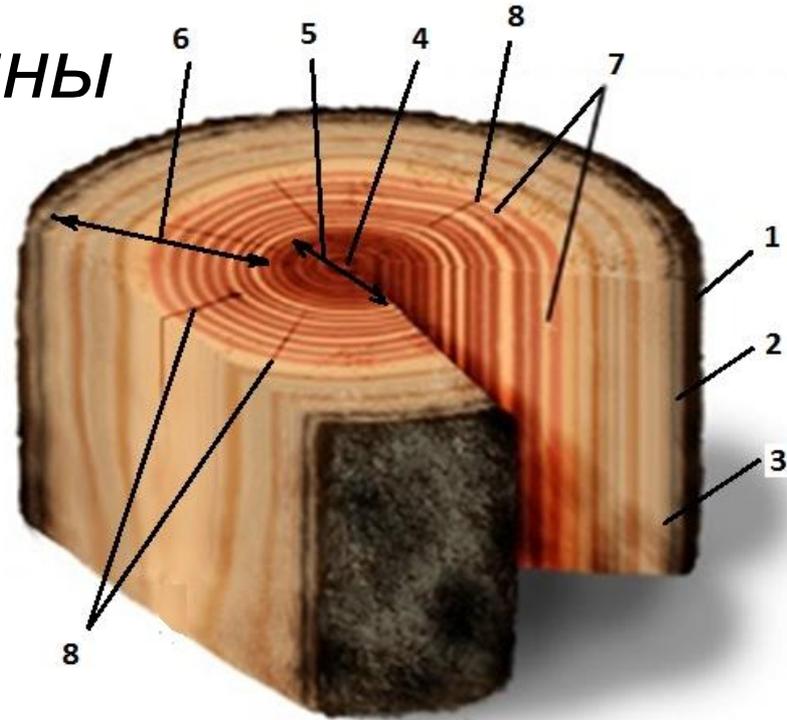
Макроструктура древесины

- **КОРА (1)** – внешний слой, защищающий дерево от механических воздействий.
- **ЛУБ (2)** - внутренний слой коры, прилегающий к камбию.
- **КАМБИЙ (КАМБИАЛЬНОЕ КОЛЬЦО (3))** - ткань, при помощи которой в стеблях и корнях образуются вторичные проводящие ткани.
- Это тонкий слой живых клеток, видимый только под микроскопом. Слой камбия откладывает в сторону коры клетки луба, а к центру - клетки древесины.
- **СЕРДЦЕВИНА (4)** - узкая центральная часть ствола, состоящая из рыхлой (мягкой) ткани, характеризующаяся бурым или более светлым, чем у окружающей древесины, цветом.



Макроструктура древесины

- **ЯДРО (5)** - внутренняя часть древесины в дереве, которая не содержит живых клеток. Обычно темнее заболони, не всегда точно с ней различима.
- **ЗАБОЛОНЬ (6)** - соседствующие с камбием свежие наружные слои древесины. Имеет более светлую, чем ядро, окраску.
- **ГОДИЧНЫЙ СЛОЙ (ГОДИЧНОЕ КОЛЬЦО (7))** - слой древесины, образовавшийся за один годичный сезон роста. Ширина годичного кольца зависит от породы и условий произрастания.
- **СЕРДЦЕВИННЫЙ ЛУЧ (8)** - лентоподобное образование из клеток, направленное радиально по отношению к слоям роста.
- **ДРЕВЕСИНА** - это ткань высших растений, служащая для проведения воды и растворов минеральных солей от корней к листьям и другим органам дерева.
- В древесину входят ядро и заболонь.



Виды пород по составу древесины

- Породы, у которых ядро отличается от заболони более темной окраской и меньшей влажностью, относят к  **ядровым** (сосна, лиственница, дуб, кедр и др.).
- У **спело-древесных** пород (ель, пихта, бук, липа и др.) центральная часть ствола отличается от заболони только меньшей влажностью, а по внешнему виду не отличается от остальной древесины.
- У **заболонных** пород (береза, клен, ольха, осина и др.) значительного различия между центральной и  наружной частями ствола заметить невозможно, т.е. ядро отсутствует.



Прирост древесины

- **ГОДИЧНЫЙ СЛОЙ (ГОДИЧНОЕ КОЛЬЦО) или СЛОЙ (КОЛЬЦО) РОСТА** - слой древесины, образовавшийся за один годичный сезон роста. Ширина годичного кольца зависит от породы и условий произрастания.
- **ПОКАЗАТЕЛЬ ПРИРОСТА (ШИРИНА ГОДИЧНОГО КОЛЬЦА)** - среднее расстояние между двумя годичными кольцами по радиусу торца бревна. Для измерения ширины годичного кольца выбирают характерный радиус на торце бревна. Измеряют длину 75% этого радиуса, начиная от боковой поверхности. Подсчитывают число годичных колец на измеренной части радиуса. Ширину годичных колец вычисляют делением длины участка радиуса на число колец на нем.

Прирост древесины

- **РАННЯЯ ДРЕВЕСИНА** - часть годовичного кольца, которая формируется в ранней стадии периода роста - весной. Это внутренний слой годовичного кольца. Он менее плотный и более светлый, чем поздняя древесина.
- **ПОЗДНЯЯ ДРЕВЕСИНА** - часть годовичного кольца роста, которая формируется в поздней стадии периода роста – поздним летом. Плотнее и темнее, чем ранняя древесина. Расположена ближе к коре.
- Плотность древесины зависит от относительного содержания в ней поздней древесины.

Химический состав древесины

- Древесина состоит из органических веществ, в состав которых входят химические элементы: углерод С (49,5%), водород Н (6,3%), кислород О (44,2%) и азот N (0,12%).
- Химические элементы образуют **сложные органические вещества**. Главные из них - **целлюлоза, лигнин и гемицеллюлоза** - образуют клеточную стенку и составляют 95-99% массы абсолютно сухой древесины. К остальным относятся **дубильные вещества и смолы**.
- **Целлюлоза** имеет широкое применение в народном хозяйстве. Она идет на изготовление бумаги, картона, ваты, искусственного шелка, меха и кожи, взрывчатых веществ, целлулоида, целлофана, вискозных, кордных нитей, фото- и киноплёнок, лаков, пластмасс и др.
- **Лигнин** используется в производстве пластмасс, ванилина, активированного угля и др.

Физические свойства древесины

- **ПЛОТНОСТЬ** - отношение массы древесины к ее объему.
- **Зависит** от породы, влажности, условий произрастания дерева и не бывает постоянной даже на различных участках одного и того же ствола.
- По плотности древесные породы условно делятся на **три группы**.
- **Малой плотностью** (до 540 кг/м³) отличаются сосна, ель, пихта, кедр, тополь, липа, ива, ольха.
- **Средней плотностью** (550-740 кг/м³) - лиственница, тис, береза, бук, вяз, груша, дуб, клен, яблоня, ясень.
- И **высокой плотностью** (750 кг/м³ и выше) - акация белая, граб, самшит, кизил, рябина.
- От плотности древесины зависит ее прочность, которая меняется в пределах годовичных слоев: более поздний слой в 2-3 раза прочнее раннего.
- Плотность повышается с увеличением влажности.

Физические свойства древесины

- **ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ** древесины называется ее способность проводить теплоту через свою толщину от одной поверхности к другой.
- Теплопроводность **сухой древесины** **незначительна**, что объясняется пористостью ее строения. Полости, межклеточные и внутриклеточные пространства в сухой древесине заполнены воздухом, который является плохим проводником теплоты.
- **Коэффициент теплопроводности** древесины равен 0,12-0,39 Вт/(м-град).

Физические свойства древесины

- Благодаря низкой теплопроводности древесина получила широкое распространение в строительстве.
- Плотная древесина проводит теплоту несколько лучше рыхлой.
- Влажность древесины повышает ее теплопроводность, так как вода по сравнению с воздухом является лучшим проводником теплоты.
- Теплопроводность древесины зависит от направления ее волокон и породы. Например, теплопроводность древесины вдоль волокон примерно вдвое больше, чем поперек.

Физические свойства древесины

- **ЗВУКОПРОВОДНОСТЬЮ** называется свойство материала проводить звук.
- Звукопроводность **характеризуется** скоростью распространения звука в материале.
- В древесине **быстрее** всего звук распространяется **вдоль волокон**, медленнее - в радиальном и очень медленно - в тангенциальном направлениях.
- Звукопроводность древесины в продольном направлении в 16 раз, а в поперечном в 3 - 4 раза больше звукопроводности воздуха.

Физические свойства древесины

- Это **отрицательное свойство** древесины требует при устройстве деревянных перегородок, полов и потолков применения звукоизолирующих материалов.
- Звукопроводность древесины и ее **способность резонировать** (усиливать звук без искажения тона) широко используются при изготовлении музыкальных инструментов.
- Повышенная влажность древесины понижает ее звукопроводность.

Физические свойства древесины

- **ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬЮ** древесины характеризуется ее сопротивлением прохождению электрического тока.
- Электропроводность древесины **зависит от** породы, температуры, направления волокон и ее влажности.
- Электропроводность **сухой древесины незначительна**. Это позволяет применять ее в качестве изоляционного материала.

Физические свойства древесины

- При увеличении влажности в диапазоне от 0 до 30% электрическое сопротивление **падает** в миллионы раз, а при увеличении влажности свыше 30% - в десятки раз.
- Электрическое сопротивление древесины **вдоль волокон меньше** в несколько раз, чем поперек волокон.
- **Повышение температуры** древесины приводит к **уменьшению** ее сопротивления примерно в 2 раза.

Физические свойства древесины

- **ЦВЕТ** древесине придают содержащиеся в ее клетках дубильные, смолистые и красящие вещества.
- Цвет древесины может иметь **самый разный** - от белого до черного через желтый, розовый, красный и коричневый.
- При помощи разного рода обработки (пропаривания, протравливания, тонировки и т. п.) цвет древесины **может быть улучшен и скорректирован**.
- Поскольку цвет дерева, а особенно его ценных пород, **обладает богатейшими оттенками**, он играет огромную роль при изготовлении мебели, музыкальных инструментов, столярных и художественных изделий, например, при выполнении инкрустаций.

Физические свойства древесины

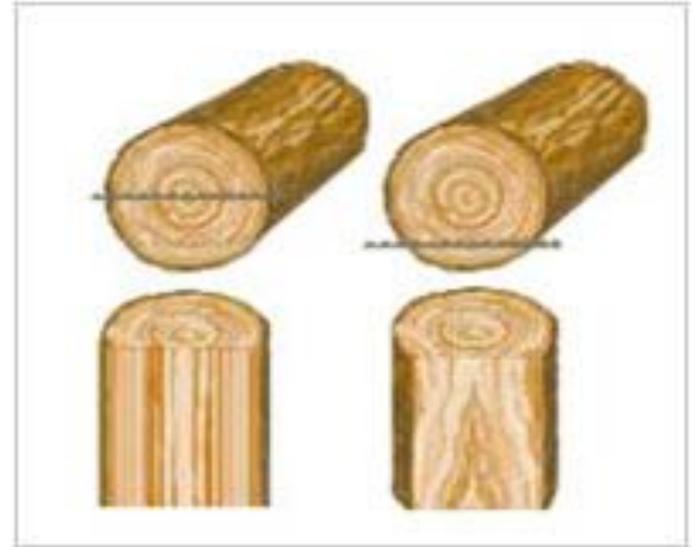
- Красивый вид древесине придает **БЛЕСК**.
- Блеск древесины **можно усилить** (при помощи полирования, лакировки, вождения и т. д.).
- Однако не все породы дерева обладают одинаковым блеском изначально, и **зависит** это прежде всего **от структуры древесины**.
- Особенно сильно блестит древесина белой акации, дуба, платана, ильма, бука, клена.
- Самыми же "матовыми" породами дерева являются осина, липа и тополь.

Физические свойства древесины

- Рисунок (ТЕКСТУРА) - одно из наиболее ценных свойств дерева.
- Существует даже понятие - "декоративная ценность дерева", и определяется она, прежде всего по рисунку.
- Текстура **зависит от ширины** годовичных колец, **разницы в цвете** сердцевины (ядра) и более молодых наружных слоев (заболони), наличия или отсутствия **крупных сосудов и сердцевинных лучей**, а также расположения волокон.
- Характер текстуры зависит от **направления распила** дерева.

Физические свойства древесины

- При **поперечном** разрезе распил проходит перпендикулярно оси ствола, а годовичные кольца имеют форму кругов.
- При **радиальном** разрезе распил проходит через сердцевину ствола; годовичные кольца на таком распиле образуют прямые линии.



- **Тангенциальный разрез** дает извилистые линии.
- Лиственные породы дают красивый рисунок на радиальном и тангенциальном разрезах, хвойные породы - на тангенциальном разрезе.



- АБРИКОС
- АЙВА

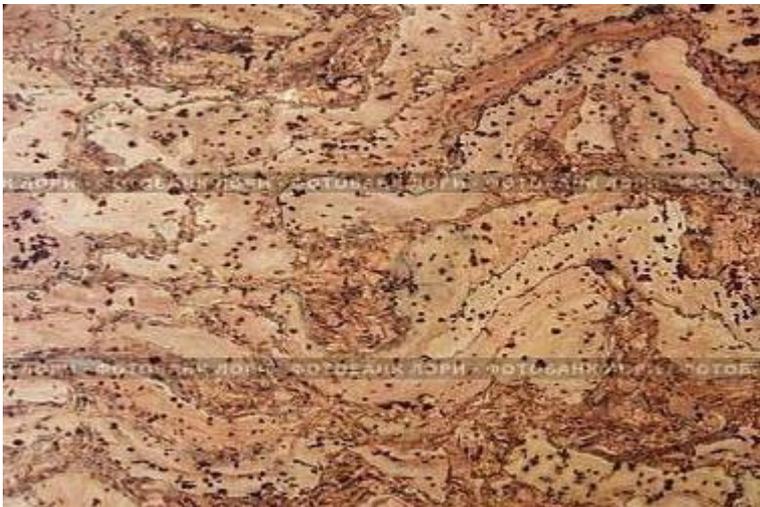


- АКАЦИЯ
- АМАРАНТ
(Бразилия)



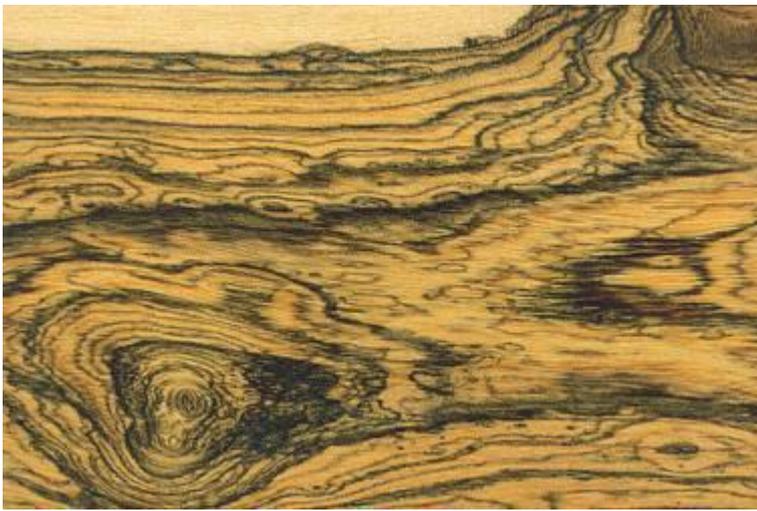


- БАКАУТ (Куба)
- БАРХАТ (Амурское пробковое дерево)



- БЕРЕЗА
- БЕРЕЗА карельская





- БОКОТЕ (Ангертина)
- БОЯРЫШНИК



- ВЕРЕСК
- ГОЙЯБАО
(Бразилия)



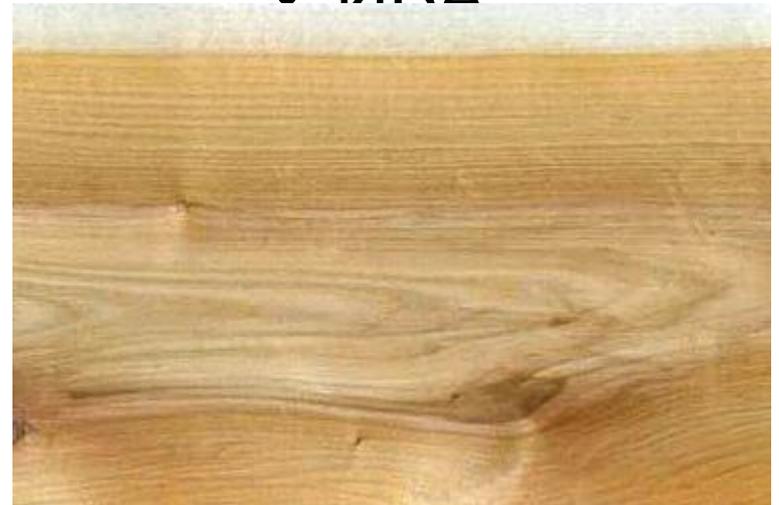


- ДУБ
- ЕЛЬ



- ЗЕБРАНО (Западная Африка)

- ИРД

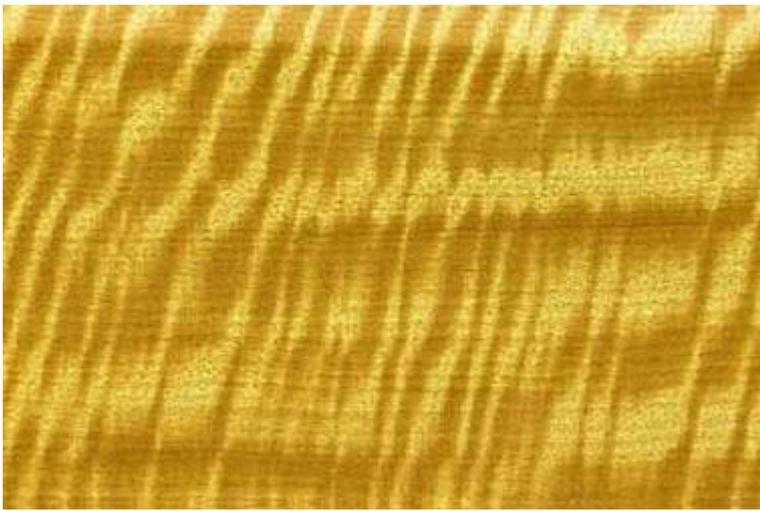




- КЛЕН
- КОКОБОЛО
(побережье Тихого океана)

- КОКОС
- МОАБИ (Нигерия)





- МОВИНГУ (Африка)
- НИОВЕ (Габон)

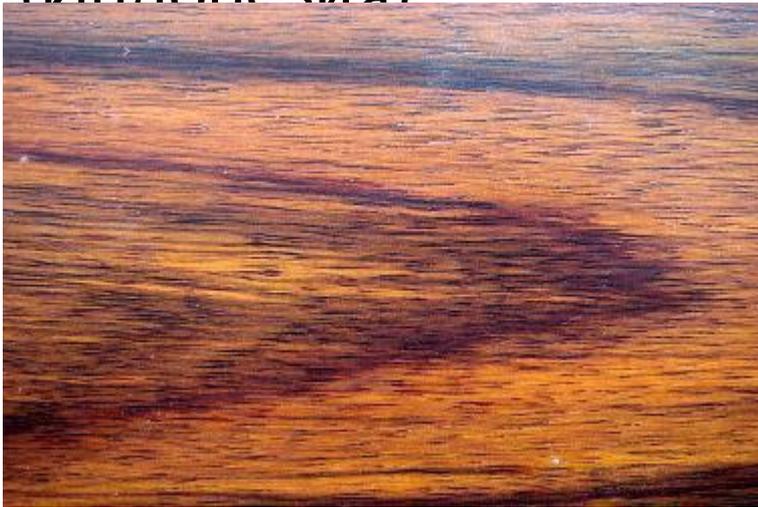


- ОЛИВА
- ОЛЬХА





- ОСИНА
- ПАЛИСАНДР
(Индонезия)



- ПИХТА
- РОЗЕВУД
(Американский тополь)





- РЯБИНА
- СЕКВОЙЯ



- СЛИВА
- СНЕЙКВУД
(Центральная Америка)





- СОСНА
- ТОПОЛЬ



- ТУЯ
- ТЮЛЕПИЯ (Северная Америка)





- УЛИН (Суматра)
- УМНИНИ (Южная Африка)



- ЧЕРЕМУХА
- ЧЕРЕШНЯ





- ЭБЕН
(Индонезия)
- ЭВКАЛИПТ



- ЯБЛОНЯ
- ЯСЕНЬ



Лесные ресурсы России.

Площади, занятые лесом.

- Количество лесных площадей от площади страны:
 - Почти половина – около 40%;
 - Примерно 123 млн. км³ .
- Расположено около $\frac{3}{4}$ площадей в районах:
 - Сибири;
 - Дальнего Востока;
 - Севера европейской части России, вт.ч. в Республике Коми.

Преобладающие породы.

- Хвойные породы – $\frac{3}{4}$ от всех:
 - Лиственница – 37%;
 - Сосна – 19%;
 - Ель и пихта – 20%;
 - Кедр – 8%.
- Лиственные породы:
 - Береза – $\frac{1}{6}$ общей площади лесов.

Свойства северных хвойных пород древесины

- Деревья в северных широтах **растут крайне медленно**, лишь в течение короткого лета.
- Поэтому **годовые кольца** у деревьев **очень тонкие**, редко превышающие 1 мм, и **волокна очень плотно прилегают друг к другу**.
- Этим объясняется **хорошая прочность древесины**.
- Бревна из северной древесины **служат дольше**, они очень **слабо подвержены деформациям**, влиянию **сырости, перепадам температур**.
- Северная древесина имеет очень **привлекательный внешний вид**.

Механические свойства древесины

- Прочность.
- Древесина относится к материалам **средней прочности**, однако, ее относительная прочность с учетом малой плотности позволяет сравнивать ее со сталью.
- Древесина является **анизотропным материалом**, поэтому ее прочность *зависит от направления действия усилий* по отношению к волокнам. При действии усилий вдоль волокон, оболочки клеток работают в самых благоприятных условиях и древесина показывает наибольшую прочность.
- Средний предел прочности древесины сосны без пороков вдоль волокон составляет:
 - При растяжении – 100 МПа.
 - При изгибе – 80 МПа.
 - При сжатии – 44 МПа.
 - При растяжении, сжатии и скалывании поперек волокон эта величина не превосходит 6,5 МПа.

Механические свойства древесины

- Прочность.
- **Наличие пороков** значительно (~ на 30%) снижает прочность древесины при сжатии и изгибе, а особенно (~ на 70%) при растяжении.
- **Длительность действия нагрузки** существенно влияет на прочность древесины.
- При неограниченно длительном нагружении ее прочность характеризуется пределом длительного сопротивления, который составляет только 0,5 предела прочности при стандартном нагружении.
- Наибольшую прочность, в 1,5 раза превышающую кратковременную, древесина показывает при кратчайших ударных и взрывных нагрузках.
- **Вибрационные нагрузки**, вызывающие переменные по знаку напряжения, снижают ее прочность.

Механические свойства древесины

- **Жесткость древесины** (ее степень деформативности под действием нагрузки) существенно зависит от направления действия нагрузок по отношению к волокнам, их длительности и влажности древесины. Жесткость определяется модулем упругости E .
- Для хвойных пород вдоль волокон $E = 15000$ МПа.
- В СНиП II-25-80 модуль упругости для любой породы древесины $E_0 = 10000$ МПа. $E_{90} = 400$ МПа.
- При повышенной влажности, температура, а также при совместном действии постоянных и временных нагрузок значение E снижается коэффициентами учета работы $m_1, m_2, m_3 \leq 1$

Механические свойства древесины

- **Твердость** – характеризует способность древесины сопротивляться внедрению в него более твердого тела.
- Твердость древесины в торцевом направлении выше твердости в тангенциальном и радиальном направлении в среднем на 30-40%.
- Твердость древесины, высушенной до влажности 12%, в 1,502,0 раза выше твердости 30% влажности.
- Чем выше твердость древесины. Тем труднее ее обрабатывать.

Механические свойства древесины

- **Ударная вязкость** – это способность древесины поглощать работу при ударе без разрушения.
- Вязкость древесины лиственных пород примерно в 1.5-2.0 раза выше вязкости древесины хвойных пород.

Механические свойства древесины- Влияние влажности.

- Изменение влажности **в пределах от 0% до 30%** приводит к **снижению прочности** древесины на 30% от максимальной.
- Дальнейшее изменение влажности не приводит к снижению прочности древесины.
- Для сравнения показателей прочности и жесткости древесины установлено значение стандартной влажности 12%.
- $V_{12} = V_w [1 + \alpha(W - 12)]$,
- где α – поправочный коэффициент, при сжатии и изгибе $\alpha = 0,04$.

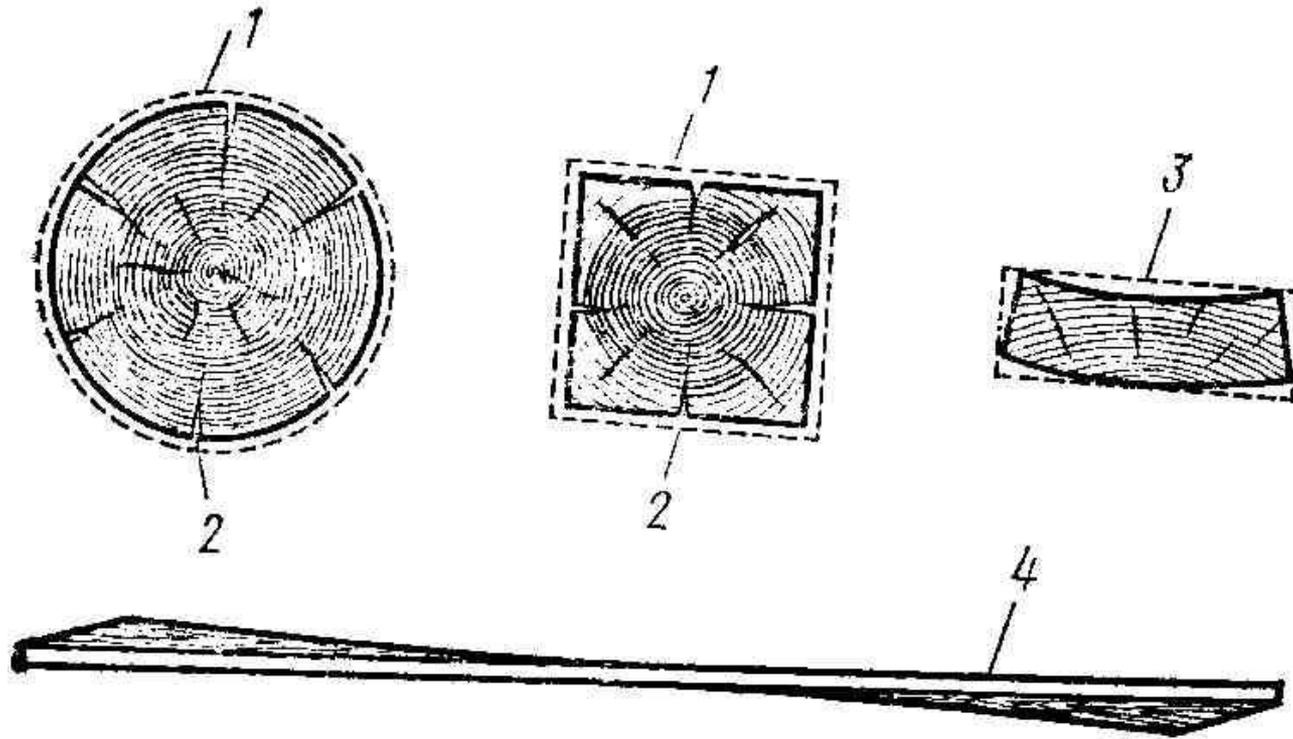
Механические свойства древесины- Влияние влажности.

- Поперечное изменение влажности (усушка и разбухание) приводят к короблению древесины.
- Наибольшая усушка происходит поперек волокон, перпендикулярно годичным слоям.
- Деформации усушки развиваются неравномерно от поверхности к центру.
- При усушке появляется не только коробление, но и усушечные трещины.

Механические свойства древесины - Влияние температуры.

- При повышении температуры предел прочности и модуль упругости снижаются, а хрупкость древесины повышается.
- Предел прочности древесины G_t при температуре t в пределах от 10 до 30 °С можно определять исходя из ее начальной прочности - G_{20} при температуре 20 °С с учетом поправочного коэффициента $\beta = 3,5$ МПа.
- $G_t = G_{20} - \beta(t-20)$.

Усушка и коробление



- 1- усушка; 2-растрескивание; 3- поперечное коробление; 4- продольное коробление

Усушка и коробление



- Покоробленность: а— поперечная; б - продольная по пласти; в - продольная по кромке; г – крыловатость бревен вследствие остаточных внутренних напряжений роста.