

# ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

## Часть 2

# КИНЕМАТИКА

# Литература

## Учебники

1. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики.
2. Яблонский А.А. Курс теоретической механики. Часть 1.
3. Цывильский В.Л. Теоретическая механика.
4. Бутенин Н.В. Курс теоретической механики. Часть 1.

Учебники других авторов

## Задачники

1. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике.
2. Бать М. И., Джанелидзе Г. Ю., Кельзон А. С. Теоретическая механика в примерах и задачах. Часть 1.

## Пособия

Теоретическая механика. Ч2 – Кинематика. Методические указания по выполнению расчетно - графических работ для студентов дневной формы обучения специальности АДИА

# Логические схемы курса кинематики

## Кинематика



```
graph TD; A[Кинематика] --> B[1. Кинематика точки]; A --> C[2. Кинематика твердого тела]; A --> D[3. Сложное движение точки]; B --> E[Задача К1]; C --> F[Задачи К2а, К2б, К2в]; D --> G[Задача К3]; E --> H[Расчетно – графическая работа (самостоятельная работа)]; F --> H; G --> H;
```

**1. Кинематика  
точки**

**2. Кинематика  
твердого тела**

**3. Сложное  
движение точки**

**Задача К1**

**Задачи К2а, К2б, К2в**

**Задача К3**

**Расчетно – графическая работа  
(самостоятельная работа)**

# 1. Кинематика точки

```
graph TD; A[1. Кинематика точки] --> B[1.1. Введение в кинематику]; A --> C[1.2. Задание (описание) движения точки]; A --> D[1.3. Кинематические характеристики точки]; A --> E[1.4. Частные случаи движения точки];
```

**1.1. Введение  
в кинематику**

**1.2. Задание (описание)  
движения точки**

**1.3. Кинематические  
характеристики точки**

**1.4. Частные случаи  
движения точки**

## 1.1. Введение в кинематику

**Кинематикой называется раздел механики, в котором изучаются *геометрические свойства движения тел* без учета их инертности (массы) и действующих на них сил.**

### Основная задача кинематики

**Состоит в том, чтобы, зная закон движения точки (тела), установить методы определения всех кинематических величин, характеризующих данное движение.**

# Основные определения кинематики

## Пространство

**Пространство в механике рассматривается как трехмерное евклидово.**

**Все измерения в нем производятся на основании методов евклидовой геометрии.**

**За единицу длины при измерении расстояний принимается 1 м.**

## *Система отсчета*

**Для определения положения движущегося тела (или точки) в разные моменты времени вводят систему отсчета (систему координат), которую жестко связывают с некоторым телом.**

**Движение тела (точки) по отношению к системе отсчета — это движение по отношению к телу, с которым связана система отсчета.**

**Часто систему отсчета изображают в виде трех координатных осей.**

# Время

## Свойство времени, принятого в механике

**Время в механике считается универсальным,  
т. е. протекающим одинаково во всех  
рассматриваемых системах отсчета.**

**За единицу времени принимается 1 с.**



# Характеристики универсального времени



Время  $t$  – скалярная, непрерывно изменяющаяся, величина. В кинематике - независимая переменная (аргумент).


Все другие переменные величины (расстояния, скорости и т.д.) рассматриваются как функции времени




Начальным моментом времени ( $t_0 = 0$ ) называется установленное в каждом случае начало отсчета времени  $t$ .



Текущий момент времени  $t$  - величина, определяемая числом секунд, прошедших от начального до текущего времени.




Фиксированный момент времени  $T$  (или  $t_1$ ) - неизменяемая величина, определяемая числом секунд, прошедших от начального до фиксированного момента времени.



Промежутком времени  $\Delta t$  называется разность между какими – нибудь последовательными моментами времени:  $\Delta t = t_2 - t_1$ .

## 1.2. Задание (описание) движения точки



Непрерывная линия, которую описывает движущаяся точка относительно данной системы отсчета, называется траекторией точки.

## *Виды траектории точки*

Движение точки называется прямолинейным, если ее траекторией является прямая линия, а если кривая – криволинейным

## Способы задания движения точки



**векторный**

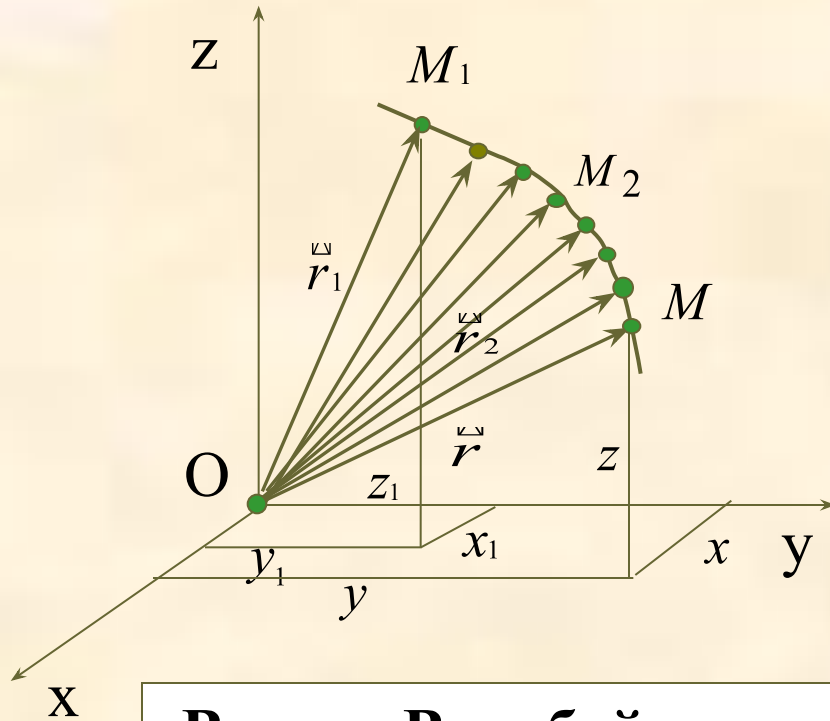


**координатный**



**естественный**

# Векторный способ задания движения точки



В момент времени  $t = t_1$   
положение точки  $M$  в  
пространстве определяется  
радиусом-вектором  $\vec{r}_1$ .

В момент времени  $t = t_2$   
положение точки  $M$  в  
пространстве определяется  
радиусом-вектором  $\vec{r}_2$ .

**Вывод.** В любой момент времени  $t$  положение точки  $M$  в пространстве будет заданным, если будет известна зависимость радиуса-вектора от времени

$$\vec{r} = \vec{r}(t). \quad (1)$$



**Равенство (1) определяет закон движения точки в векторной форме.**



**Опр. Геометрическое место концов вектора  $\vec{r}$ , т. е. годограф этого вектора, определяет траекторию движущейся точки.**



**Вывод. Для того, чтобы задать движение точки векторном способом достаточно задать зависимость радиуса - вектора точки (1) от времени.**

# Координатный способ задания движения точки

Радиус – вектор точки может быть представлена в виде

$$\vec{r} = x \cdot \vec{i} + y \cdot \vec{j} + z \cdot \vec{k}$$

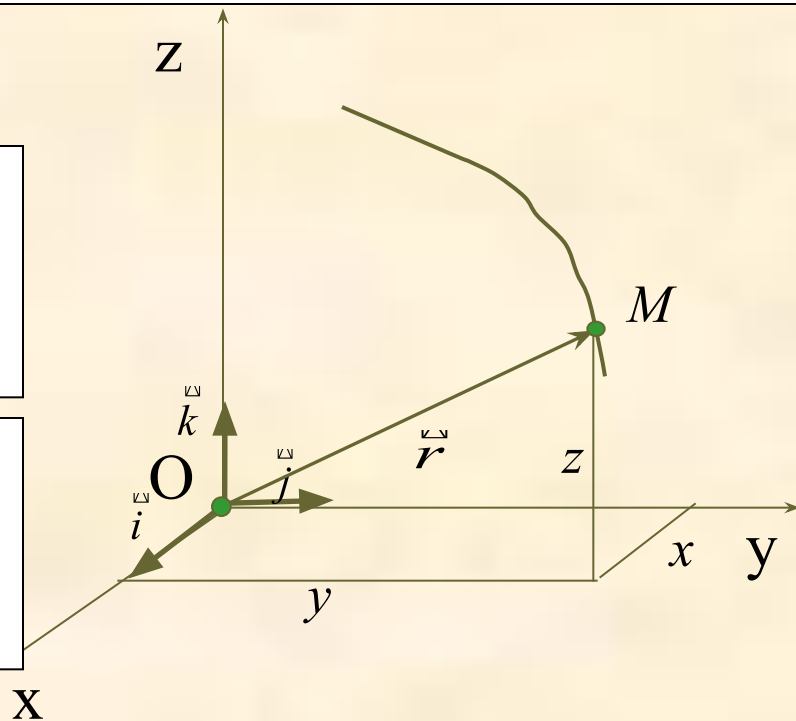
Т. е. положение точки  $M$  могут определять ее декартовы координаты  $x, y, z$ .

Для любого момента времени надо знать значение координат точки для каждого момента времени.

$$x = f_1(t), y = f_2(t), z = f_3(t) \quad (2)$$

Уравнения (2) являются уравнениями движения точки в прямоугольных декартовых координатах.

При движении точки по плоскости уравнения (2) имеют вид:  
 $x = f_1(t), y = f_2(t)$ , при прямолинейном движении -  $x = f_1(t)$ .



# Естественный способ задания движения точки

Для того чтобы задать движение точки естественным способом, необходимо знать:



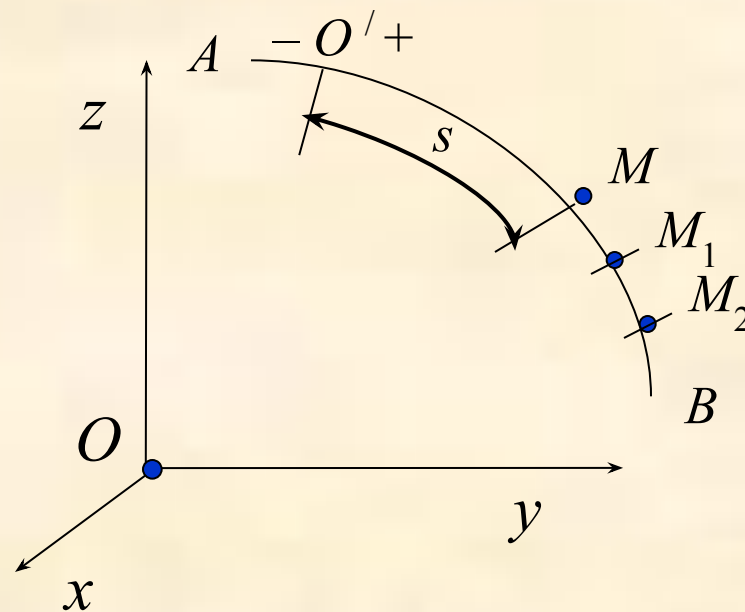
а) траекторию точки;



в) закон движения точки по траектории в виде  $s = s(t)$ ;



с) начало отсчета дуговой координаты  $s$  с указанием положительного и отрицательного направления ее отсчета.



Примечание.  $O'M = s$  не является путем, пройденным точкой, а определяет положение точки на траектории, поэтому  $s$  часто называют *дуговой координатой*.