

## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МЕХАНИКИ

**Механическое движение** — изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени

Система отсчёта состоит из:

1. Тело отсчёта (тело, относительно которого рассматривают движение);
2. Система координат, жёстко связанная с телом отсчёта (на ЕГЭ только одномерная или двумерная);
3. Часы, жёстко связанные с телом отсчёта (прибор для измерения времени).

**Материальная точка** — модель тела, собственными размерами и формой которого в условиях данной задачи можно пренебречь.

**Траектория** — это линия, которую описывает тело при своём движении.

**Путь** — это скалярная величина, равная длине траектории.

**Перемещение** — это вектор, соединяющий начальное положение тела с его конечным положением за данный промежуток времени



## РАВНОМЕРНОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

**Равномерное прямолинейное движение** — это движение, при котором тело за любые равные промежутки времени совершает равные перемещения.

Скорость	$\vec{v} = \text{const}$ $\vec{v} = \frac{\vec{S}}{t}$	График 1: $v_x > 0$ , $\vec{v} \uparrow \uparrow Ox$ График 2: $v_x < 0$ , $\vec{v} \downarrow \uparrow Ox$ Путь — площадь фигуры под графиком скорости.	
Перемещение	$\vec{S} = \vec{v}t$	График 1: $S_x > 0$ , $\vec{S} \uparrow \uparrow Ox$ , $v_x > 0$ График 2: $S_x < 0$ , $\vec{S} \uparrow \downarrow Ox$ , $v_x < 0$	
Координата тела	$x = x_0 + v_x t$	График 1: $x_0 = 0$ , $S_x > 0$ , $v_x > 0$ График 2: $x_0 > 0$ , $S_x < 0$ , $v_x < 0$ График 3: $v_x = 0$  Скорость — тангенс угла наклона графика $S_x(t)$ или $x(t)$ .	

**Средней путевой скоростью** неравномерного движения называют физическую величину, равную отношению всего пути тела к общему времени движения.

$$v_{\text{cp}} = \frac{S_{\text{общ}}}{t_{\text{общ}}}$$

# ТЕОРИЯ №1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МЕХАНИКИ. РАВНОМЕРНОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МЕХАНИКИ

**Механика** — это раздел физики, изучающий механическое движение тел.

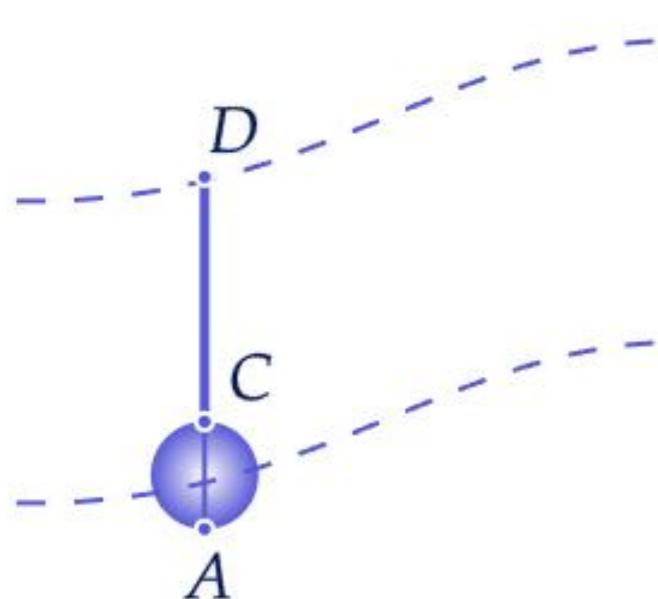
Основная задача механики — определить положение тела в пространстве в любой момент времени.

**Кинематика** — это раздел механики, в котором изучается механическое движение тел без учёта причин, вызывающих это движение (не рассматриваются силы).

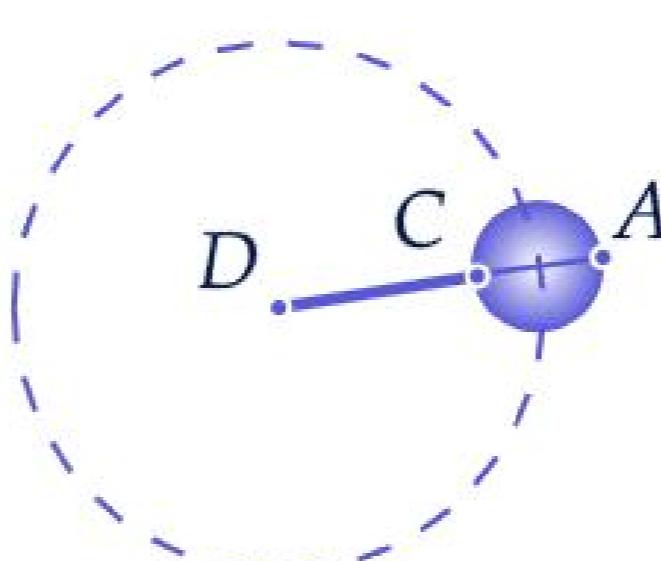
**Механическое движение** — изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени.

**По характеру движения механическое движение различают:**

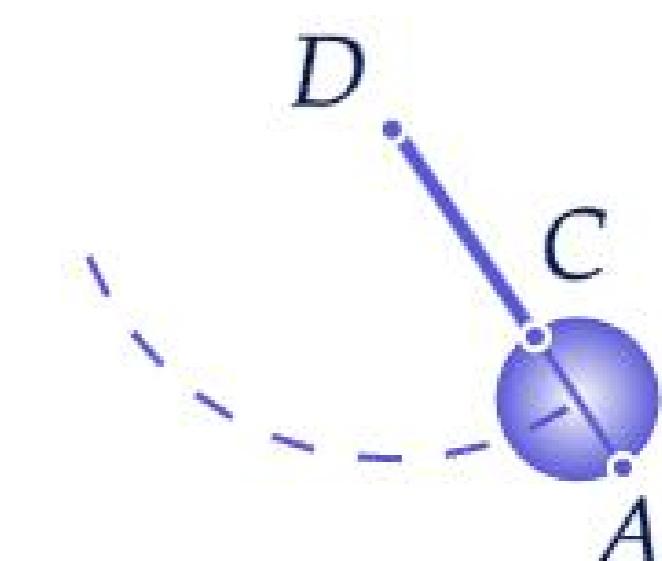
**Поступательное** — это движение, при котором все точки тела движутся одинаково и любая прямая, мысленно проведённая в теле, остаётся параллельна сама себе.



**Вращательное** — это движение, при котором все точки твёрдого тела движутся по окружностям, расположенным в параллельных плоскостях.



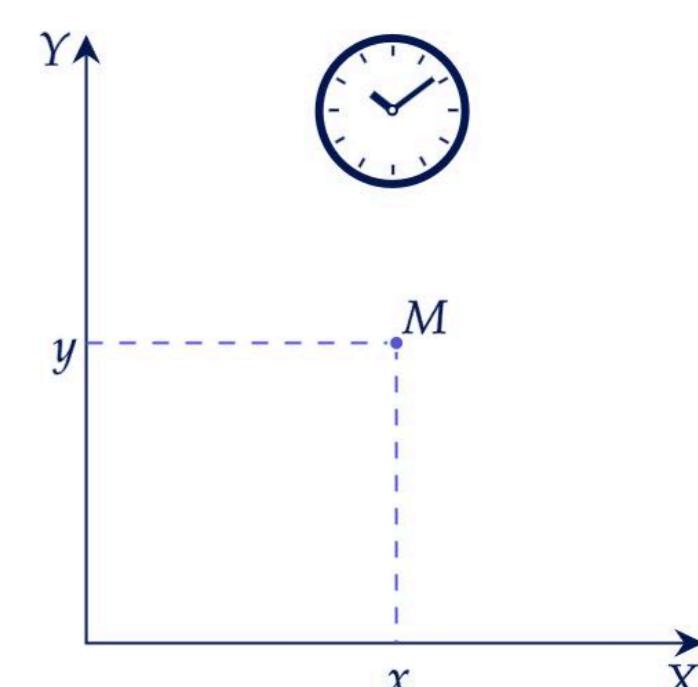
**Колебательное** — это движение, которое повторяется с течением времени.



Для решения основной задачи кинематики удобно представить изменение положения тела через изменение его координат с течением времени. Для этого необходимо ввести систему отсчёта. Система отсчёта служит для количественного описания механического движения.

### Систему отсчета образуют:

1. Тело отсчёта (тело, относительно которого рассматривают движение);
2. Система координат, жёстко связанная с телом отсчёта (на ЕГЭ встречается только одномерная или двумерная);
3. Часы, жёстко связанные с телом отсчёта (прибор для измерения времени).



**Материальная точка** — это модель реальных тел, собственными размерами и формой которого в условиях данной задачи можно пренебречь.

**Тело можно считать материальной точкой, если:**

- расстояние, которое проходит тело, много больше его размера;
- расстояние от данного тела до другого тела много больше его размера;
- тело движется поступательно (не вращается).

**Траектория** — это линия, которую описывает тело при своём движении.

Движение тел может выглядеть по-разному для различных наблюдателей. В этом заключается относительность механического движения. Траектория движения тела относительна: её форма зависит от выбора системы отсчёта.

**Траектории бывают:**

**Прямолинейными** — это движение, траектория которого прямая линия



**Криволинейными** — это движение, траектория которого кривая линия



**Путь ( $l$ )** — это скалярная величина, равная длине траектории.

В СИ:  $[l] = 1\text{м}$ , иногда путь обозначают буквой  $s$

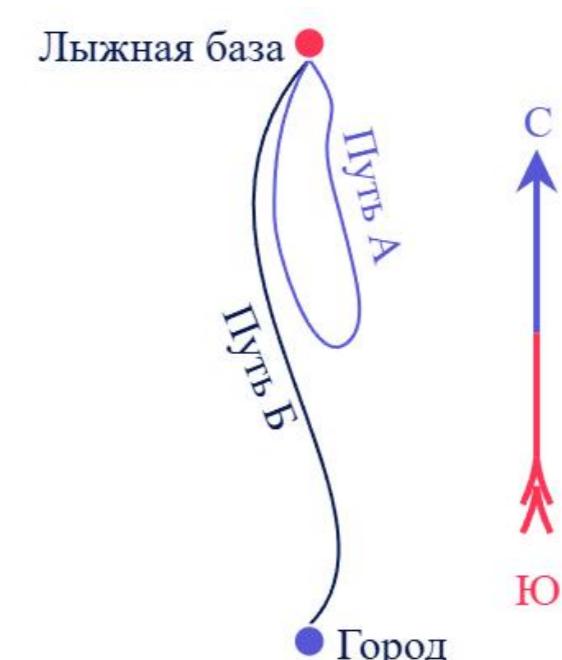
**ВАЖНО!**

Путь является скалярной величиной, то есть не имеющей направления.

Для решения практических задач недостаточно знать только путь.

Например, из лыжной базы в 15 км к северу от города вышел лыжник и за 2 ч прошёл 15 км. Как определить, куда он пришёл? Он мог дойти до города — путь Б, а мог и вернуться обратно — путь А. В любом случае путь будет равен 15 км, но положение в пространстве будет разным.

Чтобы избежать такой неопределённости, вводится понятие перемещение тела.



**Перемещение ( $\vec{s}$ )** — это вектор, соединяющий начальное положение тела с его конечным положением за данный промежуток времени. Перемещение — векторная физическая величина имеет направление и числовое значение.

В СИ:  $[s] = 1\text{ м}$

**Обрати внимание!**

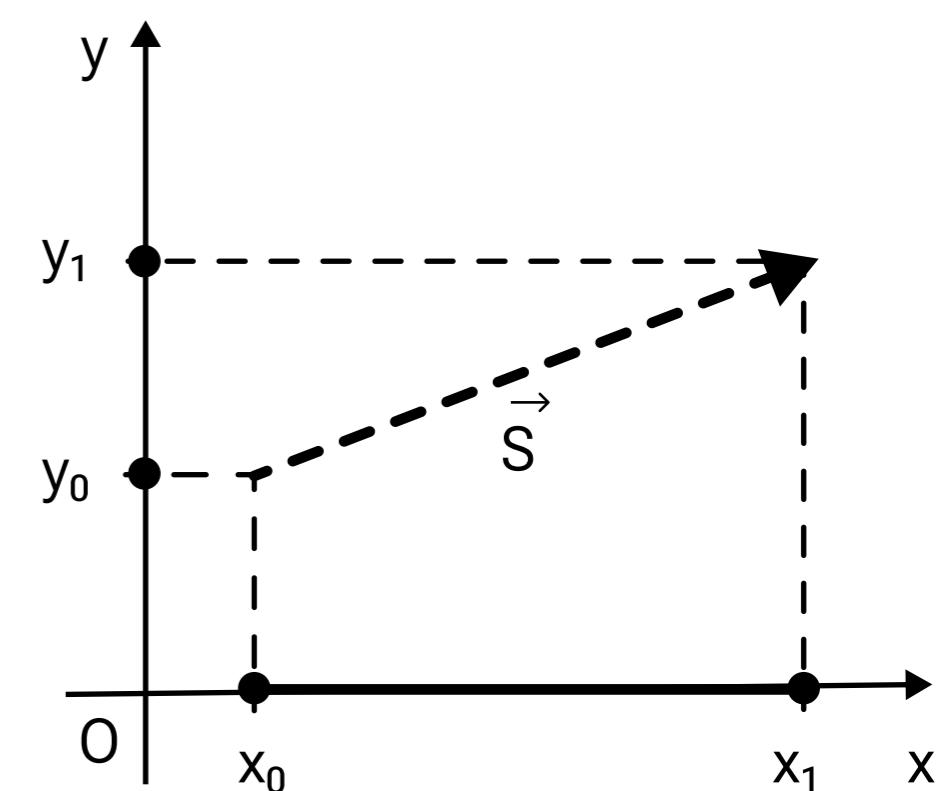
- В процессе движения путь может только увеличиваться, а перемещение как увеличиваться, так и уменьшаться, например, когда тело поворачивает обратно.
- При прямолинейном движении в одном направлении путь равен модулю перемещения, а при криволинейном — путь больше перемещения.
- Перемещение на замкнутой траектории равно нулю (когда тело начинает и заканчивает движение в одной и той же точке)

При решении задач пользуются проекциями вектора перемещения. На рисунке изображены система координат ХОУ и вектор перемещения  $\vec{S}$  в этой системе координат.

Рассмотрим пример прямолинейного движения по горизонтали.

Координаты начала перемещения —  $x_0, y_0$ ; координаты конца перемещения —  $x_1, y_1$ . Проекция вектора перемещения на ось ОХ равна:  $s_x = x_1 - x_0$ . Проекция вектора перемещения на ось ОY равна:  $s_y = y_1 - y_0$ .

Модуль вектора перемещения равен:  $s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}$



## РАВНОМЕРНОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Равномерное прямолинейное движение — это движение, при котором тело за любые равные промежутки времени совершает равные перемещения.

**Скорость при равномерном прямолинейном движении ( $\vec{v}$ )** — векторная физическая величина, равная отношению перемещения к промежутку времени, за которое это перемещение произошло:

$$\vec{v} = \frac{\vec{S}}{t}, \vec{v} = \text{const}$$



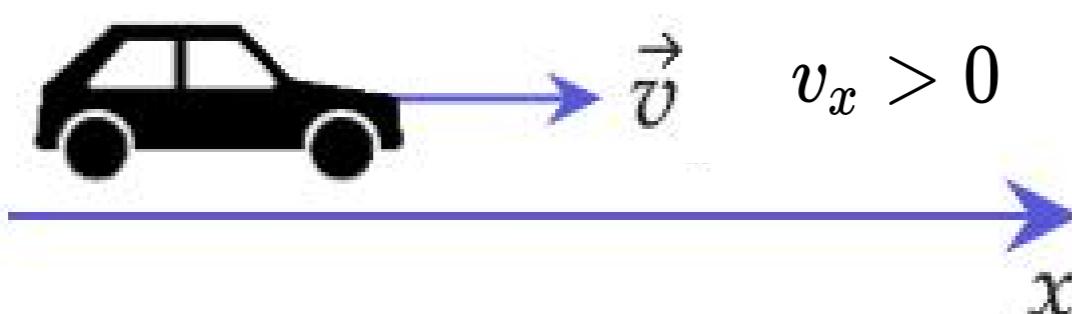
В СИ:  $[\vec{v}] = 1 \text{ м/с.}$

Скорость тела измеряют спидометром.

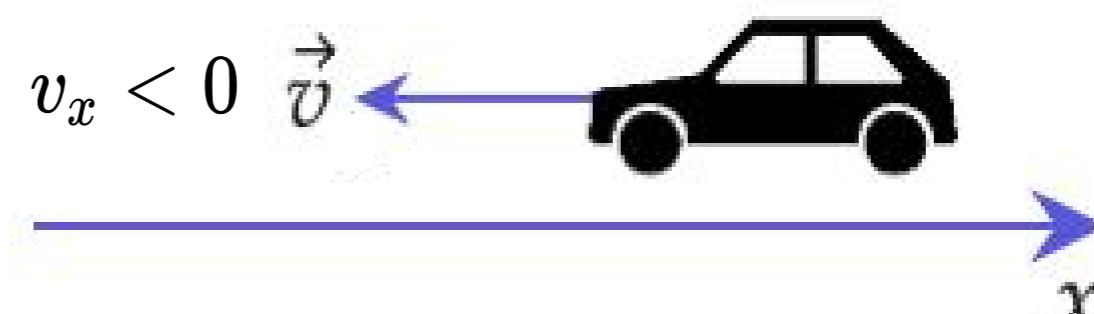
**Вектор скорости всегда направлен в сторону движения.**

Проекция вектора скорости на ось ОХ:

$$v_x = \frac{S_x}{t}, v_x = \text{const}$$



Проекция вектора **положительна**, так как направление вектора **совпадает** с направлением оси.



Проекция скорости **отрицательна**, так как направление вектора **не совпадает** с направлением оси.

В числителе формулы запишем проекцию перемещения через координаты, как уже делали ранее:  $s_x = x - x_0$ . Проекция вектора скорости на координатную ось равна быстроте изменения данной координаты:

$$v_x = \frac{x - x_0}{t}$$

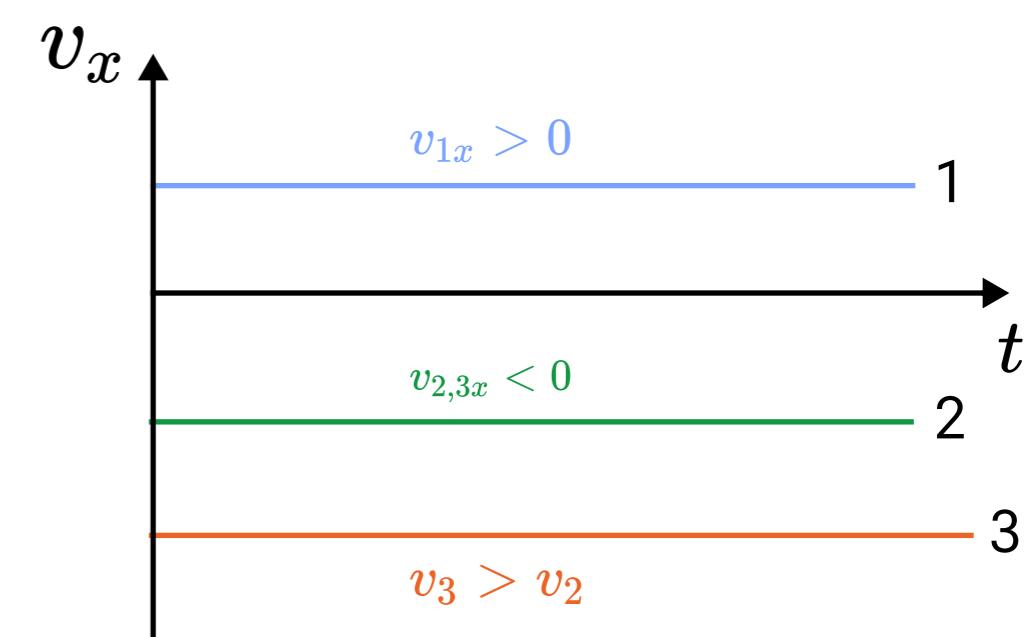
## График зависимости скорости (проекции скорости) от времени:

Скорость при равномерном движении не зависит от времени и представляет собой прямую параллельную оси времени.

**График 1** над осью  $t$ , тело движется по направлению оси ОХ. Проекция скорости  $v_{1x} > 0$ .

**Графики 2 и 3** под осью  $t$ , тело движется против оси ОХ. Проекция скорости  $v_{2,3x} < 0$ .

При этом модуль скорости тела 3 больше скорости тела 2.



## ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПРИ РАВНОМЕРНОМ ПРЯМОЛИНЕЙНОМ ДВИЖЕНИИ

Зная скорость равномерного движения, можно найти перемещение за любой промежуток времени:

$$\vec{S} = \vec{v}t$$



Вектор перемещения и вектор скорости направлены в одну сторону — в сторону движения тела.

Проекция вектора перемещения на ось ОХ:

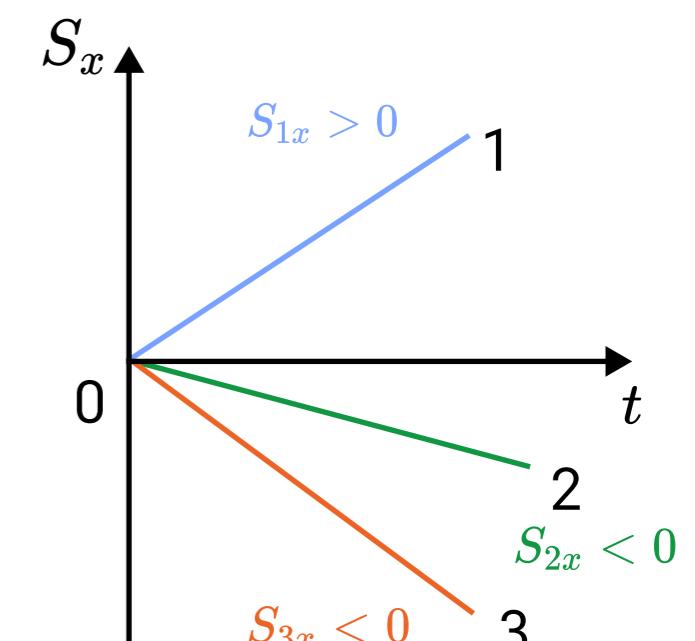
$$S_x = v_x t$$

## ГРАФИК ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПРИ РАВНОМЕРНОМ ПРЯМОЛИНЕЙНОМ ДВИЖЕНИИ

Представляет собой прямую линию, выходящую из начала координат.

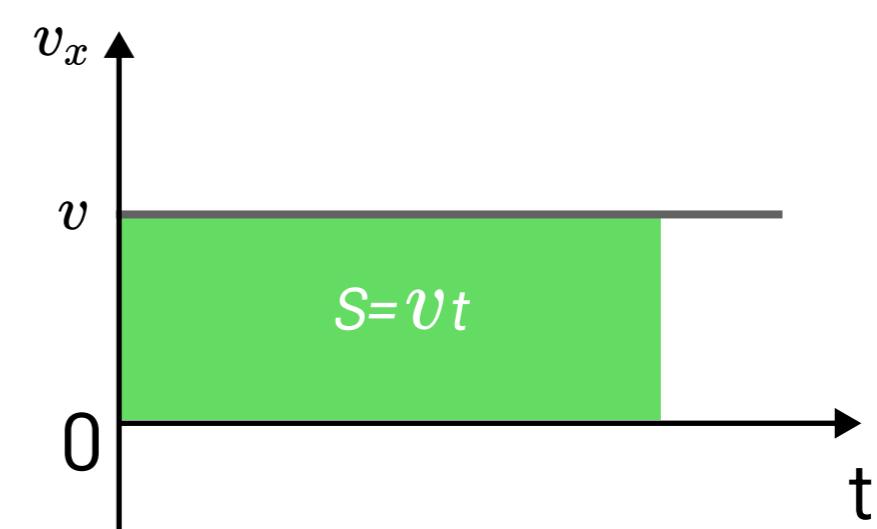
**График 1** имеет положительный наклон к оси прямой и устремлён вверх, тело движется по направлению оси ОХ (проекция скорости положительна)

**Графики 2 и 3** имеют отрицательный наклон к оси устремлены вниз, тело движется против оси ОХ (проекция скорости отрицательна)



## НАХОЖДЕНИЕ ПУТИ ПО ГРАФИКУ СКОРОСТИ

По графику зависимости скорости от времени можно определить путь, пройденный телом за время  $t$ . Для этого необходимо определить площадь фигуры под графиком до пересечения с осью времени (заштрихованной фигуры).



## УРАВНЕНИЕ КООРДИНАТЫ РАВНОМЕРНОГО ПРЯМОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ

Вспомним, ещё раз основной вопрос, на который отвечает кинематика — определить местоположение тела, то есть его конечную координату. Выразим её из формулы проекции скорости:

$$v_x = \frac{x - x_0}{t}$$

$$x - x_0 = v_x t$$

Координата тела при равномерном движении рассчитывается по формуле:

$$x = x_0 + v_x t$$

Для случая, если начальная координата тела равна нулю  $x_0=0$

$$x = v_x t$$

## ГРАФИК КООРДИНАТЫ ТЕЛА ОТ ВРЕМЕНИ ПРИ РАВНОМЕРНОМ ПРЯМОЛИНЕЙНОМ ДВИЖЕНИИ

Зависимость координаты от времени при равномерном движении представляет собой график линейной функции — прямая.

Рассмотрим перемещение тела из начала координат, за время  $t$  тело прошло  $s_x$  метров. На графике представлена зависимость проекции перемещения тела от времени. Так как движение равномерное, найдём скорость тела геометрически. Скорость — это отношение противолежащего катета  $s_x$  к прилежащему катету  $t$ . Данное отношение является определением тригонометрической функции тангенс угла наклона.

**Скорость — тангенс угла наклона графика  $s_x(t)$  или  $x(t)$ .**

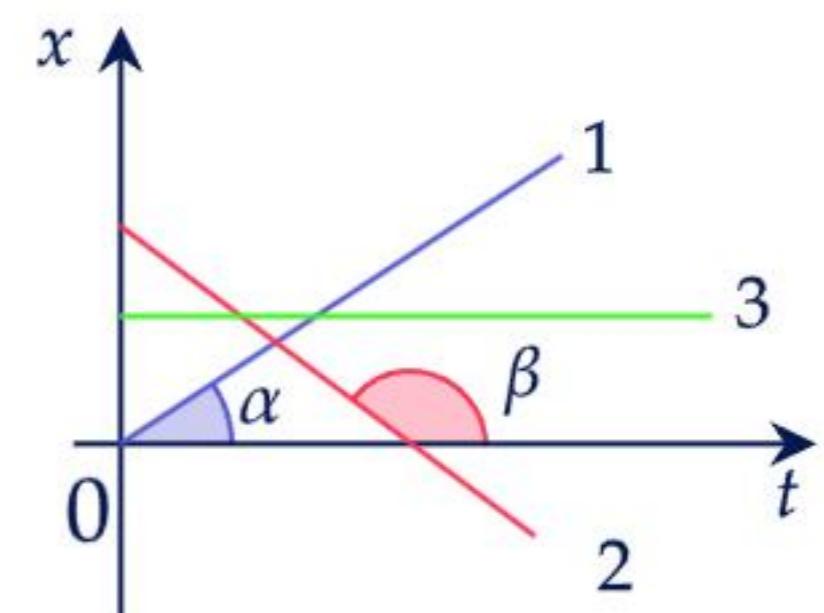
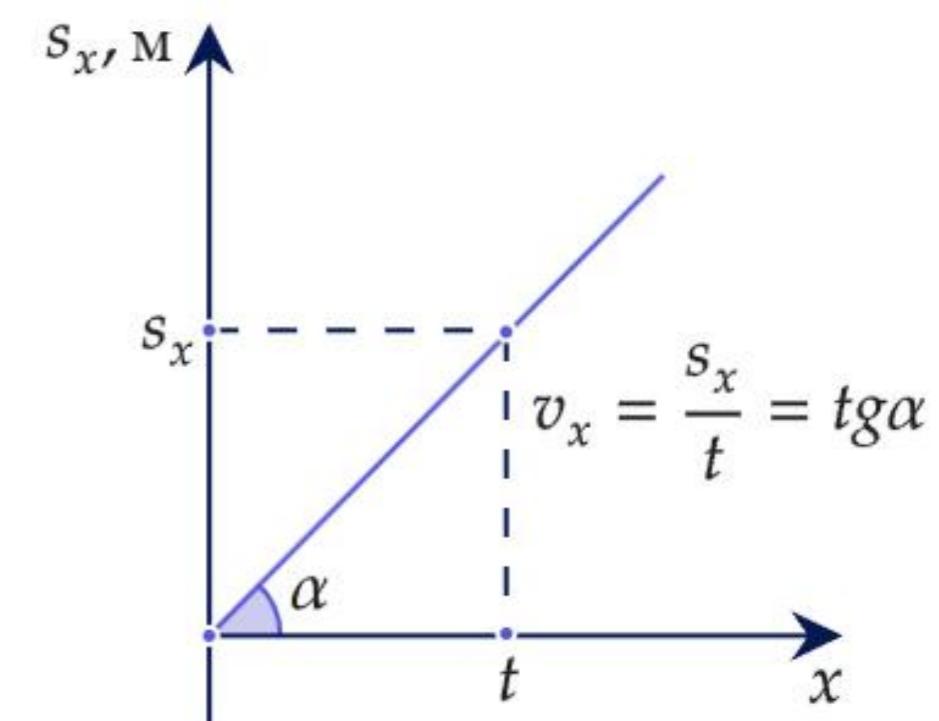
**График 1** устремлён вверх, тело движется по направлению оси ОХ (проекция скорости положительна, тангенс острого угла положителен)

$$v_{1x} = \tan \alpha$$

**График 2** устремлён вниз, тело движется против оси ОХ (проекция скорости отрицательна, тангенс тупого угла отрицателен):

$$v_{2x} = \tan \beta$$

График 3 параллелен оси ОХ, тело покойится.  $v_{3x}=0$



## НЕРАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ. СРЕДНЯЯ СКОРОСТЬ

В окружающем нас мире равномерное движение встречается нечасто. Обычно скорость тела изменяется с течением времени. Такое движение называют неравномерным. Для характеристики неравномерного движения вводится физическая величина, которая называется средней путевой скоростью.

Средней путевой скоростью неравномерного движения называют физическую величину, равную отношению всего пути тела к общему времени движения:

$$v_{cp} = \frac{s_{общ}}{t_{общ}}$$

где  $s_{общ} = S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n$  — сумма всех пройденных участков пути, м

$t_{общ} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$  — сумма всех промежутков времени, с (с учётом остановки тела)