

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.

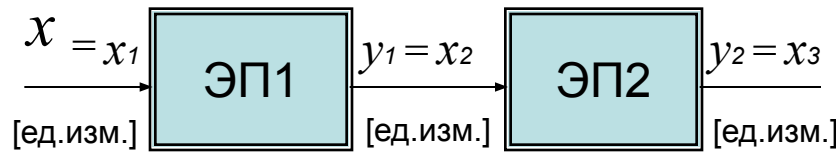
Графическими моделями устройства являются его структурная, функциональная и принципиальная схемы.

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.

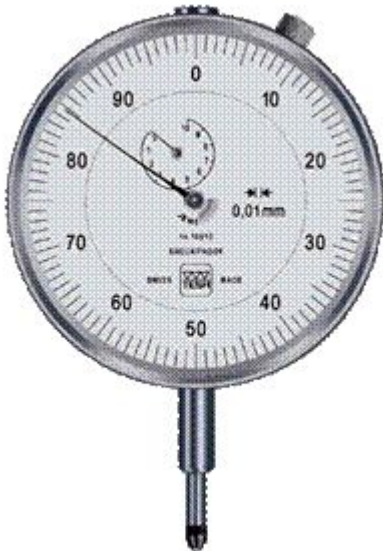
Принципы построения структурной схемы

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.



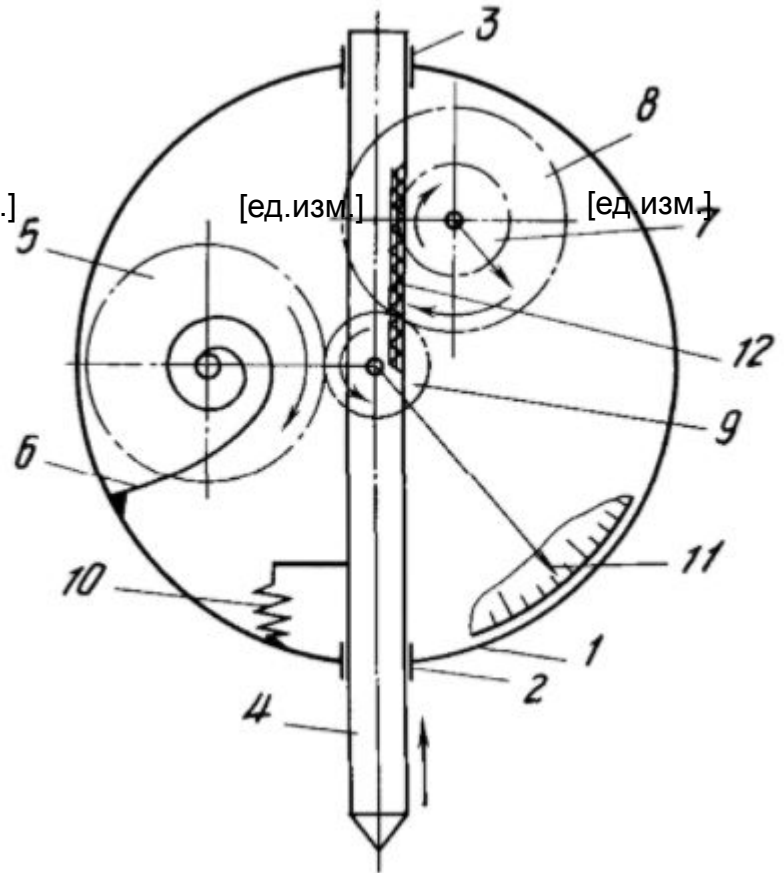
Принципы построения

В отличие от структурной схемы функциональной связи изображаются специальными графическими обозначениями.



функциональной

связи изображаются специальными графическими обозначениями.



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

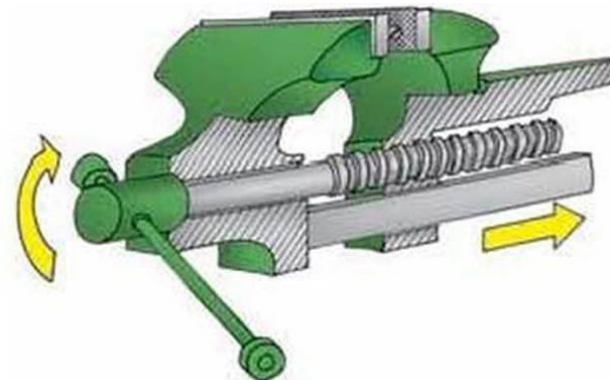
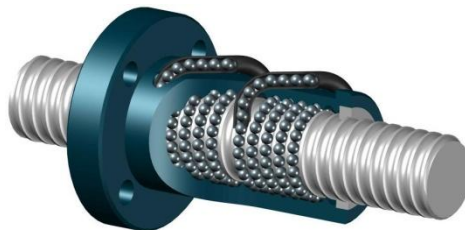
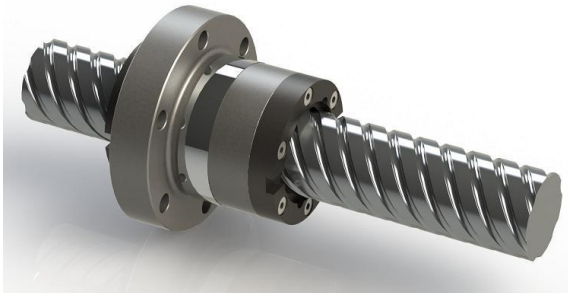
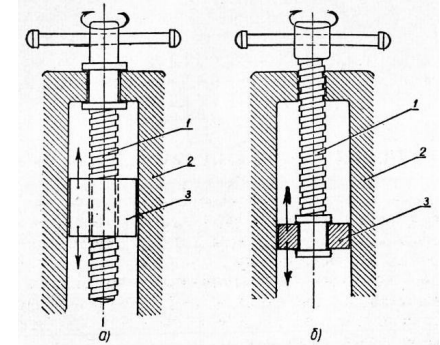
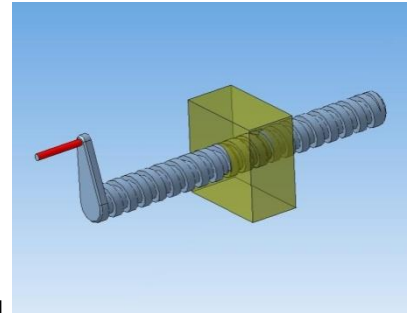
Винтовые механизмы

Винтовой механизм преобразует вращательное движение в линейное.

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


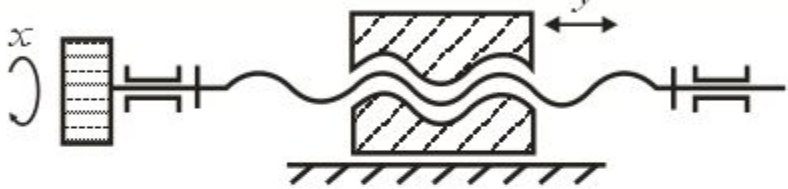


Движение в винтовой передаче **не обратимо** и имеет **ограниченный диапазон**.

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

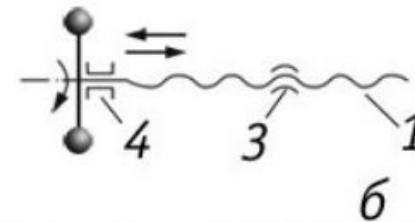
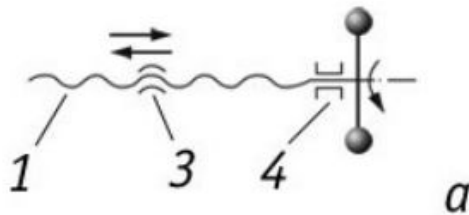
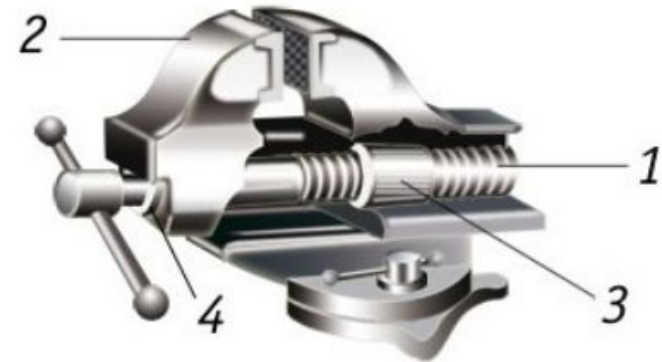
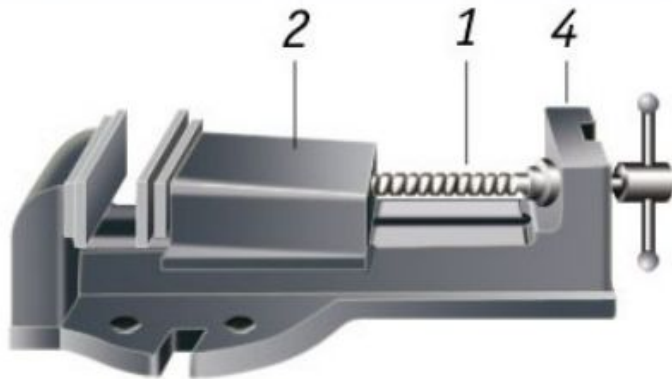


Схемный анализ ОЭП

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

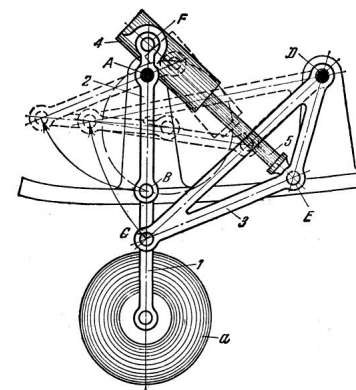
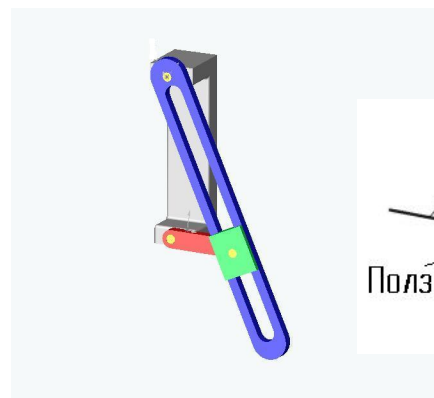
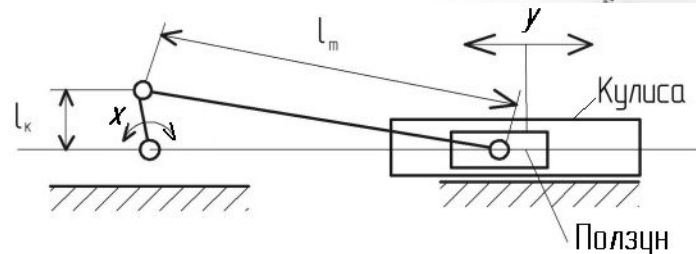
Рычажные механизмы

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.

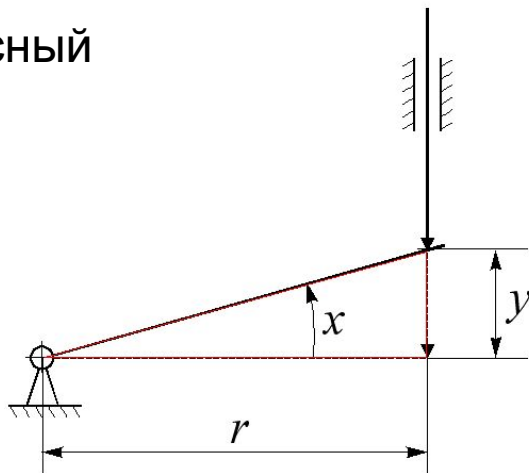


Рычажные механизмы

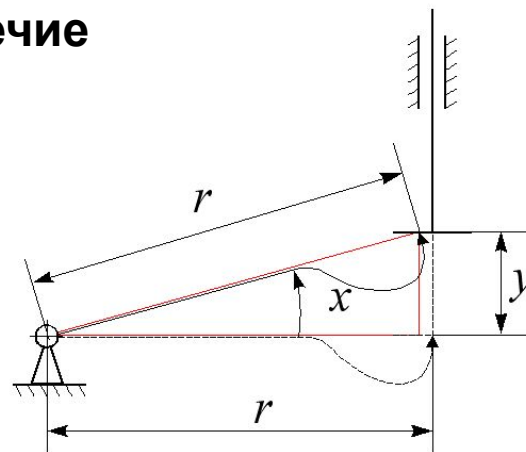
тангенсный

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

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



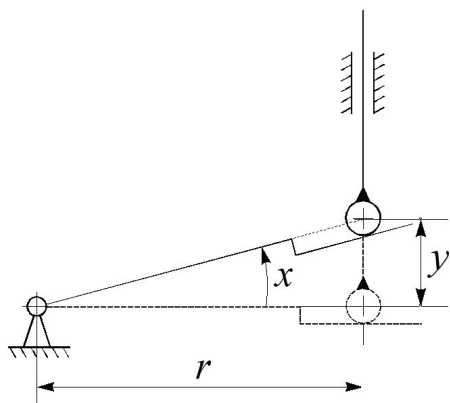
одноплечие



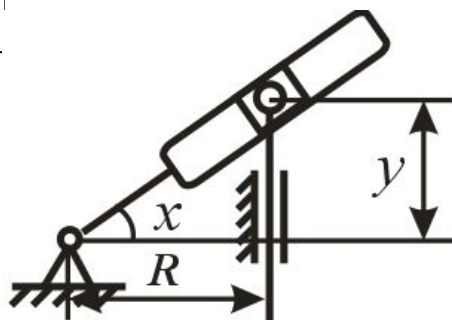
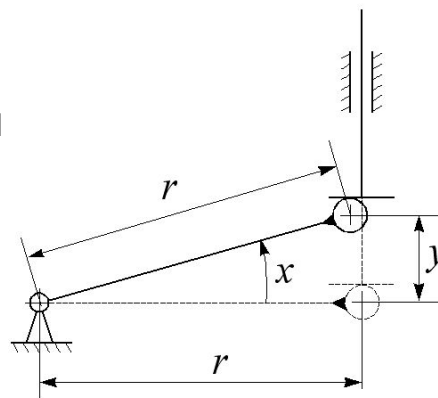
синусный

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

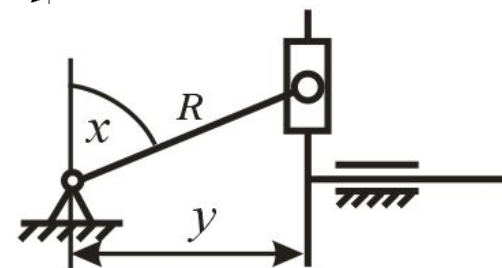
$$x = \operatorname{arcsin} \frac{y}{r}$$



замыкание силой

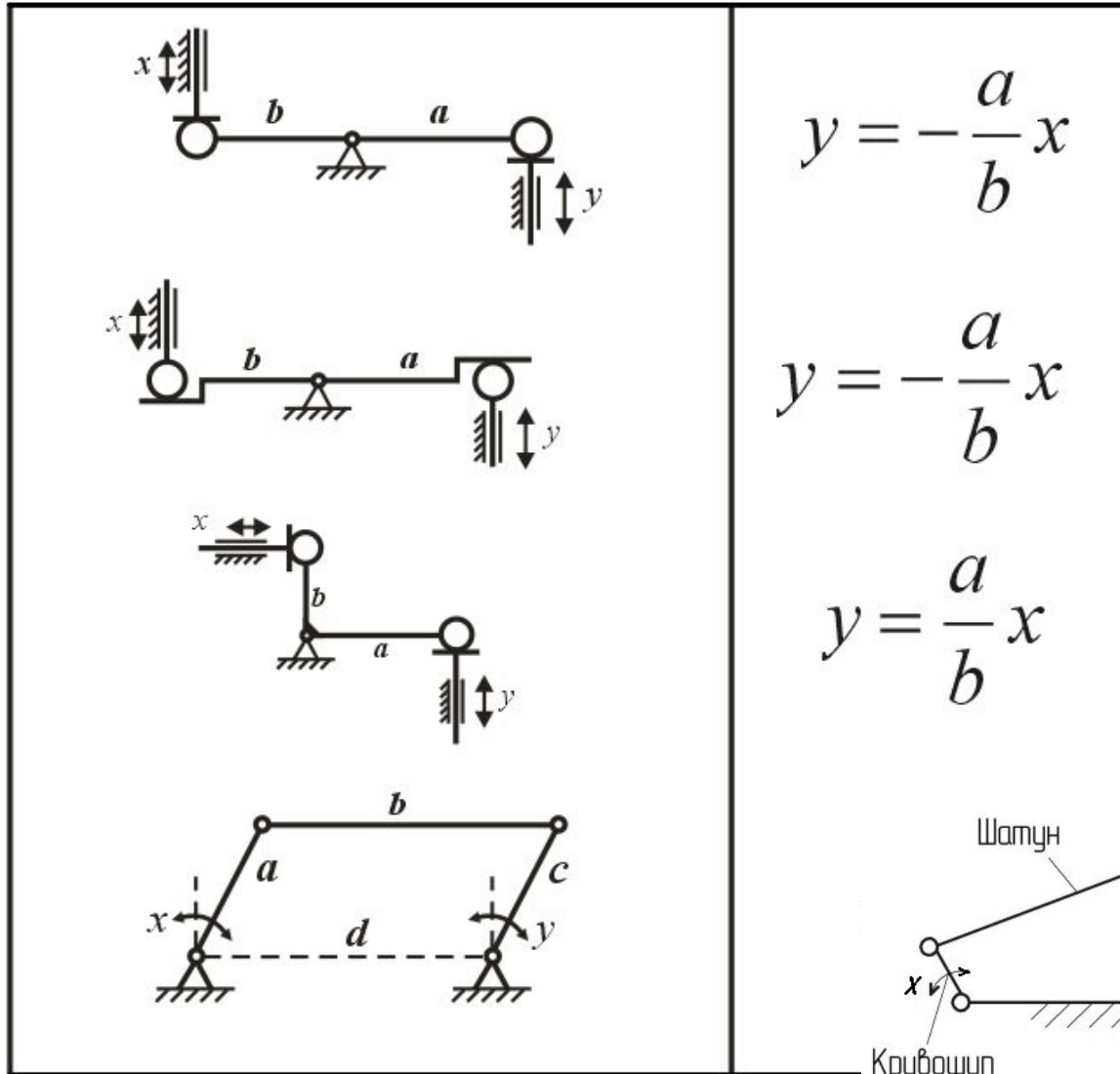


замыкание формой
(кулисные)



Рычажные механизмы

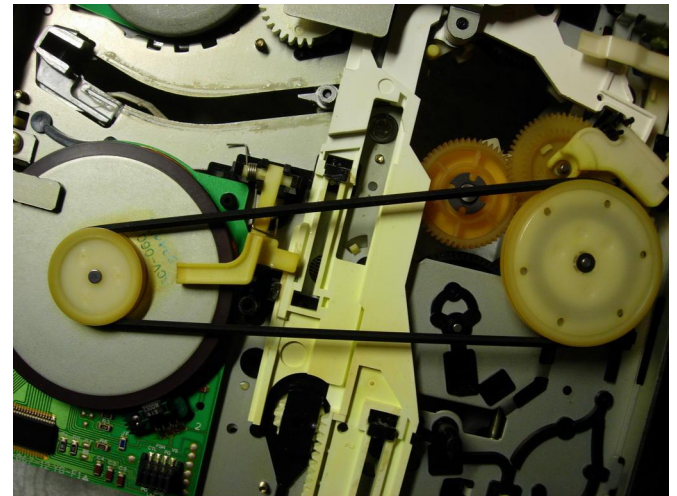
двуплечие и четырёхзвенник



Ленточные механизмы

Ленточные механизмы преобразуют вращательное движение во вращательное или в поступательное.

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



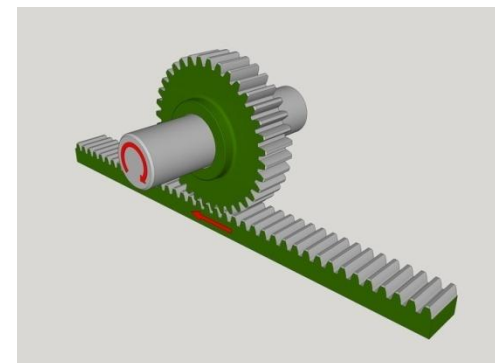
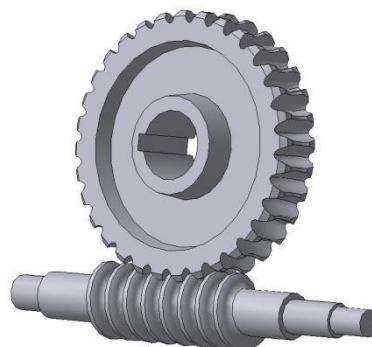
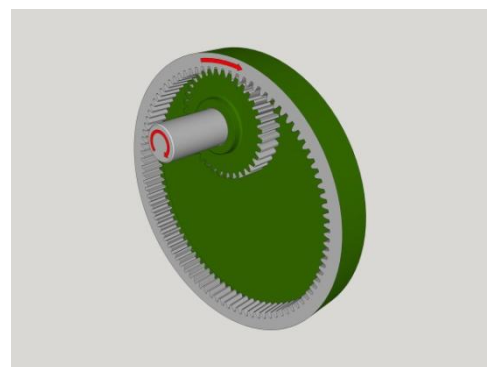
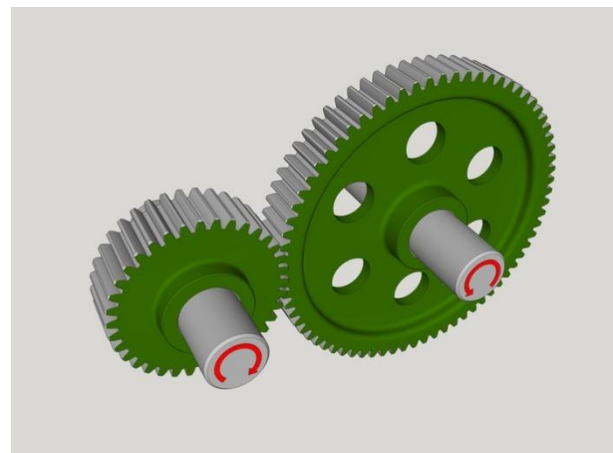
	$y = \frac{d_1}{d_2} x \quad (\text{при } t \rightarrow 0)$ $y = \left[\frac{(d_1 + 0,5t)}{(d_1 - 0,5t)} \right] x$
	$y = Rx \quad (\text{при } t \rightarrow 0)$ $y = (R + 0,5t)x$

Зубчатые механизмы

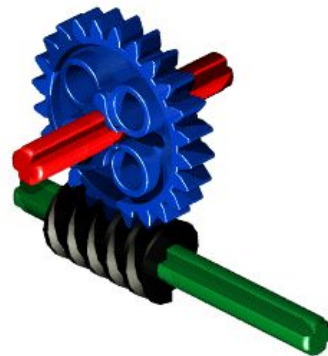
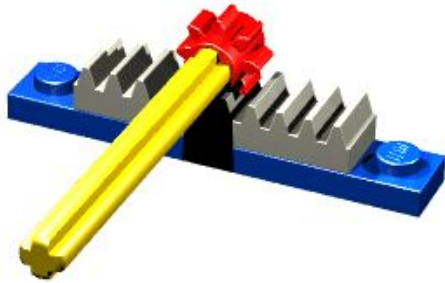
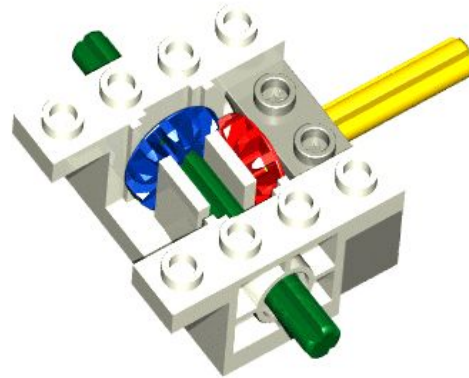
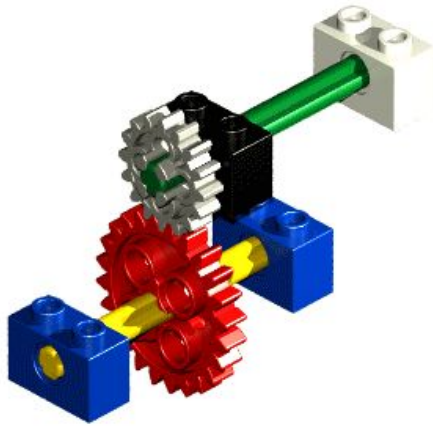
Зубчатые механизмы преобразуют вращательное движение во вращательное либо поступательное.

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



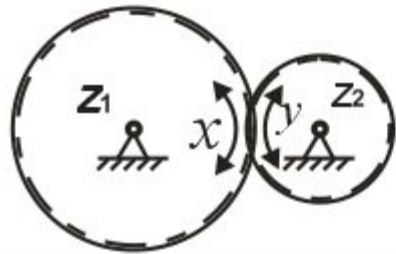
Цилиндрическая пара – два зубчатых колеса с цилиндрическим прямозубым или косозубым зубчатым венцом; механизм обратимый с неограниченным диапазоном работы

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

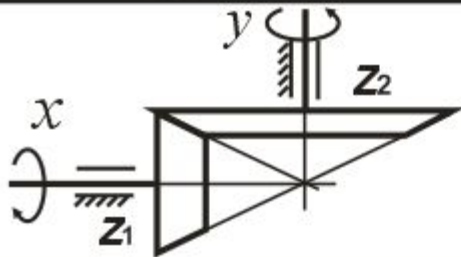
Червячная пара – червяк и червячное колесо, механизм необратимый с неограниченным диапазоном работы

Зубчатые механизмы



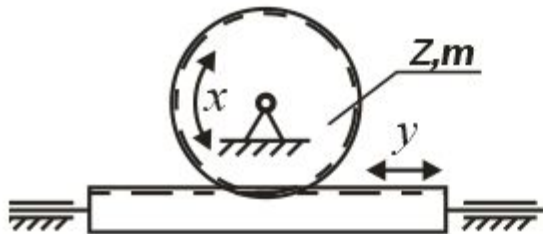
$$y = -\frac{z_1}{z_2} x$$

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



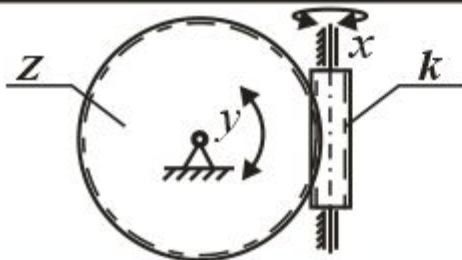
$$y = \frac{z_1}{z_2} x$$

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



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

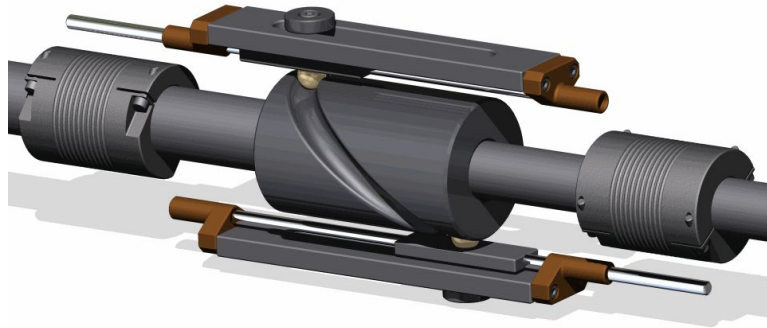
Реечная пара – зубчатое колесо и рейка с прямозубым или косозубым венцом, механизм обратимый с ограниченным диапазоном работы



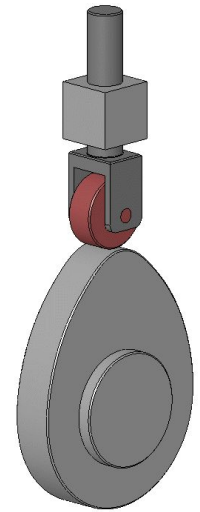
$$y = \frac{k}{z} x$$

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

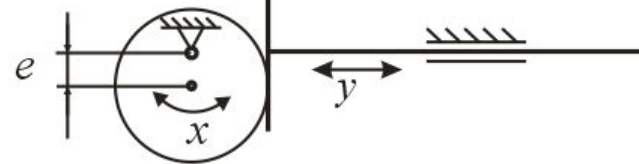
Кулачковые механизмы



Преобразуют вращательное или линейное движение в линейное перемещение толкателя

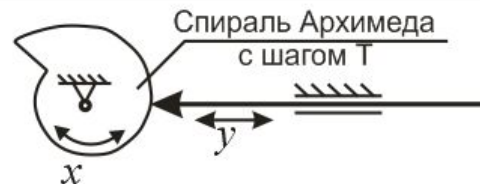


Эксцентровый кулачок – эксцентрик и толкатель; механизм с необратимым движением и неограниченным диапазоном



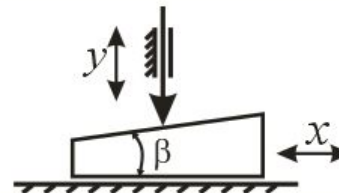
$$y = e \cdot \sin x$$

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



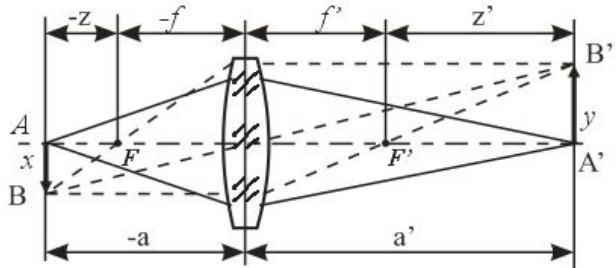
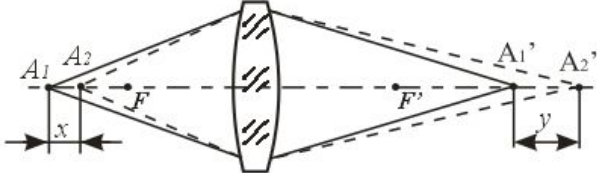
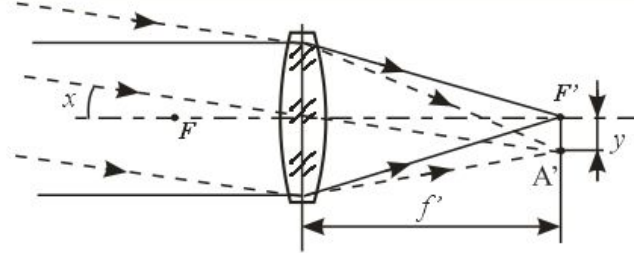
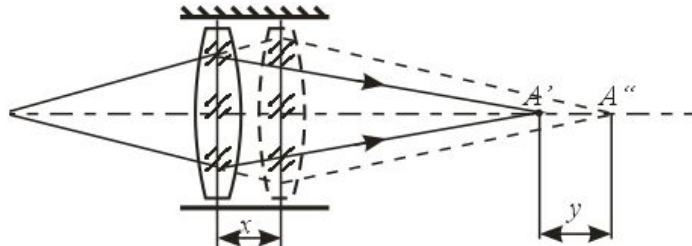
$$y = \frac{T}{2\pi} x$$

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



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

Оптические и оптико-механические преобразователи

	$y = V \cdot x$ $V = -\frac{z'}{f} = \frac{f'}{z} = \frac{a'n}{an'}$
	$y = V_1 V_2 \cdot x$ $y \approx x \cdot V_1^2 \quad (\text{при } x \rightarrow 0)$
	$y_{\text{T}} = f' \cdot \text{tg} x$ $y_{\text{П}} = f' \cdot x$
	$y = (1 - V_1 V_2) x$ $y = (1 - V_1^2) x \quad \text{при } x \rightarrow 0$

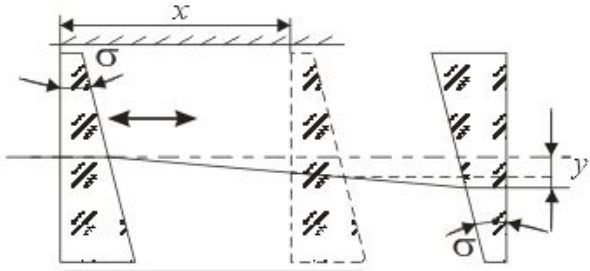
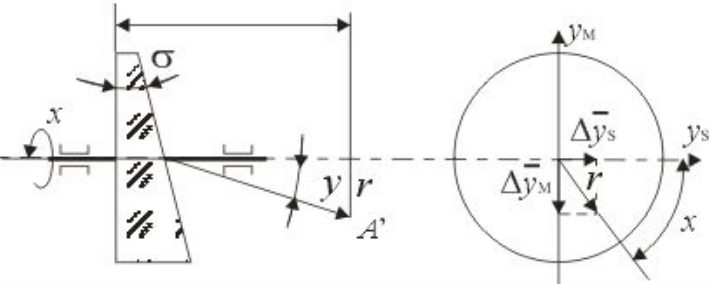
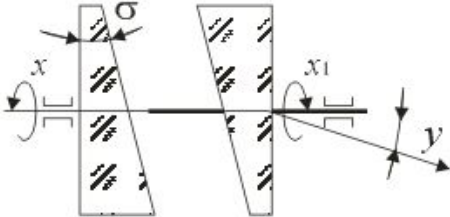
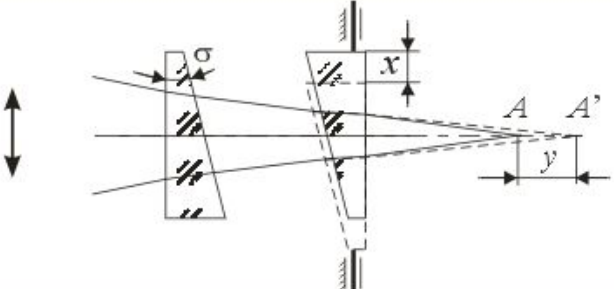
Оптические и оптико-механические преобразователи

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

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

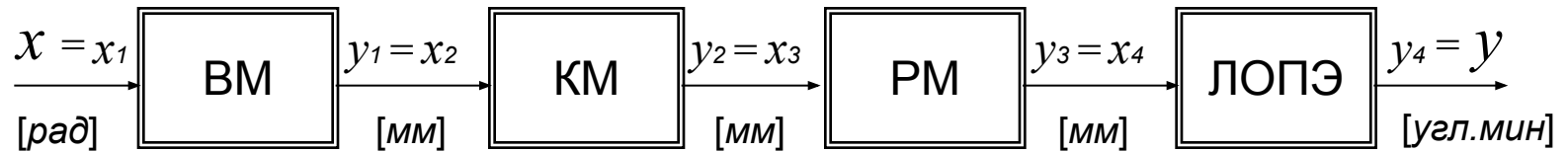
	$y_2 \approx \sigma \left(\frac{\sqrt{n^2 - \sin^2(y_1 - x)} - 1}{\cos(y_1 - x)} \right)$
	$y = 2x$
	$y = 2kx$

Оптические и оптико-механические преобразователи

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

Линзовый компенсатор

Структурная схема



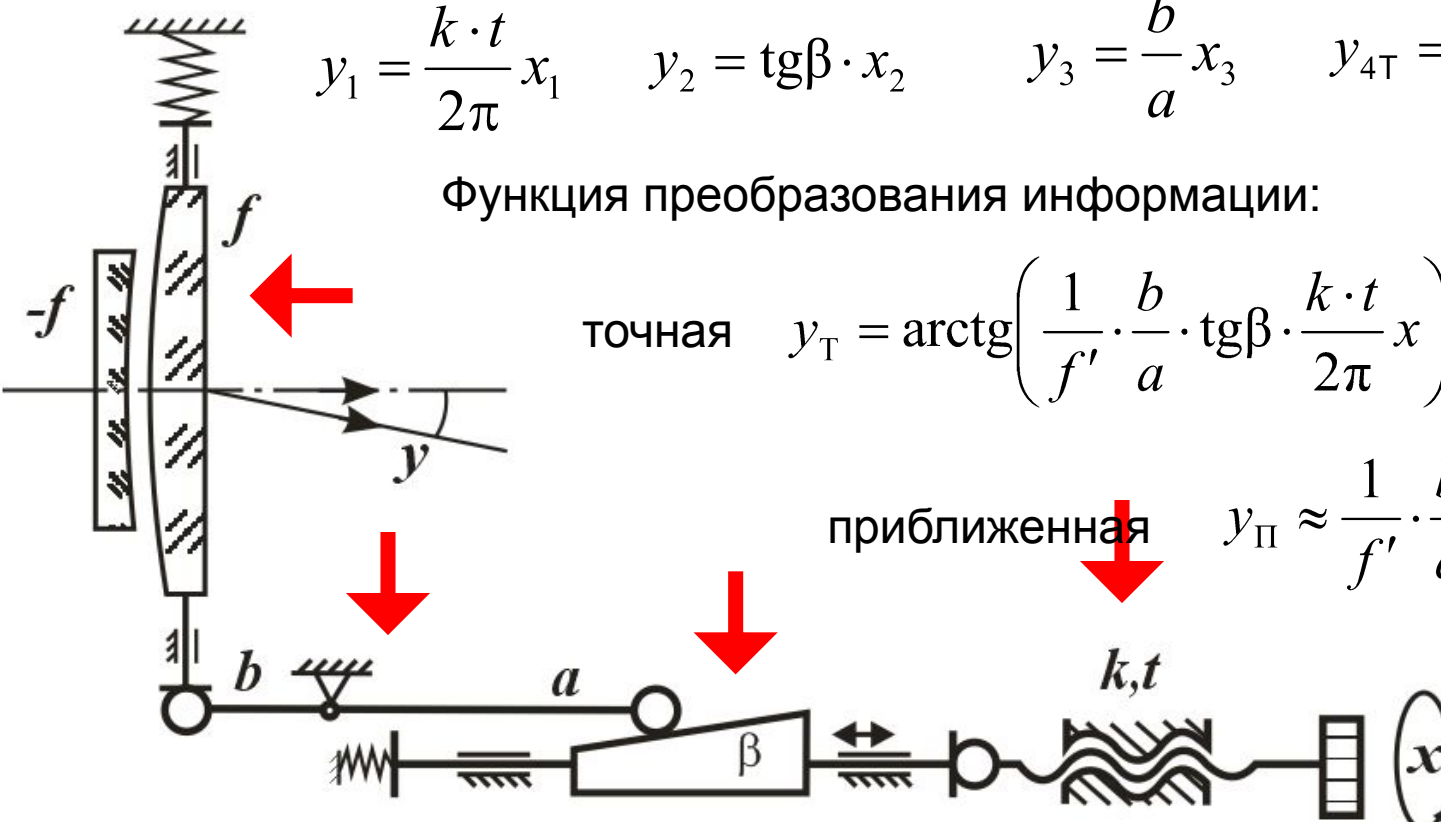
$$y_1 = \frac{k \cdot t}{2\pi} x_1 \quad y_2 = \operatorname{tg}\beta \cdot x_2 \quad y_3 = \frac{b}{a} x_3 \quad y_{4\Gamma} = \operatorname{arctg} \frac{x_4}{f'}$$

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



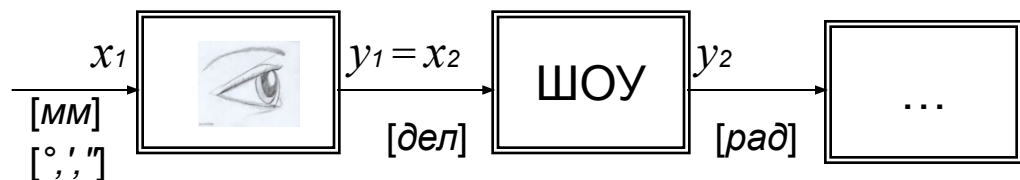
Функциональная схема

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.

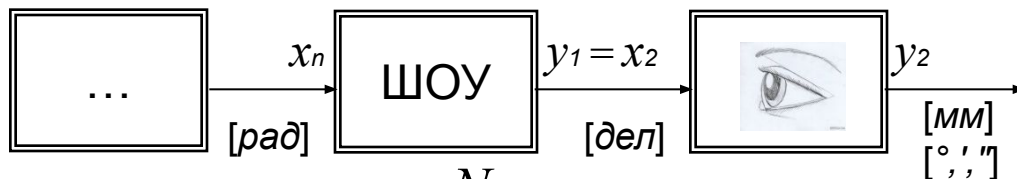


A – цена деления шкалы
 N – число делений шкалы

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

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