

ИФО | 01.03.04 | ПМ | 6-й семестр

Строительные конструкции

Лекция №3



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

**СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

www: mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/ZhBK/

e-mail: gbk@mgsu.ru; dpekin@mail.ru

тел.: +7 495 287 49 14 доб. 3036, 3084

Пекин Дмитрий Анатольевич, доцент, к.т.н.

Лекция №3 – Строительные материалы

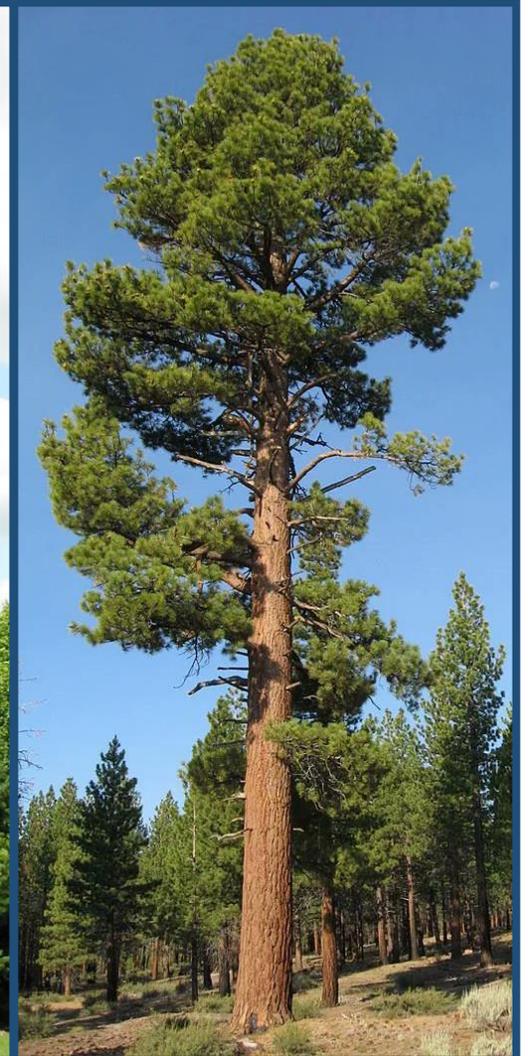
- **Древесина**
- **Камень, кирпич, блоки**
- Железо, чугун, сталь
- Бетон
- Железобетон
- Грунтовое основание

При строительстве также могут использоваться песок, щебень, стекло, пластики, металлы и множество других материалов

Древесина для строительства по ГОСТ 8486-86

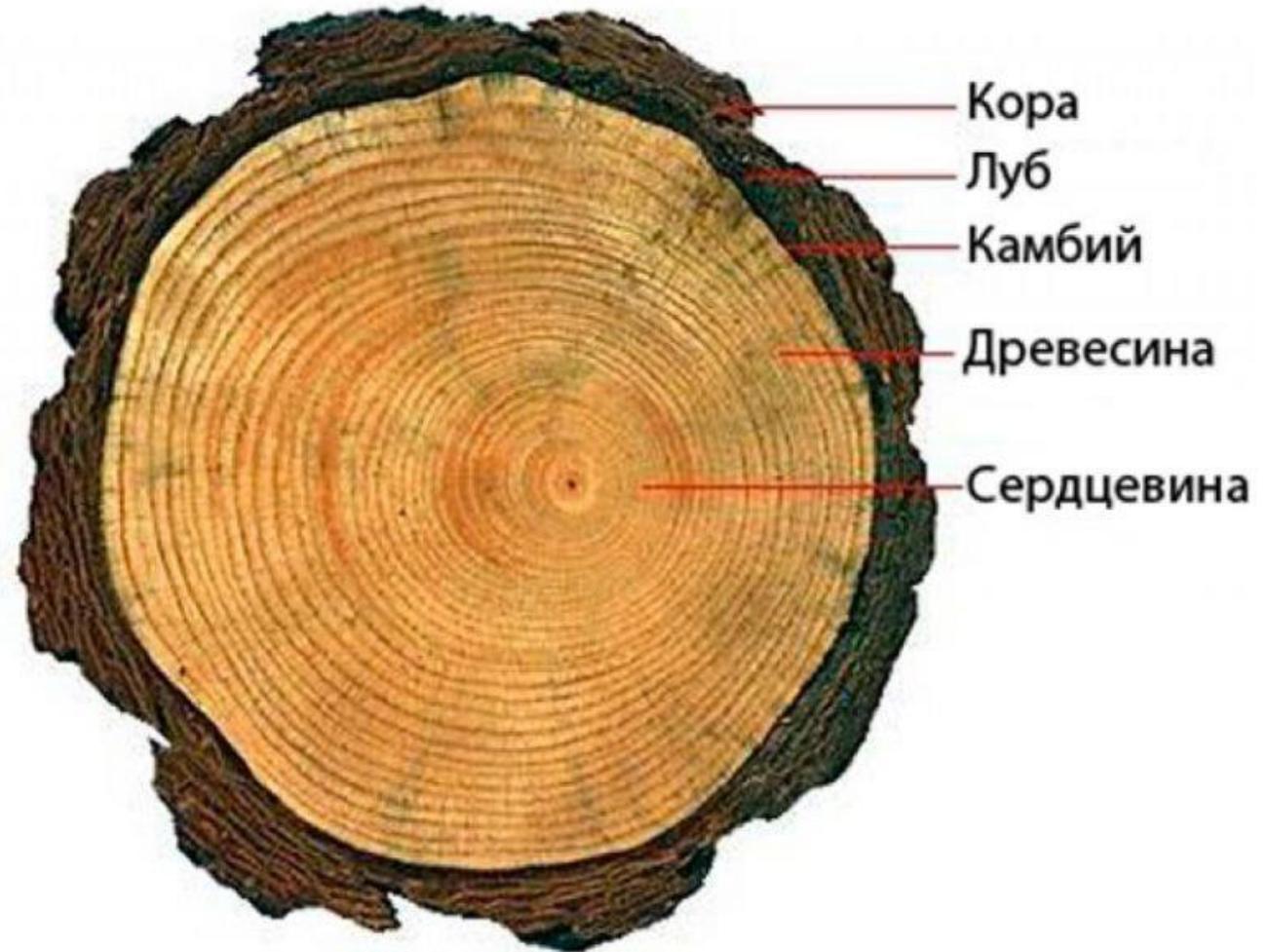
В основном
хвойных
пород:

- Сосна
- Ель
- Лиственница
- Кедр
- Пихта



Строение древесины:

- Кора – внешняя оболочка ствола для защиты от перепадов температуры, вторжений грибковых бактерий, испаряемости влаги и механических воздействий
- Луб – внутренний слой коры
- Камбий – тонкая прослойка живых клеток в виде кольца, имеющих способность к делению и приросту
- Древесина – составляющая ствола, по которой влага поступает от корней к кроне



Изделия из древесины

Пиломатериалы разделяют на:

- Обрезные – с кромками, опиленными перпендикулярно пластям (широкая плоскость пиломатериала) и с обзолом (внешняя оболочка дерева, оставшаяся после обработки) не более допустимого по соответствующим нормативам
- Необрезные – с неопиленными или частично опиленными кромками, с обзолом более допустимого в обрезном пиломатериале
- Доска – пиломатериал толщиной до 100 мм и шириной более двойной толщины
- Брусок – пиломатериал толщиной до 100 мм и шириной не более двойной толщины
- Брус – пиломатериал с габаритами 100 мм и более

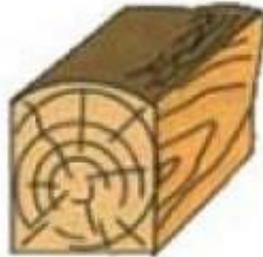


Пиломатериалы:

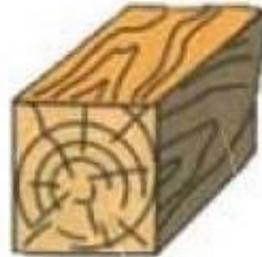
ДВУХКАНТНЫЙ
БРУС



ТРЕХКАНТНЫЙ
БРУС



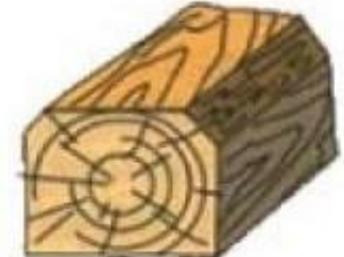
ЧЕТЫРЕХКАНТНЫЙ
БРУС



ШПАЛА
НЕОБРЕЗНАЯ



ШПАЛА
ОБРЕЗНАЯ



ОБРЕЗНАЯ ДОСКА
С ТУПЫМ ОБЗОЛОМ



ОБРЕЗНАЯ ДОСКА
С ОСТРЫМ ОБЗОЛОМ



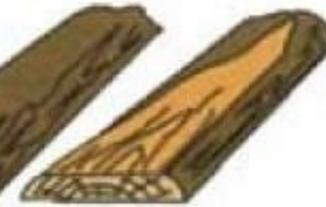
НЕОБРЕЗНАЯ ДОСКА



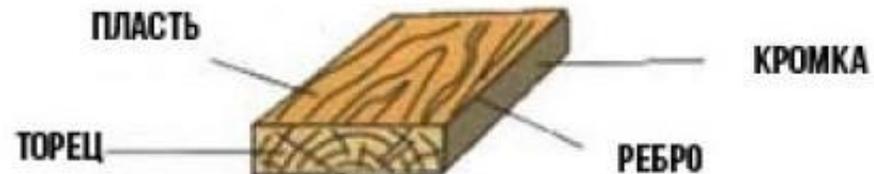
ОБАПОЛ
ГОРБЫЛЬНЫЙ



ОБАПОЛ
ДОЩАТЫЙ



ЧИСТООБРЕЗНАЯ ДОСКА



Свойства древесины:

- **Плотность** – отношение массы к объему, зависит от породы и влажности древесины, условий эксплуатации, колеблется от 500 до 800 кг/м³
- **Твердость** – способность сопротивляться внедрению инородных тел, также зависит от породы и влажности древесины, определяется по методу Бринелля, колеблется от 38,5 до 82,6 МПа
- **Влажность** – отношение массы влаги (воды), находящейся в данном объеме древесины, к массе абсолютно сухой древесины в %, зависит от максимальной относительной влажности воздуха 40, 50, 65, 75, 85% при температуре 20°C и составляет 8, 10, 12, 15, 20% соответственно
- **Раскальваемость** – способность древесины под воздействием ударной нагрузки через клин разделяться на части вдоль волокон

Свойства древесины:

- **Усушка** – уменьшение объема древесины и линейных размеров при удалении из нее связанной влаги, отличается в зависимости от направления: радиальное 3-7%, тангенциальное 8-10%, продольное (вдоль волокон) 0,1-0,3 %. При сушке, пропитке и росте древесины в результате неодинаковых изменений объема тела возникают внутренние напряжения, которые могут приводить к образованию поверхностных и внутренних трещин и короблению
- **Коробление** – изменение формы (искривление) древесины при сушке, хранении и распиловке
- **Разбухание** – увеличение линейных размеров и объема древесины при повышении содержания связанной влаги

Сорта древесины: отборный, 1, 2, 3, 4-й:

Определяются в зависимости от количества пороков (несовершенств):

- 1) Размеры и количества **сучков**: сросшиеся, частично сросшиеся, загнившие, гнилые, табачные
- 2) Длины и глубины **трещин**: пластевые и кромочные, пластевые сквозные, торцевые (кроме трещин усушки)
- 3) Строения древесины: наклон волокон, крень, кармашки, сердцевина и двойная сердцевина, прорость, рак
- 4) Грибных поражений: ядровые пятна, заболонные окраски и плесень, гнили
- 5) Биологических повреждений: червоточина
- 6) Инородных включений, механических повреждений и пороков обработки

Для строительства используются **1, 2 и 3** сорта древесины

Технология производства клееного бруса:

- Первая торцовка
- Распиливание бревна (бревно – доски)
- Сушка
- Вскрытие дефектов (первое строгание)
- Оптимизация (доски – ламели)
- Сращивание (ламели – плети)
- Второе строгание
- Нанесение клея
- Прессование (плети – клееный брус)
- Профилирование
- Торцовка
- Зарезание чашек (пазов)



Расчетное сопротивление древесины:

В зависимости от сечения, его габаритов и сортов:

- Изгиб, сжатие и смятие **вдоль волокон**: от 13 до 22,5 МПа
- Растяжение **вдоль волокон** для цельных (и клееных) элементов 1 и 2 сортов: 15 (18) и 10,5 (13,5) МПа
- Сжатие и смятие по всей площади **поперек волокон** – 2,7 МПа
- Смятие **поперек волокон** местное: в опорных частях – 4,5 МПа, под шайбами при углах смятия от 90° до 60° – 6,0 МПа
- Скалывание вдоль волокон для цельных (и клееных) элементов при изгибе и в местах врубок: от 2,25 до 3,6 МПа
- Скалывание поперек волокон в соединениях: от 0,9 до 1,5 МПа
- Срез под углом к волокнам 45° (90°) для элементов 1, 2 и 3 сортов: 9 (16,5); 7,5 (13,5) и 6 (12) МПа, соответственно

Механические характеристики древесины:

- Модуль упругости в зависимости от направлений волокон и 1, 2 и 3 сортов древесины:
 - вдоль волокон: 12000, 11000 и 10000 МПа, соответственно
 - поперек волокон: 500, 450 и 400 МПа, соответственно
- Коэффициент Пуассона в зависимости от направлений волокон и действующих напряжений:
 - 0,45 поперек волокон при напряжениях, направленных вдоль волокон
 - 0,018 вдоль волокон при напряжениях, направленных поперек волокон
- Модуль сдвига в плоскости листа для 1, 2 и 3 сортов древесины:
 - 700, 600, 500 МПа, соответственно
- Коэффициент линейного расширения у сосны (ели):
 - вдоль волокон: $3,6 \times 10^{-6}$ ($5,4 \times 10^{-6}$) $^{\circ}\text{C}^{-1}$
 - поперек волокон: $63,6 \times 10^{-6}$ ($34,1 \times 10^{-6}$) $^{\circ}\text{C}^{-1}$

Преимущества и недостатки древесины:

Преимущества:

- Химическая стойкость
- Экологически безопасна
- Низкая теплопроводность
- Экономична при транспортировании и монтаже
- Возобновляемый природный материал

Недостатки:

- Древесина подвержена гниению
- Горючий материал
- Относительно малая прочность древесины
- Малый срок службы

Примеры деревянных конструкций:

- Каркасно-щитовые дома
- Дома из сруба

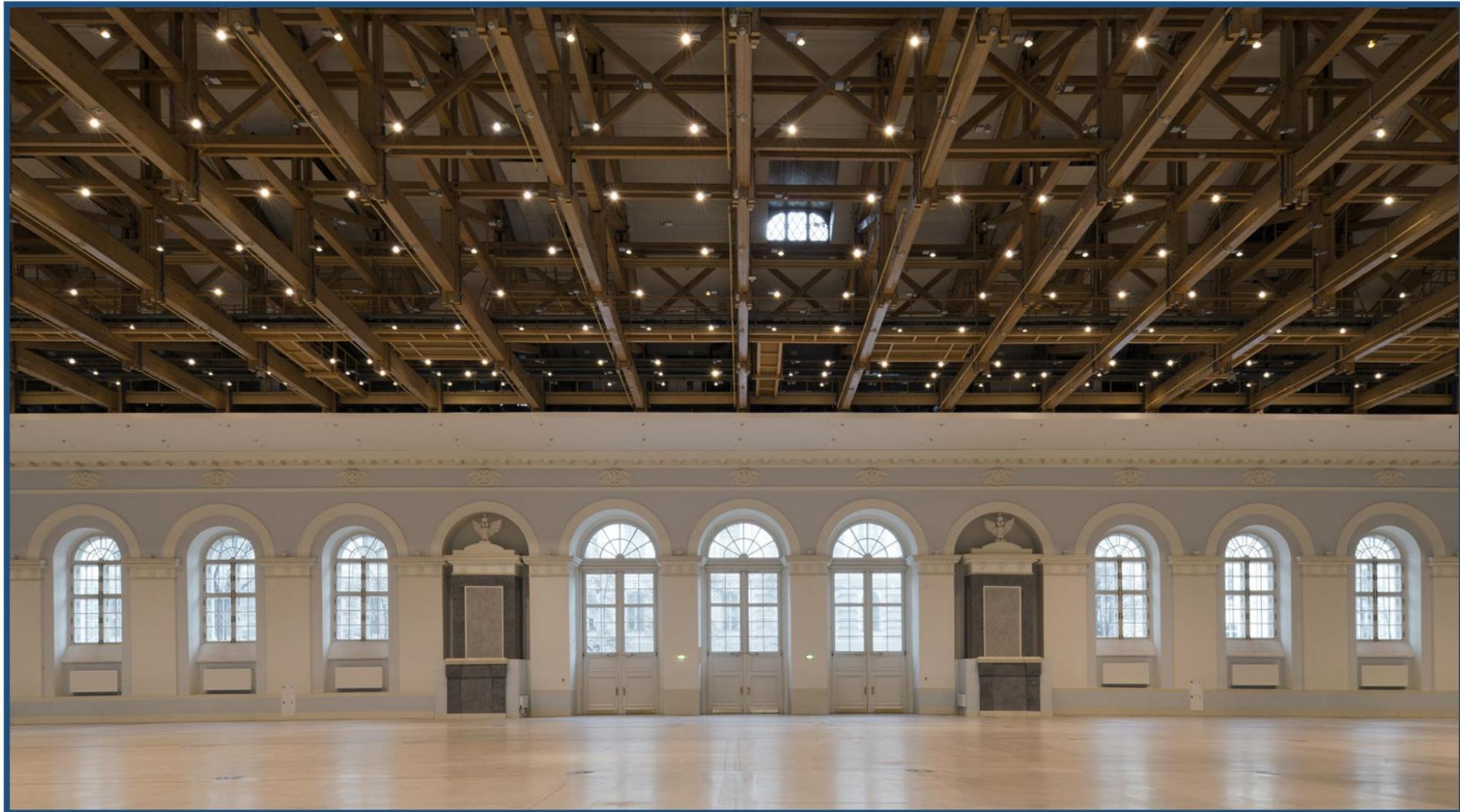


Примеры деревянных конструкций:

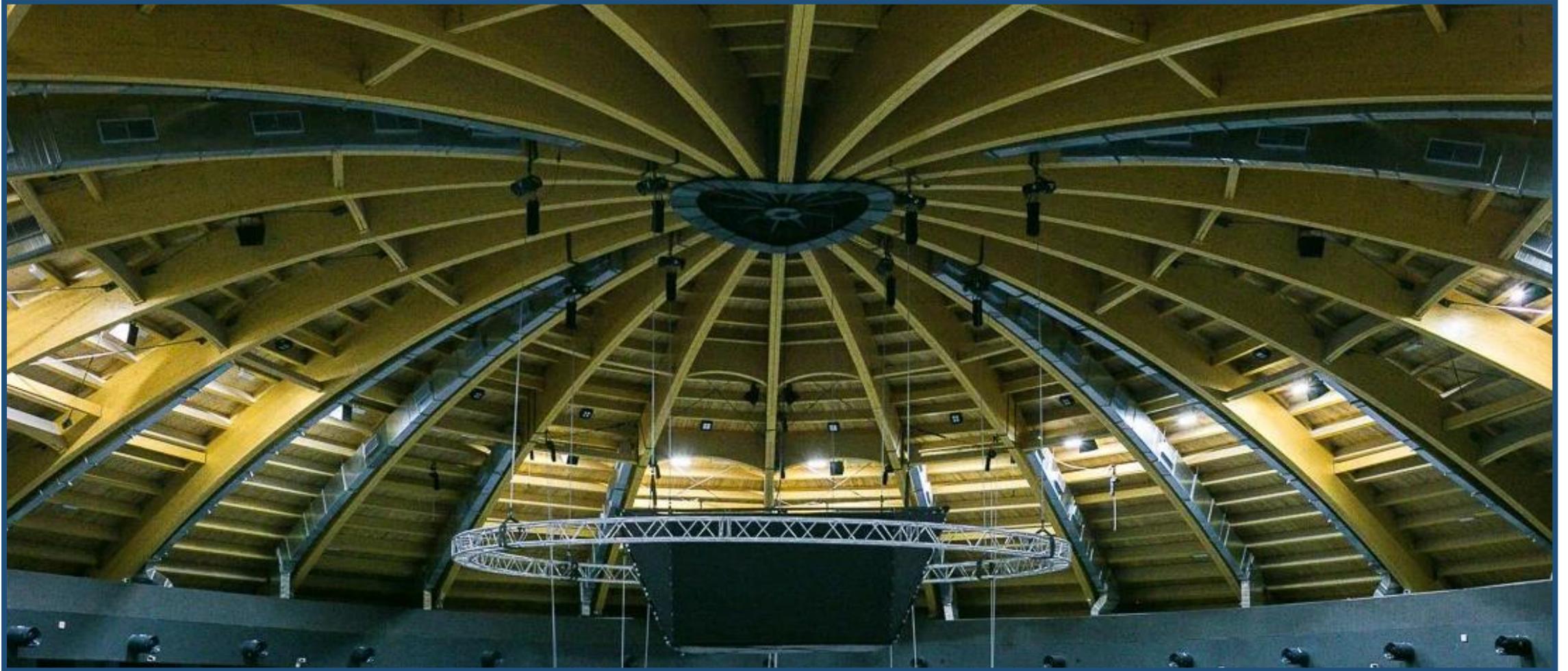
- Дома из оцилиндрованного бревна
- Дома из клеенного бруса



Покрытие Манежа в Москве из деревянных ферм



Покрытие Арены в СПб из деревянной оболочке



История развития каменных материалов

Полное отсутствие или ограниченное количество подходящей для строительства древесины на отдельных территориях (Месопотамия, Египет, Персия, Китай, Греция, Рим, ...) способствовало развитию каменных материалов и конструкций:

- Глинобитное строительство с использованием смеси глины и соломы
- Сырцовый кирпич – смесь речного ила, гальки и рубленой соломы, набивали в деревянные формы и сушили несколько дней
- Природные камни – известняк вместо сырцового кирпича впервые для строительства применили в Древнем Египте в III тыс. до н. э.
- Кладка на известковом и пуццолановом (измельченная порода вулканического происхождения) растворах в IV-III веках до н. э.
- Римский бетон – смесь раствора гашеной извести, песка и щебня изобретен во II веке до н. э. для возведения монолитных конструкций

История развития каменной кладки

- В древнем Греции и Риме формование сырцового кирпича выполнялось осенью или весной для обеспечения более равномерного высыхания в течение двух и более лет, также в те времена уже начали использовать обожженный кирпич для строительства зданий и сооружений
- Растворы приготавливались из одной части известкового теста и трех частей горного песка
- Для облицовки зданий использовали известняк, туф, керамические плиты, штукатурку (приготовленную из извести с речным песком в пропорции 1:2)
- К XV веку технология производства глиняного кирпича была отлажена: заготовка глины до 1 ноября, замес до 1 февраля, «формирование» к 1 марта, перемешивание до состояния клейкой массы, формование в деревянной опалубке, сушка и последующий обжиг

Классификация каменных материалов

По происхождению:

- Природные
- Искусственные

По материалу:

- Природные камни тяжелых пород (гранит, песчаник, известняк)
- Природные камни легких пород (известняк-ракушечник, туф)
- Искусственные камни (кирпич глиняный, силикатный, пустотелый, бетонные и керамические камни)

По морозостойкости в зависимости от **марки** (количество циклов):

- **F:** 10, 15, 25, 35, 50, 75, 100, 150, 200, 300



Классификация каменных материалов

По геометрическим размерам:

- Кирпич высотой 65, 88 и 103 мм
- Мелкоштучные камни высотой до 200 мм
- Крупные камни высотой до 500 мм
- Крупные блоки высотой более 500 мм
- Крупные стеновые панели

По прочности в зависимости от **марки** (временное сопротивление сжатию в кгс/см²):

- Высокой прочности: М250, ..., М1000
- Средней прочности: М100, ..., М200
- Низкой прочности: М7, ..., М75
- **М:** 7, 10, 15, 25, 35, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 800, 1000

Искусственные камни

Изготавливаются на заводах и полигонах из различного сырья:

- Путем обжига при высокой температуре (до 1000 °С):
 - Глиняный кирпич (глина, вода)
 - Керамические блоки (глина, вода, опилки)
- На основе вяжущих с твердением на воздухе или с термообработкой
 - Силикатный кирпич (известь, вода, кварцевый песок)
 - Газобетонные блоки (цемент, вода, известь, гипс, песок, алюм. пудра)
 - Пенобетонные блоки (цемент, вода, песок, пенообразующие добавки)
 - Шлакоблоки (цемент, вода и различные наполнители: шлак, песок, ...)
 - Керамзитобетонные блоки (цемент, вода, песок, керамзит)
 - Бетонные камни и блоки (цемент, вода, песок, щебень)

Классификация растворов для кладки

По виду вяжущего:

- Цементные
- Известковые
- Гипсовые
- Глиняные
- Смешанные (цементно-известковые, цементно-глиняные)

По объемной массе в сухом состоянии:

- Тяжелые (с объемной массой 1500 кг/м^3 и более)
- Легкие (с объемной массой менее 1500 кг/м^3)

По прочности в зависимости от **марки** (временное сопротивление сжатию в кгс/см^2):

- **М:** 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200

Свойства кладки:

- Зависят от свойств материалов, из которых она выполнена, и наличия армирования
- Разное сопротивление сжатию и растяжению камня и раствора
- Кладка – упруго-пластический материал, при уровне напряжений сжатия 20% от предела прочности начинают развиваться неупругие деформации, кроме того учитывается ползучесть
- Отличия в механических характеристиках камня и раствора при одноосном сжатии может приводить к внутренним напряжениям разных знаков (в поперечном направлении камень растянут, а раствор сжат, поскольку в большинстве растворов менее жесткий и обладает большим коэффициентом Пуассона) и сложному напряженному состоянию

Механические характеристики:

- Модуль упругости неармированной кладки E_0 при кратковременной нагрузке вычисляется по формуле:

$$E_0 = \alpha \cdot R_u,$$

где α – упругая характеристика кладки, принимаемая по табл. 16 СП 15.13330 в зависимости от вида кладки и марки раствора, от 200 до 1500

R_u – временное сопротивление (средний предел прочности) сжатию кладки

- Модуль деформаций неармированной кладки при кратковременной нагрузке принимается равным от $E = 0,5E_0$ до $E = 0,8E_0$
- Коэффициент Пуассона в зависимости от материала кладки может изменяться в диапазоне от 0,1 до 0,3
- Модуль сдвига принимается равным $G = 0,4E_0$
- Коэффициент линейного расширения от 5×10^{-6} до $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ в зависимости от материала кладки

Преимущества и недостатки кладки:

Преимущества:

- Долговечность
- Высокая прочность на сжатие
- Негорючий материал
- Большое распространение природных камней и сырья для изготовления искусственных
- Низкие затраты при транспортировке материалов к месту строительства

Недостатки:

- Маленькая прочность на растяжение
- Большой собственный вес для камней средней прочности и выше
- Большие трудозатраты при возведении
- Наличие мокрых процессов, затрудняющих строительство при отрицательных температурах

Примеры каменных конструкций:

- Индивидуальный жилой дом



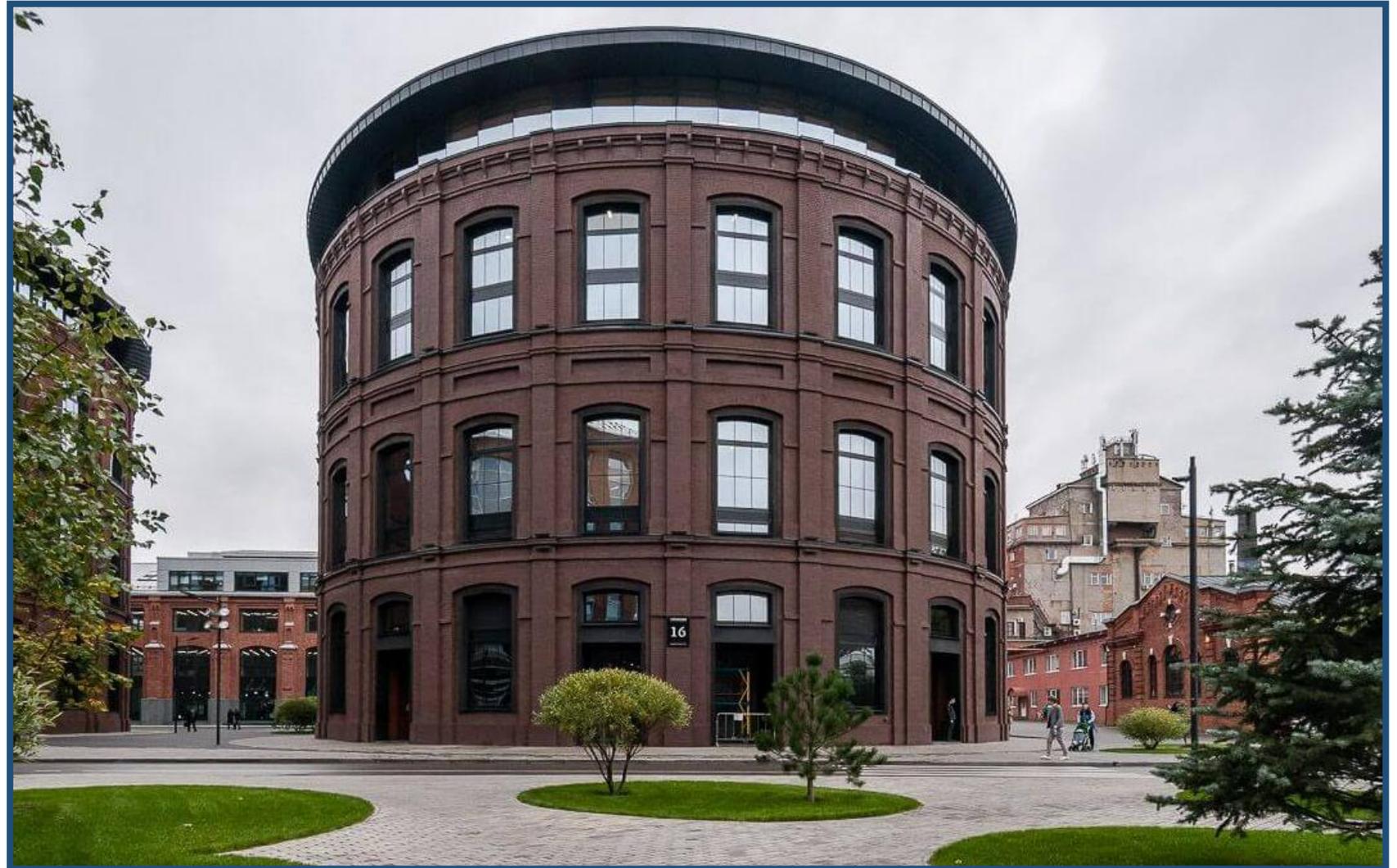
Примеры каменных конструкций:

- Индивидуальный жилой дом



Примеры каменных конструкций:

- Общественное здание



Литература:

- ГОСТ 8486-86 Пиломатериалы хвойных пород
- СП 64.13330.2017 Деревянные конструкции
- ГОСТ 530-2012 Кирпич и камень керамические
- ГОСТ 379-2015 Кирпич, камни, блоки и плиты силикатные
- ГОСТ 4001-2013 Камни стеновые из горных пород
- ГОСТ 31189-2015 Смеси сухие строительные
- ГОСТ 28013-98 Растворы строительные
- СП 15.13330.2020 Каменные и армокаменные конструкции

ИФО | 01.03.04 | ПМ | 6-й семестр

Строительные конструкции

Лекция №3



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

**СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

www: mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/ZhBK/

e-mail: gbk@mgsu.ru; dpekin@mail.ru

тел.: +7 495 287 49 14 доб. 3036, 3084

Пекин Дмитрий Анатольевич, доцент, к.т.н.