

# Тема лекции:

## Информация к расчету СК по методу ПС. Расчет по 1 группе ПС

### Коэффициенты условий работы

$$Y_c \longleftrightarrow m_{\text{индекс}}$$

1. Коэффициенты учитывающие влажность и температуру

$$m = 1 \text{ до } 35^\circ\text{C} \text{ ( } 0.8 \text{ при } 50$$

Таблица 7

Условия эксплуатации (по таблице 1)	1А и 1	2	3	4
Коэффициент $m_b$	1	0,9	0,85	0,75

2. Учет концентрации напряжений вокруг ослаблений (в растянутых элементах)

$$m_o = 0,8$$

3. Учет кратковременности действия нагрузок

$$m_H = 1,2 \text{ в нашем курсовике, иначе см. табл.8 СП}$$

Таблица 8

Нагрузка	Коэффициент $m_H$	
	для всех видов сопротивлений, кроме смятия поперек волокон	для смятия поперек волокон
1 Ветровая, монтажная, кроме указанной в поз.3	1,2	1,4
2 Сейсмическая	1,4	1,6
<b>Для опор воздушных линий электропередачи</b>		
3 Гололедная, монтажная, ветровая при гололеде, оттяжения проводов при температуре ниже среднегодовой	1,45	1,6
4 При обрыве проводов и тросов	1,9	2,2

#### 4. Учет породы древесины (табл. 5 СП)

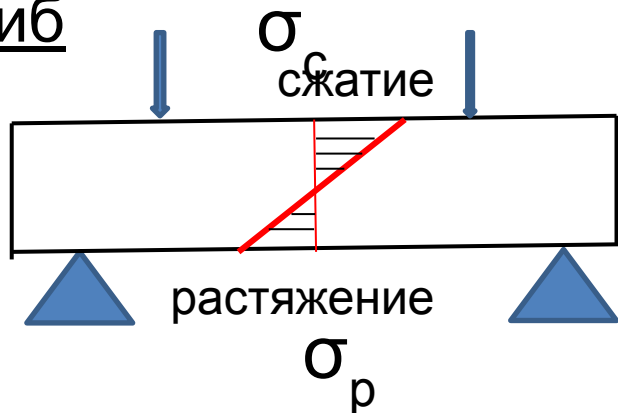
$$m_{\text{п}} = 0,8-2,2$$

- 1 - растяжение, изгиб, сжатие и смятие вдоль волокон
- 2 - сжатие и смятие поперек волокон
- 3 - скалывание

Древесные породы	Коэффициент $m_{\text{п}}$		
	1	2	3
<b>Хвойные</b>			
Лиственница, кроме европейской	1,2	1,2	1
Кедр сибирский	0,9	0,9	0,9
<b>Твердые лиственные</b>			
Дуб	1,3	2	1,3
Ясень, клен, граб	1,3	2	1,6
Акация	1,5	2,2	1,8
<b>Мягкие лиственные</b>			
Ольха, липа, осина, тополь	0,8	1	0,8

# Расчетные сопротивления древесины (по сортам)

## 1. Изгиб



$R_{и}$  МПа (кг/см<sup>2</sup>)

1 сорт

**14 (140)**

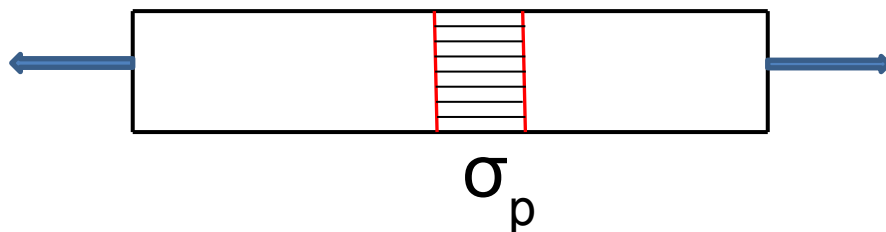
2 сорт

**13 (130)**

3 сорт

**8,5 (85)**

## 2. Растяжение вдоль волокон



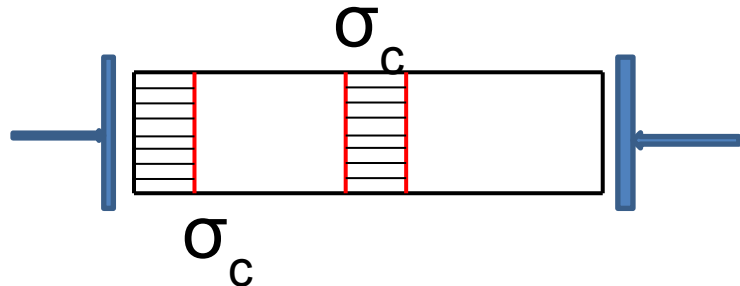
$R_{р}$  МПа (кг/см<sup>2</sup>)

1 сорт **10 (100)**

2 сорт **7 (70)**

3 сорт ---

### 3. Сжатие и смятие вдоль волокон



$R_c$   $R_{cm}$  Мпа (кг/см<sup>2</sup>)

1 сорт

**14 (140)**

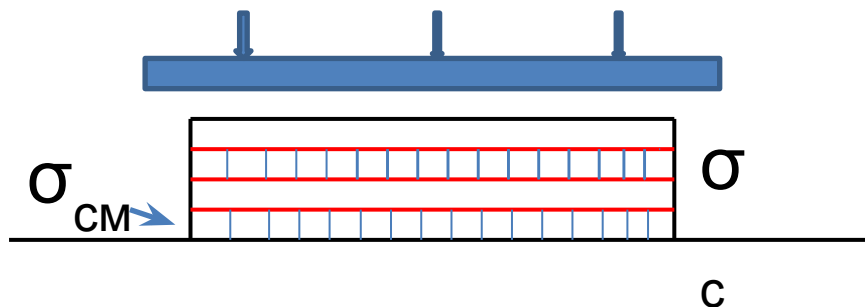
2 сорт

**13 (130)**

3 сорт

**8,5 (85)**

### 4. Сжатие и смятие поперек волокон



$R_{c90}$   $R_{cm90}$  Мпа (кг/см<sup>2</sup>)

1 сорт

**1,8 (18)**

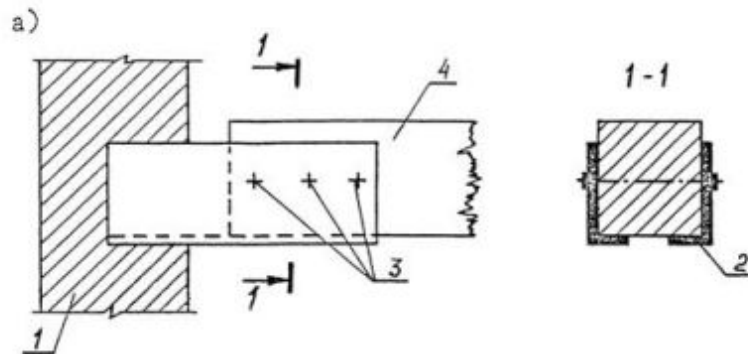
2 сорт

**1,8 (18)**

3 сорт

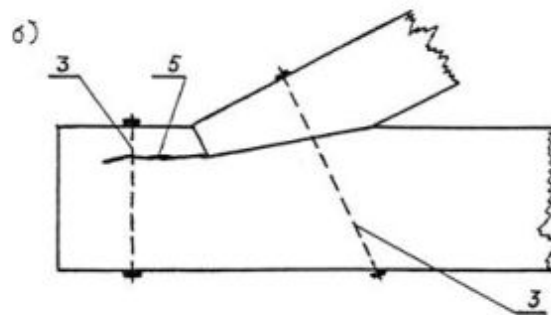
**1,8 (18)**

## 5. Смятие поперек волокон местное (локальное)



опорные части  
конструкций

$R_{см90}$  Мпа (кг/см<sup>2</sup>)



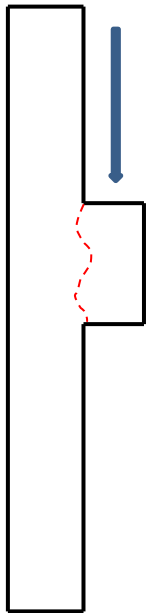
лобовые врубки

1 сорт  
**3,0 (30)**

2 сорт  
**3,0 (30)**

3 сорт  
**3,0 (30)**

## 6. Скалывание вдоль волокон



$R_{ск}$

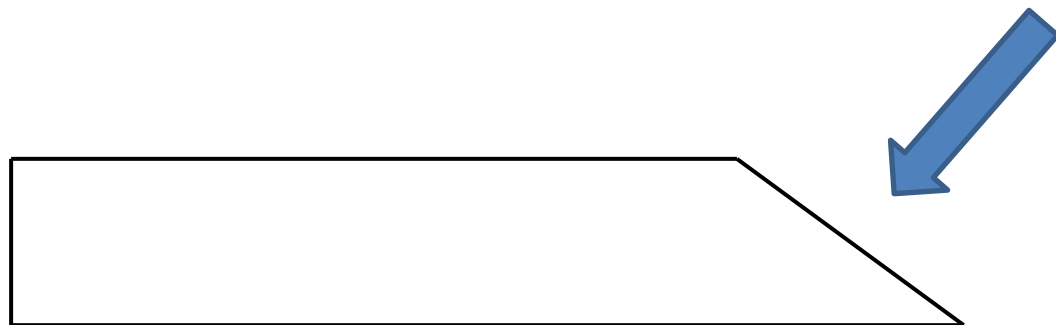
Мпа (кг/см<sup>2</sup>)

1 сорт  
**2,4 (24)**

2 сорт  
**2,1 (21)**

3 сорт  
**2,1 (21)**

## 7. Смятие под углом $\alpha$ к направлению волокон



$$R_{\text{см}\alpha} = \frac{R_{\text{см}}}{1 + \left( \frac{R_{\text{см}}}{R_{\text{см}90}} - 1 \right) \sin^3 \alpha} \cdot R_{\text{см}\alpha} \text{ Мпа}$$

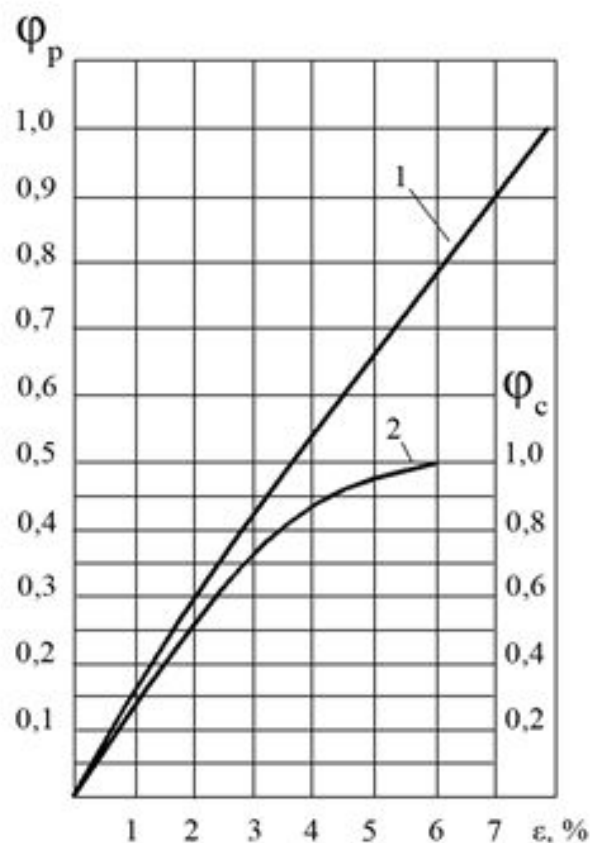
(кг/см<sup>2</sup>)



# Работа древесины на различные виды силовых воздействий (растяжение, сжатие, поперечный изгиб, смятие, скалывание)

## 1. Растяжение

Высокий предел прочности – 100 Мпа, дефекты понижают на 70%



$\Phi_p$  и  $\Phi_c$  - относительные напряжения

1 – растяжение

2 – сжатие

График при растяжении – практически  
прямолинейный

## 2. Сжатие

- Предел прочности в 2-2,5 ниже – **40-50 Мпа**
- Дефекты понижают прочность на **30%**
- График более **криволинейный**

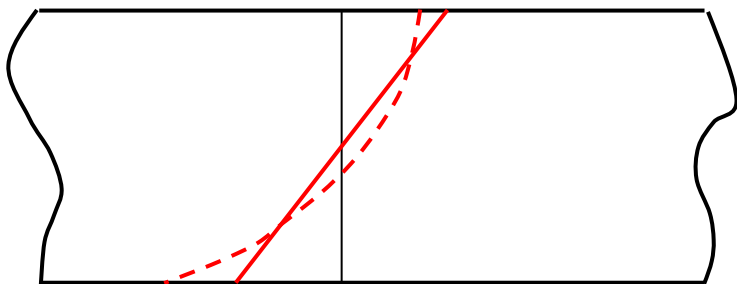
В ДК более надежны СЖАТЫЕ элементы



Часто применяют комбинированную схему, **сжатые из ДК,**  
**растянутые – из МК**

### 3. Изгиб

- Предел прочности – промежуточное значение **75 МПа**
- Влияние дефектов большое – до 50%

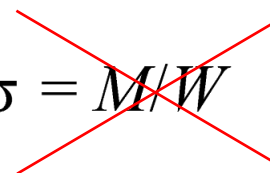


Малые нагрузки, линейная эпюра,

$$\sigma = M/W$$



Большие нагрузки, криволинейная эпюра  $\sigma = M/W$



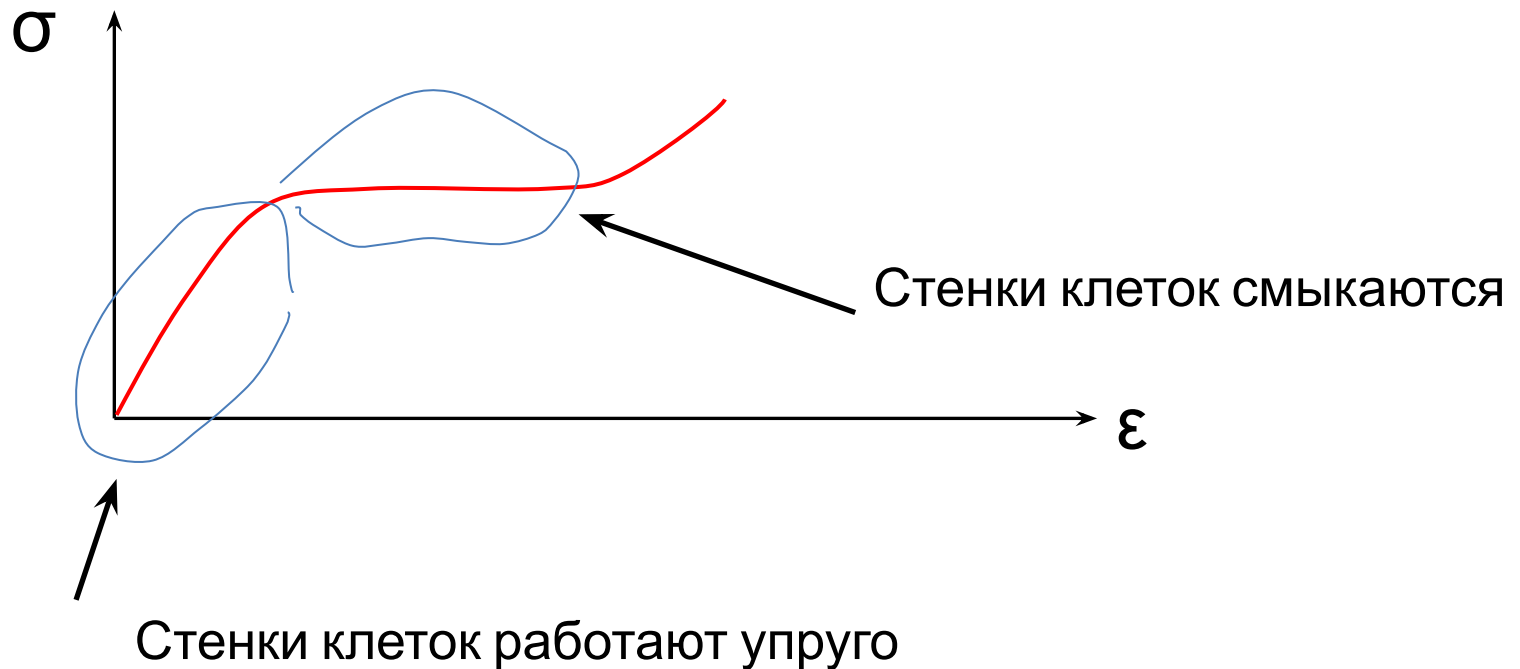
Предел прочности при изгибе зависит от формы поперечного сечения и его высоты.

#### 4. Смятие вдоль волокон

работа -аналогично сжатию вдоль волокон

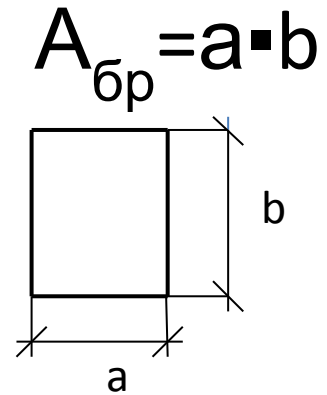
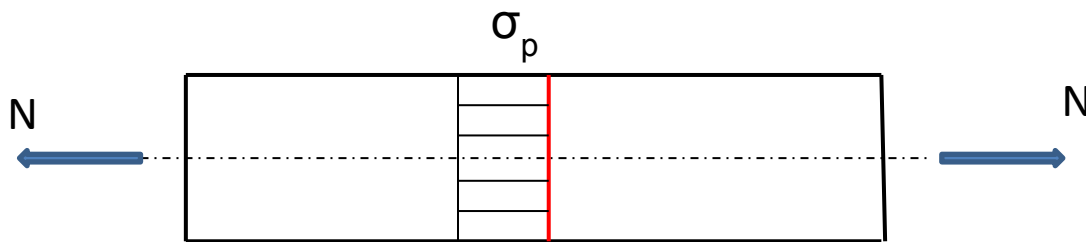
#### 5. Смятие поперек волокон

Древесина здесь работает плохо, характерная черта – значительные деформации. Почему?



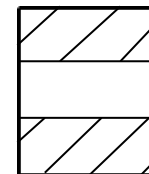
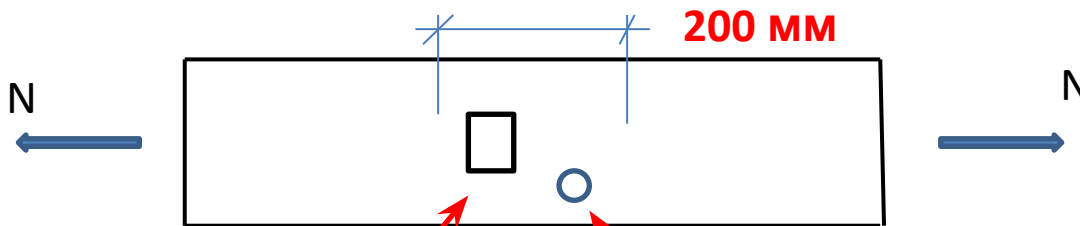
# Расчет элементов ДК по 1 группе ПС

## 1. Центрально растянутые элементы



$$\sigma_p = \frac{N}{A_{\text{НТ}}} \leq R_p \cdot m_o$$

$$A_{\text{НТ}} = a \cdot b - A_{\text{осл}}$$



## 2. Изгибаемые элементы

предпосылки к расчету

- 1)  $E_{\text{сж}} = E_{\text{раст}}$
- 2) линейная эпюра напряжений

$$\sigma_{\text{И}} = \frac{M}{W_{\text{ИТ}}} \leq R_{\text{И}} \cdot m_{\text{б}}$$

Проверка по  
нормальным  
напряжениям



b

$$W = \frac{a \cdot b^2}{6}$$

a

Проверка по касательным напряжениям (формула Журавского)

$$\tau = \frac{QS}{bI_{\text{бр}}} \leq R_{\text{ск}}$$

$\tau$  — касательные напряжения в элементе

$Q$  — расчетная поперечная сила

$S$  — статический момент брутто сдвигаемой части сечения относительно нейтральной оси

$I_{\text{бр}}$  — момент инерции брутто

$b$  — ширина сечения

# Простые примеры расчета

## 1. Растяжение

### **Постановка задачи:**

**Дано:** есть балка, центрально растянутая силой  $N=8500$  кг, материал – древесина 1 сорта, группа конструкций 2, ослабление поперечного сечения – 20%

**Найти:** оптимальные размеры поперечного сечения балки, тип поперечного сечения - брус

### **Решение:**

Из СП 64.13330.2011 получаем

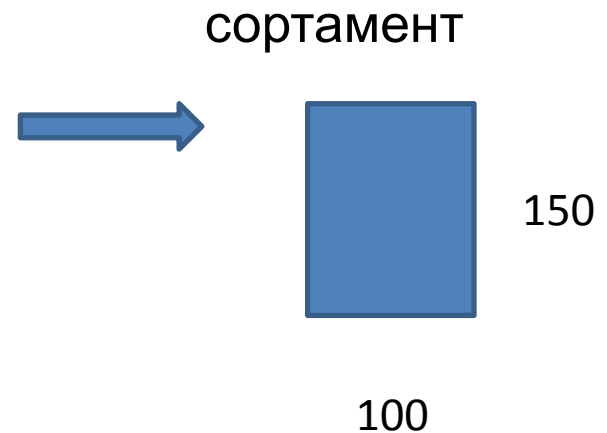
$$R_p = 100 \text{ кг/см}^2$$
$$m_o = 0,8$$
$$m_B = 0,9$$

Перепишем условие прочности при растяжении относительно  $A_{нт}$



$$A_{\text{нт}} \geq \frac{N}{R_p m_o m_B} = \frac{8500}{100 \cdot 0,8 \cdot 0,9} = 118,1 \text{ см}^2$$

$$A_{\text{бр}} \geq \frac{A_{\text{нт}}}{0,8} = \frac{118,1}{0,8} = 147,5 \text{ см}^2$$



Проверка принятого сечения:

- $A_{\text{нт}} = 0,8 \cdot 150 = 120 \text{ см}^2$

- $\sigma = \frac{N}{A_{\text{нт}}} = \frac{8500}{120} = 70,83 \text{ кг/см}^2 \leq R_p m_o m_B = 100 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 72,0 \text{ кг/см}^2$

**Принимаем поперечное сечение балки  $b \times h = 100 \times 150$**

## 2. Изгиб

### Постановка задачи

**Дано:** балка в состоянии поперечного изгиба с  $M = 100 \text{ кг}\cdot\text{м}$ ;  
группа конструкций – 1А;  $m_b = 1$ ; ослаблений сечений  
нет ( $A_{нт} = A_{бр}$ ,  $W_{нт} = W_{бр}$ ); древесина – 2 сорт

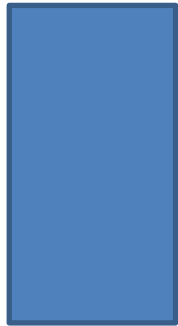
**Найти:** оптимальные размеры поперечного сечения балки,  
тип поперечного сечения – брус

### Решение

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_{И} m_{В} m_{б} ; R_{И} = 130 \text{ кг/см}^2$$

$$W \geq \frac{M}{R_{И}} = \frac{100 \cdot 100}{130} = 76,92 \text{ см}^3$$

Примем (сортамент)



100

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{5 \cdot 10^2}{6} = 83,3 \text{ см}^3$$

50

Проверка принятого сечения:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{100 \cdot 100}{83,3} = 120,0 \text{ кг/см}^2 \leq R_{\text{И}} m_{\text{В}} m_{\text{б}} = 130 \cdot 1 \cdot 1 = 130 \text{ кг/см}^2$$

**Принимаем поперечное сечение балки  $b \times h = 50 \times 100$  мм**