

*ГАПОУ «СГК»
Самарский государственный колледж*

Расчёт балки на прочность

Преподаватель : Венкова Л.В.

2023 год



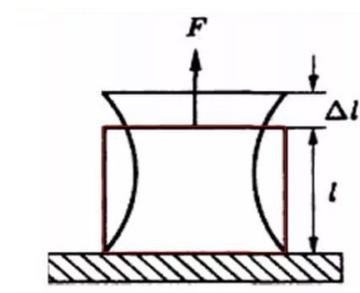
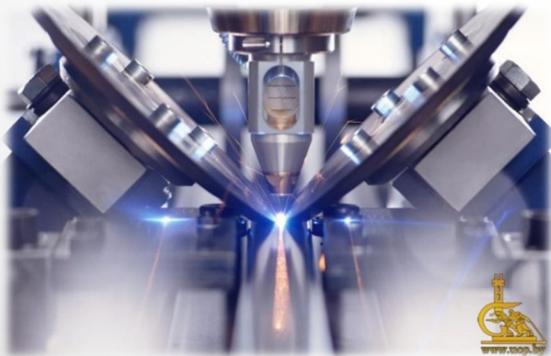
ЦЕЛИ УРОКА

ЦЕЛЬ:

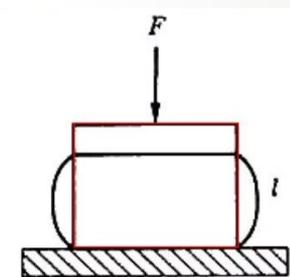
- Изучение видов расчётов балок в зависимости от требований к прочности конструкции.
- Создание условий для развития аналитических способностей и творческого подхода к решению практических задач.

ЗАДАЧИ:

- Научить выбирать метод выполнения расчётов.
- Научить пользоваться справочной литературой.
- Научить анализировать полученный результат.



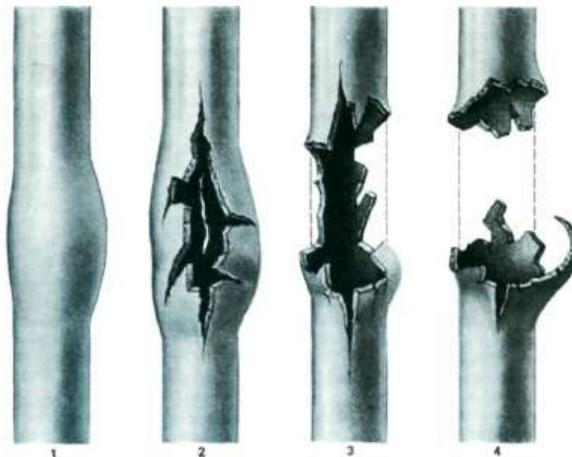
растяжение



сжатие

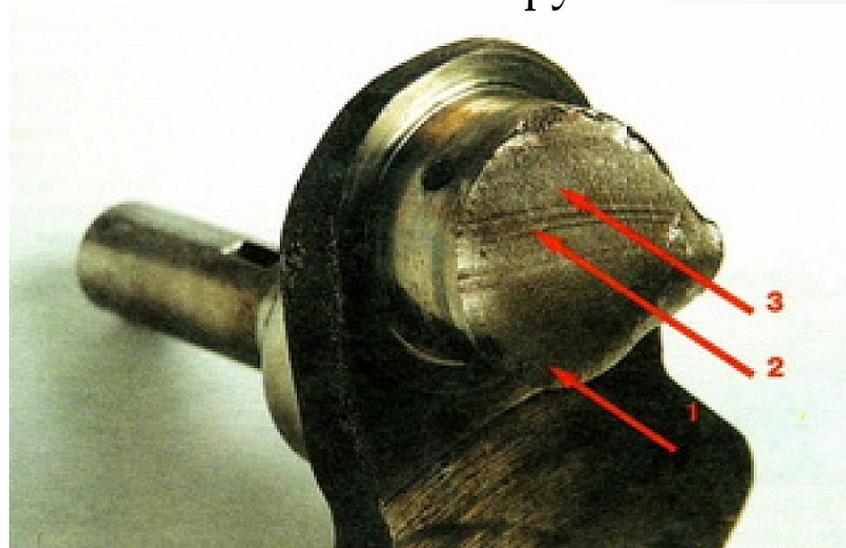
Разрушение деталей

Усталость
металла

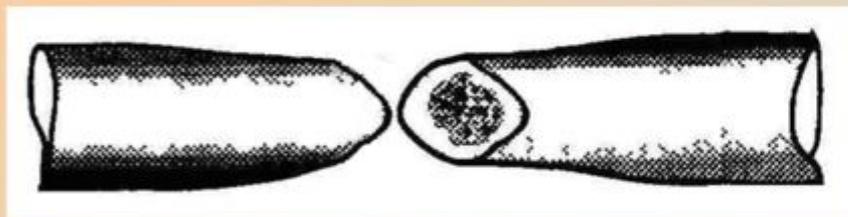


Разрыв

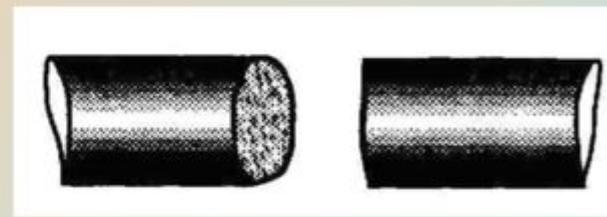
Знакопеременная
нагрузка



Разрушение материала



пластическое
 $\delta > 10\%$

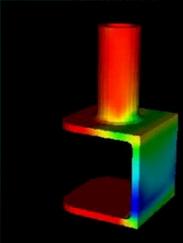


хрупкое
 $\delta = 1 - 5\%$

Указать соответствие между рисунком и деформацией

Пластичные деформации

Пластичная деформация — деформация, сохраняющаяся после прекращения действия внешней силы.

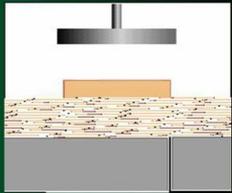


Пластичны свинец, алюминий, воск, пластилин, замазка, жевательная резинка.

Хрупкие деформации

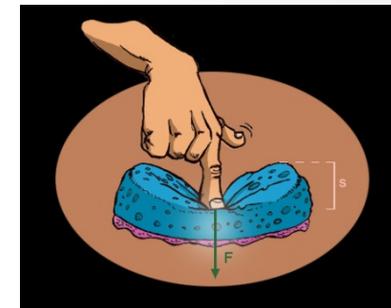
Хрупкие деформации являются необратимыми.

Материалы, у которых разрушение происходит при деформациях, лишь незначительно превышающих область упругих деформаций, называются **хрупкими**



MyShared

упругие



В)

А)

отожженная медь



Битум (в нагретом виде)



Алюминий



Латунь



Золото



MyShared

33 / 40

С)

Разбитый горшок



Разбитое стекло



Кирпич



MyShared

Виды деформаций:

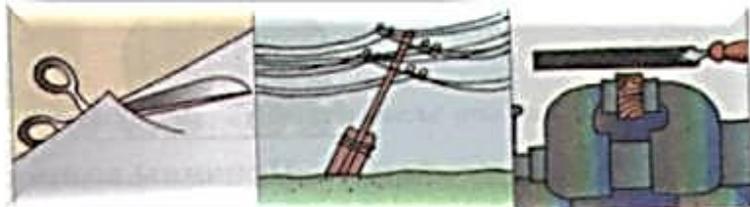
растяжение



сжатие



кручение



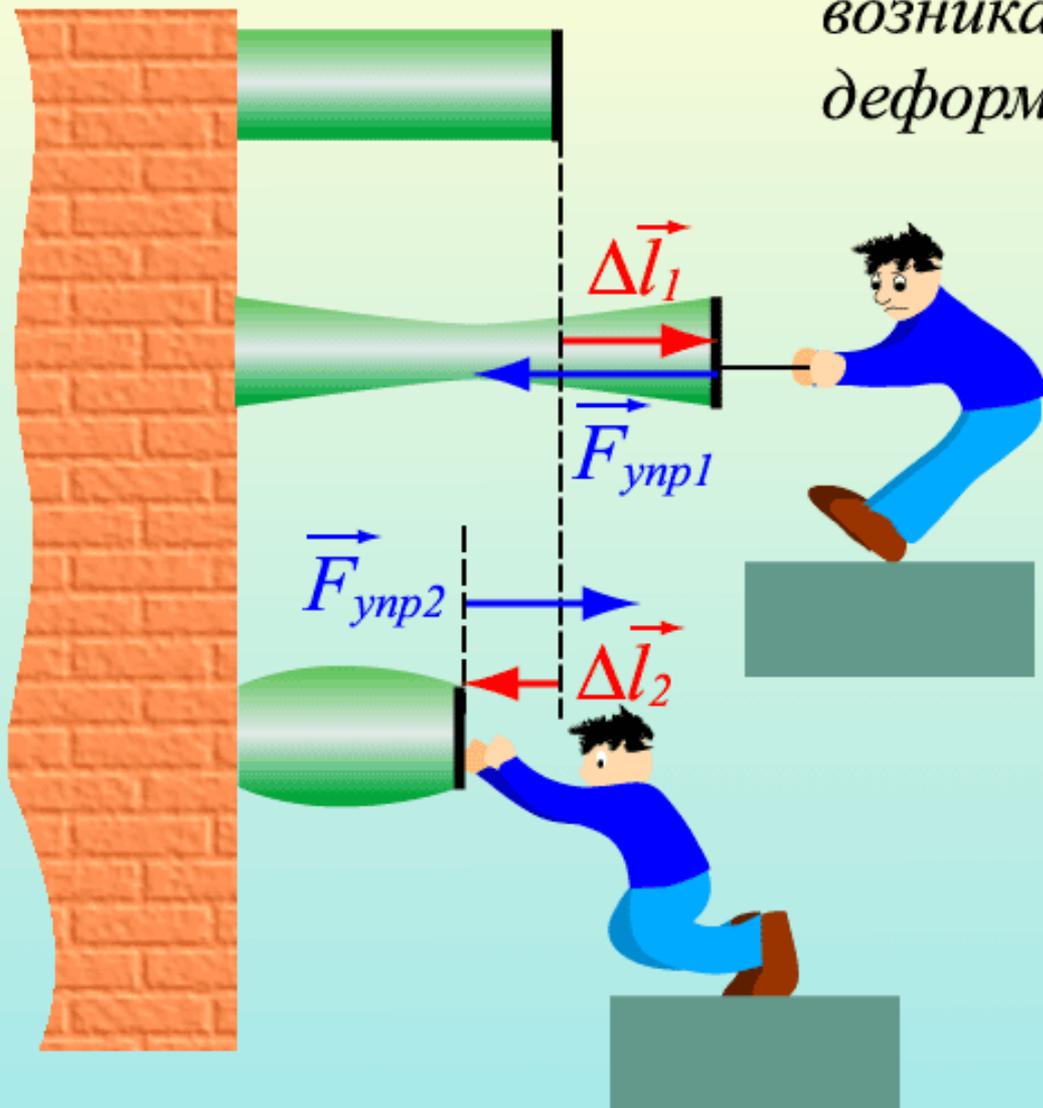
изгиб



сдвиг

Сила упругости

Упругие силы – силы, возникающие при упругой деформации тел



Закон Гука

$$\vec{F}_{упр} = -k \Delta \vec{l}$$

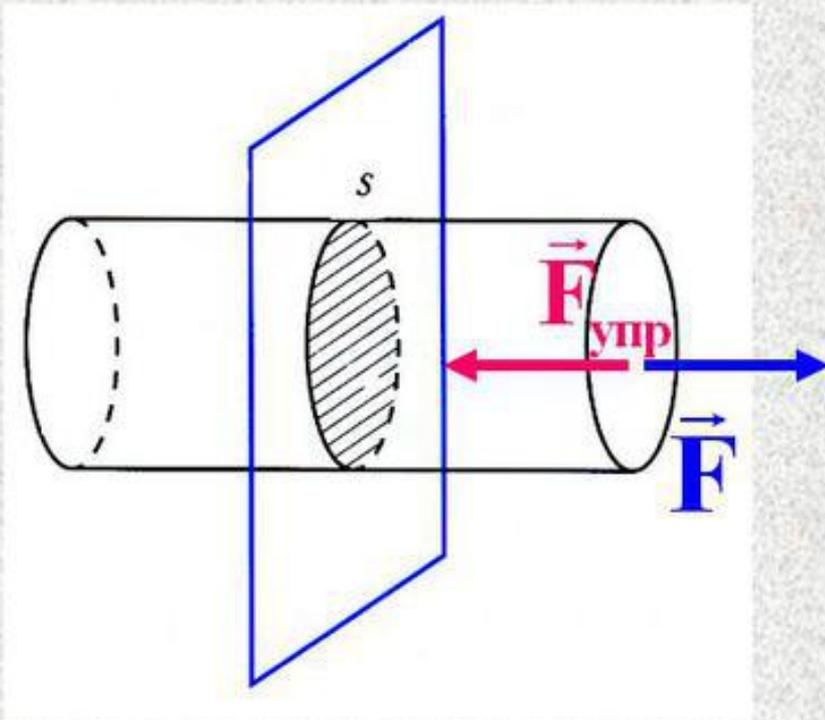
$$E_p = \frac{kx^2}{2}$$

Потенциальная энергия упруго деформированного тела



Механическое напряжение

Механическое напряжение – это сила упругости, действующая на единицу площади. Оно равно отношению модуля силы упругости к площади поперечного сечения тела:



$$\sigma = \frac{F_{упр}}{S}$$

$$[\sigma] = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = \text{Па}$$

Деформации при растяжении-сжатии

закон Гука: $\sigma = E \cdot \varepsilon$,

где:

$$\sigma = \frac{N}{A},$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

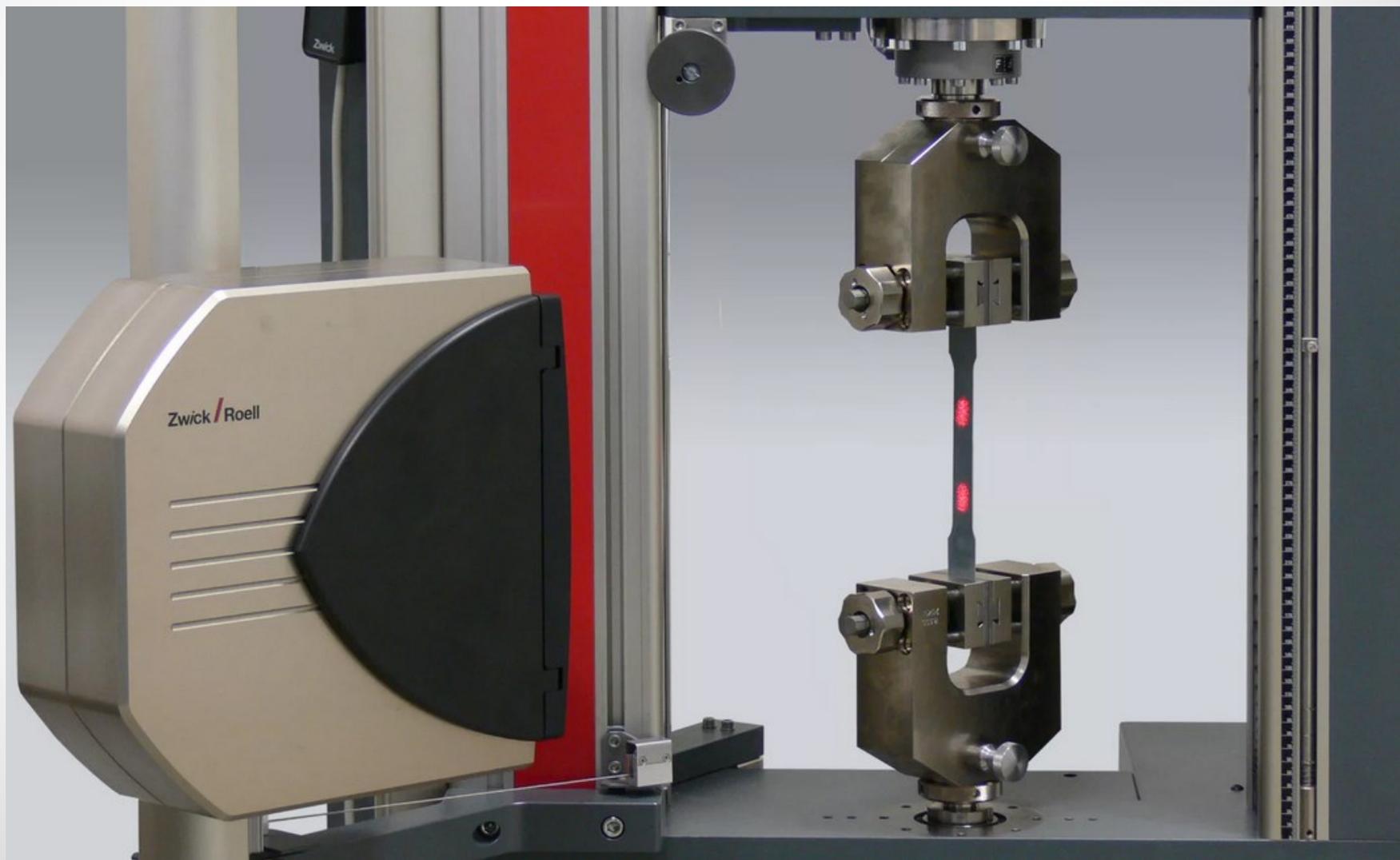
**абсолютное удлинение
стержня**

$$\Delta l = \frac{Nl}{EA}$$

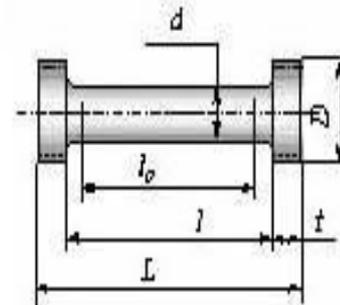
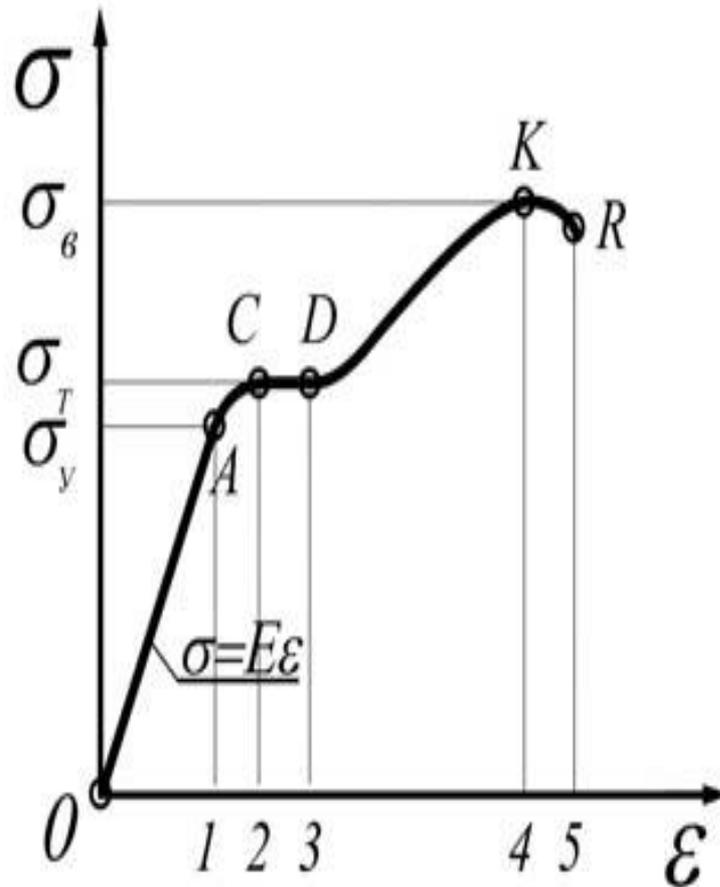
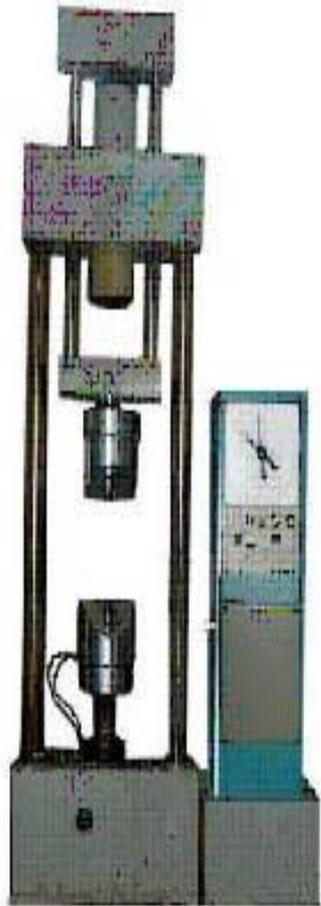
$$\Delta l = \int_0^l \frac{N \cdot dl}{E \cdot A}$$

$(E \cdot A)$ - жесткость сечения
стержня

ИСПЫТАНИЕ НА РАСТЯЖЕНИЕ



МЕХАНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ НА РАСТЯЖЕНИЕ И СЖАТИЕ



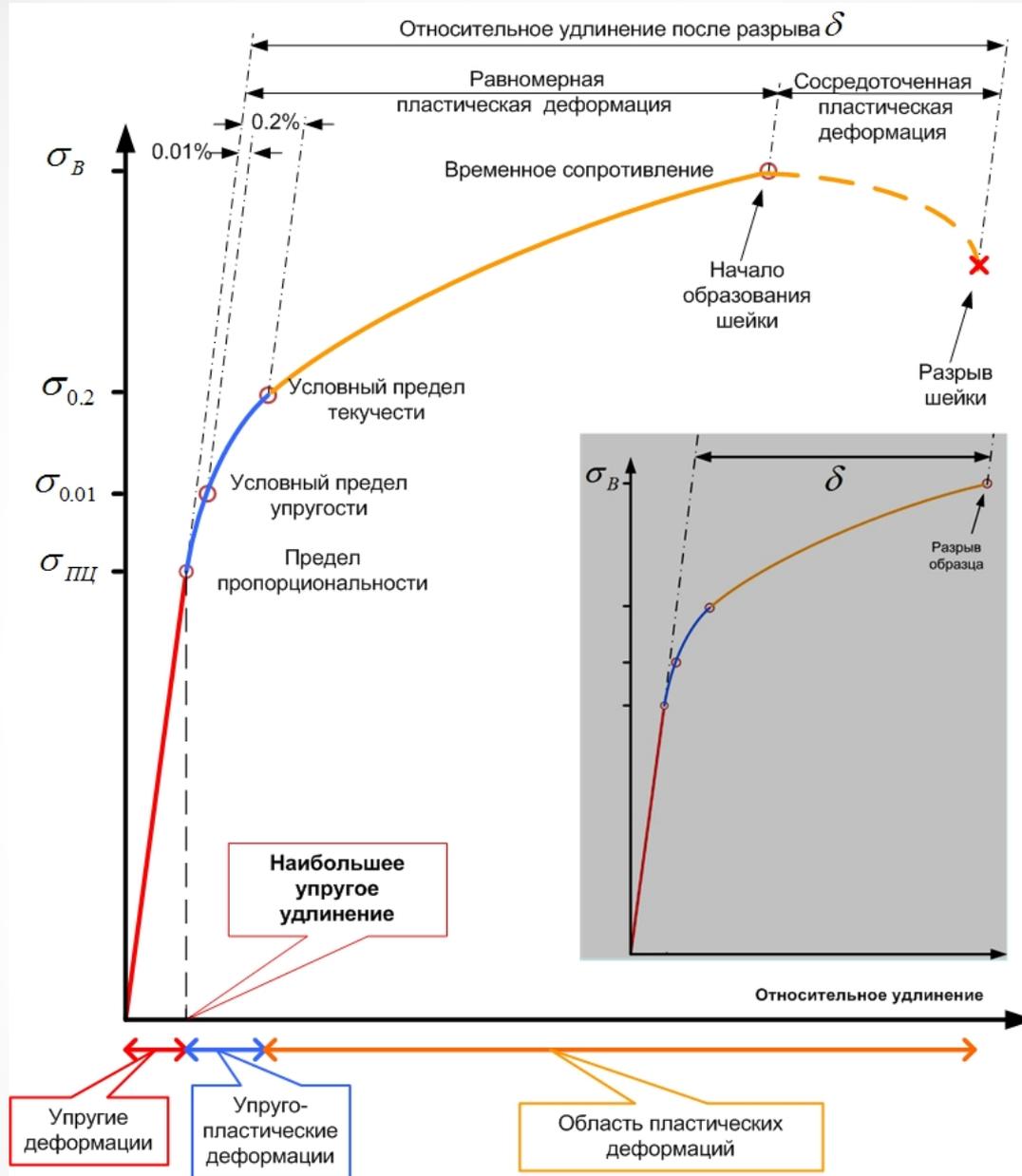
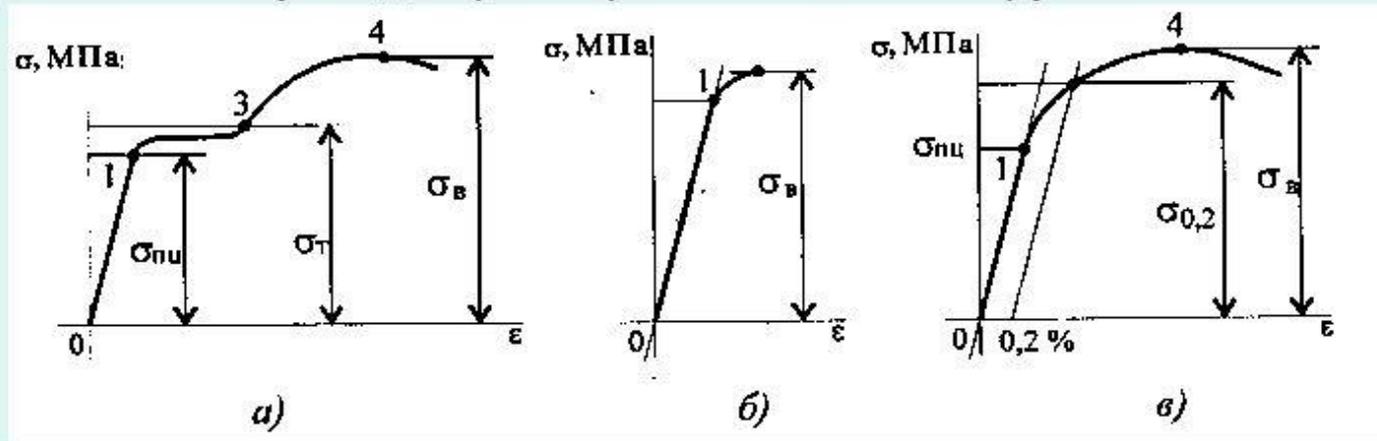


ДИАГРАММА ОДНООСНОГО РАСТЯЖЕНИЯ
 Основной рисунок – растяжение с образованием шейки.
 На вставке – растяжение без образования шейки

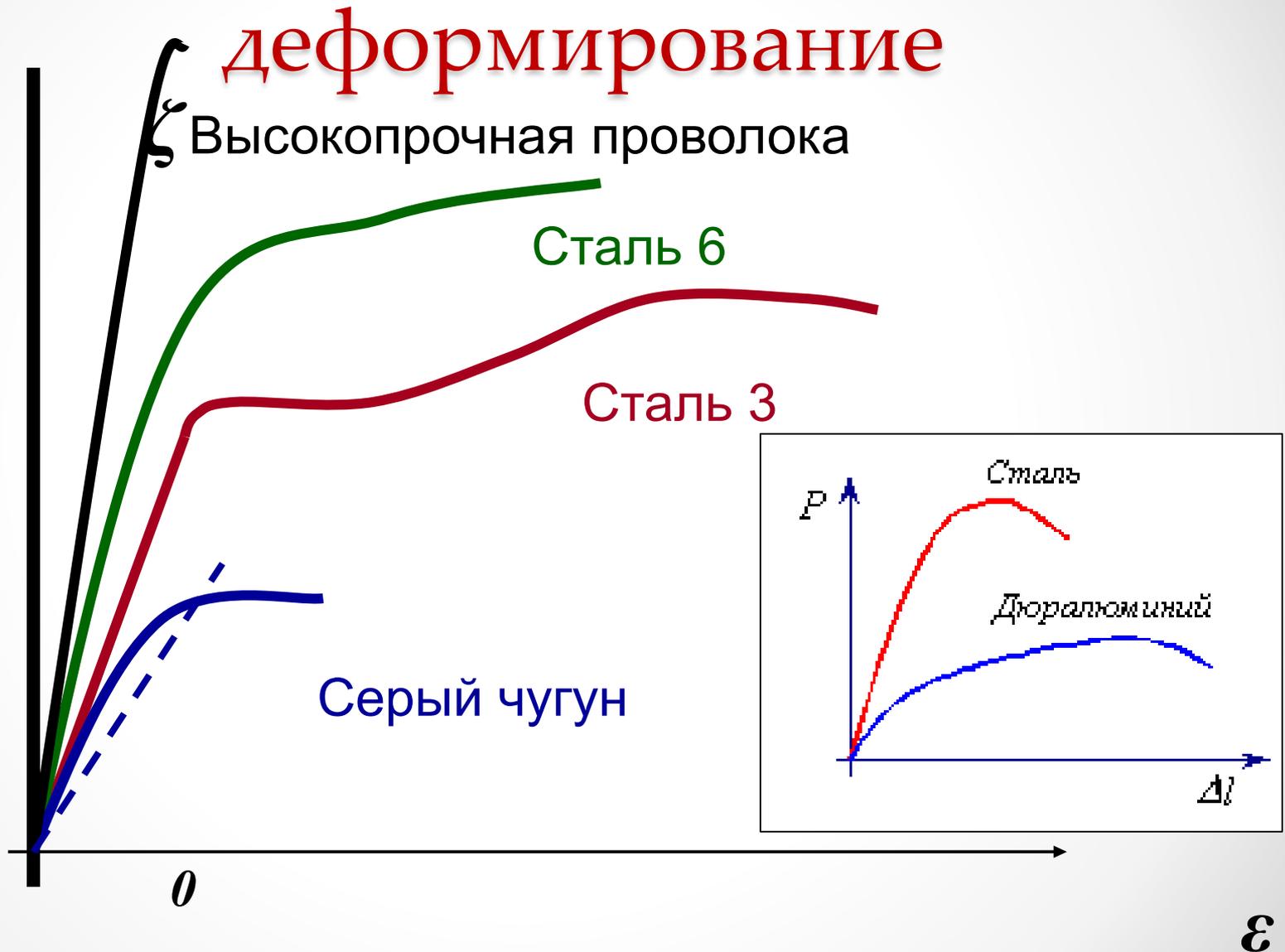
Виды диаграмм растяжения

Различные материалы по-разному ведут себя под нагрузкой, характер деформаций и разрушения зависит от типа материалов. Принято делить материалы по типу их диаграмм растяжения на 3 группы :



- **пластичные материалы**, эти материалы *имеют* на диаграмме растяжения *площадку текучести*
- **хрупкие материалы**, эти материалы мало деформируются, разрушаются по «хрупкому типу». На диаграмме *нет площадки текучести*
- **пластично-хрупкие материалы**, материалы, *не имеющие площадку текучести*, но значительно деформирующиеся под нагрузкой. Это недопустимо при работе конструкции, поэтому их деформацию ограничивают и считают максимально возможной относительную деформацию 0,2%
- **!!!** В справочниках у хрупких и пластично-хрупких материалов *отсутствует характеристика предела текучести. отсутствует характеристика «предел текучести».*

Пластическое и хрупкое деформирование



Вопросы определения напряжений и деформаций являются вспомогательными при решении одного из главных вопросов механики:

Как спроектировать конструкцию, которая удовлетворяла бы требованиям эксплуатационной надёжности?

То есть была бы достаточно прочной, жёсткой и устойчивой. Для решения указанных вопросов необходимо провести специальные расчёты.

Расчеты на прочность при растяжении

Расчётными называются напряжения вычисленные по теоретическим или экспериментальным формулам для конкретной конструкции с учетом величины приложенных к ней внешних нагрузок, размеров и формы ее элементов.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Условие прочности формулируется так **нормальные расчетные напряжения в любом сечении растянутого (сжатого) стержня не должны превышать допускаемого значения:**

$$\sigma \leq [\sigma]$$

Из условия прочности при растяжении (сжатии) вытекают следующие задачи:

1. Задача проверочного расчета $\sigma = \frac{F}{A} \leq [\sigma]$

2. Задача проектного расчета. $A \geq \frac{F}{[\sigma]}$

3. Задача определения максимальной допускаемой грузоподъемности

$$[F] \leq [\sigma] \cdot A$$

Расчеты на прочность при растяжении и сжатии

Эксплуатировать изделия при напряжениях, превышающих предельные $\sigma_{пред}$, нельзя

Коэффициентом запаса $n = \frac{\sigma_{пред}}{\sigma}$

Прочность элемента конструкции обеспечивается, если действительный коэффициент запаса прочности не ниже допускаемого, т.е.

$$n \geq [n]$$

$[n]$ задаваемый заранее коэффициент запаса называется **нормативным**, или **допускаемым**

Допускаемое напряжение $[\sigma] = \frac{\sigma_{пред}}{[n]}$

Условие прочности: **прочность элемента конструкции обеспечивается, если наибольшее напряжение, возникающее в нем, не превышает допускаемого**

$$\sigma \leq [\sigma]$$

В качестве **условия прочности** по этому методу выдвигается **требование,**

чтобы максимальное напряжение в элементе не превосходило допускаемого напряжения, которое обозначается $[\sigma]$.

Например, при **растяжении** условие прочности имеет вид

$$\sigma_{max} = N_{max} / A_{net} \leq [\sigma] \quad (6.1)$$

Допускаемое напряжение равно **опасному напряжению** σ_{on} , делённому на **коэффициент запаса прочности** n

$$[\sigma] = \sigma_{on} / n \quad (6.2)$$

$\sigma_{on} = \sigma_u$ — для **хрупких** материалов,

$\sigma_{on} = \sigma_y$ — для **пластичных** материалов

- **Долговечность и степень ответственности** сооружения или машины.

Так, для временных сооружений коэффициент запаса принимается меньшим, чем для капитальных.

- **Уровень развития техники, технологии, науки.**

С развитием науки и техники повышается качество изготовления материала и точности расчётов. Поэтому со временем коэффициенты запаса **уменьшаются.**

Допускаемые напряжения устанавливаются руководящими органами и публикуются в технических условиях и нормах проектирования, которые **имеют силу закона.**

Этот метод в настоящее время не используется при расчёте строительных конструкций. Используется в машиностроении.

Допускаемые напряжения для углеродистых сталей обыкновенного качества в горячекатанном состоянии

Ма рка ста ли	Допускаемые напряжения														
	при растяжении [σ_p]			при изгибе [$\sigma_{из}$]			при кручении [$\tau_{кр}$]			при срезе [$\tau_{кр}$]			при смятии [$\sigma_{см}$]		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	
Ст2	115	80	60	140	100	80	85	65	50	70	50	40	175	120	
Ст3	125	90	70	150	110	85	95	65	50	75	50	40	190	135	
Ст4	140	95	75	170	120	95	105	75	60	85	65	50	210	145	
Ст5	165	115	90	200	140	110	125	90	70	100	65	55	250	175	
Ст6	195	140	110	230	170	135	145	105	80	115	85	65	290	210	

Решение задач

Вариант 1

- Подобрать размеры поперечного сечения (в сечении квадрат) бруса из Стали 45, работающего на растяжение при нагрузке 200н.
- Указать график, соответствующий данному заданию

Вариант 2

- Выдержит ли опора из чугуна Сч 21-40 при работе на сжатие нагрузку 1000кН с размерами поперечного сечения бруса 20 мм.
- Указать график, соответствующий данному заданию

Расчеты на прочность при растяжении и сжатии

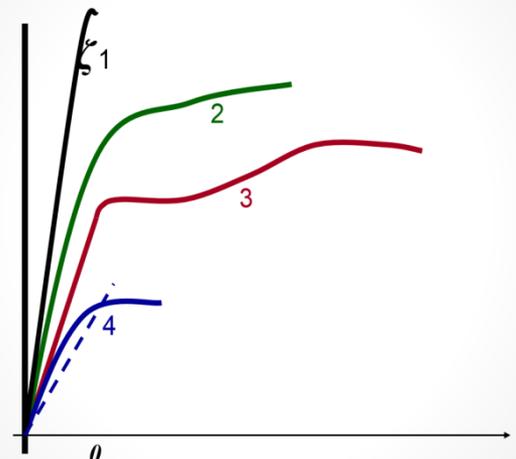
$$\sigma_{\max} = \max \left(\frac{N_z}{A} \right) \leq [\sigma] \quad \bullet \text{ проверочный расчет}$$

$$A \geq \frac{\max N_z}{[\sigma]} \quad \bullet \text{ проектный расчет}$$

$$[N_z] = A[\sigma] \quad \bullet \text{ определение допустимой нагрузки}$$

Таблица 1. Допускаемые напряжения для некоторых материалов при статическом действии нагрузок

Материал	Допускаемые напряжения	
	при растяжении [σ_p], МПа-(Н/мм ²)	при сжатии [σ_c], МПа-(Н/мм ²)
Чугун Сч 21—40	35—55	150—200
Сталь Ст2	140	140
» Ст3 и Ст4	140—170	140—170
» Ст5	175—210	175—210
» 45	180—210	180—210
Текстолит	30—40	50—80
Древесина волокон вдоль	10—15	10—12



Вопросы для повторения

Какой из внутренних силовых факторов возникает при осевом растяжении и сжатии?

- 1. Изгибающий момент.
- 2. Поперечная сила.
- 3. Продольная сила.
- 4. Крутящий момент.

Для чего определяются основные характеристики механических свойств материала?

На каких образцах проводятся испытания материала на растяжение и сжатие?

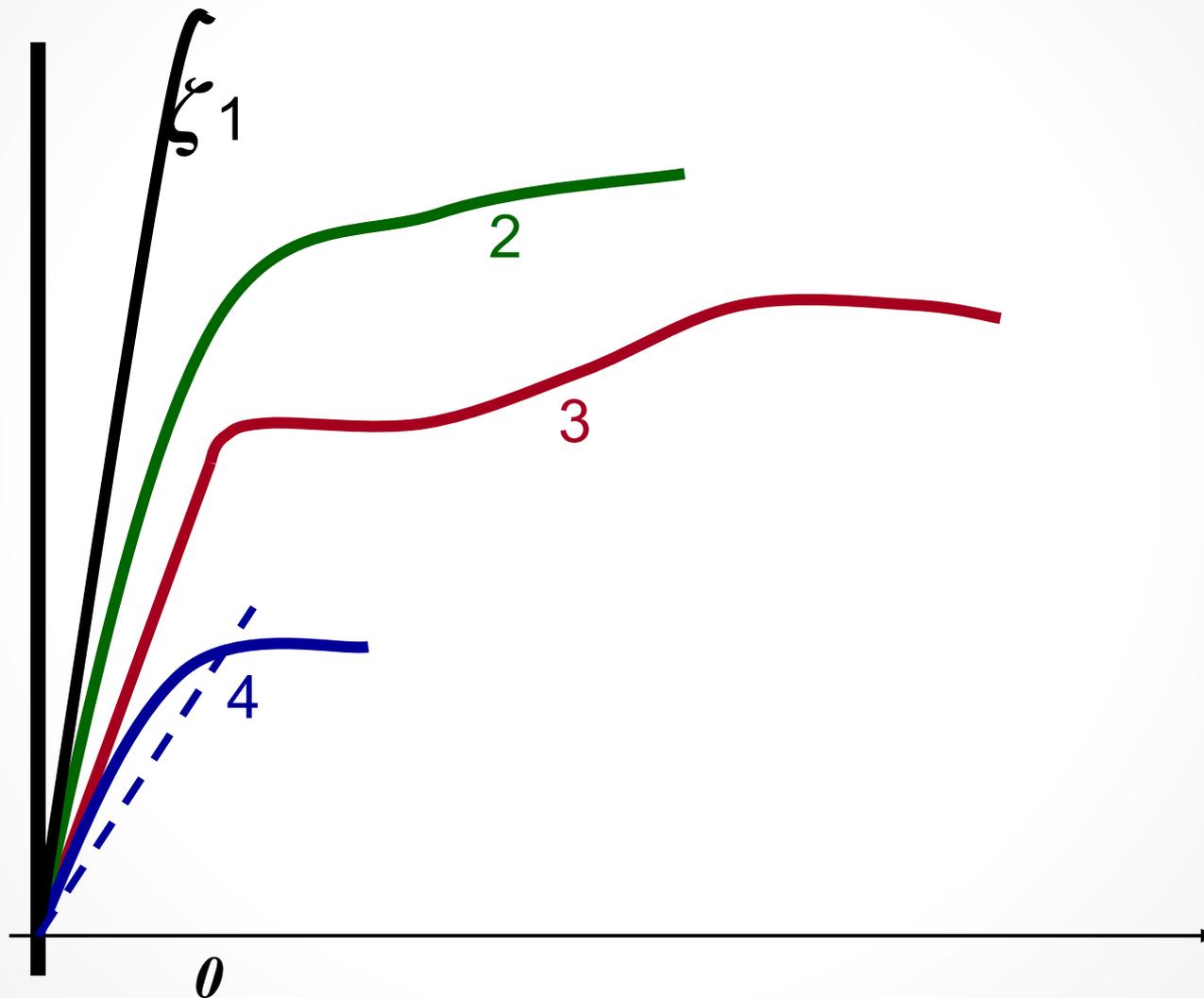
- Что называется пределом пропорциональности?
- Что называется пределом упругости?
- Что называется пределом текучести?
- Что называется пределом прочности?
- Что называется наклёпом?
- В чём различие пластического и хрупкого разрушения?

- В чем заключается закон Гука? Как этот закон изображается графически?

На каком участке образца происходят основные деформации удлинения? Как это наблюдается на образце? Какие нагрузки фиксируются в этот момент?

- В чем заключается явление наклепа при пластическом деформировании? Расскажите о положительных и отрицательных сторонах этого явления?
- Объясните, почему после образования шейки дальнейшее растяжение происходит при все уменьшающейся нагрузке?

Укажите графики для пластичных, хрупкопластичных и хрупких материалов.



Резюме

- *Для расчёта элементов конструкций необходимо знать прочностные и деформационные характеристики материала рассчитываемого элемента.*
- *При разгрузке и последующем нагружении образца механические свойства материала меняются: материал становится более прочным, но менее пластичным.*
- *Механические характеристики материала на сжатие можно определить из анализа соответствующей диаграммы деформирования.*
- *При растяжении образца выше предела текучести и последующего сжатия его, механические характеристики материала изменяются.*

**СПАСИБО
ЗА
ВНИМАНИЕ!**

