

**МОДУЛЬ № 1**  
**«КИНЕМАТИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ**  
**И АБСОЛЮТНО ТВЁРДОГО ТЕЛА»**

**ЛЕКЦИЯ № 3**  
**ВИДЫ ДВИЖЕНИЙ**

**План лекции:**

1. Классификация движений.....	2
2. Прямолинейное равномерное движение материальной точки .....	3
3. Прямолинейное равнопеременное движение материальной точки.....	4
4. Равномерное движение материальной точки по окружности (равномерное вращение абсолютно твёрдого тела) .....	5
5. Равнопеременное движение материальной точки по окружности (равнопеременное вращение абсолютно твёрдого тела).....	7

## 1. Классификация движений

Приведём классификацию движений по форме траектории.

**Прямолинейное движение точки** – движение точки, при котором её траекторией является прямая.

**Криволинейное движение точки** – движение точки, при котором её траекторией является кривая.

Теперь разделим движения на виды согласно такому классификационному признаку, как изменение модуля скорости тела (материальной точки).

Если тело за любые равные промежутки времени проходит одинаковые пути, то движение является **равномерным**. Если же пути проходимые телом за одинаковые промежутки времени различны, то получается большой класс неравномерных движений.

Частным случаем неравномерного движения является равнопеременное, для наименования которого в школе обычно используют термин «равноускоренное», но мы будем различать равнопеременное, равноускоренное и равнозамедленное движения.

**Равномерное движение точки** – движение точки с постоянной по модулю скоростью (движение, при котором точка за любые равные промежутки времени проходит одинаковые пути).

**Равнопеременное движение точки** – движение точки с постоянным по модулю тангенциальным ускорением (движение, при котором модуль скорости точки за любые равные промежутки времени изменяется на одну и ту же величину; за исключением, может быть, только того промежутка, в который происходит смена направления движения).

Если при равнопеременном движении модуль скорости увеличивается, то оно является равноускоренным, если уменьшается – равнозамедленным.

**Равномерное движение по окружности** – движение точки по окружности с постоянной по модулю скоростью.

Наиболее целесообразно проводить классификацию движений в зависимости от тангенциального и нормального ускорений (в школе это, как правило, не делается, т. к. тангенциальное ускорение не вводится).

Классификация выглядит следующим образом:

$a_\tau$	$a_n$	Вид движения
$a_\tau = 0$	$a_n = 0$	Прямолинейное равномерное движение.
$a_\tau = \text{const}$	$a_n = 0$	Прямолинейное равнопеременное движение.
$a_\tau = f(t)$	$a_n = 0$	Прямолинейное движение с переменным ускорением.
$a_\tau = 0$	$a_n = \text{const}$	Равномерное движение по окружности.
$a_\tau = 0$	$a_n \neq 0$	Криволинейное равномерное движение.
$a_\tau = \text{const}$	$a_n \neq 0$	Криволинейное равнопеременное движение.
$a_\tau = f(t)$	$a_n \neq 0$	Криволинейное движение с переменным ускорением.

Переходим к рассмотрению частных случаев движения. Для описания используем координатный метод.

## 2. Прямолинейное равномерное движение материальной точки

При его описании достаточно ввести одну координатную ось.

Кинематическое уравнение для проекции ускорения имеет вид:

$$a_x = 0.$$

Очевидно, что графиком зависимости  $a_x(t)$  будет прямая, совпадающая с осью времени (см. рис. 1).

Кинематическое уравнение для проекции скорости имеет вид:

$$v_x = v_{0x} = \text{const},$$

где  $v_{0x}$  – проекция на  $Ox$  начальной скорости точки.

Если скорость сонаправлена с осью  $Ox$ , то график представляет собой прямую, параллельную оси времени и расположенную выше неё.

Если же тело будет двигаться в противоположном направлении, то проекция скорости будет отрицательна и прямая будет расположена ниже оси времени (см. рис. 1).

Кинематическое уравнение для координаты имеет вид:

$$x = x_0 + v_{0x}t,$$

где  $x_0$  – начальная координата точки.

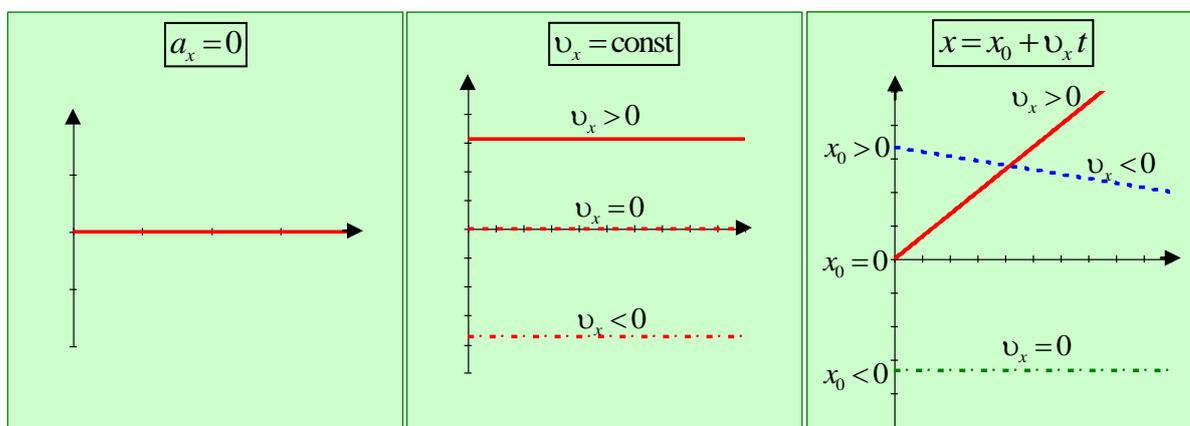


Рис. 1. К пояснению кинематических уравнений равномерного движения

Данное уравнение является линейным, поэтому график зависимости  $x(t)$  будет представлять собой прямую.

### 3. Прямолинейное равнопеременное движение материальной точки

Кинематическое уравнение для проекции ускорения:

$$a_x = a_{0x} = \text{const} \neq 0.$$

График – см рис. 2.

Кинематическое уравнение для проекции скорости имеет вид:

$$v_x = v_{0x} + a_x t,$$

где  $v_{0x}$  – проекция на  $Ox$  начальной скорости точки.

Обращаем внимание на то, что  $v_x(t)$  представляет собой линейную функцию.

График – см рис. 2.

Кинематическое уравнение для координаты:

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2},$$

где  $x_0$  – начальная координата точки.

Видим, что зависимость  $x(t)$  является квадратичной. Её график – парабола, направление ветвей которой определяется знаком проекции ускорения (см. рис. 2). Для определения знака проекции скорости, в том числе начальной, по графику  $x(t)$  нужно помнить, что если проекция скорости положительна, то координата увеличивается, и наоборот, если проекция скорости отрицательна, координата уменьшается, тело движется в обратном направлении по отношению к оси  $Ox$ .

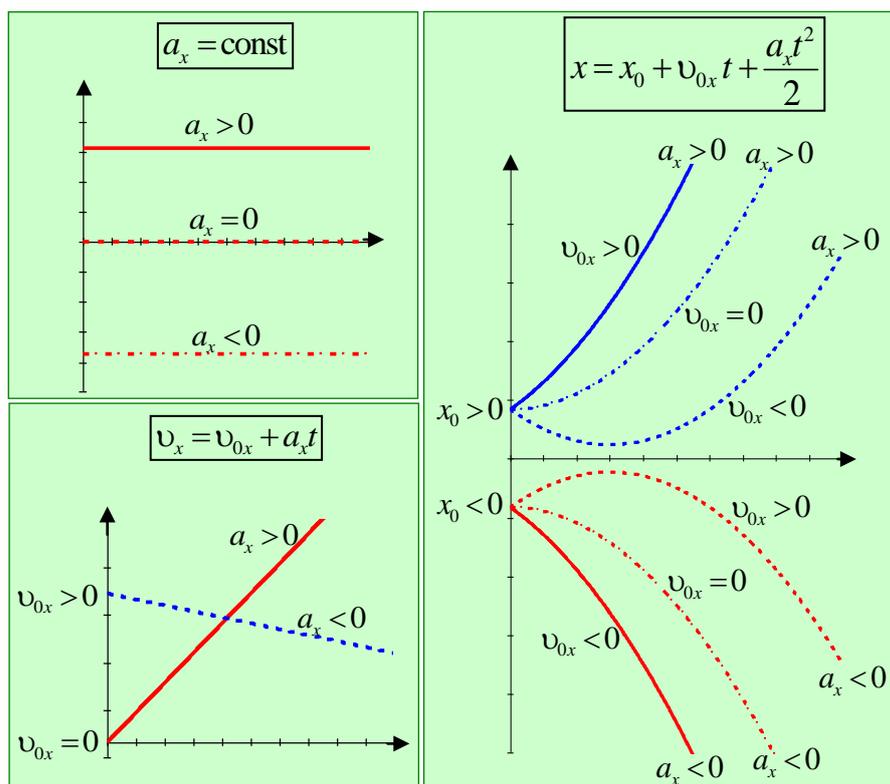


Рис. 2. К пояснению кинематических уравнений равнопеременного движения

#### 4. Равномерное движение материальной точки по окружности (равномерное вращение абсолютно твёрдого тела)

При равномерном движении точки по окружности не меняется модуль её скорости, но меняется направление скорости. При этом точка обладает только нормальным, или по-другому центростремительным ускорением, которое определяется по известной формуле.

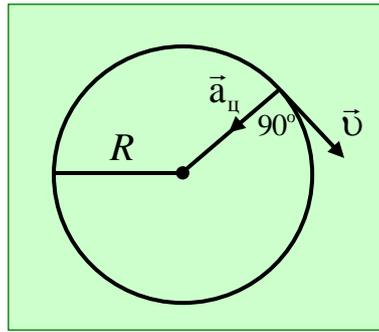


Рис. 3. К пояснению равномерного движения по окружности

С этим видом движения тесно связаны такие понятия как период, частота, циклическая частота.

**Период обращения точки по окружности** (период вращения абсолютно твёрдого тела),  $T$  – время одного полного оборота.

$$T = \frac{2\pi R}{v}.$$

$$[T] = \text{с}.$$

Указанную формулу легко получить, учтя, что одному полному обороту соответствует путь, равный длине окружности.

**Частота обращения точки по окружности** (частота вращения абсолютно твёрдого тела),  $\nu$  – число полных оборотов за единицу времени.

$$\nu = \frac{1}{T}.$$

$$[\nu] = \text{Гц}.$$

Угловая скорость при равномерном движении по окружности может быть определена как:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu.$$

Как следует из указанной формулы, величина  $\omega$  представляет собой число оборотов за  $2\pi$  с (её называют **круговой** или **циклической частотой**).

Запишем **кинематические уравнения равномерного вращения**:

$$1) \ \varepsilon_z = 0;$$

$$2) \omega_z = \text{const};$$

$$3) \varphi_z = \varphi_{0z} + \omega_{0z}t.$$

Проецирование производится на ось вращения.

Эти уравнения аналогичны кинематическим уравнениям для соответствующих линейных величин, поэтому их графическую интерпретацию предлагается сделать самостоятельно.

### **5. Равнопеременное движение материальной точки по окружности (равнопеременное вращение абсолютно твёрдого тела)**

$$1) \varepsilon_z = \text{const};$$

$$2) \omega_z = \omega_{0z} + \varepsilon_z t;$$

$$3) \varphi_z = \varphi_{0z} + \omega_{0z}t + \frac{\varepsilon_z t^2}{2}.$$