

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Кубанский государственный технологический университет»  
(ФГБОУ ВО «КубГТУ»)



КУБАНСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Лекция

# Динамика поступательного движения

Краснодар  
2020

## Глава 2

Динамика частиц, поступательно и вращательно движущаяся твердое тело.

§ Основная задача динамики. Понятие системы в классической механике.

Граничное применение классической механики описания движения частиц.

Основная задача динамики сводится к прямой и обратной задачам:

Прямая задача: заданная в том, что при известной массе тела и силе действующей на тело определяются кинематические характеристики механического движения. интегрирование.

Обратная задача: задается в том, что при известной массе тела (тела) и кинематических характеристиках движения определяются силы вызывающие это движение или иначе говоря его. дифференцирование.

/Вот только вопрос самостоятельного./





### § Первый закон Ньютона и понятие инерциальной системы отсчета.

Закон Коперника 1687 г. „Надгравитное описание философии“. - Физ. по механике.

1й - Всякая материальная точка (тело) сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока воздействие со стороны других тел не заставит её изменить это состояние.

Состояние тела сохранять состояние покоя или равномерного прямолинейного движения называется инертностью. 1й - 3й. Ньютона - 3й. Инерции. и выполняются он только в инерциальных системах отсчета.

Это такое состояние отсчета, относительно которого материальная точка свободная от внешних воздействий, либо покоится, либо движется равномерно и прямолинейно.

С некоторыми допущениями за инерциальную систему отсчета можно принять Солнце, систему и Землю.

§ Масса и сила. Этаном массы в СИ.

1р-ия движения. Второй закон Ньютона или ур-ие движения. Сила или производная импульса.



Этот способ известен, что при функционировании  
воздействием на тело они перемещаются  
с различными скоростями и ускорениями,  
потому что скорость тела зависит от  
св-в тела (его массы).

Масса тела - это физическая величина,  
характеризующая инертность  
определяющая инерционные и гравитацион-  
ные св-ва, масса инерционная и гравитацион-  
ная равны с точностью до  $10^{-12}$ . [кг] - 1м. в Фр.  
Взаимодействие между телами описываются таким  
способом или силой.

← Три характера:  
Сила - это векторная, скалярная величина,  
характеризующая мерой механического воздействия  
на тело со стороны других тел или частей,  
в результате которого тело приобретает ускорение  
или меняет форму или размер.

Этапы массы хранятся в Международном бюро  
меры и весов в Севре, близ Парижа. 1 кг.

Второй закон Ньютона - основной закон динамики  
инертного движения - отвечает на вопрос,  
как изменяется механическое движение ма-  
териальной точки (тела) под действием прило-  
женных к ней сил, и имеет: ускорение,  
приобретаемое телом, пропорционально



вызывающей его силе, совмещая с него и  
направлением и обратно пропорционально  
массе мат. точ. (тела).

$$a = \frac{F}{m} \quad F = ma = \frac{dV}{dt}$$

т.е.  $m = \text{const}$  в классич. механике

то справедливо

$$F = \frac{d(mV)}{dt}$$

где  $mV = P$  - импульс силы - векторная  
величина, или количество движения,  
мат. точ. (тела).

Выражение  $F = \frac{dP}{dt}$  называется урав.  
движения материальной точки.

$$[F] = [H] \quad H = 1 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м/с}^2$$

В т. зр. Ньютона, справедливы в аперидиальных  
инерциальных системах,

Принцип независимости действия сил:

если на материальную точку действуют одно-  
временно несколько сил, то каждая из этих сил  
сообщает материальной точке ускорение  
согласно 2-му закону Ньютона. Силу и ускорение можно  
разлагать на составляющие, это упрощает  
решение задач. Например в случае прямоли-  
нейного движения  $\vec{P} = \vec{F}_n + \vec{F}_c$

$$\text{т.е. } F_n = a_n m \quad F_c = a_c m$$

Принцип  $\vec{F} = \sum \vec{F}_i$  - результирующая сила



В равн. разн. мех. механизмы  
сущест. силы равн. природы: трения,  
упругости и тяготения.

Сила трения направлена противоположно или  
напротив соприкасающихся тел друг  
относительно друга.

Трение внешнее (сухое), внутреннее (жидкое  
или вязкое).

Трение покоя. Гидростатическое трение.

Г. Амонтон и Ш. Кулон опыты о силе трения  
созначения или  $F_{тр} = fN$

$f$  - коэффициент,  $N$  - норм. реакция.

Качения  $F_{кат} = f_k N / 2$ .

Третий закон Ньютона характеризуем взаимно-  
действием между телами и мат. точками.

Всякое действие матер. точ. (тел) друг на  
друга имеет характер взаимности: силы,  
с которыми действуют друг на друга материальные  
точки, всегда равны по модулю, противоположно  
направлены и действуют вдоль прямой, соединяющей  
эти точки.  $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$  эти силы действуют

и всегда действуют обратно.

3-й закон Ньютона харак. переход от мат. точки к  
системе материальных точек.



Совокупность матер. точек (тел) называется  
механической системой

Силы внутренние - ...

силы внешние - ...

Система замкнутая - ...

В замкнутой механической системе

$$\frac{dP}{dt} = \sum_{i=1}^n \frac{d(m_i v_i)}{dt} = 0 \quad \forall, \text{е.} \quad \boxed{P = \sum_{i=1}^n m_i v_i = \text{const}}$$

Законом сохранения импульса - импульс замкнутой системы не изменяется с течением времени - фундаментальной закон природы

Импульс системы

$$P = \sum_{i=1}^n m_i v_i$$

т.к. справедливы в инерциальной сис.

Ур-ие движения мех. системы.

$$\frac{dP}{dt} = \sum_{i=1}^n \frac{d(m_i v_i)}{dt} = \sum_{i=1}^n F_i$$

Зак. Сох. импульса - следствие св-ва пространства, т.е. его однородности. При переходе зам. сис. в пространстве нап. члена, грав. явления прямой. в ней не изменяются.



## § Неинерциальная система отсчета.

Сила инерции. Примеры Даламбера.

Система отсчета движущаяся относительно инерциальной системы с ускорением, называется неинерциальной. Закон Ньютона в такой системе неверен.

Если мы применим так же действующую силу инерции то для Ньютона будет справедлив для любой системы отсчета.

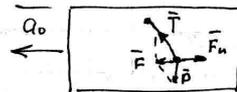
$$\begin{aligned} \text{Тогда} \quad \overline{m\mathbf{a}'} &= \overline{\mathbf{F}} + \overline{\mathbf{F}_{ин}} \\ \overline{m\mathbf{a}'} &= \overline{m\mathbf{a}} + \overline{\mathbf{F}_{ин}} \end{aligned}$$

$\mathbf{a}$  - в инерциальной системе.

Сила инерции обусловлена ускорением движущейся системы отсчета относительно инерциальной системы.

1) Сила инерции при поступательном движении.

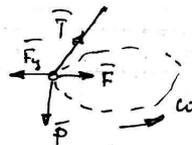
$$\overline{F}_x = -m\mathbf{a}_0$$



2) Сила инерции, действующая на тело, находящееся во вращающейся системе отсчета.

встречается сила инерции.

$$\overline{F}_y = -m\omega^2 R = -m\mathbf{a}_g = -m\mathbf{a}_н$$





3) Сила инерции, действующая на тело, движущееся во вращающейся системе отсчета.  
Основной закон динамики для тел в инерциальной системе отсчета.

$$m\vec{a}' = \vec{F} + \vec{F}_u + \vec{F}_g + \vec{F}_k$$

где  $F_k$  - кориолисова сила инерции

$$\vec{F}_k = 2m [\vec{v}_k \hat{\omega}]$$

$$F_k = 2m v_k \omega \sin(\alpha_k \hat{\omega}).$$

Теорема параллелограмма  
 $\vec{a} = \vec{a}_{\text{пер}} + \vec{a}_{\text{тел}} + \vec{a}_{\text{кор}}$

$\vec{a}_{\text{кор}}$  по правилу правой винта

Сила инерции вынуждене силы.

В неинерциальных системах отсчета не выполняются законы сохранения импульса, энергии и момента импульса.

Принцип Даламбера.

Если основной закон динамики для неинерциальной системы отсчета рассмотреть с точки зрения движения несвободных мат. точек (тел) на которые наложено условие связи то отринуть связь:



$$\bar{F} + \bar{R} + \bar{\Phi} = 0$$

где  $F$  - сила взаимодействия между реалити активное.

$R$  - сила взаимодействия реалитиное  
(механика сварки)

$\Phi$  - сила инерции

$$\bar{\Phi} = \bar{\Phi}_x + \bar{\Phi}_y + \bar{\Phi}_z$$

При движении материальной точки активные силы и реакции сварки выведут с силой инерции точку в динамическое равновесие системы сил.

Принцип Даламбера есть условие отклоненного равновесия для сил в действительном состоянии отклонения.

$$\bar{\Phi} = -(\bar{F} + \bar{R}) = -(\bar{m}\bar{a}' + \bar{F})$$



Масса тела - физическая величина, являющаяся мерой инертности тел при ускоренном движении, инерции при взаимодействии с гравитацией (гравитационной массой) и притяжении тел (гравитационной массой) об. вел.

В настоящее время доказано, что инертная и гравитационная массы равны.

Закон сохранения массы (Ломоносова)

1) масса тела не зависит от скорости его движения 2) масса тел не изменяется при любых происходящих в ней процессах.

Центром масс (центром) системы материальных точек точек называется точка  $C(x_c, y_c, z_c)$  радиус-вектор  $r_c$  которой связан с массами  $m_i$  и  $r_i$  всех точек системы соотношением

$$r_c = \frac{\sum_{i=1}^n m_i r_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad x_c = \frac{\sum_{i=1}^n m_i x_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$
$$y_c = \frac{\sum_{i=1}^n m_i y_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad z_c = \frac{\sum_{i=1}^n m_i z_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

или через моменты и один

$$x_c = \frac{\int x dm}{m} = \frac{\int x dV}{m}$$

Если тело однородно  $x_c = \frac{1}{V} \int_V x dV$

Координаты движения системы материальных точек равно ускорен. массе всей системы на скорости ее центра инерции 1



**БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!**