

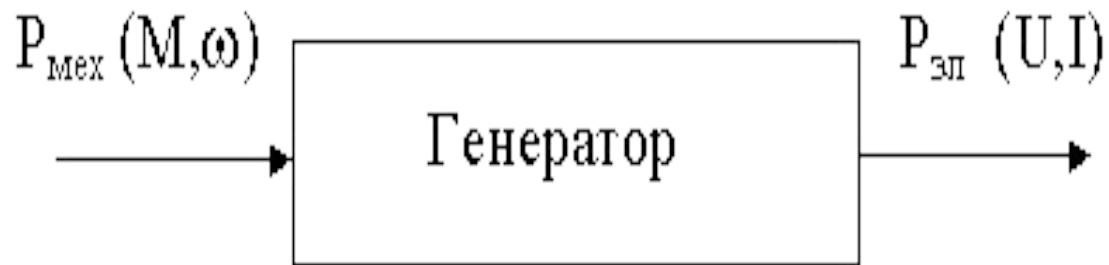
# Основные понятия теории механизмов и машин

- Машины (энергетические, рабочие, информационные) – устройства, выполняющие преобразования энергии, материалов и информации в целях замены или облегчения физического и умственного труда человека.
- Энергетические машины - преобразующие энергию одного вида в энергию другого вида, подразделяются на двигатели и генераторы.

Двигатели преобразуют любой вид энергии в механическую



# Генераторы преобразуют механическую энергию в энергию другого вида



Технологические ( рабочие)  
машины используют механическую энергию для  
преобразования формы, свойств, размеров и  
состояния объекта.



Транспортные (рабочие) машины используют механическую энергию для изменения положения объекта.



- Машинный агрегат - развитое машинное устройство, состоящее из двигателя, передаточных механизмов и рабочей машины.
- Деталь – составная часть механического устройства, выполненная без применения сборочных операций.
- Звено – это деталь или группа деталей, представляющих с кинематической точки зрения единое целое.

# Шатун поршневого двигателя – звено из нескольких деталей.

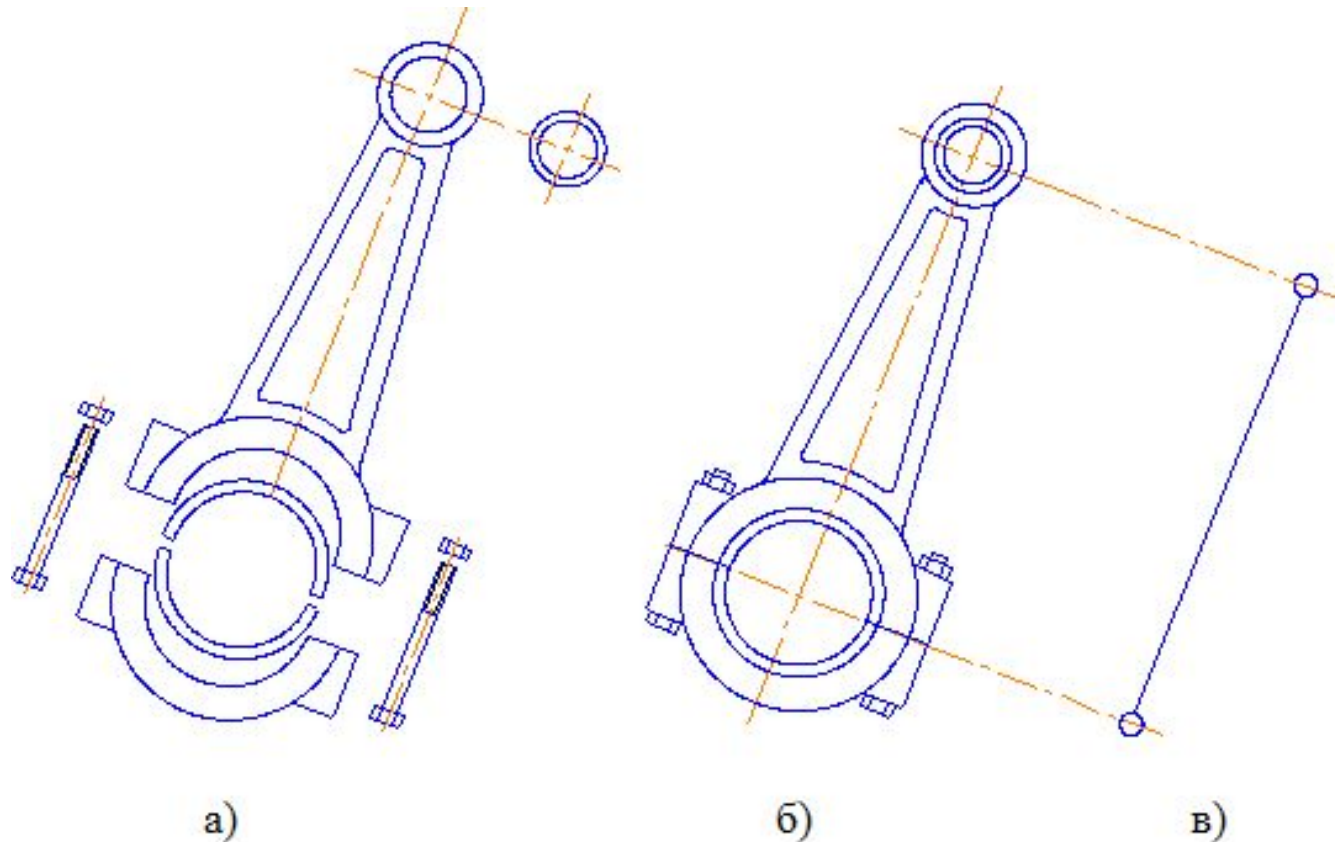


Рисунок 1

- Кинематическая схема – это условное изображение звеньев и всего механизма, выполненное строго в масштабе.
- Масштаб - количество истинных единиц измеряемой величины, заключенное в одном миллиметре чертежа



Обозначение:

$AB$  – истинный размер звена в метрах

$A \square B$  – отрезок, изображающий звено  $AB$  на кинематической схеме в миллиметрах

$$K_L = \frac{AB}{AB} \text{ м/мм, или } \mu_L = \frac{AB}{AB} \text{ м/мм}$$

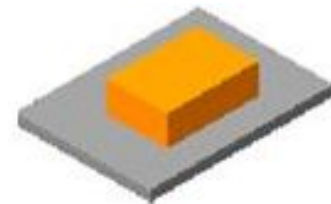
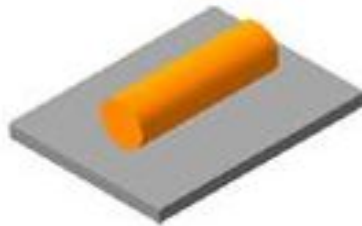
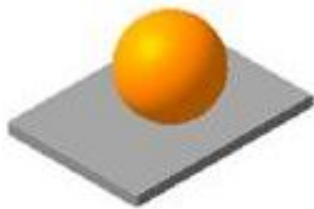
## Виды звеньев:

- кривошип – звено, совершающее вращательное движение вокруг неподвижной оси и делающее при этом полный оборот;
- коромысло – звено, совершающее возвратно-вращательное движение;
- ползун – звено, движущееся поступательно;
- шатун – звено, совершающее сложное плоско-параллельное движение;
- кулиса – коромысло, по которому движется ползун;
- стойка – звено, принятое за неподвижное.

# Кинематические пары, цепи, механизмы.

Кинематическая пара - подвижное соединение двух звеньев. Подразделяются на классы по числу наложенных связей.  $W = 6$  – число степеней свободы свободного звена;  $S$  – число накладываемых связей.

- Подразделяются на высшие (точечный или линейный контакт звеньев) и низшие (контакт по поверхности).



- Кинематическая цепь – это сочетание звеньев (входных – заданных и выходных – искомых), соединенных в кинематические пары.
- Механизм - кинематическая цепь, имеющая стойку, движение одного или нескольких звеньев полностью определяет характер движения остальных звеньев этой цепи. Звенья, законы движения которых заданы, называются входными.

## Виды механизмов:

- механизмы двигателей и преобразователей;
- передаточные механизмы;
- исполнительные механизмы;
- механизмы управления, контроля и регулирования;
- механизмы подачи, транспортировки.

# Структурный анализ и синтез механизмов. Определение числа степеней свободы кинематической цепи.

- Число входных звеньев для превращения кинематической цепи в механизм должно равняться числу степеней свободы этой кинематической цепи. Обозначим:
- $k$  – число звеньев кинематической цепи
- $p_1$  – число кинематических пар первого класса в данной цепи
- $p_2$  – число пар второго класса
- $p_3$  – число пар третьего класса
- $p_4$  – число пар четвертого класса
- $p_5$  – число пар пятого класса.

- Число степеней свободы кинематической цепи определяется как разность общего числа степеней свободы равного  $6k$  и числа наложенных связей  $S_i$ :
- **$W=6k - \sum S_i$**

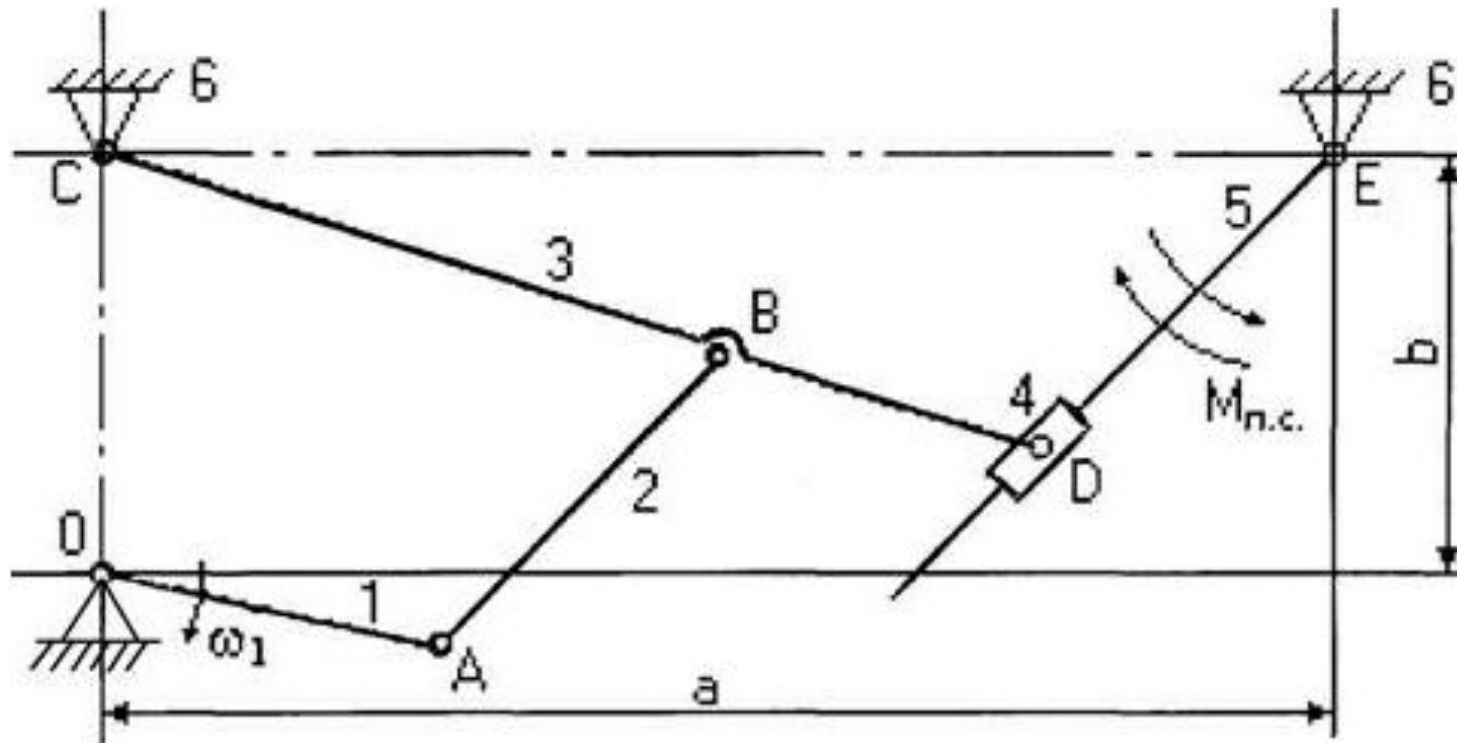
- Число связей определяется как сумма произведений класса звена  $S$  на число звеньев  $p_i$  каждого класса:
- $S_1=p_1$ ,  $S_2=2p_2$ ,  $S_3=3p_3$ ,  $S_4=4p_4$ ,  $S_5=5p_5$ ,  
 $S_{\text{стойки}}=6$ ,
- $\sum S_i=p_1+2p_2+3p_3+4p_4+5p_5+6$
- $W=6k-p_1-2p_2-3p_3-4p_4-5p_5-6$  - формула для определения числа степеней свободы пространственной кинематической цепи.



Для плоскости (плоского механизма) последняя формула запишется:

- $W=3k-p_4-2p_5-3$  или
- $W=3n-2p_5-p_4$ , где  $n = k - 1$  – число подвижных звеньев

# Пример структурного анализа плоского механизма



- $(W = 3 \cdot n' - 2 \cdot p_5 - p_4 = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 7 - 0 = 1)$

**Кинематический анализ (графический, графоаналитический - метод планов скоростей и ускорений - и аналитический) -**

**это исследование движения звеньев механизма без учета сил, вызывающих данное движение.**

**При этом решаются задачи:**

**определение положений звеньев, которые они занимают при работе механизма,**

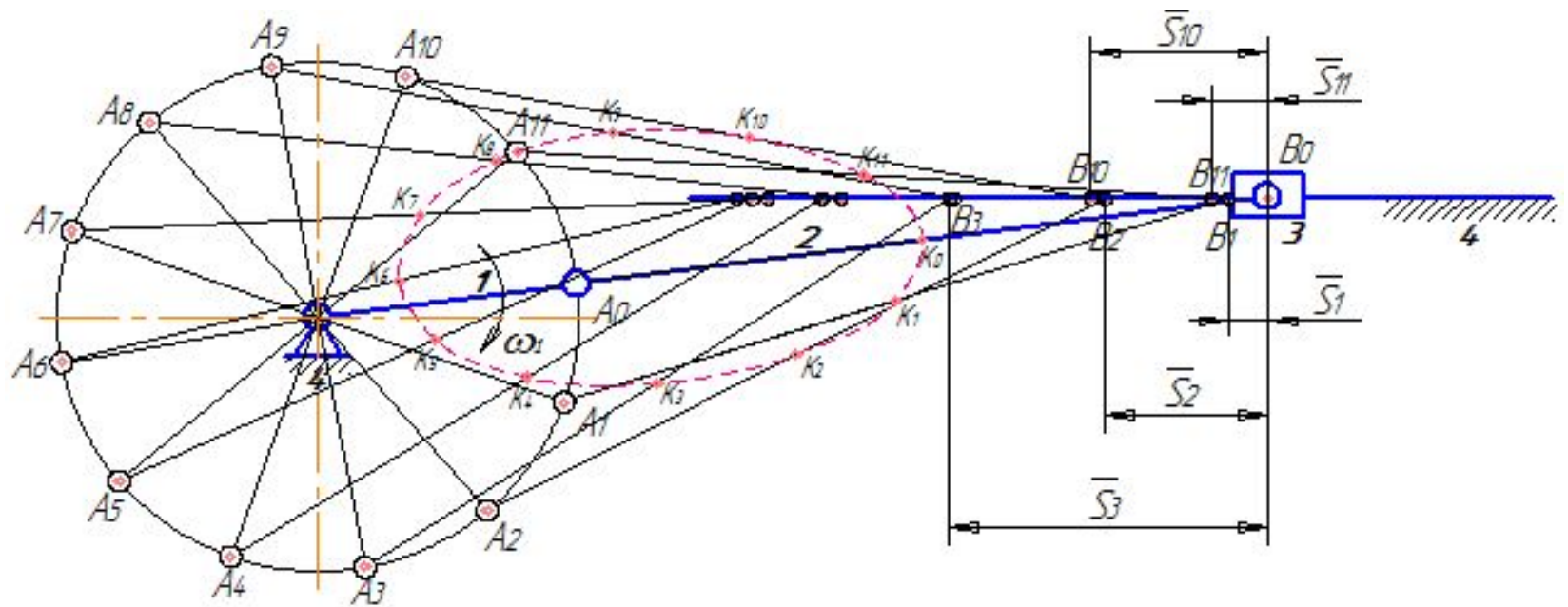
**построение траекторий движения отдельных точек механизма,**

**определение скоростей необходимых точек механизма,**

**определение угловых скоростей его звеньев,**

**определение ускорений отдельных точек механизма и угловых ускорений его звеньев.**

# Построение диаграммы перемещений



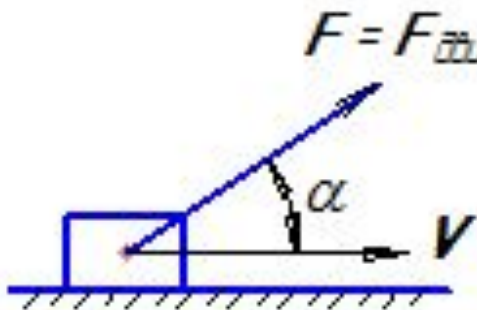
# **Динамика механизмов и машин. Задачи динамики**

- **изучение сил, действующих на звенья механизма, и определение неизвестных сил при заданном законе движения на входе;**
- **задача об энергетическом балансе машины;**
- **установление истинного закона движения под действием заданных сил;**
- **регулирование хода машины;**
- **уравновешивание сил инерции;**
- **расчет приводов.**

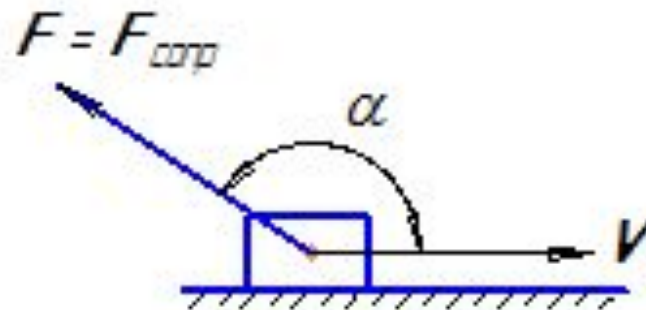
# В динамических расчетах ТММ рассматриваемые силы классифицируются:

- по взаимодействию звена механизма с другими объектами - внешние и внутренние;
- по мощности, развиваемой силой, - движущие и силы сопротивления

$$N = F_{\text{дв}} * V * \cos \alpha > 0$$



$$N = F_{\text{сопр}} * V * \cos \alpha < 0$$



**Силовой расчет сводится к определению неизвестных сил, действующих на звенья механизма.**

- Применяется метод кинетостатики.**
- Метод основан на принципе Даламбера: если ко всем внешним силам, действующим на звенья механизма, добавить силы инерции и моменты сил инерции, то данный механизм будет находиться в состоянии статического равновесия.**

# Трение в динамических расчетах



При движении тела по поверхности в разных направлениях полная реакция меняет свое положение, а ее геометрическое место представляет собой конус, который называется конусом трения (рис 20б)

- Заменим силы  $Q$  и  $F$  (рис. 20в) результирующей силой  $F_{\Sigma}$

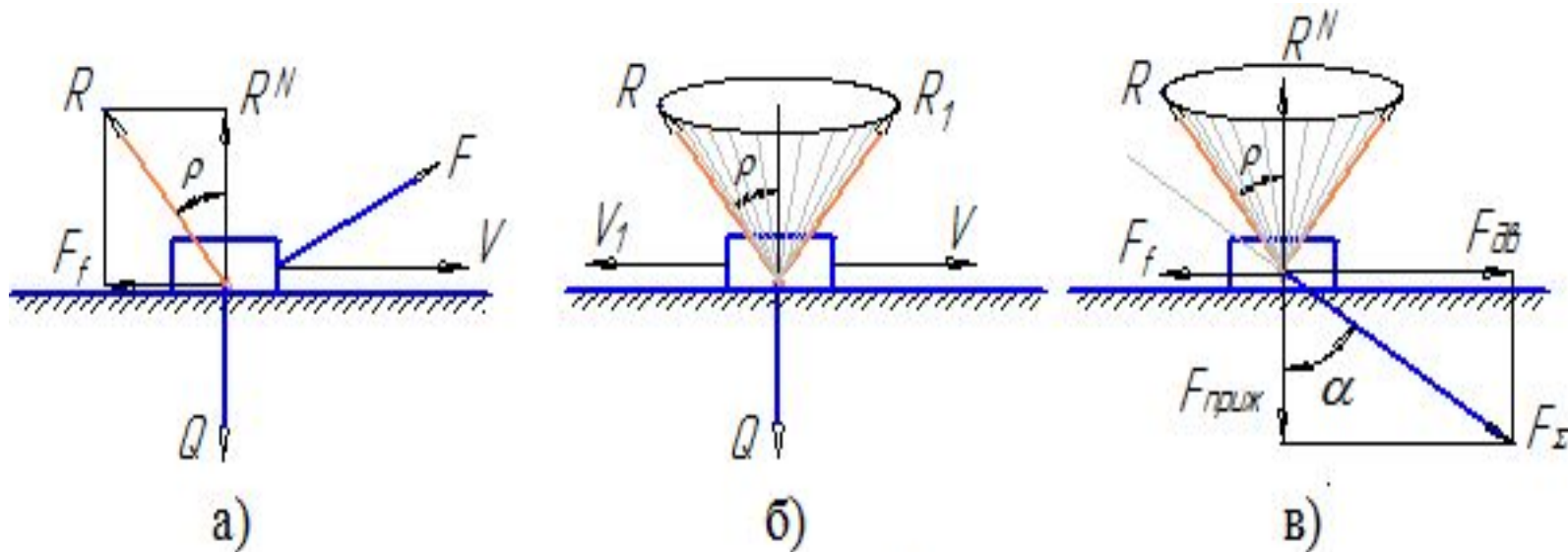


Рисунок 20

**Тело будет двигаться вдоль поверхности, если движущая сила  $F_{дв}$  будет больше силы сопротивления**

$$F_{дв} = F_{\Sigma} \cdot \sin \alpha; \quad R^N = F_{приж} = F_{\Sigma} \cdot \cos \alpha; \quad F_f = R^N \cdot f = F_{\Sigma} \cdot \cos \alpha \cdot f,$$

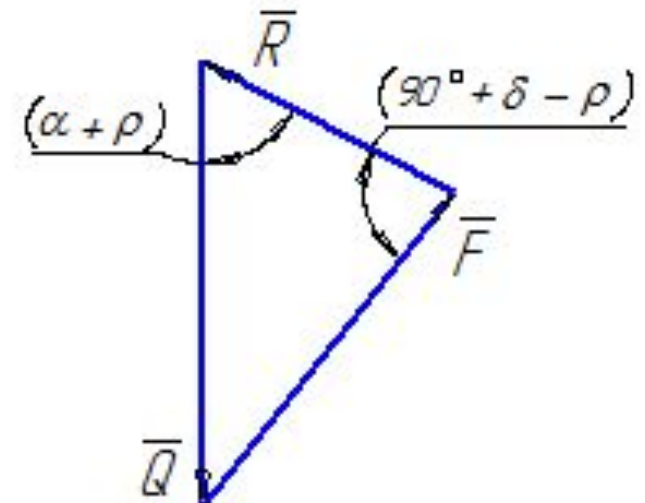
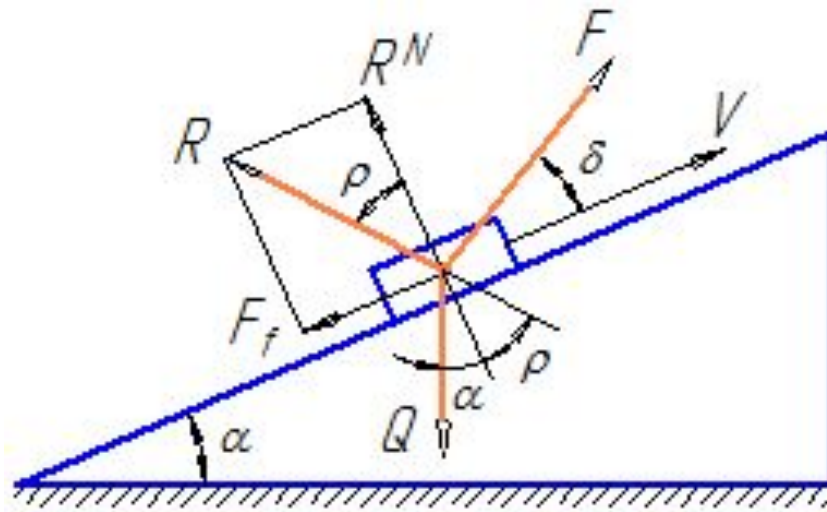
условие движения:

$$F_{дв} \geq F_f, \quad F_{\Sigma} \cdot \sin \alpha \geq F_{\Sigma} \cdot \cos \alpha \cdot f, \quad \operatorname{tg} \alpha \geq f,$$

но

$$f = \operatorname{tg} \rho, \quad \text{т.е. } \operatorname{tg} \alpha \geq \operatorname{tg} \rho \quad \text{или} \quad \alpha \geq \rho.$$

# Трение на наклонной плоскости

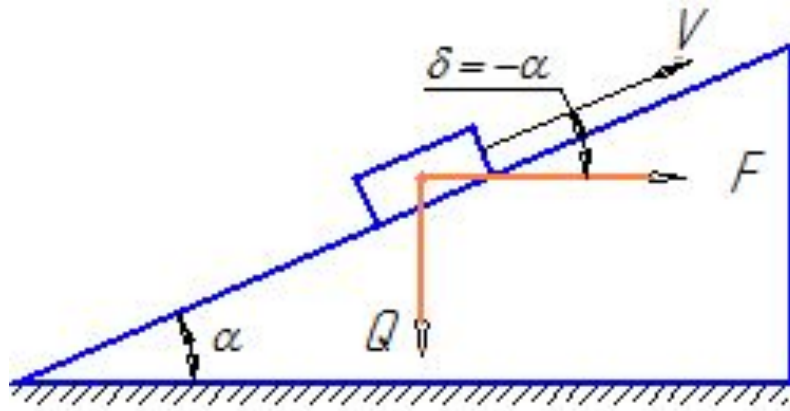


$$\bar{Q} + \bar{F} + \bar{R} = 0.$$

$$F \geq \frac{Q \cdot \sin(\alpha + \rho)}{\cos(\rho - \delta)}$$

$$Q / \sin(90^\circ + \delta - \rho) = F / \sin(\alpha + \rho) \text{ или } Q / \cos(\rho - \delta) = F / \sin(\alpha + \rho).$$

**Винтовая пара – моделируется случаем горизонтальности движущей силы**



$$F \geq Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho).$$