

# **Схемный анализ ОЭП**

Функционирование любого устройства (прибора) характеризуется рядом технических параметров.

При проектировании нового прибора в задачи конструктора входит определение оптимальных значений этих параметров.

Кроме того, в ряде случаев возникает необходимость регулировки их значений, например, при проведении точностного анализа устройства и определении необходимости введения в его конструкцию компенсаторов.

С этой целью проводят структурный анализ устройства (прибора), используя его графические и математические модели.

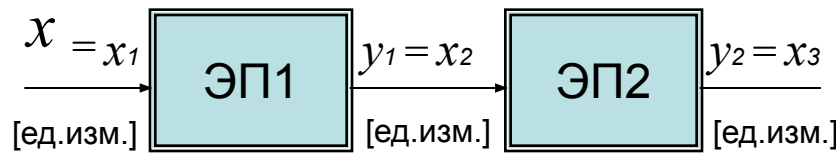
Графическими моделями устройства являются его структурная, функциональная и принципиальная схемы.

Математическая модель - это математические выражения (формулы), описывающие преобразования (информации), происходящие при функционировании устройства (прибора)

- *Структурная схема* – это совокупность элементарных звеньев объекта и связей между ними. Структурные схемы определяют основные функциональные части изделия или процесса, их значения и взаимосвязи.
- *Функциональная схема* – документ, разъясняющий процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия или в изделии в целом. Такие схемы позволяют анализировать возможности разрабатываемых объектов, обосновывать проведение отладки и ремонта.
- *Принципиальная схема* определяет полный состав элементов объекта и связей между ними, служит основанием для разработки комплекта конструкторской документации на объект разработки.

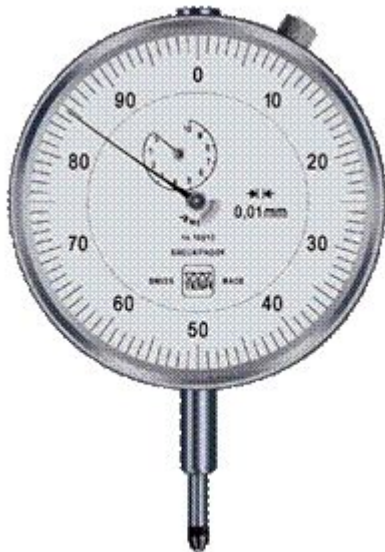
# Принципы построения структурной схемы

Звенья на структурной схеме изображают в виде прямоугольников или условных графических обозначений, которые соединяются линиями взаимосвязи. Эти линии обозначают стрелками. Каждое звено на схеме должно иметь наименование или обозначение.



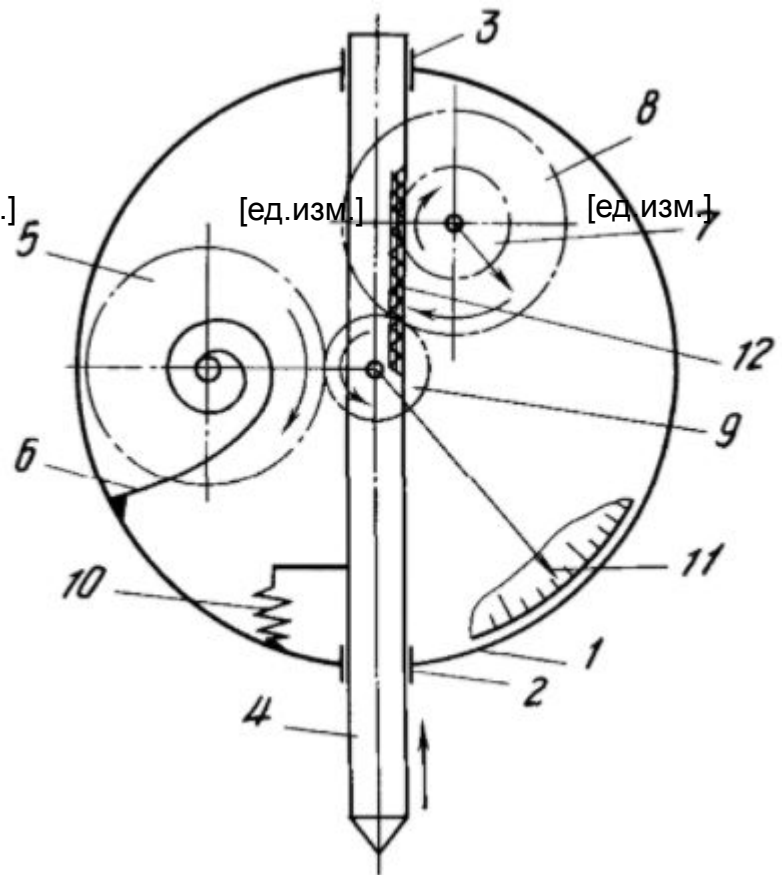
## Принципы пос

В отличие от ст  
происходит в о  
Функциональн  
специальных гр



## нальной

ункцион  
ойства, |  
и связи |  
их изобра



Простейшее, элементарное преобразование информации (движения) выполняют элементарные преобразователи.

**Примером простейшего элементарного преобразователя является соединение деталей.**

**Соединение деталей (сборочная единица)** - изделие, части которого подлежат соединению между собой сборочными операциями.

Соединения деталей бывают:

- Разъёмные и неразъёмные;
- Подвижные и неподвижные;
- С обратимым и необратимым движением;
- С ограниченным и неограниченным диапазоном движения

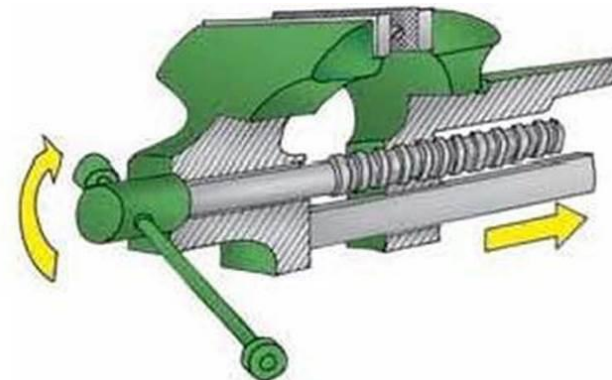
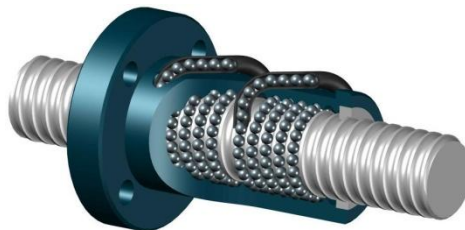
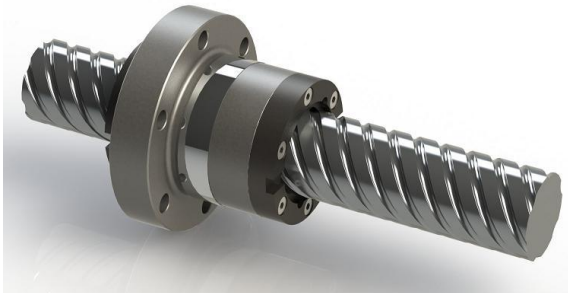
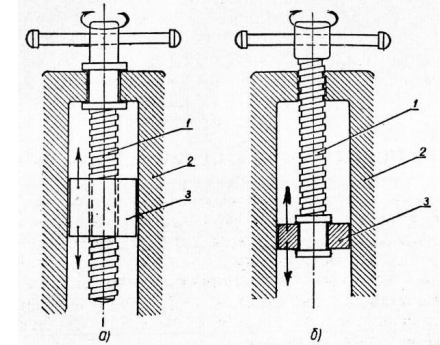
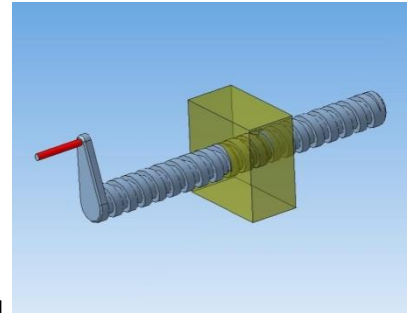
# Винтовые механизмы

Винтовой механизм преобразует вращательное движение в линейное.

С помощью винтовых механизмов можно с большой чувствительностью и точностью перемещать подвижный элемент.


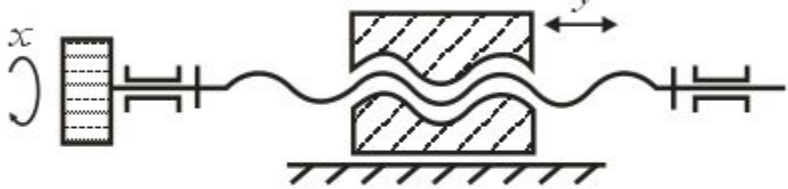


Движение в винтовой передаче **не обратимо** и имеет **ограниченный диапазон**.

К недостаткам этих передач относятся большие потери на трение. Для их снижения используются винтовые передачи качения.

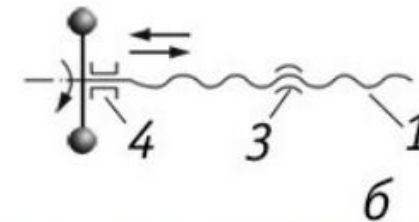
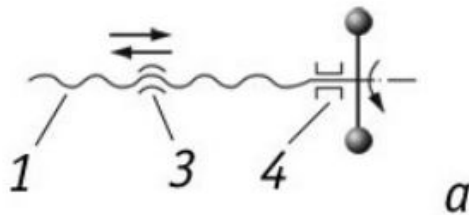
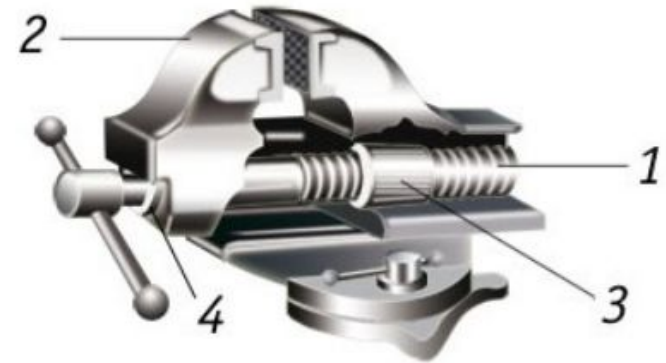
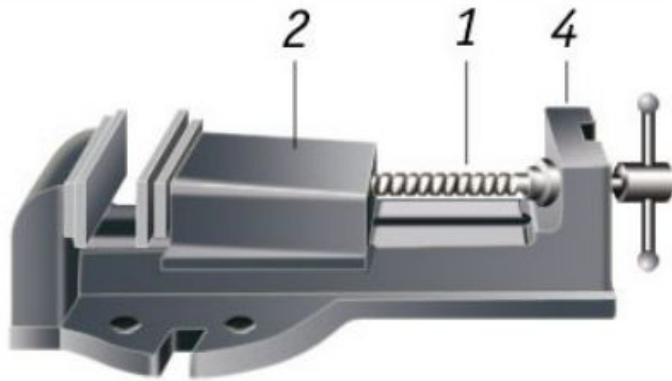


Схемный анализ ОЭП

# Винтовые механизмы

1		$y = \frac{k \cdot t}{2\pi} x$
2		$y = -\frac{k \cdot t}{2\pi} x$
3		$y = -\frac{k \cdot t}{2\pi} x$
4		$y = \frac{k \cdot t}{2\pi} x$

# Винтовые механизмы



Винтовые механизмы в тисках: а — в машинных; б — в слесарных:

1 — винт, 2 — подвижная губка, 3 — гайка, 4 — подшипник скольжения



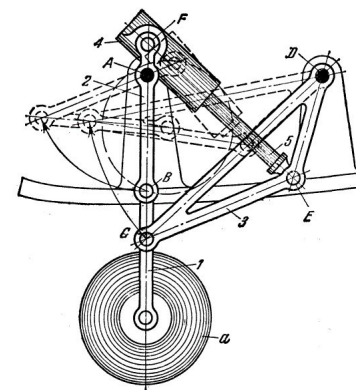
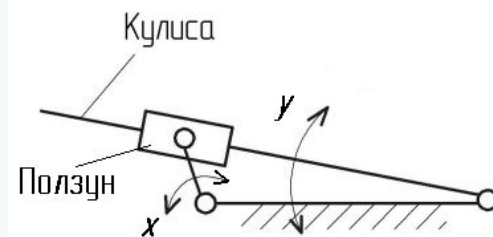
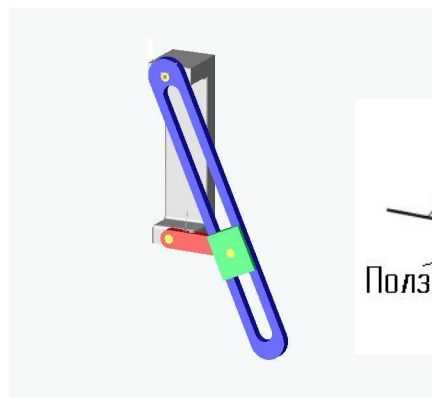
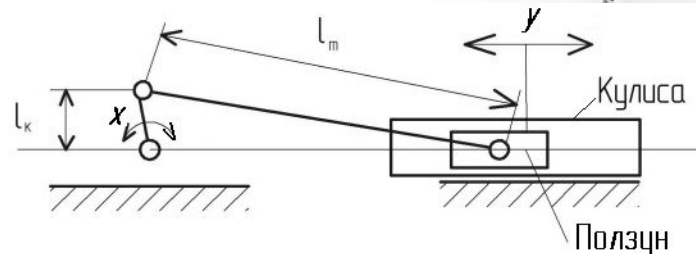
# Рычажные механизмы

Рычажные механизмы бывают одноплечими, двухплечими, а могут иметь и большее число звеньев.

Рычажные механизмы могут быть как с **обратимым** так и **не обратимым движением** и могут иметь как **ограниченный**, так и **неограниченный диапазон** работы.

Рычажные механизмы преобразуют вращательное движение в поступательное и наоборот, линейное в линейное, вращательное во вращательное.

С помощью рычажного механизма можно ускорять или замедлять движение, передавать его под разными углами как в плоскости, так и в пространстве.

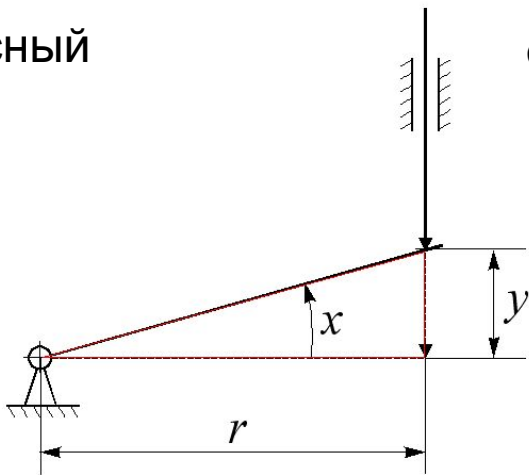


# Рычажные механизмы

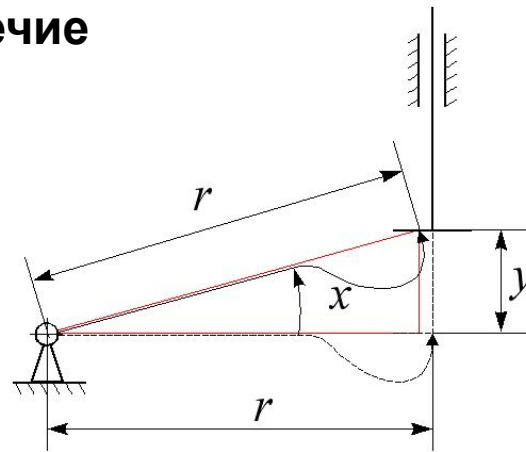
тангенсный

$$y = r \cdot \operatorname{tg} x$$

$$x = \operatorname{arctg} \frac{y}{r}$$



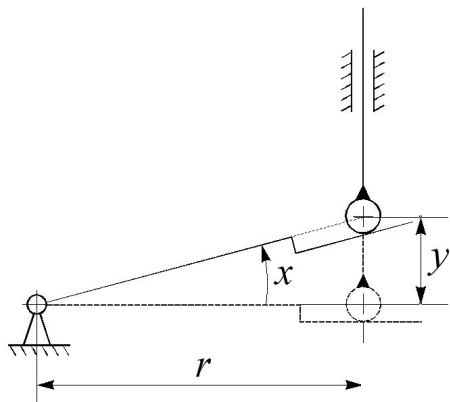
одноплечие



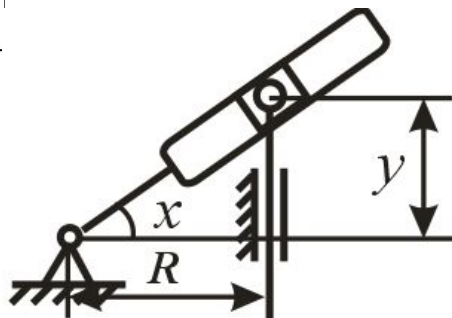
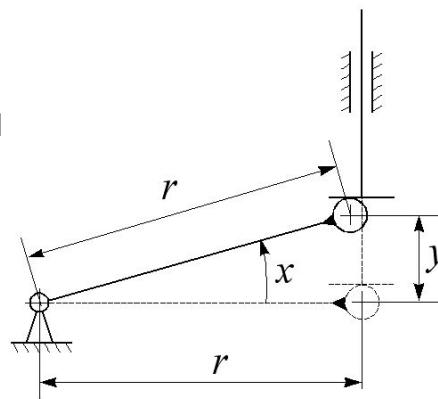
синусный

$$y = r \cdot \sin x$$

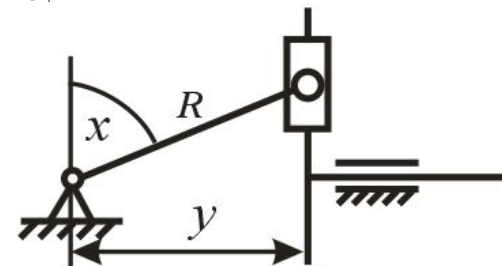
$$x = \operatorname{arcsin} \frac{y}{r}$$



замыкание силой

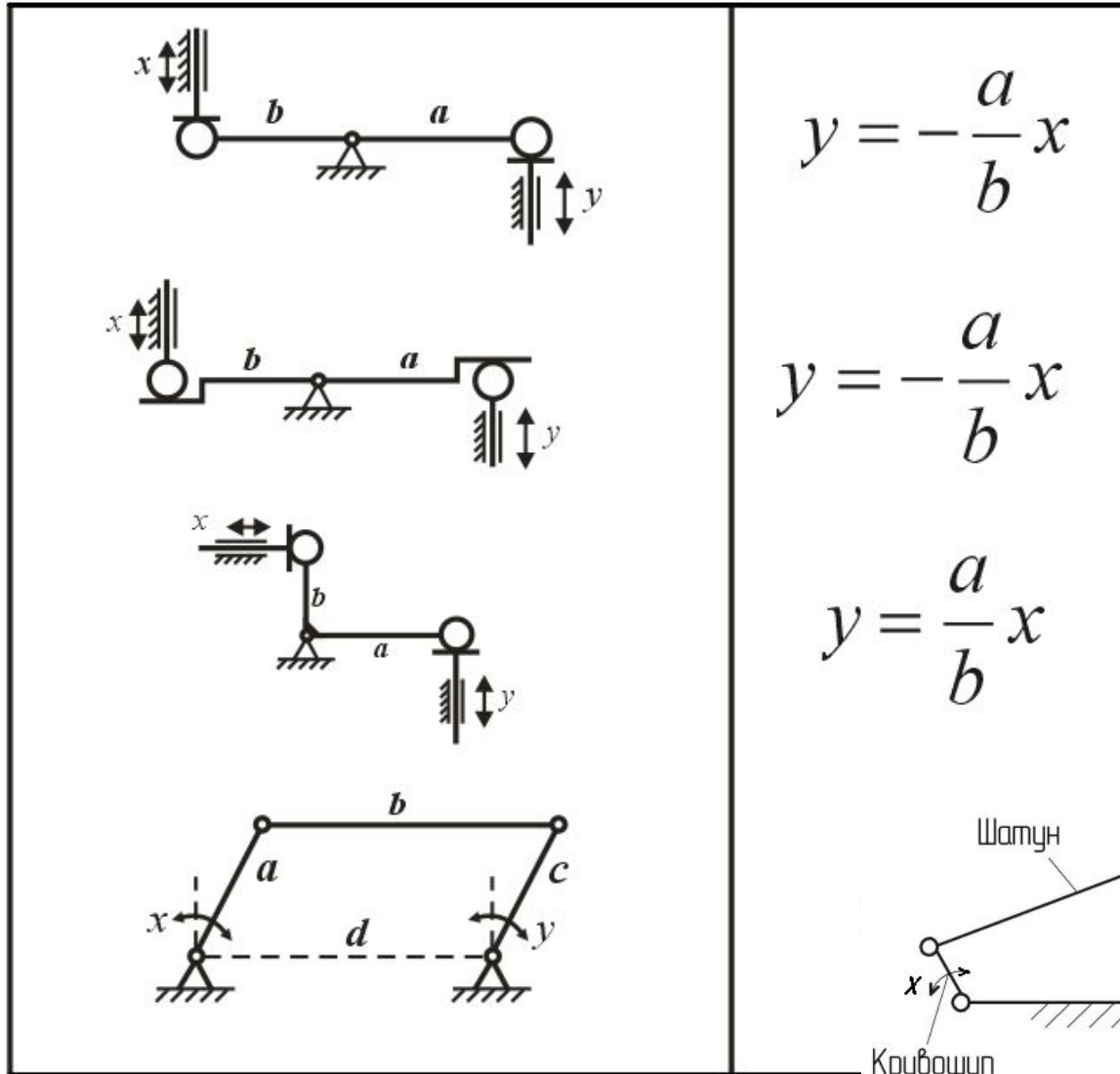


замыкание формой  
(кулисные)



# Рычажные механизмы

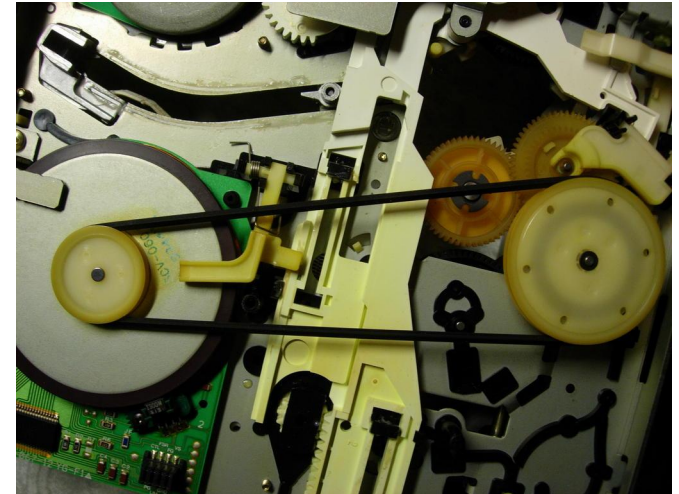
## двуплечие и четырёхзвенник



# Ленточные механизмы

Ленточные механизмы преобразуют вращательное движение во вращательное или в поступательное.

Ленточные механизмы **обратимы** и имеют **ограниченный диапазон работы**.



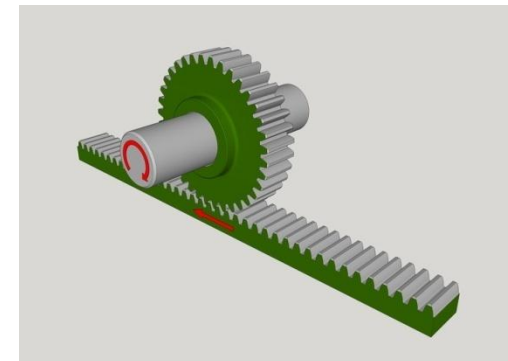
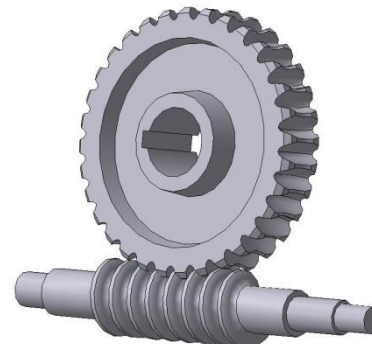
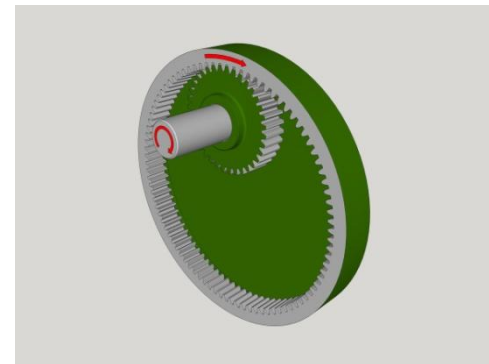
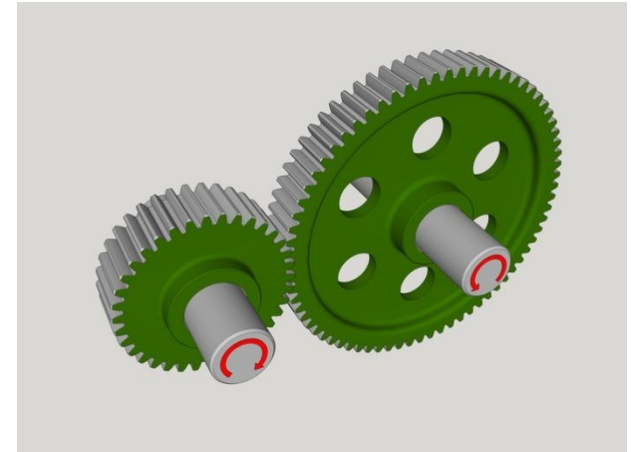
	$y = \frac{d_1}{d_2} x \quad (\text{при } t \rightarrow 0)$ $y = \left[ \frac{d_1 + 0,5t}{d_1 - 0,5t} \right] x$
	$y = Rx \quad (\text{при } t \rightarrow 0)$ $y = (R + 0,5t)x$

# Зубчатые механизмы

Зубчатые механизмы преобразуют вращательное движение во вращательное либо поступательное.

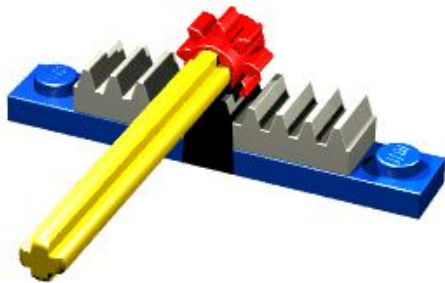
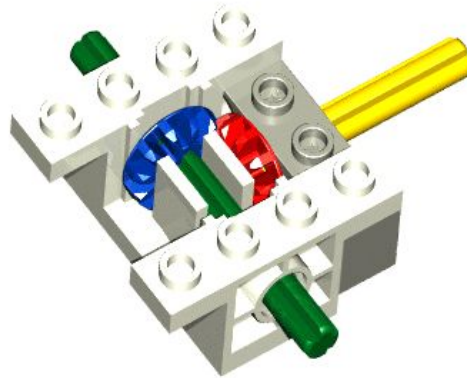
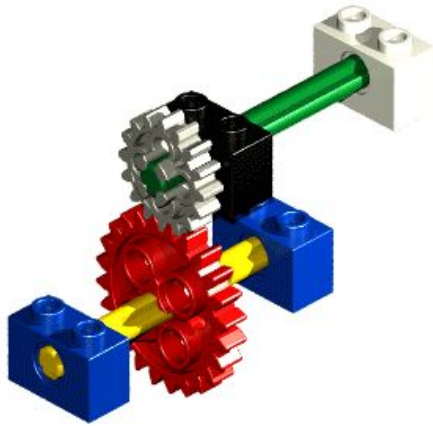
Зубчатые механизмы могут быть как с **обратимым** так и **не обратимым движением** и могут иметь как **ограниченный**, так и **неограниченный диапазон работы**.

С помощью зубчатых механизмов можно ускорять или замедлять движение, передавать его под разными углами как в плоскости, так и в пространстве.





# Зубчатые механизмы



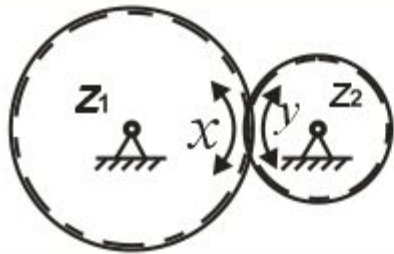
**Цилиндрическая пара** – два зубчатых колеса с цилиндрическим прямозубым или косозубым зубчатым венцом; механизм обратимый с неограниченным диапазоном работы

**Коническая пара** – два зубчатых колеса с коническим прямозубым или косозубым зубчатым венцом; механизм обратимый с неограниченным диапазоном работы

**Реечная пара** – зубчатое колесо и рейка с прямозубым или косозубым венцом, механизм обратимый с ограниченным диапазоном работы

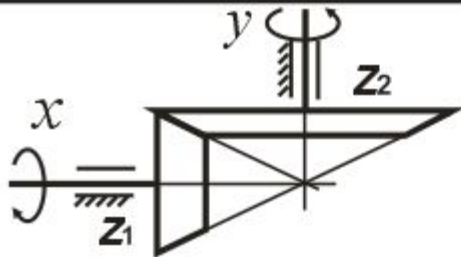
**Червячная пара** – червяк и червячное колесо, механизм необратимый с неограниченным диапазоном работы

# Зубчатые механизмы



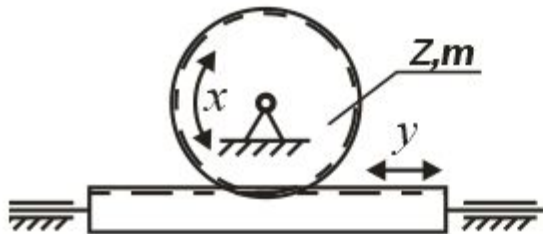
$$y = -\frac{z_1}{z_2} x$$

**Цилиндрическая пара** – два зубчатых колеса с цилиндрическим прямозубым или косозубым зубчатым венцом; механизм обратимый с неограниченным диапазоном работы



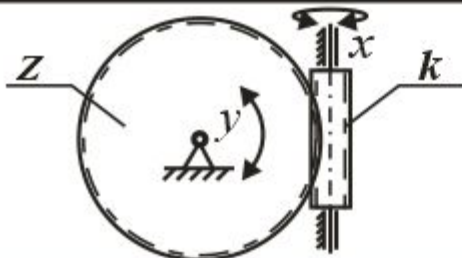
$$y = \frac{z_1}{z_2} x$$

**Коническая пара** – два зубчатых колеса с коническим прямозубым или косозубым зубчатым венцом; механизм обратимый с неограниченным диапазоном работы



$$y = \frac{z \cdot m}{2} x$$

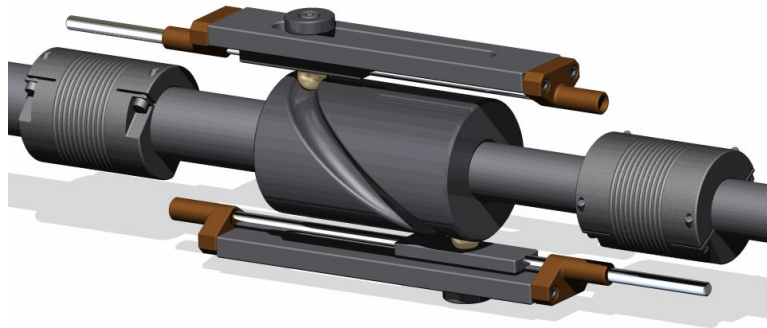
**Реечная пара** – зубчатое колесо и рейка с прямозубым или косозубым венцом, механизм обратимый с ограниченным диапазоном работы



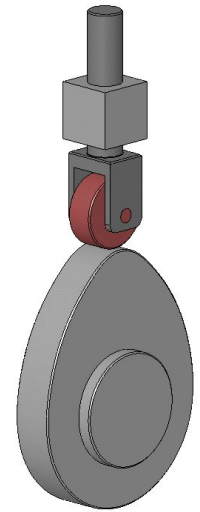
$$y = \frac{k}{z} x$$

**Червячная пара** – червяк и червячное колесо, механизм необратимый с неограниченным диапазоном работы

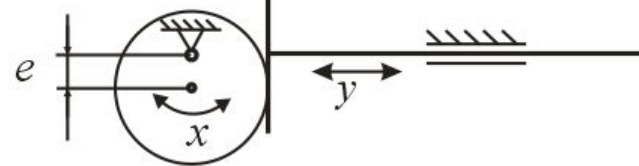
# Кулачковые механизмы



Преобразуют вращательное или линейное движение в линейное перемещение толкателя

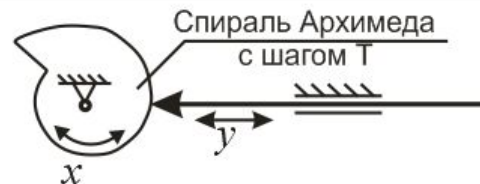


Эксцентрик кулачок – эксцентрик и толкатель; механизм с необратимым движением и неограниченным диапазоном



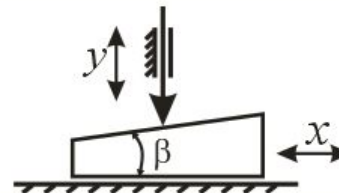
$$y = e \cdot \sin x$$

Кулачок со спиралью Архимеда – кулачок и толкатель; механизм с необратимым движением и ограниченным диапазоном



$$y = \frac{T}{2\pi} x$$

Клиновой механизм – клин и толкатель; механизм с необратимым движением и ограниченным диапазоном



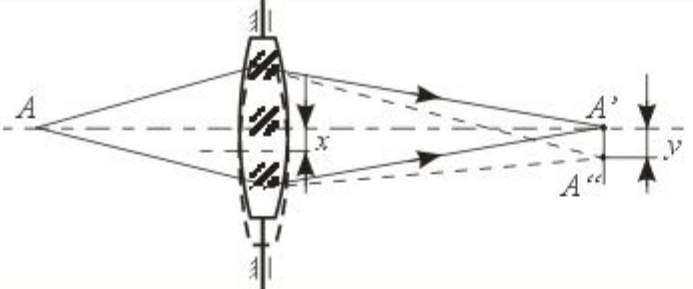
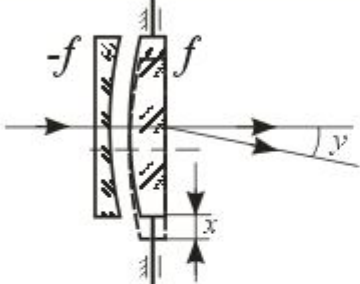
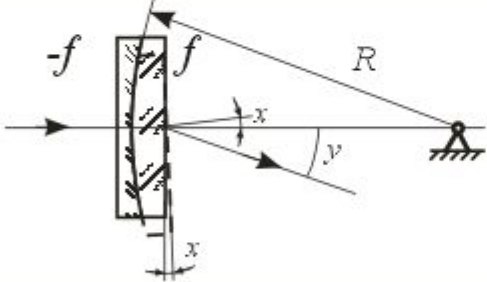
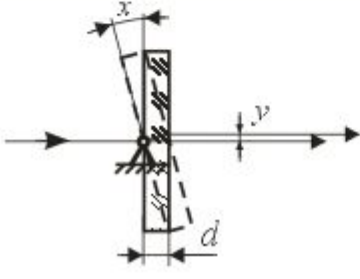
$$y = \operatorname{tg} \beta \cdot x$$



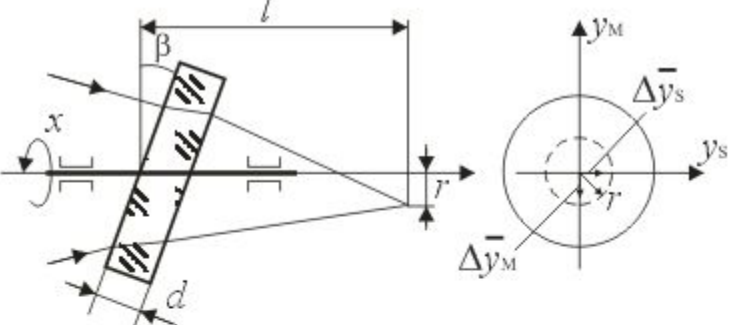
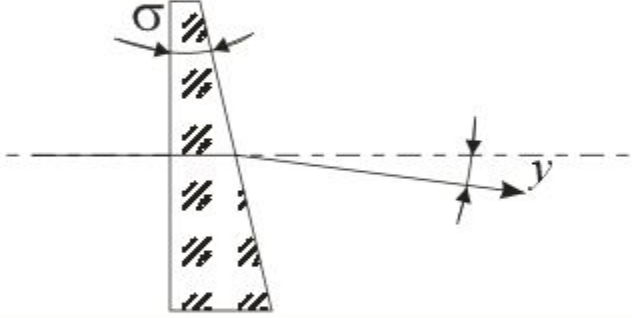
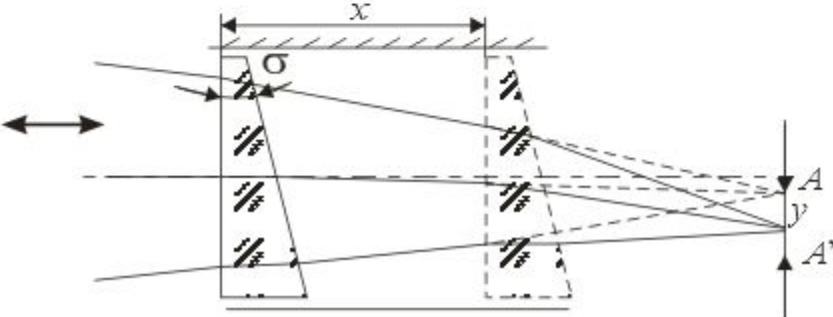
# Оптические и оптико-механические преобразователи

	$y = V \cdot x$ $V = -\frac{z'}{f} = \frac{f'}{z} = \frac{a'n}{an'}$
	$y = V_1 V_2 \cdot x$ $y \approx x \cdot V_1^2 \quad (\text{при } x \rightarrow 0)$
	$y_{\Gamma} = f' \cdot \text{tg} x$ $y_{\Pi} = f' \cdot x$
	$y = (1 - V_1 V_2) x$ $y = (1 - V_1^2) x \quad \text{при } x \rightarrow 0$

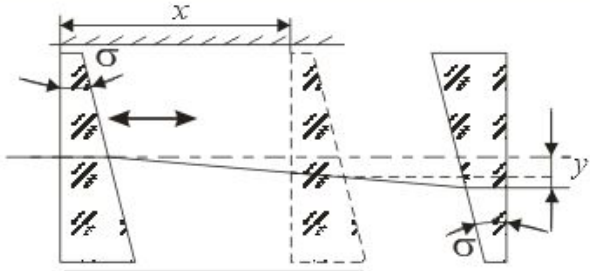
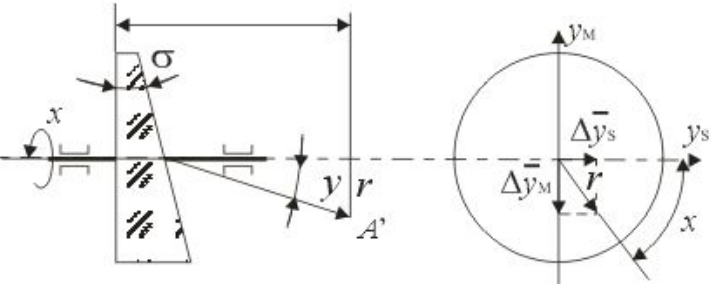
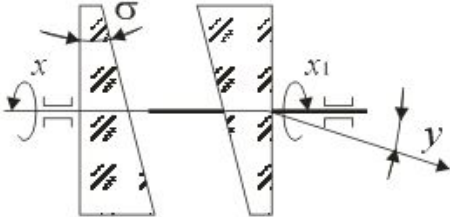
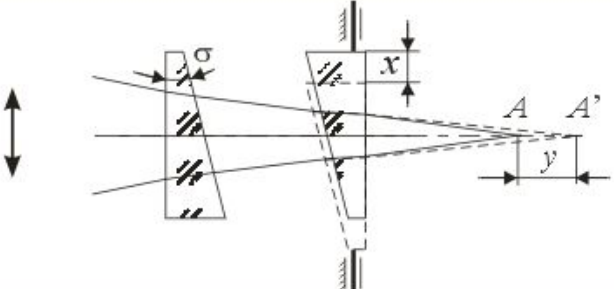
# Оптические и оптико-механические преобразователи

	$y = (1 - V)x$
	$y_{\Gamma} = \operatorname{arctg} \frac{x}{f'}$ $y_{\Pi} \approx \frac{x}{f'}$
	$y = (n - 1)x$
	$y_{\Gamma} = d \sin \alpha \left( 1 - \frac{\cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}} \right)$ $y_{\Pi} \approx \frac{n-1}{n} d \cdot x$

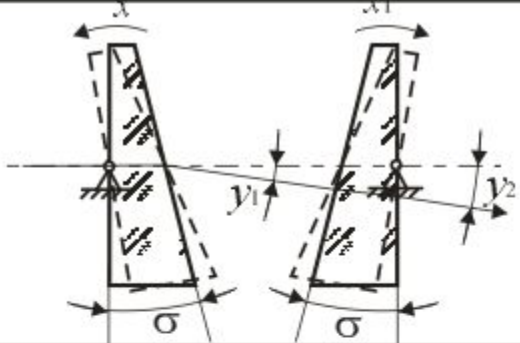
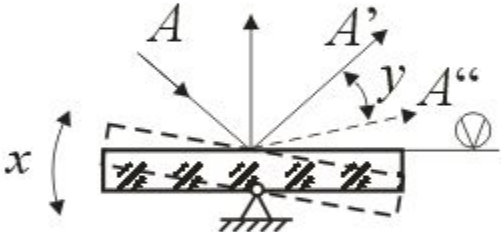
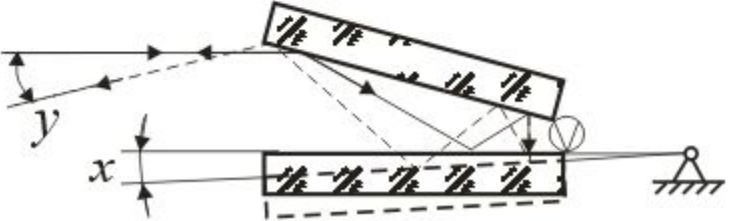
# Оптические и оптико-механические преобразователи

	$\Delta \bar{y}_M = d \left( 1 - \frac{\cos \beta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \beta}} \right) \sin \beta \cos x$ $\Delta \bar{y}_S = d \left( 1 - \frac{\cos \beta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \beta}} \right) \sin \beta \sin x$
	$y = (n - 1) \sigma$
	$y \approx \sigma (n - 1) x$

# Оптические и оптико-механические преобразователи

	$y = \sigma(n - 1)x$
	$\Delta \bar{y}_M \approx \sigma(n - 1) \sin x$ $\Delta \bar{y}_S \approx \sigma(n - 1) \cos x$ $r = (n - 1) \sigma \cdot l$
	$(x = -x_1)$ $y = 2\sigma(n - 1) \sin x$
	$y = \sigma \cdot x$

# Оптические и оптико-механические преобразователи

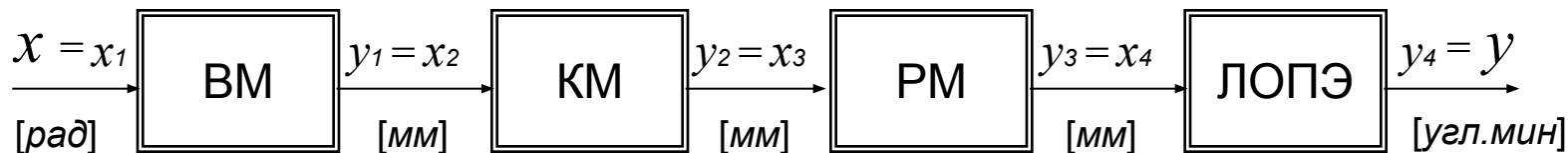
	$y_2 \approx \sigma \left( \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2(y_1 - x)} - 1}{\cos(y_1 - x)} \right)$
	$y = 2x$
	$y = 2kx$

# Оптические и оптико-механические преобразователи

		$y = 2x$
		$y = 2x$
		$y = \sqrt{2}x$

# Линзовый компенсатор

## Структурная схема



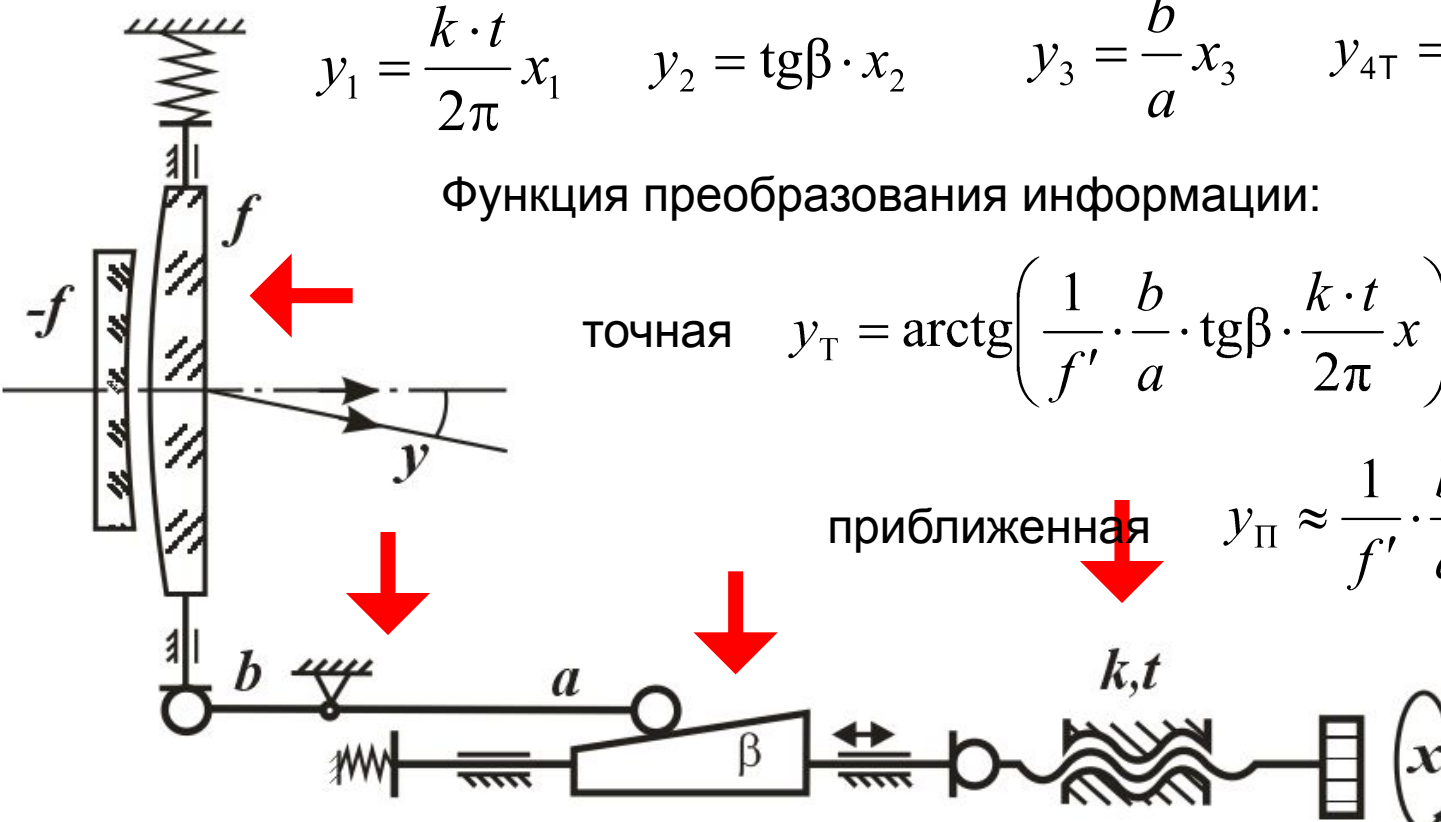
$$y_1 = \frac{k \cdot t}{2\pi} x_1 \quad y_2 = \operatorname{tg}\beta \cdot x_2 \quad y_3 = \frac{b}{a} x_3 \quad y_{4\Gamma} = \operatorname{arctg} \frac{x_4}{f'}$$

Функция преобразования информации:

$$y_{4\Pi} \approx \frac{x_4}{f'}$$

точная  $y_{\Gamma} = \operatorname{arctg} \left( \frac{1}{f'} \cdot \frac{b}{a} \cdot \operatorname{tg}\beta \cdot \frac{k \cdot t}{2\pi} x \right)$

приближенная  $y_{\Pi} \approx \frac{1}{f'} \cdot \frac{b}{a} \cdot \operatorname{tg}\beta \cdot \frac{k \cdot t}{2\pi} x$



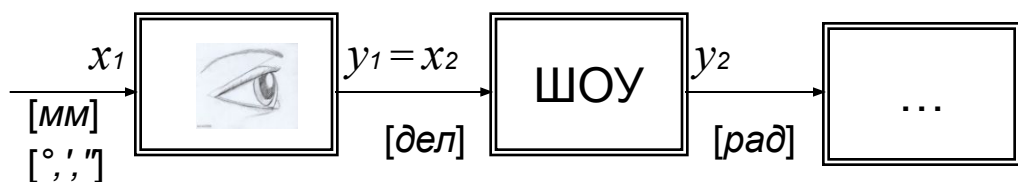
Функциональная схема

И ещё один момент!

Если в преобразователе имеется отсчётное устройство...

## Устройства управления

Представленный на предыдущем слайде механизм линзового компенсатора является устройством управления. Шкала в устройствах управления располагается в начале цепи преобразования и позволяет оператору при помощи шкалы задавать информацию на устройство и с его помощью управлять объектом или процессом.

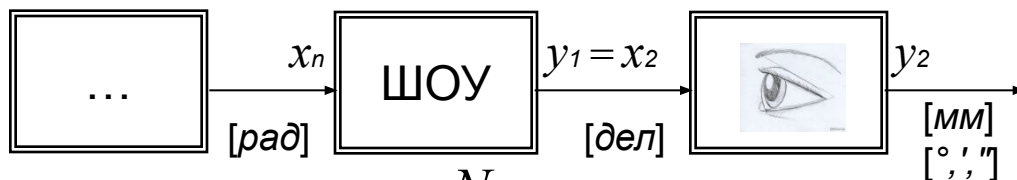


$A$  – цена деления шкалы  
 $N$  – число делений шкалы

$$y_1 = \frac{1}{A} x_1 \quad y_2 = \frac{2\pi}{N} x_2$$

## Устройства измерения

В устройствах измерения отсчётное устройство располагается в конце цепи преобразования и позволяет оператору при помощи шкалы снимать информацию с устройства и с его помощью выполнять операцию измерения параметров объекта или процесса.



$$y_1 = \frac{N}{2\pi} x_1 \quad y_2 = A \cdot x_2$$



# Задание для л/р №1

Содержание отчёта

для заданного устройства (или механизма) управления / измерения:

1. Составить функциональную схему.
2. Составить структурную схему, обозначить на ней входные и выходные информативные параметры и их размерность.
3. Привести функции преобразования информации (движения) для каждого из элементарных преобразователей и вывести функцию преобразования движения всего устройства (механизма).

Ссылка на функциональные устройства:

[https://drive.google.com/drive/folders/1HTIQi1BhROwJXJQW8k9o\\_m9DExarYWDq?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1HTIQi1BhROwJXJQW8k9o_m9DExarYWDq?usp=sharing)