

## Лекция 10

### Введение в динамику Динамика точки

ЛЕКЦИИ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ - ТВРИМ

### ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ МЕХАНИКИ (законы Галилея-Ньютона)

**I – й закон Ньютона (закон инерции)**  
 Материальная точка сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока действие других тел не изменит это состояние

$$\vec{V} = 0 \text{ или } \vec{V} = const \Rightarrow \vec{a} = 0$$

Движение, которое совершает точка при отсутствии силы, называется **движением по инерции**

**Инертность** - свойство материальных тел сохранять состояние покоя или равномерного прямолинейного движения

ЛЕКЦИИ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ - ТВРИМ

### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА (Т.М.)

СТАТИКА

КИНЕМАТИКА

ДИНАМИКА

**СТАТИКА** – раздел механики, в котором изучаются общие свойства сил и условия равновесия материальных тел, находящихся под действием этих сил.

**КИНЕМАТИКА** – раздел механики, в котором изучается механическое движение материальных тел с геометрической точки зрения, т.е. без учета их массы и действующих на них сил.

**ДИНАМИКА** – раздел механики, в котором изучается движение материальных тел в пространстве с учетом действующих на них сил.

**ДИНАМИКА** представляет собой **наиболее общий раздел механики**, имеющий особое значение для решения многих практических задач в различных областях техники

ЛЕКЦИИ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ - ТВРИМ

**II – й закон Ньютона (ОСНОВНОЙ закон динамики)**  
 Действующая на материальное тело сила, равна произведению массы точки на её ускорение и имеет одинаковое направление с ускорением

$$m\vec{a} = \vec{P}$$

**III – й закон Ньютона (закон равенства действия и противодействия)**  
 Силы взаимодействия двух тел равны по модулю и направлены вдоль одной прямой в противоположные стороны

$(\vec{P}_1, \vec{P}_2) \sim 0$

$m_1 a_1 = m_2 a_2$   
 $\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}$

**Ускорения обратно пропорциональны массам**

ЛЕКЦИИ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ - ТВРИМ

**ИНЕРЦИАЛЬНАЯ система отсчета (ИСО)** – С.О., в которой выполняются законы Ньютона.

Для решения задач за такую С.О. можно принять систему осей координат, связанных с Землей

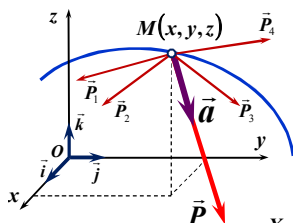
**Инерциальная система отсчета** – С.О., которая находится в покое или движется поступательно, равномерно, прямолинейно

Любая С.О., совершающая относительно ИСО поступательное прямолинейное равномерное движение является также инерциальной

**НЕИНЕРЦИАЛЬНАЯ система отсчета (НСО)** – С.О., движущаяся относительно ИСО не прямолинейно или прямолинейно, но не равномерно

ЛЕКЦИИ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ - ТВРИМ

$m \vec{a} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 + \dots + \vec{P}_n \quad (1)$



Проецируем обе части (1) на оси координат

$X_1, Y_1, Z_1, X_2, Y_2, Z_2, \dots$  - проекции сил на оси координат

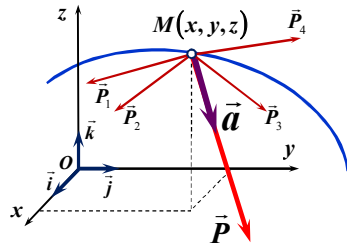
Проекция ускорения точки на каждую ось равна второй производной от соответствующей координаты

ЛЕКЦИИ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ - ТВРИМ

**Дифференциальные уравнения движения материальной точки**

**1. В декартовых координатах**

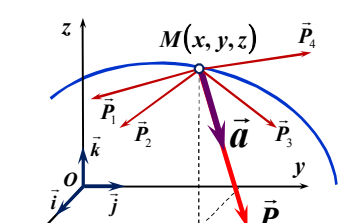
Материальная точка массой  $m$  движется под действием приложенных сил в декартовой системе координат



**Основное уравнение динамики**

$m \vec{a} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 + \dots + \vec{P}_n \quad (1)$

ЛЕКЦИИ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ - ТВРИМ



**Дифференциальные уравнения движения материальной точки в декартовых координатах**

$m x'' = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n = \sum_{i=1}^n X_i$

После подстановки (3) в (2)  $m y'' = Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_n = \sum_{i=1}^n Y_i \quad (4)$

$m z'' = Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots + Z_n = \sum_{i=1}^n Z_i$

ЛЕКЦИИ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ - ТВРИМ

**2. При естественном способе задания движения точки**

**Основное уравнение динамики**

$$m \vec{a} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 + \dots + \vec{P}_n \quad (1)$$

ЛЕКЦИИ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ - ТВРИМ

После подстановки (6) в (5)

$$m \cdot S'' = \sum_{i=1}^n P_{i\tau} \cos(\hat{P}_{i\tau}, \vec{\tau})$$

$$m \cdot \frac{V^2}{\rho} = \sum_{i=1}^n P_{in} \cos(\hat{P}_{in}, \vec{n})$$

$$0 = \sum_{i=1}^n P_{ib} \cos(\hat{P}_{ib}, \vec{b})$$

**Естественные уравнения движения материальной точки**

$$m \cdot S'' = \sum_{i=1}^n P_{i\tau} \cos(\hat{P}_{i\tau}, \vec{\tau}) \quad (7)$$

$$m \cdot \frac{V^2}{\rho} = \sum_{i=1}^n P_{in} \cos(\hat{P}_{in}, \vec{n})$$

ЛЕКЦИИ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ - ТВРИМ

Проецируем обе части уравнения (1) на естественные координатные оси (подвижные) – касательную, нормаль и би-нормаль, соответственно,  $\vec{\tau}$ ,  $\vec{n}$ ,  $\vec{b}$

Проекция ускорения на касательную и главную нормаль определяются по формулам кинематики

ЛЕКЦИИ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ - ТВРИМ

**Две основные задачи динамики**

**Первая (прямая) задача динамики –**  
По заданной массе точки, уравнениям её движения

$$x = f_1(t), \quad y = f_2(t), \quad z = f_3(t)$$

найти модуль и направление равнодействующей сил, приложенных к точке

**Вторая (обратная) задача динамики –**  
По известной массе точки, известным действующим силам, начальным условиям движения (начальное положение точки, скорость) определить уравнения движения и кинематические характеристики точки

ЛЕКЦИИ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ - ТВРИМ